



ব্যাচেলর অব এডুকেশন

# পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষণ Teaching Physics

EDBN 1422

রচনা

প্রফেসর ড. এস এম হাফিজুর রহমান  
প্রফেসর মোহাম্মদ জাকির হোসেন  
মোঃ মোখলেস উর রহমান  
ড. মোঃ সাফায়েত আলম  
মোহাম্মদ মহসীন  
মোঃ শাহীন উদ্দিন

মূল্যায়ন

ড. মোহাম্মদ শফিউল আলম  
মোঃ হাফিজুর রহমান  
নাজমুন নাহার

সম্পাদনা

প্রফেসর ড. এস এম হাফিজুর রহমান

স্কুল অব এডুকেশন



বাংলাদেশ উন্মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

# পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষণ

EDBN 1422

## বিএড প্রোগ্রাম

### প্রধান সমন্বয়ক

মোঃ জহির উদ্দিন বাবর

প্রকল্প পরিচালক (অতিরিক্ত সচিব)

টিচিৎ কোয়ালিটি ইমপ্রভমেন্ট-২ (টিকিউআই-২) ইন সেকেন্ডারি এডুকেশন প্রজেক্ট

### সমন্বয়ক

রায়হানা তসলিম, উপ-প্রকল্প পরিচালক (প্রশিক্ষণ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

ড. রেহেনা খাতুন, সহকারী প্রকল্প পরিচালক (প্রশিক্ষণ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

কাজী সাখাওয়াৎ হোসেন, প্রকল্প কর্মকর্তা (প্রশিক্ষণ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

রিজওয়ানুল হক, প্রকল্প কর্মকর্তা (প্রশিক্ষণ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

### সহযোগিতায়

প্রফেসর মোঃ জাহাঙ্গীর হোসেন, উপ-প্রকল্প পরিচালক (প্রশাসন ও অর্থ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

ড. সুধাংশু রঞ্জন রায়, সহকারী প্রকল্প পরিচালক (প্রশাসন ও অর্থ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

আবু সাঈদ মজুমদার, সহকারী প্রকল্প পরিচালক (প্রশাসন ও অর্থ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

রওশন আরা বেগম, সহকারী প্রকল্প পরিচালক (প্রশিক্ষণ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

মাকসুদা বেগম, প্রকল্প কর্মকর্তা (প্রশাসন ও অর্থ), টিকিউআই-২ প্রকল্প

গাজী মোহাম্মদ নাজমুল হোসেন, হিসাব রক্ষণ কর্মকর্তা, টিকিউআই-২ প্রকল্প

### গ্রন্থস্বত্ব

শিক্ষা মন্ত্রণালয় কর্তৃক গ্রন্থস্বত্ব সংরক্ষিত। শিক্ষা মন্ত্রণালয়ের লিখিত অনুমতি ব্যতীত এ বইয়ের সম্পূর্ণ বা আংশিক মুদ্রণ, পুনঃমুদ্রণ সংশোধিত আকারে প্রকাশ ও বিক্রয় নিষিদ্ধ। এ ক্ষেত্রে কপিরাইট আইন প্রযোজ্য। তবে শিক্ষা, প্রশিক্ষণ ও গবেষণামূলক কার্যক্রমে এ বই ব্যবহার করা যেতে পারে।

প্রথম মুদ্রণ: ডিসেম্বর ২০১৮

পুনঃমুদ্রণ: মার্চ ২০২০

### প্রচ্ছদ

কাজী সাইফদ্দীন আব্বাস

### প্রকাশনায়

প্রকাশনা, মুদ্রণ ও বিতরণ বিভাগ

বাংলাদেশ উন্মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়, গাজীপুর- ১৭০৫।

(স্মারক নম্বর: ৩৭.০০.০০০০.০৮২.১৪.০০৫.১৮.১০০ তারিখ: ৩১ জুলাই ২০১৯ ইংরেজি, ১৬ শ্রাবণ ১৪২৬ বাংলা অনুযায়ী অনুমোদনক্রমে TQI-II প্রকল্পের আওতায় প্রণীত জাতীয় বিএড প্রোগ্রামের পাঠ্যপুস্তক বাংলাদেশ উন্মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক পুনঃমুদ্রণ করা হলো।)

ISBN: 978-984-34-0112-0

### মুদ্রণে:

-----  
-----

## সূচিপত্র

ইউনিট	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
<b>ইউনিট-১</b>	<b>মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক</b>	<b>১-১২</b>
১.১	মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য; জাতীয় শিক্ষানীতির সাথে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্যের সামঞ্জস্য	২
১.২	পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্য ও নবধারা এবং পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকের নবধারা	৪
<b>ইউনিট-২</b>	<b>পদার্থবিজ্ঞান কীভাবে কাজ করে</b>	<b>১৩-২৪</b>
২.১	বিজ্ঞান কী? বিজ্ঞান আমরা কেন পড়ব? পদার্থবিজ্ঞান কী? পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রকৃতি	১৩
২.২	পদার্থবিজ্ঞানের ক্ষেত্রসমূহ ও এদের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক এবং পদার্থবিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিজ্ঞানের সম্পর্ক	১৬
২.৩	বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতা ও বিজ্ঞান পেশাজীবী তৈরিতে পদার্থবিজ্ঞান শেখার গুরুত্ব এবং বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি শিক্ষার ভিত্তি তৈরিতে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার অবদান	১৮
২.৪	পদার্থবিজ্ঞানের সাথে সম্পর্কিত বিভিন্ন প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা	২২
<b>ইউনিট-৩</b>	<b>শিক্ষার্থীরা কীভাবে পদার্থবিজ্ঞান শেখে</b>	<b>২৫-৩৪</b>
৩.১	পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের শিখনতত্ত্ব জানার প্রয়োজনীয়তা; আচরণবাদী শিখনতত্ত্ব অনুসারে শিখনে শিক্ষার্থীর ভূমিকা ও শিক্ষার্থীর বিজ্ঞান শিখনে তার পূর্বজ্ঞানের ভূমিকা	২৫
৩.২	গঠনবাদের মূলকথা; ভাইগোটস্কির সামাজিক-সাংস্কৃতিক তত্ত্ব ও সামাজিক গঠনবাদ	২৯
<b>ইউনিট-৪</b>	<b>সামাজিক গঠনবাদের আলোকে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কৌশল</b>	<b>৩৫-৪৩</b>
৪.১	ধারণা পরিবর্তন মডেল	৩৫
৪.২	ব্রেইনস্টর্মিং; ধারণা মানচিত্র	৩৭
৪.৩	5E এবং পি ও ই (POE)	৩৮
৪.৪	Expert Jigsaw ও সহযোগিতামূলক শিখন	৩৯
<b>ইউনিট-৫</b>	<b>মাধ্যমিক পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু আলোচনা- ১</b>	<b>৪৪-৬৫</b>
৫.১	পদার্থবিজ্ঞানের ক্রমবিকাশ	৪৪
৫.২	পদার্থবিজ্ঞানের পরিমাপের যন্ত্রপাতি- স্লাইড ক্যালিপার্স; জু গজ এবং একটি আয়তাকার বস্তুর একটি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও বস্তুর আয়তন নির্ণয়	৪৬
৫.৩	গতি ও লেখচিত্র; দূরত্ব - সময় লেখচিত্র; বেগ- সময় লেখচিত্র	৫১
৫.৪	সাম্য ও অসাম্য বল; ঘর্ষণ ও ঘর্ষণ বল; কর্মদক্ষতা; সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে উঠে ক্ষমতা নির্ণয়	৫৪
৫.৫	প্লবতা, আর্কিমিডিসের সূত্র, বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন	৬০
৫.৬	গলন, বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন; পরীক্ষণের সাহায্যে বরফের গলনাংক ও পানির স্ফুটনাংক নির্ণয়	৬২
<b>ইউনিট-৬</b>	<b>পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ পরিকল্পনা</b>	<b>৬৬-৮৬</b>
৬.১	পি সি কে (Pedagogical Content Knowledge) এর ধারণা ও বার্ষিক পরিকল্পনার প্রয়োজনীয়তা	৬৬
৬.২	একক (ইউনিট) পরিকল্পনা- প্রয়োজন ও প্রণয়নের ধাপসমূহ	৭১
৬.৩	পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নে বিবেচ্য দিকসমূহ	৭৫
৬.৪	গঠনবাদের ভিত্তিতে পাঠ পরিকল্পনা (তত্ত্বীয়)	৭৯
৬.৫	ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ পরিকল্পনা	৮২

ইউনিট-৭	পদার্থবিজ্ঞানে শিখন-শেখানোর উপকরণ	৮৭-৯৫
৭.১	ধারণা ও প্রকারভেদ; পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে উপকরণ নির্বাচন ও ব্যবহারের নীতি; স্বল্পমূল্যের ও বিনামূল্যের উপকরণ তৈরি ও সংগ্রহ; স্বল্পমূল্যের ও বিনামূল্যের উপকরণ তৈরি ও ব্যবহারের মূল্য; উপকরণ সংরক্ষণের নীতি ও কৌশল	৮৭
৭.২	পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তথ্যপ্রযুক্তিঃ শিক্ষকের প্রস্তুতি, ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির নিয়মাবলি ও শ্রেণিকক্ষে পাঠ উপস্থাপনে এর ব্যবহার কৌশল	৯১
ইউনিট-৮	পদার্থবিজ্ঞানে মূল্যায়ন	৯৬-১১৫
৮.১	শ্রেণিকক্ষে পদার্থবিজ্ঞান শিখন মূল্যায়ন কৌশল হিসেবে গাঠনিক ও সামষ্টিক মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা	৯৬
৮.২	তত্ত্বীয় পদার্থবিজ্ঞানে শিখন মূল্যায়ন : বহুনির্বাচনি ও রচনামূলক, সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতি-প্রণয়ন ও নম্বর প্রদান	১০০
৮.৩	ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানে শিখন মূল্যায়ন : মনোপেশীজ ও আবেগিক শিখন মূল্যায়ন এবং ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়ন কৌশল	১০৬
ইউনিট-৯	মাধ্যমিক পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু আলোচনা- ২	১১৬-১৩৯
৯.১	প্রতিবিম্ব, দর্পণে বস্তুর প্রতিবিম্ব; দর্পণ ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন	১১৬
৯.২	চোখের গঠন, ত্রুটি ও প্রতিকার; চোখের স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব ও ব্যবহারযোগ্য চশমা সনাক্তকরণ	১১৯
৯.৩	তড়িৎ বল, তড়িৎ ক্ষেত্র, তড়িৎ বিভব, তড়িৎ ধারক	১২২
৯.৪	তড়িৎ চৌম্বক ক্রিয়া, তাড়িতচৌম্বক আবেশ, তড়িৎ প্রবাহী তারের উপর চুম্বকের প্রভাব	১২৭
৯.৫	তড়িৎ মোটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার	১২৯
৯.৬	পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজ; পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজের জন্য শিক্ষকের প্রস্তুতি ও পরিকল্পনা; পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজ পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি নির্বাচন এবং সংগ্রহ ও সংরক্ষণ	১৩২
ইউনিট-১০	শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো	১৪০-১৫৯
১০.১	শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানোর ধারণা, প্রয়োজনীয়তা এবং শিল্প কারখানা, বিজ্ঞান জাদুঘর, বিজ্ঞান মেলা, বুলেটিন বোর্ড ও বিজ্ঞান ক্লাবের ব্যাপ্তি ও সুযোগ	১৪০
১০.২	বিজ্ঞান সমিতির ব্যাপ্তি ও সুযোগ, গণমাধ্যম এবং শিক্ষা সফর	১৫১
ইউনিট-১১	পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের পেশাগত শিখন	১৬০-১৭৮
১১.১	পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের প্রয়োজনীয় যোগ্যতা ও বিজ্ঞান শিক্ষকের পেশাগত উন্নয়নের বর্তমান অবস্থা ও সংস্কৃতি	১৬০
১১.২	পেশাগত শিখনের ধারণা; প্রতিফলনমূলক অনুশীলন	১৬৩
১১.৩	শিক্ষকের পেশাগত শিখনে তথ্য প্রযুক্তির গুরুত্ব: ই-পোর্টফোলিও	১৭৫

## ইউনিট ১ : মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক

অধ্যায়ের আলোচিত বিষয়বস্তুসমূহ :

- ১.১ মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য এবং জাতীয় শিক্ষানীতির সাথে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্যের সামঞ্জস্য
- ১.২ পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্য ও নবধারা এবং পাঠ্যপুস্তকের নবধারা

## ইউনিট ১ : মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক

শিক্ষাক্রম হচ্ছে শিক্ষার একটি সামগ্রিক পরিকল্পনা। শিক্ষা কার্যক্রম পরিচালনার একটি পরিপূর্ণ দিক নির্দেশনা পাওয়া যায় শিক্ষাক্রমে। শিক্ষার্থীদের আগ্রহ, প্রবণতা, সামর্থ্য, অভিজ্ঞতা ও শিখন চাহিদার সাথে এবং সমাজ, দেশ ও আন্তর্জাতিক পরিস্থিতি বিবেচনায় রেখে প্রণীত হয় শিক্ষাক্রম। কোনো একটি নির্দিষ্ট স্তরের নির্দিষ্ট বিষয়ের শিক্ষার লক্ষ্য, উদ্দেশ্য, শিখনফল, বিষয়বস্তু, শিখন-শেখানো কার্যক্রম ও মূল্যায়ন নির্দেশনা-এসবই শিক্ষাক্রমের প্রতিপাদ্য বিষয়। শিক্ষাক্রমের নির্দেশনা ও চাহিদার ভিত্তিতে প্রণীত হয় পাঠ্যপুস্তক ও অন্যান্য শিখনসামগ্রী এবং পরিচালিত হয় শিখন-শেখানো কার্যক্রম। পাঠ্যপুস্তক শিক্ষাক্রমের উদ্দেশ্য অনুসারে শিক্ষার্থীকে পদার্থবিজ্ঞানের ভূবনের সাথে সংযুক্ত করে। বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ পরিকল্পিত এই শিক্ষা কার্যক্রম পরিচালনা ও বাস্তবায়ন করে থাকেন। এ ইউনিটে মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য, জাতীয় শিক্ষানীতির সাথে এদের সামঞ্জস্য, পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের ও পাঠ্যপুস্তকের বৈশিষ্ট্য এবং নবধারা ২টি সেশনে ভাগ করা হলো।

- ১.১ মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য এবং জাতীয় শিক্ষানীতির সাথে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্যের সামঞ্জস্য
- ১.২ পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্য এবং নবধারা এবং পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকের নবধারা

### ১.১ মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য এবং জাতীয় শিক্ষানীতির সাথে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্যের সামঞ্জস্য

পদার্থবিজ্ঞানের বিস্ময়কর সব অবদান প্রসারিত করেছে জ্ঞানের জগৎকে। নতুন সব বস্তুর উদ্ভাবন, নতুন শক্তির উৎস উদ্ঘাটন, অভিনব সব যন্ত্র আবিষ্কার, পর্যবেক্ষণলব্ধ জগতের সীমানাকে প্রসারিত করা, নতুন তত্ত্বের আলোকে মহাবিশ্বের রহস্য উদ্ঘাটন, জ্ঞানের বিভিন্ন শাখার মধ্যে সমন্বয় সাধনই পদার্থবিজ্ঞানের উদ্দেশ্য। পদার্থবিজ্ঞান কাজ করেছে জ্ঞানের নতুন সীমানায়। ফলে নতুন আবিষ্কার ও উদ্ভাবনের পরিবেশে একজন পদার্থবিজ্ঞানী সৃষ্টিশীলতার উত্তেজনা অনুভব করতে পারে। এ উত্তেজনা কখনো নতুন অভিজ্ঞতার জগতে প্রবেশের, নতুন যন্ত্র উদ্ভাবনের, নতুন উপলব্ধির এবং আপাত বিশৃঙ্খল ঘটনামালার মধ্যে মিল খুঁজে পাওয়ার। তাই একবিংশ শতাব্দীর চ্যালেঞ্জ মোকাবেলায় আমাদের ভবিষ্যৎ প্রজন্মকে যথাযথভাবে তৈরি করতে পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞান লাভ করা খুবই প্রয়োজন।

#### মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য

নবম ও দশম শ্রেণির যে সকল শিক্ষার্থী বিজ্ঞান শাখা বেছে নিবে, আশা করা যায় যে শিক্ষার পরবর্তী স্তরসমূহেও তারা বিজ্ঞানকে পছন্দ করবে। এমনকি বাস্তব জীবনেও তারা বিজ্ঞানকে পেশা হিসাবে বেছে নিবে। এ ধরনের একটি প্রত্যাশা নিয়ে নবম দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষাক্রমের ভিত্তি রচনা করা হয়েছে। তাই পদার্থবিজ্ঞান সম্পর্কে একটি পূর্ণ ধারণা দেবার প্রয়াস নেওয়া হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞানের মৌলিক ক্ষেত্রসমূহ যেমন বলবিদ্যা, পদার্থের ধর্ম, শব্দ ও তরঙ্গ, আলোক বিজ্ঞান, তড়িৎ বিজ্ঞান, তাড়িৎচৌম্বক বিজ্ঞান, আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান এবং ইলেকট্রনিক্সকে প্রধান শিখনক্ষেত্র হিসেবে বিবেচনা করা হয়েছে। এই শিখনক্ষেত্রসমূহকে সহজবোধ্য, আনন্দময়, সৃজনশীল, মানবিক অভিযান রূপে উপস্থাপনের প্রয়াস নেওয়া হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞানের তত্ত্ব ও সূত্রের তাত্ত্বিক বিশ্লেষণ না করে প্রাত্যহিক জীবনে এর ব্যবহার এবং এ সংশ্লিষ্ট সামাজিক বিষয়কে অধিকতর গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। ফলশ্রুতিতে, শিক্ষার্থীরা একদিকে যেমন বাস্তব জীবনের সাথে পদার্থবিজ্ঞানের সম্পর্ক খুঁজে পাবে অন্যদিকে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার প্রাসঙ্গিকতা উপলব্ধি করার সুযোগ পাবে। একই সাথে পদার্থবিজ্ঞানের অন্তর্নিহিত সৌন্দর্য ও মানবিক আবেদনও উপলব্ধি করতে পারবে। পদার্থবিজ্ঞান চর্চার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা যেন বিজ্ঞানমনস্ক, কুসংস্কারমুক্ত ও উদার মনোভাবাপন্ন হতে পারে শিক্ষাক্রমে তার উপর যথাযথ গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে।

জাতীয় শিক্ষাক্রম ২০১২ এর নবম-দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্যসমূহ বিবৃত করা হলো।

১. পদার্থবিজ্ঞানের ধারণা, পাঠের উদ্দেশ্য ও পরিসর, রাশি সম্পর্কে জানা এবং রাশির প্রকাশ ও পরিমাপের কৌশল আয়ত্ত করা
২. গতি ও বল সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন করা এবং জীবনের নানাক্ষেত্রে তা ব্যবহার করা
৩. শক্তির রূপান্তর ও স্থানান্তরের কার্যকারণ জানা এবং উন্নয়ন কার্যক্রমে শক্তির কার্যকর ব্যবহার সম্পর্কে সচেতন হওয়া
৪. বিভিন্ন অবস্থায় পদার্থের চাপ ও বলের ক্রিয়া সম্পর্কে জানা এবং এদের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা
৫. পদার্থের বিভিন্ন অবস্থায় তাপ ও তাপমাত্রা সম্পর্কে ধারণা লাভ করা
৬. তরঙ্গ ও শব্দের বুৎপত্তিগত ধারণা লাভ করে বিভিন্ন ক্ষেত্রে এদের ব্যবহার সম্পর্কে সচেতন হওয়া
৭. তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক জ্ঞান অর্জন করে তড়িৎের নিরাপদ ও কার্যকর ব্যবহার সম্পর্কে সচেতন হওয়া
৮. বিজ্ঞানের নীতি, সূত্র এবং তত্ত্ব সম্পর্কে জানা এবং জীবনের নানাক্ষেত্রে তা ব্যবহার করা
৯. প্রযুক্তি বিকাশে পদার্থবিজ্ঞানের নিয়মের কার্যকারিতা অনুধাবন করা এবং এর ব্যবহারিক গুরুত্ব উপলব্ধি করা
১০. বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারের কৌশল রপ্ত করে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা ও যন্ত্রপাতি সংরক্ষণে সচেতন হওয়া
১১. আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের তাত্ত্বিক ও প্রযুক্তিগত ধারণা লাভ করা; পদার্থবিজ্ঞান চর্চার মাধ্যমে ইতিবাচক দৃষ্টিভঙ্গি এবং মূল্যবোধ গড়ে তোলা।

## জাতীয় শিক্ষানীতির সাথে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্যের সামঞ্জস্য

জাতীয় শিক্ষা নীতি ২০১০ এ বিজ্ঞান শিক্ষাকে যথেষ্ট গুরুত্ব সহকারে উপস্থাপন করা হয়েছে। এ শিক্ষা নীতিতে বাংলাদেশের বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য এবং বাস্তবায়নের কর্ম কৌশল বিবৃত করা হয়েছে। বিজ্ঞানের মূল কাজ হচ্ছে প্রকৃতিকে অনুধাবন করা। পরীক্ষা-নিরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ এবং গাণিতিক যুক্তি প্রয়োগের মধ্য দিয়ে প্রকৃতির রহস্যকে বিজ্ঞান উন্মোচন করে যাচ্ছে। এটি একদিকে মানবজাতির অজানাকে জানার কৌতূহলকে পূরণ করে, অন্যদিকে বিজ্ঞানের লব্ধ জ্ঞান প্রতিনিয়তই নানা ধরণের প্রযুক্তির ব্যবহারের ভেতর দিয়ে মানবসভ্যতাকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়। শুধুমাত্র যথাযথ বিজ্ঞান শিক্ষাই একটা জাতিকে দ্রুত তার অতীষ্ট লক্ষ্যে পৌঁছে দিতে পারে।

জাতীয় শিক্ষানীতি ২০১০এ বর্ণিত বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য ও লক্ষ্য নিম্নরূপ :

১. শিক্ষার্থীদের এমনভাবে প্রস্তুত করা যেন প্রতিভা বিকাশ, জ্ঞান সাধনা এবং সৃজনশীলতায় তারা আন্তর্জাতিক মান অর্জন করতে পারে।
২. বিজ্ঞান শিক্ষার সঙ্গে প্রযুক্তি শিক্ষা ও মানবিক শিক্ষার যে নিবিড় সম্পর্ক রয়েছে এবং তাদের একটি যে অন্যটির পরিপূরক এই বিষয়টি মাথায় রেখে একটা সমন্বিত শিক্ষার অংশ হিসেবে বিজ্ঞান শিক্ষাকে শিক্ষার্থীদের সামনে তুলে ধরা।

‘জাতীয় শিক্ষা নীতি ২০১০’ এর নির্দেশনার আলোকে প্রণীত হয়েছে জাতীয় শিক্ষাক্রম ২০১২। জাতীয় শিক্ষাক্রম ২০১২এর বিষয় কাঠামোতে উল্লিখিত প্রতিটি বিষয়ের শিক্ষাক্রম উন্নয়ন ও প্রণয়নের মূল ভিত্তি হচ্ছে জাতীয় নীতি ২০১০ এর চাহিদা ও নির্দেশনা। উপরে বিবৃত উদ্দেশ্য দুইটিকে প্রধান বিবেচনা করে নবম-দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য নির্ধারণ করা হয়েছে। বিজ্ঞান পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষা নিরীক্ষার মাধ্যমে নতুন জ্ঞানের অন্বেষণ করে। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম পর্যবেক্ষণ, পরীক্ষণ, হাতে কলমে কাজ এবং অনুসন্ধানমূলক কাজকে গুরুত্ব দিয়েছে। তাত্ত্বিক বিষয়বস্তুর সাথে ব্যবহারিক কাজের সমন্বয় করে উপস্থাপন করা হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম মুখস্থ করাকে একেবারেই নিরুৎসাহিত করেছে। এই শিক্ষাক্রমে জ্ঞানস্তরের কোনো শিখনফল রাখা হয় নাই। সকল শিক্ষার্থী যেন পদার্থবিজ্ঞান অনুধাবন করতে পারে সেদিকে লক্ষ্য রাখা হয়েছে। শিক্ষার্থীর সৃজনশীলতা বিকাশের প্রতি গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। উপরে বর্ণিত পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য এবং শিক্ষানীতিতে বর্ণিত বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য পর্যালোচনা করলে দেখা যায় যে উভয় উদ্দেশ্যই প্রাসঙ্গিকভাবে সম্পর্কিত।

### বাস্তবায়ন কৌশল : মাধ্যমিক শিক্ষা

১. বিজ্ঞান শিক্ষার সঙ্গে গণিত ওতপ্রোতভাবে জড়িত বলে শিক্ষার্থীদের গণিত শিক্ষায় জোর দেওয়া হবে। গণিত বিষয়ে স্নাতক ডিগ্রিধারীদের গণিতের শিক্ষক হিসেবে নিয়োগ দেওয়া হবে।
২. শিক্ষার্থীরা যেন পঠিত বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা মৌলিক বিষয়গুলো সুষ্ঠুভাবে জানতে পারে, তার সমস্যা সমাধান করতে পারে এবং বাস্তব জীবনে তা ব্যবহার করতে পারে সেভাবে পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন এবং পাঠদান করা হবে।

৩. ব্যবহারিক ক্লাস ছাড়া বিজ্ঞান শিক্ষা অর্থহীন বলে মাধ্যমিক স্তরে বিজ্ঞান ও গণিতের প্রতিটি শাখায় নিয়মিত ব্যবহারিক ক্লাসের ব্যবস্থা করা হবে। ব্যবহারিক পরীক্ষার যথাযথ মূল্যায়নের বিষয়টি নিশ্চিত করা হবে, যেন শিক্ষার্থীদের ঢালাওভাবে নম্বর দেওয়ার সুযোগ না থাকে।
৪. শিক্ষার্থীদের কাছে বিজ্ঞান এবং গণিতকে আকর্ষণীয় করার জন্য প্রতিটি স্কুলে বাৎসরিক ক্রীড়া বা সাংস্কৃতিক সপ্তাহের সঙ্গে সঙ্গে বিজ্ঞান মেলা বা গণিত অলিম্পিয়াডের আয়োজন করা হবে। জাতীয় পর্যায়েও বিজ্ঞান মেলা ও গণিত অলিম্পিয়াডের আয়োজন করা হবে।

মাধ্যমিক স্তরে বিজ্ঞান শিক্ষা বাস্তবায়নে শিক্ষানীতি বর্ণিত কর্মকৌশল অনুসরণ করে নবম দশম শ্রেণির বিজ্ঞান বিষয়সমূহের শিক্ষাক্রম বাস্তবায়নের কার্যক্রম চলমান। ইতোমধ্যে পদার্থবিজ্ঞানের জন্য কর্মক্রিয়াভিত্তিক এবং শিক্ষার্থী কেন্দ্রিক পাঠ্যপুস্তক প্রণীত হয়েছে যা বিদ্যালয়সমূহে ব্যবহার করা হচ্ছে। শিক্ষাক্রম বাস্তবায়নের শিক্ষক প্রশিক্ষণ প্রদান করা হয়েছে। ‘প্র্যাকটিক্যাল সায়েন্স টিচিং’ প্রশিক্ষণ সমাপ্ত হয়েছে। আশা করা যায়, পদার্থবিজ্ঞানের সম্মানিত শিক্ষকগণ শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক শিখন শেখানো পদ্ধতি শ্রেণি কার্যক্রমে ব্যবহার করছেন। শিক্ষার্থীদের শিখন প্রক্রিয়ায় সংযুক্ত (engage) করছেন। শিখনকে আনন্দদায়ক এবং আকর্ষণীয় করার সকল উদ্যোগ গ্রহণ করে শিক্ষানীতি বাস্তবায়নে সক্রিয় অংশগ্রহণ করছেন।

## ১.২ পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্য ও নবধারা এবং পাঠ্যপুস্তকের নবধারা

### পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্য ও নবধারা

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার প্রধান উদ্দেশ্য হচ্ছে প্রকৃতিতে উপস্থিত নানা বস্তু এবং তাদের মধ্যে সংগঠিত ঘটনাসমূহ ব্যাখ্যা করা। প্রকৃতির সকল ঘটনার মূলে রয়েছে বস্তু ও শক্তির মিথস্ক্রিয়া। প্রাথমিক অবস্থায় পদার্থবিজ্ঞান সীমিত ছিল সাধারণ মাপের বস্তু এবং এর উপর অল্প শক্তির ক্রিয়ার মধ্যে। যেমন— একটি মারবেলকে টোকা দিলে তার অবস্থার পরিবর্তন হয়। কিংবা অল্প তাপে বস্তু সম্প্রসারিত হয়। এই বস্তু নির্বাচনে পদার্থবিজ্ঞানীরা সাধারণ মাপের জড় বস্তুকেই শুধু গবেষণার বিষয় মনে করতেন। যেমন— বিশাল আকারের আকাশের বস্তু যথা— গ্রহ-নক্ষত্র, গ্যালাক্সি, এগুলো ছিল মহাকাশ বিজ্ঞান। আবার অতি ক্ষুদ্র অণু পরমাণুর জগৎ ছিল রসায়ন বিজ্ঞান। যেসব বস্তুর প্রাণ নেই অর্থাৎ জড় জগতের বাইরে যে প্রাণী ও উদ্ভিদজগৎ সেটাও ছিল পদার্থবিজ্ঞানের বহির্ভূত। যা নিয়ে প্রাণী ও উদ্ভিদবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা কাজ করে। নবম-দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি এবং এর সাথে সম্পর্কিত বাস্তব জীবন ও সমাজকে সমন্বিতভাবে উপস্থাপনের উদ্যোগ নেওয়া হয়েছে। নবম ও দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্যসমূহ পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকে উপস্থাপন করা হয়েছে। নিচে নবম ও দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্যসমূহ আলোচনা করা হলো।

### পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্য :

#### জ্ঞান, দক্ষতা ও দৃষ্টিভঙ্গি অর্জনের একটি সমন্বিত উদ্যোগ

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের অন্যতম বৈশিষ্ট্য হলো এটি জ্ঞান, দক্ষতা ও দৃষ্টিভঙ্গি অর্জনের একটি সমন্বিত উদ্যোগ। এ শিক্ষাক্রমের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ :

১. পদার্থবিজ্ঞানের একটি পরিপূর্ণ ধারণা পাওয়ার জন্য ভৌত ও বস্তুজগৎ, বলবিদ্যা, তাপবিজ্ঞান, শব্দ ও তরঙ্গ, স্থির ও চলবিদ্যুৎ, আলোক বিজ্ঞান, তাড়িত চৌম্বক ক্রিয়া, আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান ও ইলেক্ট্রনিক্স এবং জীব-পদার্থবিজ্ঞানকে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।
২. নবম-দশম শ্রেণির উপযোগী ও চাহিদার আলোকে পদার্থবিজ্ঞানের মৌলিক ইস্যুসমূহের ধারণাভিত্তিক (concept-based) শক্তিশালী বুনিয়ে তৈরির সুযোগ সৃষ্টি করা হয়েছে।
৩. শিখনের তিনটি ক্ষেত্র, যথা বুদ্ধিবৃত্তীয়, আবেগীয় এবং মনোপেশীজ, বিবেচনায় রেখে অধ্যয়নভিত্তিক সমন্বিত শিখনফল ডিজাইন করে বুদ্ধিবৃত্তীয় জ্ঞানের পাশাপাশি যন্ত্রপাতি ও উপকরণ ব্যবহারের দক্ষতা এবং পদার্থবিজ্ঞানের দৃষ্টিভঙ্গি ও মূল্যবোধ অর্জনের সুযোগ রাখা হয়েছে।
৪. বাস্তব জীবনে সংগঠিত বিভিন্ন ঘটনার আলোকে পদার্থবিজ্ঞানের তাত্ত্বিক দিকগুলো আলোচনা ও হাতে কলমে কাজ করার নির্দেশনা রয়েছে।



৫. ব্যবহারিক কার্যক্রম সংশ্লিষ্ট তাত্ত্বিক ক্লাসের সাথে সংঘটিত হবে। এতে তত্ত্বের সাথে ব্যবহারিক কাজের যোগসূত্র স্থাপিত হবে এবং শিখন দীর্ঘ স্থায়ী হবে।
৬. পদার্থবিজ্ঞানে অর্জিত ধারণাসমূহ নতুন নতুন ক্ষেত্রে ব্যবহার করার দক্ষতা এবং এগুলোর বিশ্লেষণ, মূল্যায়ন, সৃষ্টিশীল ও উদ্ভাবনী দক্ষতা অর্জনের সুযোগ সৃষ্টি করা হয়েছে।
৭. বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়া ও পরীক্ষণ পদ্ধতি (scientific process and experimental method) চর্চার মাধ্যমে সৃজনশীল চিন্তন দক্ষতা (creative thinking skill), যাচাই করার দক্ষতা (critical thinking skill) ও সমস্যা সমাধানের দক্ষতা (problem solving skill) অর্জনের সুযোগ সৃষ্টি করা হয়েছে।
৮. পদার্থবিজ্ঞানের ধারণা, তত্ত্ব, সূত্র এবং নীতির ব্যাপক চর্চার মাধ্যমে কুসংস্কারমুক্ত, বিজ্ঞানমনস্ক ও যৌক্তিক মানুষ হিসেবে গড়ে তোলার উদ্যোগ রয়েছে শিক্ষাক্রমে।
৯. পদার্থবিজ্ঞানের সাথে বাস্তব জীবনের যোগসূত্র খুঁজে পাবার এবং পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার প্রয়োজনীয়তা উপলব্ধি ও অনুভব করার উদ্যোগ রয়েছে শিক্ষাক্রমে।
১০. পদার্থবিজ্ঞানের অন্তর্নিহিত সৌন্দর্য্য ও আনন্দ উপভোগ করে জীবনব্যাপী শিক্ষায় আগ্রহী করার সুযোগ আছে।

### সময়াবদ্ধ শিক্ষাক্রম

নবম ও দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান বিষয়টি দুইটি শিক্ষাবর্ষে শেষ হবে। প্রতি শিক্ষাবর্ষে প্রাপ্য কার্যদিবসের সংখ্যা বিবেচনায় এনে শিখনফল ও বিষয়বস্তু নির্ধারণ করা হয়েছে। শিক্ষাক্রমে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়টির জন্য প্রতি সপ্তাহে ৩টি করে ক্লাস (পিরিয়ড) বরাদ্দ রাখা হয়েছে। প্রতিটি ক্লাসের ব্যাপ্তি হবে ৫০মিনিট। প্রতি সাময়িকীতে ৫৪টি করে নবম শ্রেণিতে ১০৮টি এবং দশম শ্রেণিতে ১০৮টি করে ২বছরে সর্বমোট ২১৬টি পিরিয়ড বরাদ্দ রাখা হয়েছে। বাৎসরিক ছুটি এবং বিদ্যালয়ের অভ্যন্তরীণ নানাবিধ কার্যক্রমকে বিবেচনায় রেখে পিরিয়ডের সংখ্যা নির্ধারণ করা হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শিক্ষাক্রমে শিখনফল এবং বিষয়বস্তু এমনভাবে প্রণয়ন করা হয়েছে যেন বরাদ্দকৃত ২১৬ পিরিয়ডে শিক্ষার্থীরা সবগুলো শিখনফল অর্জন করতে পারে। নিচের টেবিলে অধ্যয়নভিত্তিক পিরিয়ড বন্টন দেওয়া হলো।

অধ্যায়ের ক্রম	অধ্যায়ের নাম	পিরিয়ড সংখ্যা	অধ্যায়ের ক্রম	অধ্যায়ের নাম	পিরিয়ড সংখ্যা
প্রথম অধ্যায়	ভৌত রাশি এবং পরিমাপ	১৫	অষ্টম অধ্যায়	আলোর প্রতিফলন	১৪
দ্বিতীয় অধ্যায়	গতি	১৪	অধ্যায় ০৯	আলোর প্রতিসরণ	১৫
তৃতীয় অধ্যায়	বল	১৭	অধ্যায় ১০	স্থির তড়িৎ	১৪
চতুর্থ অধ্যায়	কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি	১৪	অধ্যায় ১১	চল তড়িৎ	২০
পঞ্চম অধ্যায়	পদার্থের তাপীয় ধর্ম	২০	অধ্যায় ১২	তড়িতের চৌম্বক ক্রিয়া	১২
ষষ্ঠ অধ্যায়	পদার্থের অবস্থা ও চাপ	১৮	অধ্যায় ১৩	আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান ও ইলেক্ট্রনিক্স	১৪
সপ্তম অধ্যায়	তরঙ্গ ও শব্দ	১৪	অধ্যায় ১৪	জীবন বাঁচাতে পদার্থবিজ্ঞান	১৪

### শিক্ষাক্রম ফরম্যাট

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম দুইটি প্রধান অংশে বিভক্ত। একটি হচ্ছে জেনেরিক অংশ এবং অপরটি হচ্ছে ম্যাট্রিক্স ছকে উপস্থাপিত বিষয়ের অংশ। জেনেরিক অংশে শিক্ষাক্রমের মৌলিক ইস্যুসমূহকে উপস্থাপন করা হয়েছে। বিষয়ের অংশে ম্যাট্রিক্স ছকে পাঁচ কলামে পদার্থবিজ্ঞানের অধ্যয়নসমূহকে উপস্থাপন করা হয়েছে। এ পাঁচ কলাম ম্যাট্রিক্স ফরম্যাটের প্রথম কলামে শিখনফল, দ্বিতীয় কলামে বিষয়বস্তু, তৃতীয় কলামে সুপারিশকৃত শিখন শেখানা কার্যক্রম, চতুর্থ কলামে মূল্যায়ন নির্দেশনা এবং পঞ্চম কলামে আনুভূমিকভাবে উপস্থাপন করা হয়েছে। ফলে শিখনফল, সংশ্লিষ্ট বিষয়বস্তু, শিখন-শেখানো কৌশল ও মূল্যায়ন নির্দেশনা একই সাথে পর্যবেক্ষণের সুযোগ সৃষ্টি হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের একটি অধ্যায়ের ম্যাট্রিক্স ছকের উপস্থাপনা নিচে দেখানো হলো।

দ্বিতীয় অধ্যায় : গতি ( ১৪ পিরিয়ড)

শিখন ফল	বিষয়বস্তু	শিখন- শেখানো কার্যক্রম	মূল্যায়ন নির্দেশনা	বিশেষ লেখক নির্দেশনা
১. স্থিতি এবং গতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।	স্থিতি এবং গতি	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>দলগত কাজ:</b> স্থিতি ও গতি বিষয়ে শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা উপস্থাপন</li> <li>● প্রশ্নোত্তরভিত্তিক আলোচনার মাধ্যমে বাস্তব উদাহরণ ব্যবহার করে স্থিতি ও গতি উপস্থাপন</li> </ul>		
২. বিভিন্ন প্রকার গতির মধ্যে পার্থক্য করতে পারবে।	বিভিন্ন প্রকার গতি:- <ul style="list-style-type: none"> <li>● রৈখিক গতি</li> <li>● ঘূর্ণন গতি</li> <li>● চলন গতি</li> <li>● পর্যাবৃত্ত গতি</li> <li>● স্পন্দন গতি</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>একক কাজ:</b> দোলনার গতি, সাইকেলের গতি, পৃথিবীর গতি, গাছ হতে আম পড়া, চেউ কোনটি কোন প্রকারের গতি কারণসহ চিহ্নিতকরণ।</li> <li>● <b>দলগত কাজ:</b> ভূমিকাভিনয়ের মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার গতি প্রদর্শন</li> </ul>	গতির বৈশিষ্ট্য চিহ্নিতকরণের এবং প্রদর্শনের সঠিকতা।	
৩. স্কেলার এবং ভেক্টর রাশি ব্যাখ্যা করতে পারবে।	স্কেলার ও ভেক্টর রাশি	<b>একক কাজ :</b> ভর, শক্তি, সরণ, মন্দন, সময়, ত্বরণকে স্কেলার ও ভেক্টর রাশি হিসেবে চিহ্নিতকরণ	স্কেলার ও ভেক্টর রাশি চিহ্নিতকরণের সঠিকতা।	<ul style="list-style-type: none"> <li>● গতির সমীকরণ প্রতিপাদনের প্রয়োজন নেই। রাশিসমূহের পারস্পরিক সরল গাণিতিক সম্পর্ক এবং তাদের পরিমাপ দেখাতে হবে।</li> </ul>
৪. গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারবে।	গতি সংশ্লিষ্ট রাশি এবং এদের গাণিতিক সম্পর্ক:- দূরত্ব ও সরণ দ্রুতি, গড় দ্রুতি বেগ, গড় বেগ ও আপেক্ষিক বেগ ত্বরণ, সুষম ত্বরণ ও মন্দন	গতি সংশ্লিষ্ট সরল গাণিতিক সম্পর্ক উপস্থাপন ও উদাহরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা সরল গাণিতিক সম্পর্ক ব্যবহার করে গতি সংশ্লিষ্ট রাশির হিসাব ও সমস্যার সমাধান <b>একক কাজ ও বাড়ির কাজ</b> সরল গাণিতিক সম্পর্ক ব্যবহার করে গতি সংশ্লিষ্ট রাশির হিসাব ও সমস্যার সমাধান <i>[শিক্ষার্থী শ্রেণিতে এবং বাড়িতে গতি সংশ্লিষ্ট রাশির হিসাব ও সমস্যার সমাধান করবে]</i>	ফর্মুলার সঠিক ব্যবহার। রাশিসমূহকে সঠিক এককে প্রকাশ। প্রযোজ্য ক্ষেত্রে মতামতের সঠিকতা।	
৫. বাধাহীন ও মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর গতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।	মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর গতি: অভিকর্ষজ ত্বরণ			
৬. লেখচিত্রের সাহায্যে গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের মধ্যে সম্পর্ক	লেখচিত্রের সাহায্যে গতি বিশ্লেষণ ● সময়-দূরত্ব	প্রশ্নোত্তরভিত্তিক আলোচনার মাধ্যমে লেখচিত্রের সাহায্যে গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহ উপস্থাপন <b>একক কাজ :</b> স্থির গতিতে চলমান বস্তুর	লেখচিত্র অঙ্কনের সঠিকতা। রাশির অবস্থান	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ডাটা ব্যবহার করে লেখচিত্র হতে কীভাবে দ্রুতি, ত্বরণ বের করতে হয় তা</li> </ul>

শিখন ফল	বিষয়বস্তু	শিখন- শেখানো কার্যক্রম	মূল্যায়ন নির্দেশনা	বিশেষ লেখক নির্দেশনা														
(মান, প্রকৃতি, অবস্থান) বিশ্লেষণ করতে পারবে।	লেখচিত্র ● সময়- বেগ লেখচিত্র	বিভিন্ন সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব দেয়া হলো। <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td>t</td> <td>২সে</td> <td>৪সে</td> <td>৬সে</td> <td>৮সে</td> <td>১০সে</td> <td>১২সে</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>৮মি</td> <td>৬মি</td> <td>৮মি</td> <td>১০মি</td> <td>১২মি</td> <td>১৪মি</td> </tr> </table> <p>অতিক্রান্ত দূরত্ব ব্যবহার করে লেখচিত্র অঙ্কন এবং লেখচিত্র হতে বস্তুর অবস্থান নির্ণয় এবং অবস্থানের তুলনা          দ্রুতি সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে তুরণ নির্ণয়</p>	t	২সে	৪সে	৬সে	৮সে	১০সে	১২সে	s	৮মি	৬মি	৮মি	১০মি	১২মি	১৪মি	নির্ণয়ের সঠিকতা।	দেখাতে হবে। ● নতুন পরিস্থিতিতে একই লেখচিত্রের সাহায্যে একাধিক বস্তুর গতি বিশ্লেষণের সুযোগ থাকতে হবে।
t	২সে	৪সে	৬সে	৮সে	১০সে	১২সে												
s	৮মি	৬মি	৮মি	১০মি	১২মি	১৪মি												
৭. একটি ঢালু তক্তার উপরে মার্বেল গড়িয়ে পড়তে দিয়ে দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক নির্ধারণ করতে পারবে। ৮. শিক্ষার্থীরা ১০০ মিটার দৌড় প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে নিজেদের দ্রুতি নির্ণয় এবং লেখচিত্রে তা প্রতিস্থাপন করতে পারবে।		<b>দলগত কাজ: অনুসন্ধানমূলক কাজ/পরীক্ষণ</b> একটি ঢালু তক্তার উপরে বিভিন্ন ভরের গোলাকৃতি বস্তুকে গড়িয়ে পড়তে দিয়ে দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক নির্ধারণ ১০০ মিটার দৌড় প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে শিক্ষার্থীর দ্রুতি নির্ণয় এবং লেখচিত্রে তা বিশ্লেষণ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● যথাযথ প্রক্রিয়া অনুসরণ।</li> <li>● থামা ঘড়ি এবং মিটার গজের সঠিক ব্যবহার।</li> <li>● সঠিকভাবে তথ্য সংগ্রহ।</li> <li>● সম্পর্ক স্থাপন এবং ব্যাখ্যা।</li> </ul>															
মনোপেশিজ ৯. দৌড় প্রতিযোগিতায় সময় ও দূরত্ব সঠিকভাবে নির্ণয় করতে পারবে। আবেগীয় ১০. আমাদের জীবনে গতির প্রভাব উপলব্ধি করতে পারবে।		<b>বাড়ির কাজ: 'আমাদের জীবনে গতির প্রভাব' এর বর্ণনা</b>																

### শিখনফলে ক্রিয়ার (Action verb) ব্যবহার

পদার্থবিজ্ঞান বিষয় পাঠদানকারী সকল শিক্ষকের শিখনফলের স্তর চিহ্নিত করার কৌশল জানা প্রয়োজন। শিখনফলের চাহিদাকে ভিত্তি করে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শিখন শেখানো কার্যক্রম ও শিক্ষার্থী মূল্যায়ন পরিচালনা করতে হবে। শিখনফলের স্তর না জেনে শিখন কার্যক্রম পরিচালনা করলে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য অর্জিত হবে না। রুম'স টেক্সনামির ধারণার উপর ভিত্তি করে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শিক্ষাক্রমে বুদ্ধিবৃত্তীয়, আবেগীয় এবং মনোপেশীজ ক্ষেত্রের শিখনফল প্রণয়ন করা হয়েছে। কার্যক্রিয়া ব্যবহার করে বুদ্ধিবৃত্তীয় ক্ষেত্রের শিখনফল লেখা হয়েছে। নিচের টেবিলে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের বুদ্ধিবৃত্তীয় ক্ষেত্রে ব্যবহার করা কার্যক্রিয়া এবং শিখনফলের স্তর দেখানো হলো। উল্লেখ্য যে, পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে জ্ঞান স্তরের শিখনফল নেই।

কার্যক্রিয়া (Action verb)	শিখনফলের স্তর (Level of learning outcomes)
ব্যাখ্যা করা, বর্ণনা করা	অনুধাবন দক্ষতা
ব্যবহার করা, প্রয়োগ করা, হিসাব করা, নির্ণয় করা, পরিমাপ করা	প্রয়োগ দক্ষতা
তুলনা করা, পার্থক্য করা, সম্পর্ক স্থাপন করা, সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য করা, চিহ্নিত করা, তৈরি করা, নকশা করা, প্রস্তুত করা, মতামত দেওয়া, বিচার করা, উদ্ভাবন করা, শনাক্ত করা, বিশ্লেষণ করা	উচ্চতর চিন্তন (বিশ্লেষণ, সংশ্লেষণ এবং মূল্যায়ন) দক্ষতা

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম পর্যালোচনায় দেখা যায় যে, ১৪টি অধ্যায়ের শিখনফলের ৬১% শিখনফল অনুধাবন দক্ষতা স্তরের, ১৮% শিখনফল প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের এবং ২১% শিখনফল উচ্চতর চিন্তন দক্ষতা স্তরের। শিখনফলের এই আনুপাতিক হার এসএসসি পরীক্ষার জন্য সৃজনশীল প্রশ্নের দক্ষতা বন্টনের আনুপাতিক হারের সাথে পরিপূর্ণরূপে সামঞ্জস্যপূর্ণ।

### শিখন- শেখানো পদ্ধতি ও কৌশল

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক শিখন শেখানো পদ্ধতির সুপারিশ করা হয়েছে। গতানুগতিক মুখস্থ করার প্রবণতাকে নিরুৎসাহিত করা হয়েছে। 'কি শিখতে হবে' তার পরিবর্তে 'কিভাবে শিখতে হবে' এর প্রতি গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে। শিক্ষার্থীরা যা শিখবে, তার প্রাসঙ্গিকতা যেন তারা বুঝতে পারে তা গুরুত্বসহকারে বিবেচনায় আনতে হবে। শিখন বিষয়টি শিক্ষার্থীদের দৈনন্দিন জীবনের অভিজ্ঞতার সাথে সম্পর্কযুক্ত করতে হবে। শিক্ষার্থীর চার পাশে সংঘটিত বিভিন্ন ঘটনা উদাহরণ হিসেবে ব্যবহার করতে হবে। শিখনকে এমনভাবে উপস্থাপন করতে হবে যেন তা শিক্ষার্থীদের মনোযোগ আকর্ষণ করে এবং তাদের মধ্যে উৎসাহ সৃষ্টি করে। শিক্ষার্থীকে নিষ্ক্রিয় রেখে শিক্ষকের ক্রমাগত বা একচেটিয়া বক্তৃতাকে সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ। শিক্ষাক্রম ফরম্যাটের ম্যাট্রিক্স ছকের ৩ নম্বর কলামে শিখনফলভিত্তিক শিখন শেখানো কার্যক্রমের সুপারিশ করা হয়েছে।

শিখন-কৌশল কার্যক্রমের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদেরকে সৃজনশীল করার উপর শিক্ষাক্রম গুরুত্ব আরোপ করেছে। শিক্ষার্থীকে বিশ্লেষণমূলক, চিন্তা উদ্দীপক ও সৃজনশীল প্রশ্ন এবং কাজ অনুশীলনের মাধ্যমে সৃজনশীল ও উদ্ভাবনী ক্ষমতার বিকাশের সুযোগ প্রদান করতে হবে। হাতে কলমে করে শেখা, একক, জোড়া ও দলগত কাজের উপর গুরুত্ব প্রদান করা হয়েছে। শ্রেণিকক্ষে শিক্ষার্থীকে দৈহিক ও মানসিক উভয় ক্ষেত্রে সক্রিয় রাখা প্রয়োজন। মানসিক সক্রিয়তার মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে চিন্তন প্রক্রিয়ায় উদ্দীপ্ত করা যায়। এক্ষেত্রে শিক্ষার্থীকে এমন সমস্যা, প্রশ্ন বা কাজ দেওয়া প্রয়োজন যা তার চিন্তার জগতকে আন্দোলিত করে। দৈহিক সক্রিয়তা হলো শিক্ষার্থীকে হাতে-কলমে কাজের মাধ্যমে শিখনের সাথে সম্পৃক্ত করা। শিখন প্রক্রিয়ায় শিক্ষার্থীকে সক্রিয় রাখা গেলে শিখন সহজ ও দীর্ঘ স্থায়ী হয়। প্রতিটি ক্লাসে বাড়ির কাজ দেওয়ার প্রবণতা হ্রাস করে শ্রেণি কার্যক্রমে পর্যাপ্ত অনুশীলন ও ফিডব্যাক প্রদানের উপর পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম গুরুত্বারোপ করেছে। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে গঠনবাদ পদ্ধতি, প্রশ্ন-উত্তর, ব্রেইন স্টর্মিং, আলোচনা, একক, জোড়া ও দলগত কাজ, প্রদর্শন, অনুসন্ধান, পরীক্ষণ প্রক্রিয়া এবং বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়া ব্যবহারের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। শিখন কার্যক্রমে যথাযথ উপকরণ ব্যবহারের উপর গুরুত্বারোপ করা হয়েছে। উপকরণের সাহায্যে জটিল ও বিমূর্ত বিষয়কে সহজ ও মূর্ত করে উপস্থাপন করে বিষয়টিকে স্পষ্ট করা যায়। যতদূর সম্ভব লো কস্ট বা নো কস্ট (low cost বা no cost) উপকরণ ব্যবহারকে শিক্ষাক্রম উৎসাহিত করে। শ্রেণি কার্যক্রমে আইসিটি ব্যবহার বৃদ্ধি করার সুপারিশ পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে করা হয়েছে।

## শিক্ষার্থী মূল্যায়নের নির্দেশনা

শিখন শেখানো প্রক্রিয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হচ্ছে শিক্ষার্থী মূল্যায়ন। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম গঠনকালীন বা ধারাবাহিক মূল্যায়ন (continuous assessment) এবং সামষ্টিক মূল্যায়নকে (summative assessment) শিক্ষার্থী মূল্যায়নে অন্তর্ভুক্ত করেছে। শিক্ষার্থী মূল্যায়নে মূল্যায়নের সময়কাল অর্থাৎ কখন মূল্যায়ন অনুষ্ঠিত হচ্ছে সেই সময়টা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

## ধারাবাহিক মূল্যায়ন

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের ধারাবাহিক মূল্যায়নকে অধিকতর গুরুত্ব প্রদান করেছে। শিখন কার্যক্রম চলাকালীন এই মূল্যায়ন সংগঠিত হয়। এই মূল্যায়নের সাহায্যে শিক্ষার্থীর অগ্রগতি, সফলতা ও ব্যর্থতা যাচাই করা হয়। তাৎক্ষণিকভাবে ফিডব্যাক দেওয়া যায়। শিক্ষক তার নিজস্ব দুর্বলতা এবং সীমাবদ্ধতা চিহ্নিত করতে পারেন। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের উদ্দেশ্যের সাথে সঙ্গতি রেখে ধারাবাহিক মূল্যায়নের নির্দেশনা প্রণয়ন করা হয়েছে। বুদ্ধিবৃত্তীয়, মনোপেশিজ এবং আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফল ধারাবাহিক মূল্যায়ন কার্যক্রমের আওতায় মূল্যায়ন করা হবে। ধারাবাহিক মূল্যায়নে বুদ্ধিবৃত্তীয় ও মনোপেশিজ ক্ষেত্রের জন্য নম্বর বরাদ্দ হচ্ছে প্রতিটি বিষয়ের মোট নম্বরের ২০%।

শিক্ষাক্রমের আওতাভুক্ত বা কোর্সওয়ার্কের যে সকল কার্যক্রমের সাহায্যে শিক্ষার্থীকে মূল্যায়ন করা হবে সেগুলো হচ্ছে -

১. শ্রেণির কাজ
২. বাড়ির কাজ ও অনুসন্ধানমূলক কাজ
৩. শ্রেণি অভীক্ষা

শ্রেণির কাজের জন্য বরাদ্দকৃত নম্বর হচ্ছে ১০। বাড়ির কাজ ও অনুসন্ধানমূলক কাজের জন্য নম্বর বরাদ্দ হচ্ছে ৫। শ্রেণি অভীক্ষার জন্য নম্বর বরাদ্দ হচ্ছে ৫। সুনির্দিষ্ট মানদণ্ড ব্যবহার করে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের বর্ণিত কাজসমূহ মূল্যায়ন করবেন। মূল্যায়নে রেকর্ড সংরক্ষণ খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এ থেকে শিক্ষার্থীর শিখন অবস্থা জানা যায়। তাই ধারাবাহিক মূল্যায়নের সাথে সাথে শিক্ষক নির্ধারিত ছকে রেকর্ড সংরক্ষণ করবেন।

## শিক্ষার্থীর ব্যক্তিক ও সামাজিক মূল্যবোধের উন্নয়ন

শিক্ষাক্রমে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিক উন্নয়নের উপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে। একজন শিক্ষার্থী শুধু মেধাবী হলেই হবে না, তাকে ভালো মানুষও হতে হবে। ভালো মানুষের গুণাবলি অর্জন করতে হবে। একজন শিক্ষার্থী ভালো মানুষ কিনা তা জানতে হলে তার আচরণ ও দৃষ্টিভঙ্গি মূল্যায়ন করতে হবে। ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিক আচরণ ও সামাজিক মূল্যবোধ মূল্যায়ন করা হবে। বিদ্যালয়ে শিক্ষার্থীদের আচরণ ও সামাজিক মূল্যবোধ কোনো একটি ঘটনা বা ইস্যু দিয়ে তাৎক্ষণিকভাবে মূল্যায়ন করা যায় না। শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন কর্মকাণ্ডের মধ্য দিয়ে দীর্ঘ পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে তাদের আচরণ ও মূল্যবোধ সম্পর্কে একটি নির্ভরযোগ্য মূল্যায়নে আসা যায়। শিক্ষাক্রমে বর্ণিত যে গুণাবলি ও মূল্যবোধ পরিমাপের আওতায় আনা হয়েছে সেগুলো হলো নিয়মানুবর্তিতা, দেশপ্রেম, নেতৃত্ব, সততা, শৃঙ্খলা, সহযোগিতা, সক্রিয় অংশগ্রহণ, সহিষ্ণুতা, সচেতনতা ও সময়ানুবর্তিতা।

## সামষ্টিক মূল্যায়ন

বিদ্যালয়ের অভ্যন্তরীণ সাময়িক পরীক্ষা এবং পাবলিক পরীক্ষা সামষ্টিক মূল্যায়নের অন্তর্ভুক্ত। প্রতি শিক্ষাবর্ষে শিক্ষার্থীরা দুটি সাময়িক পরীক্ষায় (প্রথম সাময়িক এবং দ্বিতীয় সাময়িক) অংশগ্রহণ করবে। সম্পূর্ণ শিক্ষাক্রমকে দুই অংশে ভাগ করে সেমিস্টারভিত্তিক সাময়িক পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হবে। এক সাময়িক পরীক্ষায় মূল্যায়িত অংশ অন্য সাময়িক পরীক্ষায় আর মূল্যায়ন করা যাবে না। দশম শ্রেণি শেষে শিক্ষার্থীরা পাবলিক পরীক্ষা তথা এসএসসি পরীক্ষায় অংশগ্রহণ করবে। বাংলা দ্বিতীয় পত্র এবং ইংরেজি বিষয়টি ছাড়া অন্য সকল বিষয়ের সাময়িক ও পাবলিক পরীক্ষার প্রশ্নপত্র প্রণয়ন ও উত্তরপত্র মূল্যায়ন সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতিতে সংগঠিত হবে। সাময়িক পরীক্ষা প্রতিটি বিষয় ও বিষয়ের পত্রের জন্য বরাদ্দকৃত পূর্ণনম্বরে অনুষ্ঠিত হবে।

## কৃতিত্বের চূড়ান্ত প্রতিবেদন

প্রত্যেক সাময়িকের শেষে শিক্ষার্থীর কৃতিত্বের প্রতিবেদন প্রণয়ন করা হবে। ধারাবাহিক মূল্যায়ন (২০%) এবং সামষ্টিক মূল্যায়নে (৮০%) প্রাপ্ত নম্বর একত্রিত করে নির্ধারিত ছকে প্রতি সাময়িকে শিক্ষার্থীর কৃতিত্বের চূড়ান্ত প্রতিবেদন শ্রেণি শিক্ষক তৈরি করবেন। এই প্রতিবেদনে আবেগীয় ক্ষেত্রের মূল্যায়নও অন্তর্ভুক্ত থাকবে। স্কুল কর্তৃপক্ষ শিক্ষার্থীর কৃতিত্বের চূড়ান্ত প্রতিবেদন অভিভাবককে অবহিত করবেন।

## পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের সুপারিশ

শিক্ষক যে পরিকল্পনা অনুসারে শ্রেণিতে পাঠ কার্যক্রম পরিচালনা করেন তা হচ্ছে পাঠ পরিকল্পনা বা লেসন প্ল্যান।

পরিকল্পিত শিখন শেখানো কার্যক্রম শিক্ষাক্রম বাস্তবায়নের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ। শিখনফলের চাহিদা মোতাবেক সঠিক, নির্ভুল ও সময়ে তৈরিকৃত পাঠ পরিকল্পনা শিখনকে সহজ ও দীর্ঘস্থায়ী করে।

পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের প্রতিটি অধ্যায়ে বুদ্ধিবৃত্তীয় শিখনফলের পাশাপাশি আবেগীয় ও মনোপেশীজ ক্ষেত্রের শিখনফল বর্ণিত আছে। বর্ণিত এই তিনটি ক্ষেত্রের শিখনফলকে অন্তর্ভুক্ত করে পাঠপরিকল্পনা প্রণয়ন করার নির্দেশনা পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে রয়েছে। পাঠপরিকল্পনা প্রণয়নের সময় বুদ্ধিবৃত্তীয় শিখনফলের সাথে সংশ্লিষ্ট ও সম্পর্কিত আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফলকে সমন্বিত করে পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন করতে হবে। একইভাবে মনোপেশীজ ক্ষেত্রের শিখনফলকে চাহিদা অনুসারে বুদ্ধিবৃত্তীয় ও আবেগীয় শিখনফলের সাথে সমন্বয় করে পাঠপরিকল্পনা প্রণয়ন করা প্রয়োজন। কোনো অধ্যায় গুরুর পূর্বে সে অধ্যায়ের জন্য বরাদ্দকৃত পিরিয়ডসমূহকে শিখনফলের চাহিদা অনুসারে বণ্টন করতে হবে। এক্ষেত্রে বুদ্ধিবৃত্তীয় শিখনফলের স্তরসমূহ (অনুধাবন, প্রয়োগ, উচ্চতর দক্ষতা) চিহ্নিত করা প্রয়োজন। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক শিখন-শেখানো কার্যক্রম পরিচালনার সুপারিশ করেছে। তাই পাঠ পরিকল্পনায় শিক্ষার্থীর অংশগ্রহণ নিশ্চিত করা খুবই প্রয়োজন।

পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নের সময় শিক্ষককে অনেকগুলো বিষয় সূক্ষ্ম বিবেচনায় রাখতে হয়। শিখনফলের চাহিদা অনুসারে পাঠ কীভাবে শুরু হবে তা ঠিক করা। এটি হতে পারে কোনো ঘটনার বর্ণনা করে অথবা কোনো কিছু প্রদর্শনের মাধ্যমে বা শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা ব্যবহার করে। তবে সূচনাটা এমন হওয়া উচিত যেন এটি শিক্ষার্থীর মনোযোগ আকর্ষণ করতে এবং পাঠের লক্ষ্য নির্ধারণে সক্ষম হয়। এছাড়া শিখনফলের চাহিদা অনুসারে উপকরণ ব্যবহার করা, শিক্ষার্থীর অতীত শিখন-অভিজ্ঞতার সাথে সংশ্লিষ্ট বিষয়বস্তুর ধারণাকে স্পষ্টরূপে যুক্ত করা এবং বিষয়বস্তুর ধারণা স্পষ্ট করার জন্য নানা ধরনের কৌশল (যেমন- হাতে কলমে কাজ, প্রদর্শন, ছবির ব্যবহার ইত্যাদি) ব্যবহার করাকে গুরুত্ব প্রদান করতে হবে। শিক্ষার্থীর হাতে কলমে কাজের অনুশীলনের জন্য উপকরণ ব্যবহারের সুযোগ করে দিতে হবে। শিখনফলের চাহিদা অনুসারে সমগ্র পাঠ জুড়ে জ্ঞান থেকে উচ্চতর দক্ষতা পর্যন্ত সব ধরনের প্রশ্ন ব্যবহার করা আবশ্যিক। প্রশ্ন করার পর শিক্ষার্থীর নিকট থেকে সাবলীল ও যথাযথ উত্তর পাওয়ার জন্য তাকে পর্যাপ্ত সময় দেওয়া প্রয়োজন। একক, জোড়ায় এবং দলগত কাজের মাধ্যমে মূল ধারণা পরিষ্কার করার জন্য প্রচুর সুযোগ দিতে হবে। ক্লাসের বেশির ভাগ সময়জুড়ে শিক্ষার্থীকে কাজে ব্যাপ্ত করা উচিত। শিক্ষার্থীর কাজ মূল্যায়ন করতে হবে এবং কাজের উপর নিয়মিত শিখন সহায়তা দিতে হবে। পাঠ শেষে শিক্ষক সমাপ্তি বক্তব্য দিতে পারেন। সমাপ্তি বক্তব্যে থাকতে পারে পাঠের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ, এ থেকে কী শেখা হলো, এটি কিভাবে পরবর্তী পাঠে সাহায্য করবে কিংবা কোনো বিশেষ কাজের নির্দেশনা ইত্যাদি। সমগ্র পাঠ কার্যক্রমের মধ্যে ধারাবাহিকতা ও সঙ্গতি বজায় রাখতে হবে।

শ্রেণিকক্ষে বিভিন্ন দক্ষতার (different abilities) শিক্ষার্থী থাকে। এদের মধ্যে বুদ্ধিবৃত্তিক, শারীরিক, মানসিক এবং দৈহিক সীমাবদ্ধতা সম্পন্ন শিক্ষার্থী থাকার সম্ভাবনা থাকে। তাই শ্রেণিকক্ষের সকল শিক্ষার্থীর শেখার সমান সুযোগের প্রতি লক্ষ্য রাখতে হবে। পাঠ চলাকালীন শিক্ষার্থীদের সাথে বন্ধুত্বপূর্ণ আচরণ প্রদর্শন করতে হবে। শিক্ষার্থী বান্ধব পরিবেশ যেন শ্রেণিকক্ষে থাকে তা নিশ্চিত করতে হবে। শিক্ষার্থী যেন শিখন কার্যক্রমে স্বতঃস্ফূর্ত অংশগ্রহণ করতে পারে তা নিশ্চিত করতে হবে। শ্রেণিকক্ষে শিখন কার্যক্রমে শিক্ষার্থীকে কোনোরূপ ভয়ভীতি প্রদর্শন করা যাবে না। শ্রেণিতে শিক্ষক সহায়তাকারীর ভূমিকা পালন করবেন। পরিকল্পিত শিখনশেখানো কার্যক্রম দ্বারা শিক্ষক শিক্ষার্থী উভয়েই উপকৃত হয়। একজন শিক্ষক কার্যকর পাঠপরিকল্পনার মাধ্যমে সময়ের সঠিক ব্যবহার করে তার লক্ষ্য পৌঁছাতে সক্ষম হন। এতে শিক্ষার্থীর শিখন সহজ ও দীর্ঘস্থায়ী হয়। শিক্ষকের সফলতা বা ব্যর্থতা মূল্যায়নের সঠিক বিচারক হচ্ছে শিক্ষার্থী। পরিকল্পিত উপায়ে পাঠদানকে শিক্ষার্থী প্রশংসা করে এবং শিক্ষক সম্পর্কে উচ্চ ধারণা পোষণ করে।

## পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকের বৈশিষ্ট্য এবং নবধারা

শিক্ষাক্রমের সুষ্ঠু ও সফল বাস্তবায়ন যে সকল উপাদানের ওপর খুব বেশি নির্ভরশীল তার একটি হচ্ছে মান সম্মত পাঠ্যপুস্তক। শিক্ষাক্রমের নির্দেশনা ও চাহিদা অনুসারে পাঠ্যপুস্তক রচিত হওয়া আবশ্যিক। অনেক ক্ষেত্রেই একটি মান সম্মত পাঠ্যপুস্তক শিক্ষকের চাহিদা পূরণ করে, শিক্ষার্থীকে স্বশিখনের দিকনির্দেশনা প্রদান করে এবং উৎসাহিত করে। পাঠ্যপুস্তকের সহায়তায় শিক্ষার্থী জ্ঞানের নতুন জগতে প্রবেশ করতে পারে। তাই শিক্ষার্থীবান্ধব পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন করা খুবই প্রয়োজন। জাতীয় শিক্ষাক্রম ২০১২ এ পাঠ্যপুস্তক প্রণয়নে সুনির্দিষ্ট নির্দেশনা রয়েছে। নবম দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের পাঠ্যপুস্তক প্রণয়নের নির্দেশনা ও চাহিদা বিবৃত করা আছে। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের নির্দেশনা ও চাহিদা বিবেচনায় রেখে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড নবম দশম শ্রেণির জন্য পদার্থবিজ্ঞান বইটি রচনা করেছে।

পূর্ববর্তী আলোচনায় আমরা দেখেছি জাতীয় শিক্ষাক্রম ২০১২ সময় বান্ধব একটি শিক্ষাক্রম। বাৎসরিক প্রাপ্য কর্মদিবস বিবেচনা করে প্রতিটি বিষয়ের জন্য ক্লাস বা পিরিয়ড বরাদ্দ দেওয়া হয়েছে। বরাদ্দকৃত ক্লাশের সংখ্যার ওপর ভিত্তি করে শিখনফল নির্ধারণ করা হয়েছে। পাঠ্যপুস্তকে শিখনফলের যথাযথ উপস্থাপন হওয়ায় পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকটি সময় বান্ধব হয়েছে। শিক্ষাক্রমে শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক শিখন শেখানো (Learner centred teaching learning) পদ্ধতি সুপারিশ করা হয়েছে। গতানুগতিক মুখস্থ করার প্রবণতাকে নিরুৎসাহিত করা হয়েছে। ‘কী শিখতে হবে’ তার পরিবর্তে ‘কীভাবে শিখতে হবে’ এর প্রতি গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে। তাই, বিষয়বস্তুর পাঠ্যপুস্তকে এমনভাবে উপস্থাপন করার প্রয়াস নেওয়া হয়েছে যেন পাঠ্যপুস্তক শিক্ষার্থীদের মনোযোগ আকর্ষণ করতে এবং শিক্ষার্থীদের মধ্যে শিখনে উৎসাহ সৃষ্টি করতে পারে। শিখন যেন আকর্ষণীয় এবং আনন্দদায়ক হতে পারে সে দিকে লক্ষ্য রেখে পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকটি প্রণয়ন করা হয়েছে। প্রচলিত মুখস্থ করার প্রবণতাকে পরিহার করে ‘করে শেখাকে’ পাঠ্যপুস্তকে সন্নিবেশিত করা হয়েছে। শিক্ষার্থীরা যা শিখবে, তার প্রাসঙ্গিকতা যেন শিক্ষার্থীরা বুঝতে পারে তা গুরুত্বসহকারে বিবেচনা করা হয়েছে। শিখন বিষয়টি শিক্ষার্থীদের দৈনন্দিন জীবনে অভিজ্ঞতার সাথে সম্পর্কযুক্ত করে পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকটি রচিত হয়েছে। শিক্ষার্থীর চার পাশে সংঘটিত বিভিন্ন ঘটনাকে উদাহরণ হিসেবে ব্যবহার করা হয়েছে। ফলশ্রুতিতে, শিক্ষার্থী বাস্তব জীবনের সাথে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার প্রাসঙ্গিকতা বুঝতে পারছে বলে ধারণা করা যায়। শিখনফল উপস্থাপনার সময় শিক্ষার্থীদের মানসিক বয়স (mental age) বিবেচনায় বিষয়বস্তু পাঠ্যপুস্তকে উপস্থাপন করা হয়েছে। বিভিন্ন মানের (different abilities) শিক্ষার্থীদের শেখার সুযোগের প্রতি লক্ষ্য রেখে ভাষা ও উদাহরণ ব্যবহার করা হয়েছে। বিষয়বস্তু উপস্থাপনায় ব্যবহারকৃত তত্ত্ব, তথ্য, উপাত্ত, চিত্র, উপমা-উদাহরণ নির্ভুল ও সাম্প্রতিক করার প্রচেষ্টা পাঠ্যপুস্তকে ছিল। এগুলোকে পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকের নবধারা হিসাবে বিবেচনা করা হয়।

পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকটির একটি অন্যান্য বৈশিষ্ট্য হচ্ছে এর প্রতিটি অধ্যায় শুরু হয়েছে প্রাসঙ্গিক ছবিসহ একটি সূচনা বক্তব্য (introductory speech) দিয়ে। সূচনা বক্তব্যের মধ্যে অধ্যায়ের উদ্দেশ্য সম্পর্কে একটি সম্যক ধারণা পাওয়া যায়। সূচনা বক্তব্যের পর বিবৃত করা হয়েছে অধ্যায়ের আচরণিক উদ্দেশ্য (behavioral objectives) বা শিখনফল (learning outcomes). বিষয়ভিত্তিক শিক্ষাক্রমের ম্যাট্রিক্স ছকের প্রথম কলামে বর্ণিত শিখনফলসমূহকে সূচনা বক্তব্যের পর উপস্থাপন করা হয়েছে। আচরণিক উদ্দেশ্য বা শিখনফল শিক্ষাক্রমের অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ অংশ। শিক্ষার্থী যা শিখবে তাই হচ্ছে শিখনফল। শিখনফল অর্জন এবং শিখনফল পরিমাপকে কেন্দ্র করেই আবর্তিত হয় সকল শিক্ষা কার্যক্রম। তাই শিক্ষাক্রমে বিবৃত শিখনফল পাঠ্যপুস্তকে উল্লেখ থাকায় যে সকল শিক্ষকের নিকট পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শিক্ষাক্রম নেই তাদের অন্য শিক্ষকদের মতো শিক্ষা কার্যক্রম পরিচালনা করতে পারেন। ফলে সকল বিদ্যালয়ে শিক্ষার্থীর শিখন উন্নয়ন ভারসাম্যপূর্ণ হয়। তদুপরি, অধ্যায়ের সূচনাতে শিখনফল বিবৃত থাকায় শিক্ষার্থী, অভিভাবক এবং অংশিজনগণের জানার সুযোগ থাকবে শিক্ষার্থী প্রতিটি অধ্যায় শেষে কী অর্জন করবে? এতে শিক্ষক ও প্রতিষ্ঠানের স্বচ্ছতা ও জবাবদিহিতা বৃদ্ধি পাবে।

পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তকে মুখস্থ করার প্রবণতাকে নিরুৎসাহিত করেছে। পাঠ্যপুস্তকে সাধারণত সংজ্ঞা তৈরি করে না দিয়ে উদাহরণ ব্যবহার করে এবং এর সাথে শিক্ষার্থীর পূর্ব ক্লাস বা অতীত অভিজ্ঞতাকে সম্পর্কিত করে বিষয়বস্তু উপস্থাপনের উদ্যোগ নেওয়া হয়েছে। এতে করে শিক্ষার্থী নিজ ভাষায় প্রশ্নের উত্তর লেখার সুযোগ পাচ্ছে। একটি প্রাসঙ্গিক প্রশ্নের মাধ্যমে বিষয়বস্তু উপস্থাপনের প্রয়াস পদার্থবিজ্ঞান পুস্তকে রয়েছে। এই প্রশ্ন শিক্ষার্থীকে নতুন পরিস্থিতির সাথে সম্পৃক্ত হবার সুযোগ করে দেয়। শিক্ষার্থী এই প্রশ্নের মাধ্যমে তার অতীত অভিজ্ঞতাকে নতুন পরিস্থিতির সাথে সম্পর্কিত করে নতুন জ্ঞানের জগতে প্রবেশের সুযোগ পায়।

সমস্যা সমাধান দক্ষতা, সূক্ষ্ম চিন্তন দক্ষতা, সৃজনশীল চিন্তন দক্ষতা বৃদ্ধির লক্ষ্যে পাঠ্যপুস্তকের শেষে গাণিতিক সমস্যা এবং হাতে কলমে কাজ করার সুযোগ রাখা হয়েছে। হাতে কলমে কাজ পরিচালনার পর্যাপ্ত নির্দেশনা সহজভাবে পাঠ্যপুস্তকে রয়েছে। হাতে কলমে কাজ পরিচালনার জন্য যতদূর সম্ভব low cost বা no cost উপকরণ ব্যবহার করা হয়েছে। হাতে কলমে কাজ এবং অনুসন্ধানমূলক কাজ পরিচালনার জন্য শিক্ষাক্রমে পর্যাপ্ত সময় বরাদ্দ রাখা হয়েছে। পাঠ্যপুস্তকে প্রদত্ত সমাধানকৃত গাণিতিক সমস্যা শিক্ষার্থীগণের সমস্যা সমাধান দক্ষতা বৃদ্ধিতে সহায়তা করবে। ব্যবহারিক কাজ ও অনুসন্ধানমূলক কাজ সংশ্লিষ্ট তাত্ত্বিক বিষয়বস্তুর ক্লাস চলাকালীন সংঘটিত হবে এবং পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তক তা যথাযথভাবে উপস্থাপিত হয়েছে। এতে করে শিক্ষার্থীরা তত্ত্বীয় বিষয়বস্তুর সাথে ব্যবহারিক কাজের প্রাসঙ্গিকতা বুঝতে পাবে এবং শিখন সুদৃঢ় হবে।

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. শিক্ষাক্রমের অর্থ ব্যাখ্যা করুন।
২. আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফল কীভাবে পরিমাপ করবেন লিখুন।
৩. মনোপেশিজ ক্ষেত্রের শিখনফল কীভাবে পরিমাপ করবেন লিখুন।
৪. সূক্ষ্ম চিন্তন দক্ষতা কী, উচ্চতর চিন্তন দক্ষতা লিখুন।
৫. নবম দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞানে কোন ক্ষেত্রসমূহকে উপস্থাপন করা হয়েছে।

### রচনামূলক প্রশ্ন

১. পাঠ কার্যক্রম পরিচালনায় শিক্ষাক্রমের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করুন।
২. পদার্থবিজ্ঞান চর্চা একটি মানবিক কর্মকাণ্ড-ব্যাখ্যা করুন।
৩. বাস্তব জীবনে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার উপযোগীতা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
৪. আপনার বিবেচনায় নবম দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার ৫টি উদ্দেশ্য অগ্রাধিকার ভিত্তিতে যুক্তিসহ বর্ণনা করুন।
৫. 'নবম দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবইটিতে শিক্ষাক্রমের উদ্দেশ্যের যথাযথ প্রতিফলন ঘটেছে' আপনার অভিজ্ঞতার আলোকে ব্যাখ্যা করুন।
৬. নবম দশম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবইটিকে কি আপনি শিক্ষার্থী বান্ধব বলে মনে করেন- পাঠ্যপুস্তক থেকে উদাহরণ বিবৃত করে ব্যাখ্যা করুন।
৭. পদার্থবিজ্ঞান চর্চা কীভাবে একজন শিক্ষার্থীকে কুসংস্কারমুক্ত এবং মুক্তমনা করতে পারে উদাহরণসহ বর্ণনা করুন।
৮. পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের শিখনফলের স্তর জানা কেন প্রয়োজন ব্যাখ্যা করুন।
৯. পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমকে আপনি 'সময়াবদ্ধ শিক্ষাক্রম' বলে মনে করেন কী? উত্তরের পক্ষে যুক্তি দিন।
১০. পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম কীভাবে শিখনের তিনটি ক্ষেত্রকে সমন্বিত করেছে উদাহরণসহ উপস্থাপন করুন।
১১. শিখনফলভিত্তিক পাঠকার্যক্রম পরিচালনা না করে বিষয়বস্তুভিত্তিক পাঠকার্যক্রম পরিচালনা করাকে আপনি যুক্তিযুক্ত বলে মনে করেন কী? আপনার উত্তরে যুক্তি প্রদান করুন।
১২. পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবইয়ের অধ্যায়ের শুরুতে শিখনফল বিবৃত করার উপযোগিতা ব্যাখ্যা করুন।

### তথ্যসূত্র

জাতীয় শিক্ষানীতি (২০১০), শিক্ষা মন্ত্রণালয়, ঢাকা, বাংলাদেশ।

মাধ্যমিক বিজ্ঞান শিক্ষাক্রম (২০১২), এনসিটিবি, মতিঝিল, ঢাকা, বাংলাদেশ।

তপন, চৌধুরী, শেখ ও সরকার (২০১৭), পদার্থবিজ্ঞান, নবম-দশম শ্রেণি, এনসিটিবি, মতিঝিল, ঢাকা, বাংলাদেশ।



## ইউনিট ২ : পদার্থবিজ্ঞান কীভাবে কাজ করে

বিজ্ঞান হচ্ছে সুসংগঠিত জ্ঞান। বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের মাধ্যমে যে জ্ঞান পাওয়া হয় তাকেই বিজ্ঞান বলা যায়। এ ইউনিটে ৪টি সেশনে বিজ্ঞান কী, আমরা কেন বিজ্ঞান পড়ব এর পাশাপাশি পদার্থবিজ্ঞান কী, পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রকৃতি, পদার্থবিজ্ঞানের ক্ষেত্রসমূহ ও এদের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক এবং পদার্থবিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিজ্ঞানের সম্পর্ক নিয়ে আলোচনা করা হবে।

- ১.১ বিজ্ঞান কী? বিজ্ঞান আমরা কেন পড়ব? পদার্থবিজ্ঞান কী? পদার্থ বিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রকৃতি
- ১.২ পদার্থবিজ্ঞানের ক্ষেত্রসমূহ ও এদের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক এবং পদার্থবিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিজ্ঞানের সম্পর্ক
- ১.৩ বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতা ও বিজ্ঞান পেশাজীবী তৈরিতে পদার্থবিজ্ঞান শেখার গুরুত্ব এবং বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি শিক্ষার ভিত্তি তৈরিতে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার অবদান
- ১.৪ পদার্থবিজ্ঞানের সাথে সম্পর্কিত বিভিন্ন প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা

### ২.১ বিজ্ঞান কী? বিজ্ঞান আমরা কেন পড়ব? পদার্থবিজ্ঞান কী? পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রকৃতি

#### বিজ্ঞান কী?

আপনারা বিজ্ঞান শব্দের অর্থ কী জেনে এসেছেন? বিশেষ জ্ঞান? বিশেষায়িত জ্ঞান? আপনারা কি মনে করেন এভাবে বিজ্ঞান শব্দের অর্থের মাধ্যমে বিজ্ঞান কী তা বোঝা যায়? ছোট না বড় পরিবার উত্তম তা সম্পর্কিত জ্ঞানও তো এক ধরনের বিশেষ জ্ঞান; তাই বলে কী এ জ্ঞান বিজ্ঞান বলে স্বীকৃত? অন্যদিকে একটি লোহা পানিতে ডুবে যায় কিন্তু লোহার তৈরি জাহাজ পানিতে ভেসে থাকে; চলন্ত গাড়ি হঠাৎ ব্রেক করলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে; দুটি চুম্বকের সম্মেলনকে পরস্পরের কাছে আনলে তারা বিকর্ষণ করে ইত্যাদি ঘটনাবলিকে ব্যাখ্যা করার জন্য কি ধরনের জ্ঞান প্রয়োজন?

প্রকৃতপক্ষে, বিজ্ঞান হলো প্রকৃতি ও প্রকৃতিতে ঘটা ঘটনাবলি সম্পর্কিত জ্ঞান এবং অবশ্যই এই জ্ঞান পরীক্ষা-নিরীক্ষা হতে লব্ধ/প্রাপ্ত অথবা পরীক্ষা-নিরীক্ষা দ্বারা সমর্থিত। একটি আপেল গাছ থেকে পড়লে এটি উপরের দিকে না গিয়ে নিচের দিকে যায় কেন তা ব্যাখ্যা করতে চাইলে যে জ্ঞানের দরকার হয় তা হলো বিজ্ঞানের জ্ঞানের উদাহরণ কারণ এটি প্রকৃতিতে ঘটা কোনো ঘটনা সম্পর্কিত জ্ঞান। বিজ্ঞানকে তা হলে কী বলা যায়? বিজ্ঞান হলো পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষা থেকে প্রাপ্ত বা পরীক্ষা-নিরীক্ষা দ্বারা সমর্থিত জ্ঞান যার মাধ্যমে প্রকৃতি ও প্রকৃতিতে ঘটা ঘটনাবলি কে ব্যাখ্যা করা যায়।

বিজ্ঞানের এই জ্ঞানের সাহায্যেই আমরা কেন একটি লোহা পানিতে ডুবে কিন্তু লোহার তৈরি জাহাজ পানিতে ভেসে থাকে কিংবা একটি চলন্ত গাড়ি হঠাৎ ব্রেক করলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে বা দুটি চুম্বকের সম্মেলনকে পরস্পরের কাছে আনলে তারা বিকর্ষণ করে ইত্যাদি ঘটনাবলির কারণ ব্যাখ্যা করা সম্ভব হয়েছে। বিজ্ঞানের এই জ্ঞান পরীক্ষালব্ধ বা পরীক্ষা দ্বারা সমর্থিত জ্ঞান। অর্থাৎ পরীক্ষা বিজ্ঞানের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। তবে বিজ্ঞান সব সময় পরীক্ষার উপর নির্ভর করতে পারে না। বিজ্ঞানের জ্ঞান নানা উপায়ে পাওয়া যায়।

তাছাড়াও অনুসন্ধানের মাধ্যমে প্রাপ্ত বিজ্ঞানের জ্ঞানকে যাচাই-বাছাই ও স্বীকৃতি প্রদান করার জন্য রয়েছে বৈজ্ঞানিক কমিউনিটি। একজন বা একদল বিজ্ঞানী গবেষণা থেকে নতুন জ্ঞান সৃষ্টি করলে সাথে সাথেই তা বৈজ্ঞানিক সমাজে বা কমিউনিটিতে স্বীকৃত বা গৃহীত হয়ে যায় না। অন্যান্য বিজ্ঞানীরা নতুন জ্ঞানটিকে নিরীক্ষা করে দেখেন। দেখেন যে, নতুন জ্ঞানটি যথাযথ প্রক্রিয়া অনুসরণ করে অর্জিত হয়েছে কিনা অথবা নতুন জ্ঞানটির পক্ষে যথেষ্ট প্রমাণ আছে কিনা? বৈজ্ঞানিক সমাজ যখন নিশ্চিত হন যে, বিজ্ঞানের নতুন জ্ঞানটি যথাযথ বিজ্ঞানসম্মত প্রক্রিয়ায় হয়েছে তখন নতুন জ্ঞানটি স্বীকৃতি লাভ করে।

তবে আমাদের মাঝে একটা ধারণা প্রচলিত রয়েছে যে, বিজ্ঞানের জ্ঞান অনুসন্ধান একটি নির্দিষ্ট পদ্ধতিতে হয় যার নাম বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি। আসলে ধারণাটি সঠিক নয়। বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনেকগুলো প্রক্রিয়ার মধ্যে একটি। বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের পদ্ধতিগুলোর মধ্যে তিনটি পদ্ধতি বেশি ব্যবহৃত হয় (Lederman & Lederman, ২০০৪)।

### বর্ণনামূলক গবেষণা পদ্ধতি

বর্ণনামূলক গবেষণা বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের প্রথম পর্যায়ে হয়ে থাকে। বিজ্ঞানীরা এক্ষেত্রে পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে একটি বৈজ্ঞানিক প্রশ্নের অথবা সমস্যার সমাধানের জন্য তথ্য সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ করে থাকেন। যেমন— ঢাকা শহরে বিক্রি হওয়া শাকসবজিতে কী পরিমাণ লেড বা সীসা রয়েছে তা জানার জন্য বিভিন্ন বাজার থেকে শাকসবজি সংগ্রহ করে মেপে দেখা হলো তাতে কী পরিমাণ সীসা রয়েছে। এ ধরনের গবেষণা বর্ণনামূলক গবেষণা বা অনুসন্ধান।

### সহ-সাম্পর্কিক গবেষণা (Co-relational research)

এ ধরনের গবেষণায় সাধারণত দুটি চলক বা নিয়ামকের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করা হয়। একটি উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টি বোঝানো যেতে পারে। নলকূপের পানিতে আর্সেনিকের পরিমাণের সাথে আর্সেনিকোসিস রোগের সম্পর্ক বোঝার জন্য কি একজন মানুষকে আর্সেনিকযুক্ত পানি পান করিয়ে দেখা হবে মানুষটি আর্সেনিকোসিস রোগে আক্রান্ত হয় কি না? না। যেটা করা হয় তা হলো বিভিন্ন নলকূপের পানিতে আর্সেনিক পরিমাপ করা হয় এবং ঐ নলকূপসমূহের পানি ব্যবহারকারীদের পর্যবেক্ষণ করা হয়। হয়তো দেখা যাবে যে, যে সকল মানুষের আর্সেনিকোসিস রোগ হয়েছে তারা বেশি আর্সেনিকযুক্ত পানি পান করেছে। এরকম গবেষণাতে পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে তথ্য সংগ্রহ করে তুলনা করে সিদ্ধান্তে পৌঁছানো হয়েছে; এ ধরনের গবেষণা সহ-সাম্পর্কিক গবেষণা।

### পরীক্ষণ পদ্ধতি (Experimental method)

বিজ্ঞান গবেষণায় পরীক্ষণ পদ্ধতি একটি গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে একজন বিজ্ঞানী কোনো বৈজ্ঞানিক প্রশ্নের উত্তর খোঁজার জন্য প্রথমে জানা/বিদ্যমান তথ্যের আলোকে একটি অনুমিত সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন। পরবর্তীতে তিনি চেষ্টা করেন পরীক্ষণের মাধ্যমে ঐ অনুমিত সিদ্ধান্ত ঠিক হয়েছে কিনা তা যাচাই করার। পরীক্ষণের উপাত্ত বিশ্লেষণ করে যদি দেখা যায় অনুমিত সিদ্ধান্ত ঠিক ছিল না তাহলে তিনি নতুন করে অনুমিত সিদ্ধান্ত গ্রহণ করে তা পরীক্ষণের মাধ্যমে যাচাই করেন। কখনও কখনও বিজ্ঞানীরা অনুমিত সিদ্ধান্ত পরিবর্তন না করে নতুন পরীক্ষণের মাধ্যমে সমাধান বের করেন।

পরীক্ষণ পদ্ধতিতে একজন গবেষক অবশ্যই কোনো নিয়ামক/চলক পরিবর্তন করে এ পরিবর্তনের প্রভাব নির্ণয় করেন। উপরে বর্ণিত দু'ধরনের গবেষণার চেয়ে পরীক্ষণের মূল পার্থক্য হলো বর্ণনামূলক ও সহ-সাম্পর্কিক গবেষণায় গবেষক কোন কিছু পরিবর্তন করেন না, কেবল বিদ্যমান অবস্থা পর্যবেক্ষণ বা পরিমাপ করেন; কিন্তু পরীক্ষণে গবেষক একটি চলক পরিবর্তন করে তার প্রভাব দেখেন।

বায়ুর চাপের উপর ঘনত্ব ও উচ্চতার প্রভাব কী তা বোঝার জন্য একজন গবেষককে ঘনত্ব ও উচ্চতার পরিবর্তন করে একই স্থানে বায়ুর চাপের পরিমাণ নির্ণয় করতে হবে।

### বিজ্ঞান আমরা কেন পড়ব?

বিজ্ঞান শেখার মাধ্যমে আমরা প্রাকৃতিক বিভিন্ন ঘটনা অনুধাবন করতে পারি। বিজ্ঞানের শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য হলো কোনো ঘটনা কেন হচ্ছে তা বোঝার জন্য আমাদের আগ্রহ জাগিয়ে তোলা। বিজ্ঞান পাঠের মাধ্যমে আমরা অনুসন্ধান প্রক্রিয়া জানতে পারি যা আমাদের সৃজনশীল চিন্তা করতে উদ্বুদ্ধ করে। বিজ্ঞান পাঠের মাধ্যমে আমরা শিশু বয়স থেকেই বিজ্ঞানবিষয়ক প্রশ্ন করতে শিখি এবং আমাদের ভবিষ্যত জীবনে বিজ্ঞানের অবদান অনুধাবন করতে পারি।

আমরা কেন বিজ্ঞান পড়ব তা ২০১২ মাধ্যমিক শিক্ষাক্রমের আলোকে আরো সুনির্দিষ্টভাবে তুলে ধরা হলো:

- প্রকৃতির নানা বস্তু ও ঘটনার সাথে পরিচিত হওয়া এবং এগুলোর প্রতি অনুসন্ধিৎসু ও কৌতূহলী হতে;
- বিশ্ব জগতে সংঘটিত বিভিন্ন ঘটনার পেছনের কারণ (Reason behind) উপলব্ধি করতে;
- বিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রের ধারণা, সূত্র, নীতি, ও তত্ত্ব সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন এবং সেই সঙ্গে লেখচিত্র, সারণি, প্রতীক, চিত্র, নকশা, মডেল এবং ভাষায় তা প্রকাশে দক্ষ হতে।

- বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়া ও পরীক্ষণ পদ্ধতি (Scientific Process and Experimental Method) চর্চার মাধ্যমে সৃজনশীলতা (Creativity), যাচাই করার দক্ষতা (Critical thinking skill) ও সমস্যা সমাধানের দক্ষতা (Problem Solving Skill) অর্জন করতে;
- বিজ্ঞানের ব্যবহারিক গুরুত্ব উপলব্ধি করা এবং বিভিন্ন যন্ত্রনির্মাণ ও প্রযুক্তির বিকাশে বিজ্ঞানের নিয়মের কার্যকারিতা অনুধাবন করতে;
- জীবনযাত্রারমান উন্নয়নে বিজ্ঞানের জ্ঞান, দক্ষতা ও দৃষ্টিভঙ্গি ব্যবহার করার ক্ষেত্রে উদ্বুদ্ধ হতে
- বিজ্ঞানের চর্চার মাধ্যমে ব্যক্তিগত ও সামাজিক নিরাপত্তা বিধান এবং বিভিন্ন প্রতিকূল অবস্থা থেকে উত্তরণে প্রয়োজনীয় জীবনদক্ষতা ও দৃষ্টিভঙ্গি অর্জনে সক্ষম হতে;
- বিজ্ঞান চর্চার অন্তর্নিহিত সৌন্দর্য ও আনন্দ উপলব্ধি করতে;
- বিজ্ঞানের বিকাশমান ও পরিবর্তনশীল ধারা উপলব্ধির মাধ্যমে জীবনব্যাপী শিক্ষায় আগ্রহী হতে; এবং
- বিজ্ঞান চর্চার মাধ্যমে বিজ্ঞানমনস্ক, কুসংস্কারমুক্ত ও যৌক্তিক চিন্তার অধিকারী হতে।

প্রকৃতপক্ষে, প্রকৃতিতে প্রতিনিয়ত যে ঘটনাগুলো ঘটে বিজ্ঞান পড়লে সেগুলোর কারণ সহজে বোঝা যায়। শুধু ব্যাখ্যা নয় প্রকৃতি যে কিছু নিয়ম মেনে চলছে সে নিয়মগুলো অনুসন্ধান করে কিছু সূত্র তৈরি হয় যার সাহায্যে ঘটনাটি ব্যাখ্যা যেমন করা যায় তেমনি ভবিষ্যদ্বাণীও করা যায়। আমাদের প্রতিদিনের জীবনযাত্রার মান উন্নয়নে প্রযুক্তির এক বড় ভূমিকা রয়েছে আর এ প্রযুক্তি বিজ্ঞানেরই ফল। আজকের বিশ্ব অনেক বেশি প্রযুক্তি নির্ভর। প্রযুক্তিনির্ভর এ পৃথিবীতে বিজ্ঞান ধারণা ছাড়া টিকে থাকা সম্ভব নয়। মূলত এজন্যই আমাদের বিজ্ঞান পড়তে হবে।

## পদার্থবিজ্ঞান কী? পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রকৃতি

### পদার্থবিজ্ঞান কী?

সহজ কথায় বা স্থূল অর্থে বলা যায় পদার্থ সম্পর্কীয় বিজ্ঞানই পদার্থবিজ্ঞান। কিন্তু বিভিন্ন মতামত ও অভিধান বিশ্লেষণ করে বলতে হয় মহাবিশ্বের কাঠামোর প্রেক্ষিতে পদার্থ, শক্তি, স্থান, কাল এবং এদের পরস্পর রূপান্তর সংক্রান্ত বিজ্ঞান হলো পদার্থবিজ্ঞান। এটি যেহেতু একটি বিজ্ঞান সূত্রের আরও ব্যাপক অর্থে বলা যায়, পদার্থবিজ্ঞান হলো পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষা থেকে প্রাপ্ত বা পরীক্ষা-নিরীক্ষা দ্বারা সমর্থিত জ্ঞান যার মাধ্যমে পদার্থ, শক্তি, স্থান, কাল এবং এদের পরস্পর রূপান্তর সম্পর্কীয় প্রকৃতি ও প্রকৃতিতে ঘটা ঘটনাবলিকে ব্যাখ্যা করা যায়।

পদার্থবিজ্ঞান বিস্তৃত পরিসরে ভৌত ঘটনাবলির ব্যাখ্যা করে এর মধ্যে আছে আলো, তাপ, বিদ্যুৎ, চুম্বক, তরঙ্গ, বল, গতি এবং এদের সাথে শক্তির সমন্বয়, যা কোনো অপচয় ছাড়া এক রূপ থেকে অন্য রূপে পরিবর্তিত বা রূপান্তরিত হয়। সভ্যতার শুরু থেকেই প্রযুক্তি বিকাশের যে অধ্যায় শুরু হয়েছে তার সাথে পদার্থবিজ্ঞান ওতোপ্রোতভাবে জড়িত। আদিম যুগে মানুষ যখন পাথর ঘষে আগুন জ্বালাতো কিংবা হাতিয়ার তৈরি করত সেখানেও নিহিত ছিল পদার্থবিজ্ঞানের ধারণা। আর বর্তমানে আলোচিত তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তিও পদার্থবিজ্ঞানেরই গবেষণার ফসল। বলা যায়, সভ্যতার শুরু থেকে আজ পর্যন্ত আমাদের প্রতিদিনের কাজের সাথে জড়িয়ে আছে পদার্থবিজ্ঞান। তাই একবিংশ শতাব্দীর চ্যালেঞ্জ মোকাবেলায় আমাদের ভবিষ্যৎ প্রজন্মকে তৈরি করতে পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞান লাভ করা ছাড়া তা সম্ভব নয়।

### পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রকৃতি

পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞানের কতকগুলো প্রকৃতি বা বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে বিজ্ঞানী, বিজ্ঞান শিক্ষা গবেষক, বিজ্ঞান দার্শনিক ও বিজ্ঞান ইতিহাসবিদগণ একমত পোষণ করে থাকেন। গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি বৈশিষ্ট্য বা প্রকৃতি (Nature of Science) নিচে আলোচনা করা হলো:

#### বিজ্ঞানের জ্ঞানের (empirical) ভিত্তি রয়েছে

বেশির ভাগ ক্ষেত্রেই পদার্থবিজ্ঞান ও অন্যান্য বিজ্ঞানের সকল জ্ঞান প্রকৃতিজগত পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে সংগৃহীত তথ্য-প্রমাণের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত। বিজ্ঞানের বেশির ভাগ জ্ঞান সরাসরি ও পুরোপুরি প্রকৃতি পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে প্রাপ্ত তথ্য-প্রমাণের (Empirical data and evidence) উপর ভিত্তি করে উদ্ভূত। যেমন- একটি কলমকে পানিতে ডুবালে পানির ভিতর কলমটিকে কেমন দেখাবে - এই জ্ঞানটুকু সরাসরি পর্যবেক্ষণলব্ধ তথ্য থেকে প্রতিষ্ঠিত। বিজ্ঞানের কিছু জ্ঞান প্রকৃতি পর্যবেক্ষণ

থেকে প্রাপ্ত তথ্যের উপর পরোক্ষভাবে নির্ভর করে পাওয়া। অর্থাৎ এক্ষেত্রে পর্যবেক্ষণলব্ধ তথ্য পরোক্ষভাবে বিজ্ঞানের জ্ঞানকে সমর্থন করে। যেমন- পদার্থের গাঠনিক একক পরমাণু। পরমাণুতে ঋণাত্মক আধানযুক্ত ইলেকট্রন রয়েছে। ইলেকট্রন খালি চোখে বা মাইক্রোস্কোপ দিয়ে দেখা যায় না। কিন্তু ইলেকট্রনের অস্তিত্ব বিভিন্ন পরীক্ষালব্ধ তথ্য থেকে পরোক্ষভাবে প্রতিষ্ঠিত ও প্রমাণিত। একইভাবে মহাবিশ্বের সৃষ্টির রহস্য পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে সরাসরি প্রমাণ সম্ভব নয়। এক্ষেত্রে বিভিন্ন সময়ে গ্রহ, নক্ষত্রের গতি প্রকৃতিকে পর্যবেক্ষণ ও বিশ্লেষণ করে সিদ্ধান্তে পৌঁছানো যায়। অর্থাৎ মহাবিশ্বের সৃষ্টির রহস্য পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে পরোক্ষভাবে প্রাপ্ত তথ্য প্রমাণ দ্বারা সমর্থিত।

### বৈজ্ঞানিক জ্ঞান মানব কল্পনা, সম্ভাব্য ব্যাখ্যা ও সৃজনশীলতা

বেশিরভাগ ক্ষেত্রে যদিও বিজ্ঞানের জ্ঞান পরীক্ষা হতে লব্ধ জ্ঞান তবুও কখনো কখনো এটি মানব কল্পনা ও সৃজনশীলতার উপরেও নির্ভর করে থাকে। বিজ্ঞান আনুমানিক বা সম্ভাব্য ব্যাখ্যাকেও কখনো কখনো সমর্থন করে যা বিজ্ঞানীদের সৃজনশীলতাকে গভীরভাবে সমর্থন করে। এভাবেই বিজ্ঞানের জ্ঞান কৃষ্ণগহ্বর, পরমাণু ইত্যাদি বিষয়ের গাঠনিক ও তাত্ত্বিক ধারণাগুলো সমর্থন করে।

### পর্যবেক্ষণ (Observation) ও সম্ভাব্য ব্যাখ্যার (Inference) সমন্বয়

বিজ্ঞান শিক্ষক ও শিক্ষার্থীদের জানা দরকার যে পর্যবেক্ষণ ও সম্ভাব্য ব্যাখ্যার মধ্যে পার্থক্য রয়েছে। পর্যবেক্ষণ হলো আমাদের ইন্দ্রিয়সমূহে (কখনও প্রযুক্তির সহায়তা নিয়ে) যা ধরা পড়ে আর সম্ভাব্য ব্যাখ্যা হলো পর্যবেক্ষণে যা ধরা পড়ে তার সম্ভাব্য কারণ বা ব্যাখ্যা। যেমন একটি পাথরকে হাত থেকে ছেড়ে দিলে এটি নিচের দিকে পড়ে যায়। এটি আপনার পর্যবেক্ষণ। কিন্তু সম্ভাব্য ব্যাখ্যা বা **Inference** হলো কেন পাথরটি হাত থেকে ছেড়ে দিলে এটি উপরের দিকে না গিয়ে নিচের দিকে পড়ে যায়। বিজ্ঞানে শুধু পর্যবেক্ষণ করলেই হয় না, পর্যবেক্ষণ থেকে একটি সম্ভাব্য ব্যাখ্যা তৈরি করা হয়। পরবর্তীতে আরও পরীক্ষা নিরীক্ষার ভিত্তিতে সম্ভাব্য ব্যাখ্যাটিকে নিশ্চিত করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়। অর্থাৎ বিজ্ঞানের জ্ঞান পর্যবেক্ষণ (Observation) ও সম্ভাব্য ব্যাখ্যার (Inference) সমন্বয়ের ফল।

### বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ও সূত্রের ভিত্তি

শিক্ষার্থীদের আরও জানা দরকার যে বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ও সূত্রের মধ্যে পার্থক্য রয়েছে। বিজ্ঞানে এ দুটো বিষয়ই গুরুত্বপূর্ণ। বৈজ্ঞানিক সূত্র হলো পর্যবেক্ষণযোগ্য দুটি বিষয়ের মধ্যে সম্পর্কের বা নির্ভরশীলতার বর্ণনা। অপরদিকে বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব পর্যবেক্ষণযোগ্য বিষয়সমূহকে ব্যাখ্যা করে। যেমন কোনো গ্যাসের আয়তন কমালে তার চাপ বাড়ে - এটি একটি সূত্র (বয়েলের সূত্র) কারণ এটি কেবল গ্যাসের আয়তনের সাথে চাপের সম্পর্কে বর্ণনা করেছে। কিন্তু কেন আয়তন কমালে চাপ বাড়ে তা ব্যাখ্যা করে কোনো একটি তত্ত্ব (গ্যাসের গতিতত্ত্ব)।

### বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের পরিবর্তনশীলতা বা প্রগতিশীলতা

বৈজ্ঞানিক জ্ঞান অপরিবর্তনীয় নয়; বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব, সূত্র ও তথ্য নতুন তথ্য- প্রমাণের ভিত্তিতে পরিবর্তিত হতে পারে। নতুন প্রযুক্তি ও তত্ত্ব ব্যবহারের ফলে বিজ্ঞানীরা নতুন তথ্য ও প্রমাণ পান, কখনও কখনও পুরনো উপাত্ত নতুন করে বিশ্লেষণ করে নতুন সিদ্ধান্তে উপনীত হন। তাই আমরা বিজ্ঞানের ধারণা পরিবর্তিত হতে দেখি। তবে এ পরিবর্তন খুব ঘন ঘন বা সহজে হয় না। বিজ্ঞানের জ্ঞান যেহেতু তথ্য ও প্রমাণের ভিত্তির উপর প্রতিষ্ঠিত, তাই এ জ্ঞান অন্য যেকোন ধরনের জ্ঞান, মতামত বা বিশ্বাসের চেয়ে বেশি নির্ভরযোগ্য। আরও একটি বিষয় মনে রাখা দরকার যে, বিদ্যালয় পর্যায়ে যেসব বিজ্ঞানের ধারণা পড়ানো হয় তা অনেকটা অপরিবর্তনীয়। এসব বিষয় অনেক পরীক্ষা-নিরীক্ষা বা যাচাই-বাছাইয়ের পর সকলের কাছে গ্রহণযোগ্য হয়েছে।

## ২.২ পদার্থবিজ্ঞানের ক্ষেত্রসমূহ ও এদের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক এবং পদার্থবিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিজ্ঞানের সম্পর্ক

বিজ্ঞানের চাবিকাঠি হলো পদার্থবিজ্ঞান। পদার্থবিজ্ঞান হচ্ছে বিজ্ঞানের একটি মৌলিক শাখা কেননা এর নীতিগুলোই বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখাসমূহের ভিত্তি তৈরি করেছে। উদাহরণস্বরূপ, শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি হচ্ছে পদার্থবিজ্ঞানের একটি মূলনীতি যা হচ্ছে পরমাণুর গঠন থেকে শুরু করে আবহাওয়ার পূর্বাভাস দান পর্যন্ত বিজ্ঞানের বিস্তৃত এলাকার মূলভিত্তি। প্রকৌশলশাস্ত্র থেকে শুরু করে চিকিৎসা বিজ্ঞান, জ্যোতির্বিজ্ঞান থেকে শুরু করে সমুদ্রবিজ্ঞান, জীববিজ্ঞান থেকে শুরু করে মনোবিজ্ঞান সর্বত্র পদার্থবিজ্ঞানের পদ্ধতি ও যন্ত্রপাতির প্রভূত ব্যবহার রয়েছে। পঠন পাঠনের সুবিধার জন্য পদার্থবিজ্ঞানকে আমরা প্রধানত

নিম্নোক্ত শাখাগুলোতে ভাগ করতে পারি : (১) বলবিজ্ঞান (২) তাপ ও তাপগতিবিজ্ঞান (৩) শব্দবিজ্ঞান (৪) আলোকবিজ্ঞান (৫) তড়িত চৌম্বকবিজ্ঞান (৬) কঠিন অবস্থার পদার্থবিজ্ঞান (৭) পারমাণবিক পদার্থবিজ্ঞান (৮) নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান (৯) কোয়ান্টাম পদার্থবিজ্ঞান (১০) ইলেক্ট্রনিক্স ইত্যাদি।

## পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক

পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক বের করার পূর্বে পদার্থবিজ্ঞান কী সে সম্পর্কে একটি ধারণা উপস্থাপন আবশ্যিক। আর সেটা হলো মহাবিশ্বের বস্তু এবং শক্তির পারস্পরিক মিথস্ক্রিয়া নিয়েই পদার্থবিজ্ঞান আলোচনা করে। সংগত কারণেই পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর - অতিক্ষুদ্র পরমাণু থেকে শুরু করে এ মহাবিশ্বের গ্যালাক্সি এবং ছায়াপথ পর্যন্ত বিস্তৃত।

পদার্থবিজ্ঞানের এ ব্যাপক পরিসরে সকল বস্তু ও শক্তিকে দুই ধরনের বলবিদ্যা দ্বারা ব্যাখ্যা করা হয়ে থাকে। এর মধ্যে একটি হলো চিরায়ত বলবিদ্যা এবং অপরটি কোয়ান্টাম বলবিদ্যা। চিরায়ত বলবিদ্যার সাহায্যে ভৌত জগতের বস্তুর গতিশীল অবস্থা ব্যাখ্যা করা হয় অপরদিকে কোয়ান্টাম বলবিদ্যার সাহায্যে পরমাণু থেকে শুরু করে ইলেকট্রন, প্রোটন ইত্যাদির গতি প্রকৃতি আলোচনা করা হয়। কারণ ইলেক্ট্রন, প্রোটন ও পরমাণুর গতি প্রকৃতি ব্যাখ্যার ক্ষেত্রে নিউটনিয়ান বলবিদ্যা কার্যকর নয়। নিচে এর কিছু উদাহরণ তুলে ধরা হলো :

যেমন ধরা যাক তাপগতিবিজ্ঞান। তাপগতিবিজ্ঞানে তাপ, শক্তি এবং কাজ সম্পর্কিত বিষয় ব্যাখ্যা বিশ্লেষণ করা হয়। এক্ষেত্রে চিরায়ত বলবিদ্যার সাহায্যে এর ব্যাখ্যা করা যায়। একইভাবে চিরায়ত বলবিদ্যার বিদ্যুত চৌম্বকীয় তত্ত্বের সাহায্যে অপটিক্স বা আলোকবিজ্ঞানে আলোর ভৌত গুণাবলি এবং এর প্রকৃতি বিশ্লেষণ করা যায়। যেমন আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ, অপবর্তন, সমবর্তন, ব্যতিচার ইত্যাদি আলোর তরঙ্গ ধর্মের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা যায়। এসবই চিরায়ত বলবিদ্যার অংশ।

আমরা কোনো একটি বৈদ্যুতিক বাব্বের কথা যদি চিন্তা করি তা হলে কী দেখব। বাব্বের ভিতর দিয়ে যখন বিদ্যুত প্রবাহিত হয় তখন যে আলো নির্গত হয় তাকে আমরা কোয়ান্টাম বলবিদ্যার সাহায্যে ব্যাখ্যা করি। আর নির্গত আলোর বর্ণালী বিশ্লেষণ করে আমরা বলি কোনটি কোন পদার্থ। যদি আমরা অ্যাস্ট্রোফিজিক্সের কথা চিন্তা করি তা হলে দেখা যাবে এখানে গ্রহ, নক্ষত্র এমন কি ছায়াপথের গতি প্রকৃতিও পদার্থবিজ্ঞানের সূত্রগুলো ব্যবহার করে করা হয়েছে। আবার, নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞানের ক্ষেত্রে নিউক্লিয়াসের পারস্পরিক মিথস্ক্রিয়ায় যে পারমাণবিক শক্তি উৎপন্ন হয় সেটাই রিয়াক্টর পদার্থবিজ্ঞানের প্রতিপাদ্য বিষয়। তাই আমরা যদি গভীরভাবে দৃষ্টি নিবন্ধন করি তাহলে পদার্থবিজ্ঞানের সবগুলো ক্ষেত্রকেই দেখব একটির সাথে অপরটি আন্তঃসম্পর্কিত।

## পদার্থবিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিজ্ঞানের সম্পর্ক

পদার্থবিজ্ঞান হচ্ছে বিজ্ঞানের একটি মৌলিক শাখা কেননা এর নীতিগুলোই বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখাসমূহের ভিত্তি তৈরি করেছে। উদাহরণস্বরূপ, শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি হচ্ছে পদার্থবিজ্ঞানের একটি মূলনীতি যা হচ্ছে পরমাণুর অভ্যন্তরের অবস্থা থেকে শুরু করে আবহাওয়ার পূর্বাভাস দান পর্যন্ত বিজ্ঞানের বিস্তৃত এলাকার মৌল ভিত্তি।

যদিও পদার্থ ও শক্তির অধ্যয়নই পদার্থবিজ্ঞানের মূল কাজ বলে বর্ণনা করা যায়, কিন্তু পদার্থবিজ্ঞানের আসল উদ্দেশ্য হচ্ছে প্রকৃতির রহস্য উদঘাটন তথা প্রকৃতির নিয়মগুলো অনুধাবন করা। বিংশ শতাব্দির শুরুতে পদার্থবিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করলেন যে, পরমাণু ধনাত্মক ভাবে আহিত নিউক্লিয়াস দ্বারা গঠিত যার চার পাশে ইলেক্ট্রন ঘুরে। পরবর্তী পরীক্ষা-নিরীক্ষা থেকে পাওয়া যায় যে নিউক্লিয়াস প্রোটন ও নিউট্রন দ্বারা গঠিত। এখন পদার্থবিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করছেন যে প্রোটন ও নিউট্রন আরো ক্ষুদ্র কণা দ্বারা গঠিত।

পদার্থবিজ্ঞানের গবেষণা প্রাকৃতিক ঘটনাগুলোকে ভালোভাবে বুঝতে এবং ব্যাখ্যা করতে যেমন সাহায্য করে তেমনি বিজ্ঞানের আন্যান্য শাখায় তার প্রয়োগ গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখে। বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখায় পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারই সম্ভবত পদার্থবিজ্ঞানকে বর্তমান বিজ্ঞানের যুগে এর কেন্দ্রে পরিণত করেছে। উনিশ শতকের শেষার্ধ্বে ইলেকট্রনের আবিষ্কারই ইলেক্ট্রন মাইক্রোস্কোপের উদ্ভাবন ঘটিয়েছে যা বস্তুবিজ্ঞান ও কোষ-জীববিদ্যায় বিপ্লব এনেছে।

একদিকে পদার্থবিজ্ঞানে যেমন তত্ত্ব সৃষ্টি ও গণিতের প্রয়োগ আছে অপর দিকে এতে ব্যবহারিক উন্নয়ন বা বিকাশ যেমন প্রকৌশলশাস্ত্রও রয়েছে। রসায়নবিজ্ঞান, ভূ-তত্ত্ব বিজ্ঞান, জ্যোতির্বিজ্ঞান, আবহাওয়াবিজ্ঞান ইত্যাদি সম্পর্কে মৌলিক ব্যাখ্যা ও ধারণা গঠনে পদার্থবিজ্ঞান অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। এছাড়া জীববিজ্ঞান, সমুদ্রবিজ্ঞান, মনোবিজ্ঞান ও চিকিৎসাবিজ্ঞানে পদার্থবিজ্ঞানের পদ্ধতি ও যন্ত্রপাতির প্রভূত ব্যবহার রয়েছে।

বিজ্ঞানের যে শাখাটি পদার্থবিজ্ঞানের সাথে সবচেয়ে বেশি জড়িত সেটা হলো রসায়ন। ঐতিহাসিকভাবে প্রথমদিকে রসায়নে যে ক্ষেত্রটি নিয়ে সবচেয়ে বেশি আলোচনা করা হতো তা হলো অজৈব রসায়ন। আর এ নামটি থেকে বুঝা যায় এটা জীব সম্পর্কিত কোনো বিষয় নিয়ে আলোচনা করে না। কিভাবে বস্তু গঠিত হয় তাই নিয়ে আলোচনা করে তাই শুরুর রসায়ন পদার্থবিজ্ঞানের জন্ম ছিল খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

বিজ্ঞানের একটি শাখা হচ্ছে জীববিজ্ঞান যাকে আমরা জীবিত জিনিসের শিক্ষা বলতে পারি। জীববিজ্ঞানের শুরুর দিকে কী ধরনের জীব আছে তাদের বর্ণনা ছিল। পরবর্তীতে বিজ্ঞানীরা জীবের ভিতরে কী ধরনের মেশিনারি রয়েছে তা নিয়ে গবেষণা করেন। শক্তির সংরক্ষণশীলতা আবিষ্কারের ক্ষেত্রে জীববিজ্ঞানের ভূমিকা পদার্থবিজ্ঞান এবং জীববিজ্ঞানের সম্পর্ক প্রমাণ করে। জীববিজ্ঞান এবং পদার্থবিজ্ঞানের সমন্বয়ে গড়ে উঠেছে জীবপদার্থবিজ্ঞান। জীবপদার্থবিজ্ঞান জৈবিক জগতের জটিল প্রক্রিয়ার ভেতরে পদার্থবিজ্ঞানের সহজ এবং গাণিতিক পদার্থবিজ্ঞানের সূত্রগুলো প্রয়োগ করে জীবনের নানা ধরনের অনুসন্ধান করে থাকে। যাকে জীববিজ্ঞান এবং পদার্থবিজ্ঞানের মধ্যে এক ধরনের সেতুবন্ধন বলা যায়।

আমরা যদি ভূ-তত্ত্ববিদ্যা বা Geology এর কথা চিন্তা করি তা হলে প্রথমই আসে আবহাওয়াবিজ্ঞান ও আবহাওয়ার কথা। আবহাওয়াবিজ্ঞানের জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি Experimental Physics-এর সুফল। পদার্থবিজ্ঞানের একটি শাখাই আছে যার নাম Geophysics।

চিকিৎসা বিজ্ঞানে ব্যবহারের জন্য রয়েছে মেডিক্যাল পদার্থবিজ্ঞান বর্তমান চিকিৎসা বিজ্ঞানে ব্যবহৃত আল্ট্রাসোনোগ্রাফি, সিটি স্ক্যান,এম আর আই ইত্যাদি প্রযুক্তি পদার্থবিজ্ঞানেরই আবিষ্কার।

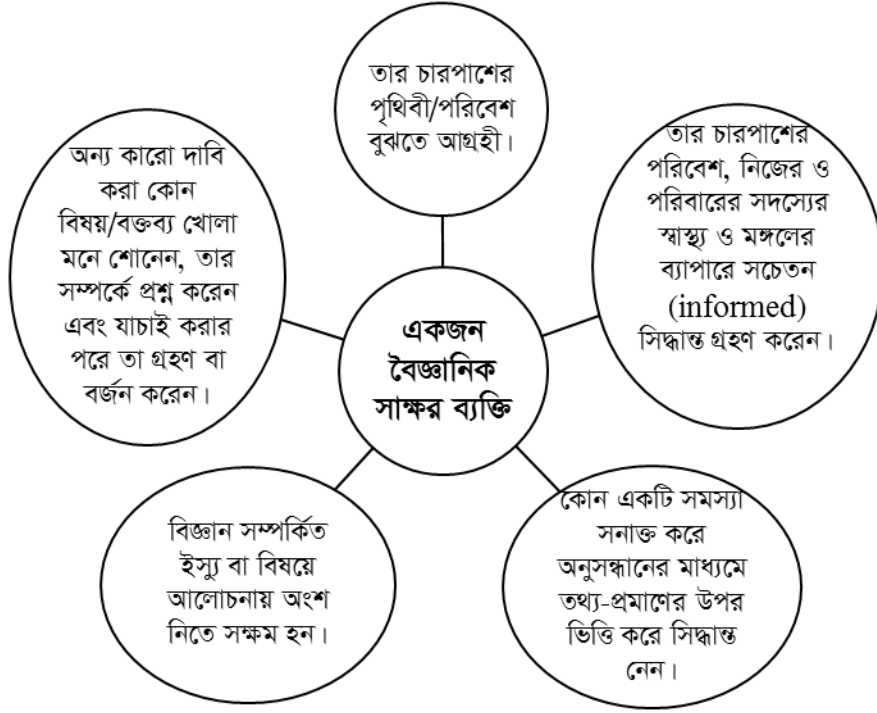
Astronomy ও Physics মিলে গঠিত হয়েছে Astrophysics। Astronomy পদার্থবিজ্ঞানের চেয়েও পুরাতন। সত্যিকার অর্থে Astronomy-তে গ্রহ, নক্ষত্রের কথা বলা হয়েছে তাদের গতির বর্ণনা পদার্থবিজ্ঞানের শুরুর। মজার বিষয় হচ্ছে অন্যান্য গ্রহ, নক্ষত্র যে সকল মৌলিক পদার্থ দিয়ে গঠিত পৃথিবীতেও সে ধরনের মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায়।

## ২.৩ বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতা (Scientific literacy) ও বিজ্ঞান পেশাজীবী তৈরিতে পদার্থবিজ্ঞান শেখার গুরুত্ব

### বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতা (Scientific literacy)

বর্তমানে ভাষাগত সাক্ষরতা (Language/linguistic literacy) ও গাণিতিক সাক্ষরতার (numeracy) সাথে বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতা অর্জনও শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য (OECD, ২০০৬)। একজন মানুষ ভাষাগতভাবে সাক্ষর - এটি বলতে আমরা বুঝি যে, মানুষটি কোনো একটি লেখা পড়ে বুঝতে পারেন, দৈনন্দিন কাজে লিখতে পারেন, কোনো কিছু শুনে বুঝতে পারেন ও প্রয়োজনীয় কথাগুলো বলতে পারেন। এ হিসেবে একজন মানুষ বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর - এটি বলতে কী বোঝায়? নিচের চিত্রের মাধ্যমে বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর একজন মানুষের বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করা যায়। আমরা চিত্রে উল্লিখিত পরস্পর সম্পর্কিত বৈশিষ্ট্যগুলো যদি বিশ্লেষণ করি তা হলে কী দেখতে পাই? নিচে বৈশিষ্ট্যগুলো সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো-

(ক) বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতার প্রথম শর্তই হলো একজন মানুষ তার চারপাশের প্রকৃতি ও পরিবেশকে বুঝতে বা অনুধাবন করতে আগ্রহী হবেন। একজন মানুষের আগ্রহ না থাকলে কোন ভাবেই তাকে কোনো বিষয়ে জানানো সম্ভব নয়। কারো যদি কোনো কিছু সম্পর্কে আগ্রহ/কৌতূহল থাকে তা হলে সে নিজেই প্রয়োজনীয় জ্ঞান অর্জন যোগাড় করে নিতে পারে।



চিত্র-১: বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর একজন মানুষের বৈশিষ্ট্য

(খ) দ্বিতীয় বৈশিষ্ট্য হলো বিজ্ঞান সম্পর্কিত ইস্যু বা বিষয়ে আলোচনায় অংশ নিতে সক্ষম হওয়া। বিজ্ঞানবিষয়ক ইস্যুতে আলোচনার একজন মানুষের বিজ্ঞানী হওয়ার বা বিশেষজ্ঞ হওয়ার দরকার নেই। তবে তাকে অবশ্যই প্রয়োজনীয় বিজ্ঞানের জ্ঞান ও বিজ্ঞান কীভাবে কাজ করে তা বুঝতে হবে। যেমন- পত্রিকায় খবর বের হলো যে সম্প্রতি মানুষের বুড়িয়ে যাওয়া প্রতিরোধ করা সম্ভব। অর্থাৎ ভবিষ্যতে মানুষ হয়তো আর বৃদ্ধ হবে না। বিজ্ঞানী ইঁদুরের ওপর পরীক্ষা করে দেখেছেন যে ইঁদুরের বুড়িয়ে যাওয়া বিলম্বিত করা গেছে। যিনি বিজ্ঞান সম্পর্কে ভালোভাবে জানেন না তিনি হয়তো বিষয়টি একদম উড়িয়ে দেবেন অথবা বিনা প্রশ্নে মেনে নেবেন। কিংবা আলোচনা থেকে বিরত থাকবেন। কিন্তু একজন ব্যক্তি যদি জানেন যে বৈজ্ঞানিক অনেক আবিষ্কারই প্রথমে ইঁদুরের ওপর পরীক্ষা করে দেখা হয়েছে। তা হলে তিনি উপরোক্ত খবরটি জেনে আরো জানতে উৎসাহিত হবেন এবং আলোচনায় অংশ নেবেন।

(গ) বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর একজন ব্যক্তির আরেকটি বৈশিষ্ট্য হলো তিনি একদিকে অন্যের বক্তব্য/মত/দাবি খোলামনে শুনবেন অর্থাৎ গ্রহণ করতে প্রস্তুত থাকবেন কিন্তু কোনো বক্তব্য বা দাবিই বিনা প্রশ্নে বা বিচারে মেনে নেবেন না বা গ্রহণ করবেন না। যাচাই বাছাই করেই তবে তা গ্রহণ করবেন। যেমন আমরা অনেক সময়ই শুনে থাকি কোনো ধর্মীয় ব্যক্তি/বিশেষ ক্ষমতা সম্পন্ন ব্যক্তি (পীর, ফকির, ওঝা, সাধু, সন্ন্যাসী) বাঁড় ফুক দিয়ে পানি পড়া দিলে রোগ ভাল হয়। এক্ষেত্রে একজন বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর ব্যক্তি যাচাই না করে চিকিৎসার জন্য ঐ ব্যক্তির কাছে ছুটে যাবেন না। তিনি বরং যাচাই করে জানার চেষ্টা করে দেখবেন আসলেই এসবে রোগ ভালো হয় কিনা। খোঁজ নিয়ে হয়তো দেখা যাবে যে, একশ জন রোগীর মধ্যে নিরানব্বই জন রোগীর-ই কোনো উপকার হয় না। এক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর একজন ব্যক্তি পীর-ফকির বা সাধু সন্ন্যাসীর কাছে না গিয়ে ডাক্তারের কাছেই চিকিৎসার জন্য যাবেন।

(ঘ) সমস্যা সনাক্ত করে অনুসন্ধান করে তথ্য প্রমাণের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ একজন বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর মানুষের অন্যতম বৈশিষ্ট্য। আমাদের শিক্ষার্থীদের একটি বড় অংশ প্রাথমিক বিদ্যালয়ের গণ্ডি পেরোতে পারে না। যারা মাধ্যমিক পর্যায়ে ভর্তি হয় তাদের মধ্যেও অনেক শিক্ষার্থীই ধীরে ধীরে বিদ্যালয় থেকে ঝরে পড়ে কর্ম জীবনে প্রবেশ করে কেউবা পারিবারিক কৃষিকাজে যুক্ত হয়, কেউবা পারিবারিক ক্ষুদ্র ব্যবসা (যেমন মুদি দোকানদারি), কেউবা আবার কায়িক শ্রমে কেউবা পোশাক শিল্পে

নিয়োজিত হয়ে পড়ে। খুব কম অংশই বর্তমানে বিজ্ঞান শাখায় (নবম শ্রেণীতে) যায়। শেষ পর্যন্ত বিজ্ঞান নিয়ে উচ্চ শিক্ষা নেয় বড় জোর ১/২ শতাংশ। বাকি ৯৮-৯৯ শতাংশ মানুষের সরাসরি বিজ্ঞান সংশ্লিষ্টতা থাকে না। কিন্তু ১০০ শতাংশ মানুষকেই বিজ্ঞানের উপর পরোক্ষভাবে নির্ভর করতে হয়। যে কোনো মানুষকে তার দৈনন্দিন জীবনে বিভিন্ন ধরনের সমস্যা সমাধান করতে হয় যেসব সমস্যার মধ্যে বিজ্ঞান সংশ্লিষ্ট সমস্যাও রয়েছে। যেমন গ্রামের একজন নারী তার বাড়ির সাথে একখণ্ড পতিত জমিতে লাউ চাষ করেছেন। কিন্তু দু'মাস পার হওয়ার পরেও দেখা গেল গাছগুলো সেভাবে বাড়ছে না। এক্ষেত্রে তিনি কী করতে পারেন? তিনি যদি পদ্ধতিগতভাবে অনুসন্ধান করতে পারেন এবং সমাধান বের করতে পারেন (হয়তো ঐ জমিতে সারের অভাব ছিল, গোবর সার প্রয়োগেই গাছগুলো বেড়ে উঠলো) তবে ঐ নারীকে আমরা বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর বলতে পারি।

(ঙ) সবশেষে, একজন বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর মানুষ তার চারপাশের পরিবেশ নিজের ও পরিবারের সদস্যদের স্বাস্থ্য ও মঙ্গলের ব্যাপারে বিবেচনাপ্রসূত সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে পারেন। বিবেচনাপ্রসূত সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য তাকে অবশ্যই বিজ্ঞানের জ্ঞান অর্জনে আগ্রহী হতে হবে। তাকে অনুসন্ধানী হতে হবে, তাকে বৈজ্ঞানিক ইস্যুতে আলোচনায় অংশগ্রহণে সক্ষম হতে হবে, এবং অন্যদের দাবিকৃত বক্তব্য প্রশ্ন করে যাচাই বাছাই করতে হবে। সর্বশেষ বৈশিষ্ট্যটি অর্থাৎ বিবেচনা প্রসূত সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ইতোমধ্যে বর্ণিত চারটি বৈশিষ্ট্যই তাকে অর্জন করতে হবে। একটি উদাহরণ থেকে বিষয়টি ভালোভাবে বোঝা যাবে। আমরা টিভি বিজ্ঞাপনে প্রতিদিনই দেখি যে, অমুক খাবারটি খাওয়ালে শিশুরা লম্বা হয়, বুদ্ধিমান হয়, পড়াশোনায় ভালো হয়, খেলাধুলায় ফাস্ট হয় ইত্যাদি ইত্যাদি। একজন মা/বাবা এসব বিজ্ঞাপন দেখেই কি তার সন্তানকে ঐ খাবারটি খাওয়ানো শুরু করবেন? যদি কোনো বাবা/মা খাওয়াতে শুরু করেন তবে তাকে আমরা বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর বলবো কী না? একজন বাবা/মা তার সন্তানকে ঐ খাবারটি খাওয়ানো শুরু করার আগে বোঝার চেষ্টা করবেন যে, বিজ্ঞাপনে যে দাবিটি করা হচ্ছে তার কোনো বৈজ্ঞানিক ভিত্তি আছে কিনা। যদিও বিজ্ঞাপনে দাবি করা হয়েছে যে তারা পরীক্ষা করে দেখেছেন, কিন্তু আসলে কি শিশুদের ওপর পরীক্ষা করা যায়? তিনি আরও যেটি করবেন তা হলো এ বিষয়ে আরও জ্ঞানী ব্যক্তি যারা (যেমন ডাক্তার, পুষ্টিবিদ) তাদের পরামর্শ নেবেন। এভাবে একজন বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর বাবা/মা কোনো কিছু শুনেই তা গ্রহণ করবেন না। আগে পদ্ধতিগতভাবে যাচাই বাছাই করে তারপরই সিদ্ধান্ত গ্রহণ করবেন।

আপনারা এতক্ষণ বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর মানুষের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে জানলেন। এবার ভাবুন তো এরকম একজন বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর মানুষ হতে হলে তার কী শিখতে হবে? তার কি বিজ্ঞানের জ্ঞান/তত্ত্ব, সূত্র, তথ্য ইত্যাদি মনে রাখতে পারলেই হবে?

ধরুন, একজন শিক্ষার্থী পদার্থবিজ্ঞান নিয়ে বিশ্ববিদ্যালয় থেকে মাস্টার্স পাস করলো। তিনি জানেন যে, সব ধরনের কাঁচের আলোর প্রতিসরণ এক রকম নয়। অথচ নিজের বাড়ির জানালায় কাঁচ লাগানোর সময় তিনি তার জানা জ্ঞানকে বিবেচনায় আনেননি। তিনি কী বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর? কেন তিনি বিজ্ঞানসম্মত উপায়ে এ সম্পর্কে আরও জানার চেষ্টা করলেন না? তিনি তো বিজ্ঞানের অনেক কিছু জানেন! তা হলে সমস্যা কোথায়? আসলে তার সমস্যা মানসিকতায়। তিনি বিজ্ঞানের জ্ঞান জানেন কিন্তু সেই জ্ঞান প্রয়োগের মানসিকতা তার নেই। এ জন্যই আমরা বুদ্ধিজীবী ও বিজ্ঞান শিক্ষা-গবেষকদের কাছ থেকে শুনি যে আমাদের বিজ্ঞানমনস্ক হতে হবে। এবার আসা যাক বিজ্ঞানমনস্কতা কী?

আমাদের দেশে বিজ্ঞানমনস্কতা বহুল প্রচলিত ও বহুল ব্যবহৃত একটি শব্দ হলেও এর সুনির্দিষ্ট কোনো সংজ্ঞা বা ব্যাখ্যা পাওয়া যায় না। যেটুকু পাওয়া যায় তা হলো এরকম কোনো কিছুকে বিজ্ঞানের দৃষ্টিতে বা আলোকে দেখা বা বিচার করার মানসিকতাই বিজ্ঞানমনস্কতা। বিজ্ঞানমনস্কতা কুসংস্কার, অন্ধবিশ্বাস ইত্যাদির বিপরীত। আমাদের দেশে জ্বীনে ধরা বলে একটা ব্যাপার খুব পরিচিত এবং তার চিকিৎসা অনেকক্ষেত্রেই অপচিকিৎসা হয়ে থাকে যা বিপজ্জনক। একজন বিজ্ঞানমনস্ক মানুষ এ ধরনের সমস্যাকে জ্বীনে ধরা হিসেবে বিবেচনা না করে একটি রোগ হিসেবে বিবেচনা করবেন এবং চিকিৎসকের কাছে রোগীকে নিয়ে যাবেন।

একটি আগ্রহ উদ্দীপক ব্যাপার হলো জ্ঞান-বিজ্ঞানে এগিয়ে থাকা দেশে (যেমন- ইউরোপ, যুক্তরাষ্ট্র, কানাডা, অস্ট্রেলিয়া) বিজ্ঞানমনস্কতা শব্দটি খুব প্রচলিত নয়। বরং সেসব দেশে শিক্ষা-গবেষকগণ বিজ্ঞান শিক্ষার ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতার কথাই বলেন যা তুলনামূলকভাবে সুনির্দিষ্ট বা সুসংজ্ঞায়িত। প্রকৃতপক্ষে বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতার একটি অপরিহার্য দিক/অনুসঙ্গ হলো বিজ্ঞানমনস্কতা।



আমরা যদি বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর একজন মানুষের বৈশিষ্ট্য যদি ভালোভাবে বিশ্লেষণ করে তা হলে দেখবো যে, বৈজ্ঞানিক সাক্ষরতা অর্জনের জন্য একজন মানুষের যা দরকার তা হলো—

- (ক) বিজ্ঞানের প্রতি ইতিবাচক দৃষ্টিভঙ্গি বা আগ্রহ,
- (খ) জ্ঞান : বিজ্ঞানের জ্ঞান তথা বিজ্ঞানের ধারণা, তথ্য, তত্ত্ব, সূত্র ইত্যাদি এবং বিজ্ঞান কীভাবে কাজ করে সে সম্পর্কে জ্ঞান,
- (গ) দক্ষতা : সমস্যা সমাধানের দক্ষতা, প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা, অনুসন্ধান করার দক্ষতা,
- (ঘ) বৈজ্ঞানিক মূল্যবোধ : অনুসন্ধিৎসা/কৌতূহল, খোলা মনস্কতা, যাচাই প্রবণতা, প্রশ্ন করার মানসিকতা, পর্যবেক্ষণলব্ধ উপাত্তের উপর নির্ভর করার মনোভাব ইত্যাদি।

সংক্ষেপে বলা যায় বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর হতে হলে একজন মানুষকে বিজ্ঞানের জ্ঞান ও দক্ষতা অর্জনের সাথে সাথে তার বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহ ও ইতিবাচক দৃষ্টিভঙ্গি থাকতে হবে এবং সবশেষে তাকে কিছু বৈজ্ঞানিক মূল্যবোধ অর্জন করতে হবে। ইতিবাচক দৃষ্টিভঙ্গি ও মূল্যবোধগুলো অর্জন করেই কেবল একজন মানুষ বিজ্ঞানমনস্ক ও বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর হতে পারে।

## বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিজ্ঞান শিক্ষার ভিত্তি তৈরিতে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার অবদান

বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের দ্রুততম বিকাশ আমাদের মানব জাতিকে অভাবিতভাবে প্রভাবিত করেছে। সমাজ ও ব্যক্তিজীবনে এর প্রভাব বিজ্ঞান বিষয়টিকে অস্বাভাবিক গুরুত্বপূর্ণ করে তুলেছে। এখন প্রতিটি ভবিষ্যতের নাগরিক তথা আজকের শিক্ষার্থীদের তাদের ভৌত ও সমাজিক পরিবেশের সাথে সম্পর্কিত বিজ্ঞানের সকল শাখার বিস্তৃত মৌলিক ধারণা থাকা প্রয়োজন। যা শিক্ষার্থীদের জীবনের জন্য প্রস্তুত করবে। এখন বিবেচনা করা হচ্ছে পেশা, বৃত্তি, জীবিকা জীবন যাপনের বিভিন্নতা নির্বিশেষে প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে ব্যক্তিগতভাবে সুনাগরিক হিসাবে গড়ে তুলতে হলে বিজ্ঞান শেখানো প্রয়োজন।

সারাবিশ্বে মাধ্যমিক শিক্ষাস্তরে শিক্ষাক্রমে বিজ্ঞান শিক্ষাকে গুরুত্বপূর্ণ স্থান দেওয়া হচ্ছে। কারণ দৈনন্দিন জীবনের প্রতিটি ক্ষেত্রে বিজ্ঞানের মৌলিক জ্ঞান ও বৈজ্ঞানিক ঘটনার সমন্বয় অবশ্যম্ভাবী। এখন কেউ এটি উপেক্ষা বা অগ্রাহ্য করতে পারেন না। উচ্চতর বিজ্ঞান শেখার জন্য মৌলিক বিজ্ঞানের ভিত্তিও প্রয়োজন। কোনো সাধারণ শিক্ষা বিজ্ঞান বিষয় ছাড়া পূর্ণাঙ্গ শিক্ষা বলে বিবেচিত হতে পারে না। যেহেতু বিজ্ঞান বিষয়টি মাধ্যমিক স্তরে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হিসেবে গৃহীত হয়েছে সেহেতু এটির শিখন শেখানোর বিষয়টিও গুরুত্বপূর্ণ।

পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞান সকল বিজ্ঞানের ভিত্তি। প্রকৃতির মূল সূত্র অনুসন্ধান, প্রযুক্তি উন্নয়ন, মানবিক প্রশিক্ষণ, যুক্তিবাদী মানুষ সৃষ্টিতে পদার্থবিজ্ঞানের চর্চা গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। দৈনন্দিন জীবন যাত্রায়, যোগাযোগ, যানবাহন ও যাতায়াত ব্যবস্থাপনায় চিকিৎসা ব্যবস্থায়, বিনোদনমূলক কর্মকাণ্ডে সর্বত্র পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞান ও প্রয়োগ অপরিহার্য। তাই পদার্থবিজ্ঞানের গুরুত্ব অপরিসীম।

এবার পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার আরেকটি লক্ষ্য নিয়ে আলোচনা করা যাক। এটি হলো শিক্ষার্থীদের ভবিষ্যতে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি শিক্ষার জন্য শক্ত ভিত্তি তৈরি করা। বিজ্ঞান শাখায় এসএসসি সম্পন্ন করার পর একজন শিক্ষার্থী বিশ্ববিদ্যালয়ে বিজ্ঞানের বিষয়সমূহ পড়তে পারে (যেমন— পদার্থবিজ্ঞান, উদ্ভিদবিদ্যা, ফার্মেসী, প্রাণ পদার্থবিজ্ঞান)। শিক্ষার্থী ভর্তি হতে পারে প্রকৌশল বিশ্ববিদ্যালয়ে বা অনুষদে (যেমন— পুরকৌশল, কেমিকৌশল, জেনেটিক প্রকৌশল), কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ে, মেডিকেল কলেজে। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির এসব বিষয়ে পড়ার জন্য শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞানের মৌলিক বিষয়ে শক্ত ভিত্তি থাকা দরকার। এ ভিত্তি তৈরির জন্য শিক্ষার্থী তথ্য জানার চেয়ে ধারণা বা তত্ত্ব বোঝাটা বেশি জরুরি। একটি উদাহরণ দেয়া যাক, অনেকে হয়তো লোহার স্থিতিস্থাপকতা রাবারের চেয়ে বেশি কেন তা মুখস্থ করার দিকে জোর দেন। কিন্তু পদার্থবিজ্ঞানের একটি শক্ত ভিত্তির জন্য বেশি দরকার কেন লোহার স্থিতিস্থাপকতা বেশি তা ভালোভাবে বোঝা। তাই পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানোর ক্ষেত্রে জোর দিতে হবে পদার্থবিজ্ঞানের তত্ত্ব ও ধারণা এবং এদের তাৎপর্য বোঝার দিকে।

## ২.৪ পদার্থবিজ্ঞানের সাথে সম্পর্কিত বিভিন্ন প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা

আমাদের বিদ্যালয়ে সাধারণত বিজ্ঞানের শুধু জ্ঞানই শিক্ষা দেওয়া হয়ে থাকে, বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়ার সাথে সংশ্লিষ্ট দক্ষতা তেমন গুরুত্ব দিয়ে শেখানো হয় না। কিন্তু বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়ার সাথে সংশ্লিষ্ট দক্ষতাগুলো বিজ্ঞান শেখা ও গবেষণার জন্য যেমন দরকার হয় তেমন আমাদের দৈনন্দিন জীবনেও দরকার হয়। তাই বিজ্ঞান শিক্ষাবিদগণ এ ধরনের দক্ষতাগুলো অর্জনকে বিজ্ঞান শেখার একটি গুরুত্বপূর্ণ লক্ষ্য হিসেবে বিবেচনা করেন। আমাদের নতুন শিক্ষাক্রমে কয়েকটি প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা যেমন পর্যবেক্ষণ, সম্ভাব্য ব্যাখ্যা, পূর্বানুমান, অনুমিত সিদ্ধান্ত গ্রহণ, অনুমিত সিদ্ধান্ত যাচাই, পরীক্ষণ এগুলো অর্জনের উপর জোর দেওয়া হয়েছে। এগুলো ছাড়াও অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে যোগাযোগকরণ বা ফল প্রকাশকে।

একটি উদাহরণের সাহায্যে এ ধরনের প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতার প্রয়োজনীয়তা বোঝা যাবে। আমরা যখন রাস্তা পার হই তখন কী করি? আমরা প্রথমে পর্যবেক্ষণ করি একটি গাড়ি কতদূরে আছে এবং কত গতিতে আসছে। তার উপর ভিত্তি করে আমরা অনুমান করি যে, গাড়িটি আসার আগে আমি/আমরা রাস্তা পার হতে পারবো কি না? আমরা যদি ভুলভাবে পূর্বানুমান করি তাহলে দুর্ঘটনা পড়বো। তাই পূর্বানুমান করা জীবনের জন্য আবশ্যিকীয় একটি দক্ষতা।

বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা মূলত দুই ধরনের - মৌলিক প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা ও সমন্বিত প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা। মৌলিক প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতার মধ্যে আছে পর্যবেক্ষণ, পরিমাপকরণ, শ্রেণিকরণ, পূর্বানুমান, সম্ভাব্য ব্যাখ্যাদান ও যোগাযোগকরণ। সমন্বিত প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতাগুলোর মধ্যে রয়েছে পরীক্ষণ যার প্রকৃতপক্ষে অনুমিত সিদ্ধান্ত গ্রহণ ও চলক নিয়ন্ত্রণ এরকম কিছু দক্ষতার সমন্বয়।

### পর্যবেক্ষণ

পর্যবেক্ষণ বিজ্ঞানের বিশেষ করে রসায়নে একটি আবশ্যিকীয় দক্ষতা। সাধারণভাবে পর্যবেক্ষণ বলতে কেউ কেউ কোনো কিছুকে মনোযোগ দিয়ে দেখাকে বোঝেন। কিন্তু পর্যবেক্ষণ কি শুধু চোখ দিয়েই হয়? আসলে তা নয়। আমরা আমাদের সকল ইন্দ্রিয় ব্যবহার করে পর্যবেক্ষণ করে থাকি। পর্যবেক্ষণ হলো ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য প্রত্যক্ষণ। শিক্ষক হিসেবে আমাদের দায়িত্ব হলো কোনো বস্তু বা ঘটনা পর্যবেক্ষণ করতে শিক্ষার্থীদের সবগুলো ইন্দ্রিয় ব্যবহারে সাহায্য করা। চোখ দিয়ে দেখার মাধ্যমে শিক্ষার্থী বস্তু/বস্তুর আকার, আকৃতি ও রং নির্ণয় করতে পারে। চোখ দিয়ে আরও নির্ণয় করতে পারে বস্তুর আকার একে অপরের সাথে কীভাবে মিথস্ক্রিয়া করছে। শোনার মাধ্যমে শিক্ষার্থী শব্দের তীব্রতা, বা ছন্দ প্রত্যক্ষণ করতে পারে। স্পর্শ করে শিক্ষার্থী বুঝতে পারে বস্তুর গঠনশৈলী (Texture), আকার ও আকৃতি। জিহ্বার সাহায্যে স্বাদ গ্রহণ করে খাদ্য দ্রব্যের স্বাদ (লবণাক্ততা, তিক্ততা) ইত্যাদি বুঝতে পারা যায়। নাকের সাহায্যে শিক্ষার্থী গন্ধ নির্ণয় করতে পারে।

শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ দক্ষতা শেখাতে ও অনুশীলন করতে শিক্ষক একজন শিক্ষার্থীকে দিয়ে দুটি ভিন্ন আকৃতির বল একই সাথে হাত থেকে ছেড়ে দিলে কি হবে তা নির্ণয়ের জন্য পর্যবেক্ষণ করতে বলতে পারেন।

### সম্ভাব্য ব্যাখ্যাদান (Inferring)

সম্ভাব্য ব্যাখ্যাদান পর্যবেক্ষণের সাথে ওতপ্রোত একটি দক্ষতা। এটি হলো আমরা যে ঘটনা পর্যবেক্ষণ করি তার একটি সম্ভাব্য ব্যাখ্যা প্রদান। বাস্তব জীবনেও আমরা এ দক্ষতা ব্যবহার করি। যেমন- একজন শিক্ষার্থী পর পর তিনটি ক্লাসে অনুপস্থিত এটি আপনার পর্যবেক্ষণ। কিন্তু সে কেন অনুপস্থিত তা যদি বলেন তা হবে Inferring বা সম্ভাব্য ব্যাখ্যা দান। অর্থাৎ আপনি যদি বলেন শিক্ষার্থী জ্বর থাকায় ক্লাসে অনুপস্থিত ছিল এটি হবে সম্ভাব্য ব্যাখ্যাদান।

পদার্থবিজ্ঞানে সম্ভাব্য ব্যাখ্যাদান অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ও বহুল ব্যবহৃত দক্ষতা। বাংলাদেশের অনেক লেখক একে 'সিদ্ধান্ত' হিসেবে লেখেন যা প্রকৃত অর্থ বহন করে না। যেমন- একটি পাথর নিচে পড়ল এটি পর্যবেক্ষণ। এর সম্ভাব্য ব্যাখ্যা হিসেবে বলা যেতে পারে যে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে পাথরটি নিচে পড়ল।

পর্যবেক্ষণ	সম্ভাব্য ব্যাখ্যা বা Inferring
একটি পাথর নিচে পড়ল	অভিকর্ষ বলের প্রভাবে পাথরটি নিচে পড়ল

## পরিমাপ/মাপকরণ

কোনো কিছু পরিমাণ জানার জন্য পরিমাপ করা হয়। পদার্থবিজ্ঞানে বিভিন্ন ক্ষেত্রে পরিমাপ করতে হয়। সরল দোলকের সাহায্যে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় করার সময় সুতার দৈর্ঘ্য পরিমাপ করতে হয়। এমনকি একটি পূর্ণ দোলনে কত সময় লাগে তাও পরিমাপ করতে হয়। পদার্থবিজ্ঞানে সঠিক পরিমাপ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

## যোগাযোগ বা ফল প্রকাশ

পর্যবেক্ষণ হতে পাওয়া উপাত্তকে কোনো নির্দিষ্ট রূপে লিপিবদ্ধ বা প্রকাশ করতে হয় যাতে অন্যরা উপাত্তসমূহকে বুঝতে পারে অথবা পর্যবেক্ষণকারী নিজেই পরে কোনো এক সময়ে তা বুঝতে পারে। বিভিন্নভাবে যোগাযোগ করতে/উপাত্ত উপস্থাপন করতে হয়। সঠিক ছবি ও চিত্র আঁকা, সঠিক চার্ট ও লেখচিত্র (Graph) তৈরি, যথাযথ মডেল নির্মাণ এবং পরিষ্কার ভাষায় বর্ণনার মাধ্যমে কোনো বস্তু বা ঘটনাকে প্রকাশ করতে হয়। যেমন- সরল দোলকের সাহায্যে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় করার সময় সুতার দৈর্ঘ্যকে আনুভূমিক বরাবর এবং সময়কে উল্লম্ব বরাবর নিয়ে লেখচিত্র তা থেকে দৈর্ঘ্য ও সময়ের মান নিয়ে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় করা হয়।

## পূর্বানুমান (Prediction)

আমরা দৈনন্দিন জীবনে নানাক্ষেত্রে পূর্বানুমান করি। পূর্বানুমান হলো জানা তথ্যের উপর ভিত্তি করে ভবিষ্যতে বা অন্য কোনো ক্ষেত্রে কী ঘটতে পারে তার পূর্বাভাস। বৈশাখ মাসে উত্তর পশ্চিম আকাশে কালো মেঘ দেখলে আপনি কী করবেন? নিশ্চয়ই তাড়াতাড়ি বাড়ি ফিরবেন। আমরা পূর্বানুমান করি যে, কিছুক্ষণ পরেই কালবৈশাখী শুরু হবে। বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই এটি ঘটে থাকে কারণ পূর্বানুমানটি অনেক বছরের জানা তথ্যের উপর ভিত্তি করে করা। এক্ষেত্রে আপনি বছরের পর বছর দেখে এসেছেন যে, বৈশাখ মাসে উত্তর-পশ্চিম আকাশের কোণে কালো মেঘ করলে তার পরই কালবৈশাখী শুরু হয়। বিজ্ঞানে পূর্বানুমান একটি মৌলিক দক্ষতা। বিজ্ঞানের গবেষণায়, দৈনন্দিন জীবনে (রাস্তা পার হওয়া) ও বিজ্ঞান শিখন-শেখানোতে পূর্বানুমান একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। পূর্বানুমান কখনই শুধু আন্দাজ বা অনুমানের বিষয় নয়, পূর্বানুমান অবশ্যই জানা তথ্যের ভিত্তিতে হতে হবে।

## পরীক্ষণ

একজন শিশুর কাছে পরীক্ষণ হলো “কী ঘটবে তা দেখার জন্য কিছু একটা করা”। (O'Brien, 2006, p. 99)। আমরা পূর্বে বর্ণিত দক্ষতাগুলোতে দেখেছি যে, ঐ ধরনের কাজে আমরা নিজেরা কোনো কিছু পরিবর্তন করি না। যা আছে বা ঘটছে তা-ই পর্যবেক্ষণ করি, বর্ণনা করি, পরিমাপ করি, সম্ভাব্য ব্যাখ্যা দান করি, শ্রেণিকরণ করি অথবা পূর্বানুমান করি। কিন্তু পরীক্ষণের ক্ষেত্রে কোনো কিছু (বস্তু, উপাদান বা ঘটনা) পরিবর্তন করে দেখি তার ফল কী হয়? একটি উদাহরণ দিলেই পরীক্ষণের ব্যাপারটি পরিষ্কার হবে। সরল দোলকের সাহায্যে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় করার সময় সুতার দৈর্ঘ্য পরিবর্তন করে সময় পরিমাপ করা হয়। এখানে সুতার দৈর্ঘ্য স্বাধীন চলক (Independent Variable) এবং সময় হলো নির্ভরশীল চলক (Dependent variable)। সময়ের মান নির্ভর করে সুতার দৈর্ঘ্য পরিবর্তনের ওপর। এটি একটি পরীক্ষণ।

পরীক্ষণ দক্ষতা মূলত একটি সমন্বিত প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা। কারণ একটি পরীক্ষণে অন্যান্য প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। যেমন উপরে বর্ণিত পরীক্ষণে পর্যবেক্ষণ ও পরিমাপ দক্ষতাসমূহ প্রয়োগের দরকার হবে। এজন্য অনেক শিক্ষা-গবেষক নিচের শ্রেণিতে অর্থাৎ কম বয়সী শিশুদের জন্য পরীক্ষণ অন্তর্ভুক্তির বিরোধিতা করেন। পরীক্ষণের ক্ষেত্রে দুটি বিষয় গুরুত্বপূর্ণ। একটি হলো কী পরীক্ষা করা দরকার তার একটি ধারণা (অনুমিত সিদ্ধান্ত) এবং অন্যটি হলো চলক নিয়ন্ত্রণ করা।

**অনুমিত সিদ্ধান্ত :** কোনো কিছু করার বা পরিবর্তনের মাধ্যমে পরীক্ষা (Test) বা যাচাই করার আগে ‘কী করলে কী ঘটবে’ এ সম্পর্কে শিক্ষার্থীর ধারণা করা দরকার। যেমন এটি পাথরকে উপরের দিকে ছুঁড়লে তার কী হবে তা শিক্ষার্থীদের এসব ধারণা অবশ্যই তাদের অভিজ্ঞতা ও পূর্বজ্ঞান থেকে করে থাকে। এটি পরীক্ষণের আগে শিক্ষার্থীরা নানা ধরনের অনুমিত সিদ্ধান্ত নিতে পারে। উপরে উল্লিখিত তিনটি অনুমিত সিদ্ধান্তই পরীক্ষণ করে দেখা যেতে পারে সত্যিই তা ঘটে কিনা। এভাবে অনুমিত সিদ্ধান্ত হলো ‘এটি করলে কী ঘটবে’ এমন একটি ধারণা যা পরীক্ষা করার যোগ্য।

চলক নিয়ন্ত্রণ : পরীক্ষণের মাধ্যমে আমরা জানতে পারি কোনো কিছু পরিবর্তন করলে কী ঘটে অথবা কোনো ঘটনার উপর কোনো নিয়ামক কীরূপ প্রভাব ফেলে। আমরা যদি সঠিকভাবে নির্ণয় করতে চাই কোনো একটি নিয়ামক কোনো ঘটনা বা বস্তুর উপর কীরূপ প্রভাব ফেলে তা হলে আমরা কেবল ঐ নিয়ামক বা চলকটিই পরিবর্তন করতে পারবো; অন্য সবকিছু/অবস্থা একই রাখতে হবে। যেমন, আমরা হয়তো কোনো বিক্রিয়ার গতির উপর তাপমাত্রার প্রভাব পরীক্ষা করে দেখতে চাই। কিন্তু ঐ বিক্রিয়ার উপর হয়তো চাপেরও প্রভাব আছে। তাই এক্ষেত্রে আমাদের যা করতে হবে তা হলো এ পরীক্ষার সময় চাপ সবসময় সমান বা স্থির রাখতে হবে।

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ১। বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের পদ্ধতিগুলো কী কী?
- ২। পরীক্ষণ পদ্ধতিতে কোনটি বিবেচনায় আনা হয়?
- ৩। পদার্থবিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রকৃতি কী কী?
- ৪। বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ও সূত্রের মধ্যে পার্থক্য কী?
- ৫। বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের পরিবর্তনশীলতা ব্যাখ্যা করুন।
- ৬। পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রের মধ্যে আন্তঃসম্পর্কের ২টি উদাহরণ দিন।
- ৭। বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর মানুষের বৈশিষ্ট্য কী কী?
- ৮। বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতাসমূহ কী কী?

### রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। একজন শিক্ষার্থী কেন বিজ্ঞান পড়বে তার কারণ উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ২। পদার্থ বিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রকৃতিসমূহ উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ৩। পদার্থবিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিজ্ঞানের সম্পর্ক উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ৪। বৈজ্ঞানিকভাবে সাক্ষর একজনব্যক্তির বৈশিষ্ট্যসমূহ উদাহরণসহ আলোচনা করুন।
- ৫। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির ভিত্তি তৈরিতে পদার্থবিজ্ঞানের গুরুত্ব আলোচনা করুন।
- ৬। বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতাসমূহ উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।

### তথ্যসূত্র

১. শিক্ষক শিক্ষাক্রম নির্দেশিকা- পদার্থবিজ্ঞান, এনসিটিবি
২. [www.feynmanlectures.catech.edu/l\\_03.html](http://www.feynmanlectures.catech.edu/l_03.html)
৩. G. Venville and V. Dawson (Eds.) (2012), *The Art of Teaching Science: For middle and secondary school* (2nd ed.) Sydney: Allen & Unwin.

## ইউনিট ৩ : শিক্ষার্থী কীভাবে পদার্থবিজ্ঞান শেখে

মানুষ কীভাবে শেখে? মজা করে বলা হয়, মানুষ যেমন দেখে শিখে তেমনি ঠেকেও শিখে। মানুষ কীভাবে শিখন অর্জন করে বা শিখন কীভাবে সঞ্চালিত হয় তা নিয়ে যুগ যুগ ধরে মনোবিজ্ঞানীগণের গবেষণা নিরন্তরভাবে চলছে। মনোবিজ্ঞানিরা বলছেন মানুষ যেমন অভিজ্ঞতার মাধ্যমে শিখে, তেমনি চর্চার মাধ্যমেও শেখে। মানুষ পরিবেশ থেকে যেমন শেখে তেমনি পরিবার, সমাজ ও সাংস্কৃতিক আঙ্গিনা থেকেও শেখার সুযোগ পায়। শিখন সম্পর্কে মনোবিজ্ঞানীগণের মতবাদগুলোর মধ্যে শিখনের পদ্ধতি নিয়ে ভিন্নতা রয়েছে। তবে, শিখনের ধারণা বা এর অর্থ নিয়ে কোন মতভিন্নতা দেখা যায় না। শিখনের উপর ভিত্তি করে যে মতবাদগুলো প্রতিষ্ঠিত হয়েছে তা শুধুই তত্ত্ব হিসাবে চর্চা নয়, বরং এই মতবাদসমূহ শ্রেণি কার্যক্রমে শিখন চাহিদা অনুসারে ব্যবহার করলে শিক্ষার্থীর মধ্যে প্রত্যাশিত ও কাঙ্ক্ষিত মানের আচরণের পরিবর্তন সংগঠিত হবে। শিখনের মতবাদগুলোর মধ্যে আচরণমূলক মতবাদ, গঠনবাদ মতবাদ এবং শিখনের সামাজিক-সাংস্কৃতিক মতবাদ এখানে বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

৩.১ পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের শিখনতত্ত্ব জানার প্রয়োজনীয়তা; আচরণবাদী শিখনতত্ত্ব অনুসারে শিখনে শিক্ষার্থীর ভূমিকা ও শিক্ষার্থীর বিজ্ঞান শিখনে তার পূর্বজ্ঞানের ভূমিকা

৩.২ গঠনবাদের মূলকথা; ভাইগোটস্কির সামাজিক-সাংস্কৃতিক তত্ত্ব ও সামাজিক গঠনবাদ

### ৩.১ পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের শিখনতত্ত্ব জানার প্রয়োজনীয়তা; আচরণবাদী শিখনতত্ত্ব অনুসারে শিখনে শিক্ষার্থীর ভূমিকা ও শিক্ষার্থীর বিজ্ঞান শিখনে তার পূর্বজ্ঞানের ভূমিকা

#### পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের শিখনতত্ত্ব জানার প্রয়োজনীয়তা

মানুষকে সম্পদে পরিণত করার মুখ্য দায়িত্ব পালন করেন শিক্ষক। তাই শিক্ষককে বলা হয় থাকে মানুষ গড়ার কারিগর। শিক্ষক শিক্ষার যে স্তরেই কাজ করুন না কেন, তিনি শিক্ষাদান প্রক্রিয়ার সাথে সক্রিয়ভাবে জড়িত থেকে শিক্ষার্থীকে সম্পদে পরিণত করেন। একটি সম্পূর্ণ শিক্ষাদান প্রক্রিয়া প্রধানত তিনটি স্তরে সম্পন্ন করা হয়। এই স্তর তিনটি হলো-

- প্রথম স্তর : শিক্ষকের প্রস্তুতি (Teacher's preparation) অর্থাৎ, শিক্ষক যা শেখাবেন তার জন্য নিজে থেকে সঠিকভাবে প্রস্তুত করা
- দ্বিতীয় স্তর : শিখন সঞ্চালন করা (Transfer of learning) অর্থাৎ শিক্ষার্থী যা শিখবে বা অর্জন করবে তা যেন প্রকৃত অর্থেই শিখতে পারে তার যথাযথ ব্যবস্থা করা এবং
- তৃতীয় স্তর : শিক্ষার্থী মূল্যায়ন করা (Student's assessment) অর্থাৎ, শিক্ষার্থীর যা শেখার কথা, প্রকৃত অর্থে শিক্ষার্থী তা শিখেছে কি না নিশ্চিত হবার জন্য পরিমাপ করা।

এই তিনটি স্তরের সমন্বিত রূপ হলো শিক্ষাদান প্রক্রিয়া। শ্রেণি কার্যক্রমে তিনটি স্তরের ক্রিয়া সমন্বিতভাবে পরিচালনা করতে হয়। অপরদিকে, আচরণের কাঙ্ক্ষিত পরিবর্তনই হচ্ছে শিখন। শিক্ষাদান প্রক্রিয়ার বর্ণিত তিনটি স্তরের কার্যক্রম সফলভাবে সম্পন্ন হলেই তবে কাঙ্ক্ষিত আচরণের পরিবর্তন তথা শিখন সংগঠিত হয়েছে বলা যাবে। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের একজন শিক্ষক হিসাবে আপনি কীভাবে শিক্ষাদান প্রক্রিয়ার তিনটি স্তরের কার্যক্রম সফলভাবে সম্পন্ন করবেন?

বিভিন্ন সময়ে শিক্ষাবিদ, দার্শনিক এবং শিক্ষা মনোবিজ্ঞানীগণ বিভিন্ন ধারণার শিখনতত্ত্বের অবতারণা করেন। শিখনতত্ত্ব হচ্ছে একটি ধারণাগত রূপরেখা (conceptual framework) যা শিখনপ্রক্রিয়া চলাকালীন শিক্ষার্থীদের মধ্যে জ্ঞান ও অভিজ্ঞতা কীভাবে আত্মীভূত হবে, সঞ্চালিত হবে এবং চলমান থাকবে তার সামগ্রিক নির্দেশনা প্রদান করে। শিক্ষাদান প্রক্রিয়া সুষ্ঠু ও নিখুঁতভাবে সম্পন্ন করতে শিখনতত্ত্ব শিক্ষকগণকে সাহায্য করে। শিখনতত্ত্ব শিক্ষার্থীর ভারসাম্যপূর্ণ বিকাশ তথা শিক্ষার্থীর বৃদ্ধিবৃত্তিক, আবেগিক, মানসিক, সামাজিক, দৈহিক এবং আধ্যাত্মিক বিকাশে শিক্ষককে দিকনির্দেশনা প্রদানের মাধ্যমে

সহযোগিতা প্রদান করে। শিখনের উদ্দেশ্য সম্পর্কে শিক্ষককে ধারণা প্রদান করে। শিক্ষণ এবং শিখন (Teaching and learning) সম্পর্কে শিক্ষককে নির্দেশনা প্রদান করে। শ্রেণিতে নানা সামর্থ্যের শিক্ষার্থী থাকে। সকল শিক্ষার্থীর শিখন চাহিদা এক রকম হয় না। শিক্ষার্থীর শিখন চাহিদা নিরূপণ করা শিক্ষাদান প্রক্রিয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ অনুষঙ্গ। শিখনতত্ত্ব শিক্ষার্থীর শিখন চাহিদা মেটানোর জন্য শিক্ষককে কার্যকর পথ নির্দেশনা প্রদান করতে পারে।

শিক্ষা বিজ্ঞানের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হলো শিখনতত্ত্ব। শিখনতত্ত্ব শিখন সঞ্চালনের নানা রূপ, প্রক্রিয়া এবং পদ্ধতিকে ব্যাখ্যা করে। শিক্ষার্থী প্রশ্ন করলে শিক্ষক কী করবেন? তিনি কি নিজেই উত্তর দিয়ে দিবেন না অন্য কোনো কৌশল ব্যবহার করে শিক্ষার্থীর চাহিদা পূরণ করবেন? শিক্ষার্থীর সমস্যা সমাধানে শিক্ষকের ভূমিকা কী হবে? শিক্ষার্থীর ভূমিকা কী হবে? শিক্ষক কীভাবে শিক্ষার্থী কেন্দ্রিক শিখন প্রক্রিয়ায় শিক্ষার্থীকে যুক্ত (engage) করবেন? শিক্ষার্থীর শিখনের জন্য শিক্ষক শিক্ষার্থীকে কতটুকু সময় দিবেন? পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষক কীভাবে পদার্থবিজ্ঞানের সৌন্দর্যবোধ এবং নান্দনিকতা শিক্ষার্থীর মধ্যে সঞ্চার করবেন? শিক্ষক কীভাবে শিক্ষার্থীর শিখন চাহিদা নিরূপণ করবেন? শিক্ষক কীভাবে শিক্ষার্থীর অতীত অভিজ্ঞতা যাচাই করবেন এবং নতুন জ্ঞানের সাথে যুক্ত করবেন? বর্ণিত সকল প্রশ্নের উত্তর শিখনতত্ত্ব প্রদান করতে পারে।

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের চাহিদা ও নির্দেশনা অনুসারে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষককে শ্রেণি কার্যক্রমে শিখনতত্ত্ব ব্যবহার করতে হবে। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম শ্রেণি কার্যক্রমে শিক্ষকের ক্রমাগত বক্তৃতা প্রদানকে একেবারেই নিরুৎসাহিত করে। শিখন কার্যক্রমে শিক্ষার্থীকে নিষ্ক্রিয় শিক্ষার্থী (passive learner) হিসাবে রাখা যাবে না। শিক্ষার্থীর অতীত অভিজ্ঞতাকে নিরূপন করতে হবে এবং নতুন ক্রিয়াকর্মের মাধ্যমে তাকে নতুন শিখনের সাথে যুক্ত করতে হবে। শিক্ষাক্রমে বর্ণিত শিখনফলের চাহিদা এবং শিক্ষার্থীর সামর্থ্য বিবেচনায় এনে শিক্ষার্থীকে শিখন প্রক্রিয়ার সাথে যুক্ত করতে হবে। শিখন প্রক্রিয়ার সাথে শিক্ষার্থীকে এমনভাবে যুক্ত করতে হবে যেন শিখন সুদৃঢ় হয় এবং দীর্ঘস্থায়ী হয়। শিখন শিক্ষার্থীর সামাজিক পরিবেশের সাথে প্রাসঙ্গিক হতে হবে। শিখন প্রক্রিয়ায় শিক্ষার্থীকে এমন ক্রিয়াকর্মের সাথে যুক্ত করতে হবে যেন শিক্ষার্থী শিখনের প্রাসঙ্গিকতা উপলব্ধি করতে পারে। অন্যথায় শিক্ষার্থীর নিকট শিখন আনন্দদায়ক হবে না। শিখন হবে পীড়াদায়ক। ফলশ্রুতিতে শিক্ষার্থীর মধ্যে মুখস্থ করার প্রবণতা বৃদ্ধি পাবে এবং প্রকান্তরে বিদ্যালয়ে আসার উৎসাহ হারিয়ে ফেলবে। তাই একজন দক্ষ এবং নিবেদিত পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের প্রধান কর্তব্য হচ্ছে এই পাঠ্যপুস্তকে বর্ণিত সবগুলো শিখনতত্ত্ব গভীরভাবে জানা ও উপলব্ধি করা এবং শিক্ষাক্রম এবং শিক্ষার্থীর চাহিদা অনুসারে শ্রেণি কার্যক্রমে তা ব্যবহার করে শ্রেণি কার্যক্রমকে সফল করা।

## আচরণবাদী শিখনতত্ত্ব অনুসারে শিখনে শিক্ষার্থীর ভূমিকা

মানুষের সকল আচরণ বিশ্লেষণসাধ্য এবং এই আচরণ কার্যকারণনীতির দ্বারা পরিচালিত হয়। এটি হচ্ছে আচরণবাদের মূল কথা। আচরণবাদ পরিচালিত হয় 'উদ্দীপক-প্রতিক্রিয়া' নীতির ভিত্তিতে। উদ্দীপক ও প্রতিক্রিয়ার মধ্যে নির্ভুল সংযোগ স্থাপন হলেই কেবল শিখন সংগঠিত হয়। আচরণবাদের বিশ্বদৃষ্টিভঙ্গি হচ্ছে শুধু মাত্র বহিঃস্থ উদ্দীপকের কারণে সকল আচরণ সংগঠিত হয় এবং প্রকাশিত হয়। এই মতবাদ অনুসারে প্রাণীর সকল আচরণকে ব্যাখ্যা করার জন্য অভ্যন্তরীণ মানসিক অবস্থা বা সচেতন চিন্তাধারার (internal mental states or consciousness) বিবেচনা করার কোনো প্রয়োজন হয় না। আচরণবাদ মতবাদের বিশ্বদৃষ্টিভঙ্গি হচ্ছে এই মতবাদের অধীনে শিখন প্রক্রিয়ায় শিক্ষার্থী অক্রিয় বা নিষ্ক্রিয় থাকে। শিক্ষার্থী শুধুমাত্র বহিঃস্থ বা পারিপার্শ্বিক উদ্দীপক দ্বারা সাড়া দেয়। আচরণবাদ শিখনতত্ত্ব শুধুমাত্র বাহ্যিক মানসিক ক্রিয়া প্রতিক্রিয়াকে বিবেচনা করে। শিক্ষকের কর্তৃত্বই এখানে মুখ্য। শিক্ষক কর্তৃত্ববাদী হয়ে থাকেন। শিক্ষার্থীকে শিক্ষকের নির্দেশনা সরাসরি অনুসরণ করতে হয়। শিক্ষার্থী শ্রেণিতে সক্রিয় শ্রোতা হিসাবে থাকে। শিখন পরিবেশ উন্মুক্ত থাকে না। স্বতঃস্ফূর্ত শিখন পরিবেশ অনুপস্থিত থাকে। আচরণবাদ মতবাদে শিক্ষার্থীর জন্য পুরস্কার ও শাস্তি উভয় ব্যবস্থাই আছে। আচরণবাদ শিখনতত্ত্ব প্রধানত মানব আচরণ পর্যবেক্ষণ করে এবং তা পরিমাপের মাধ্যমে শিখন কার্যক্রম সম্পন্ন করে। অর্থাৎ শিখনের আচরণমূলক মতবাদগুলো সেসব আচরণ সম্পর্কিত যেগুলো পরিমাপ করা যায়। প্রাণীর মানসিক ক্ষমতার উপর শিখন পদ্ধতির সফলতা অনেকাংশে নির্ভর করে। বুদ্ধিমান ব্যক্তি যে কাজটি অন্তর্দৃষ্টি ব্যবহার করে স্বল্পতম সময়ে করতে পারে, অপেক্ষাকৃত কমবুদ্ধিসম্পন্ন ব্যক্তি একই কাজ 'প্রচেষ্টা ও ভুল' পদ্ধতি ব্যবহার করে অধিক সময় ব্যয় করে করতে পারে।

যেমন ধরুন, আপনি শিক্ষার্থীদের শ্রেণিতে গতি সংক্রান্ত একটি সমস্যা সমাধান করার জন্য দিলেন। শিক্ষার্থীরা গতির সমীকরণ সংশ্লিষ্ট সবগুলো ফর্মুলা একে একে ব্যবহার করতে লাগল সমস্যাটি সমাধানের জন্য। কিছু শিক্ষার্থী সমস্যটির সমাধান করতে পারলেও অধিকাংশ শিক্ষার্থী সমাধানটি করতে পারেনি। যে সকল শিক্ষার্থী সমাধানটি করতে পেরেছে তারা উদ্দীপক (সমস্যা) এবং প্রতিক্রিয়ার (সঠিক ফর্মুলার ব্যবহার) নির্ভুল সংযোগ স্থাপন করতে পেরেছে। অন্যদিকে, যে সকল শিক্ষার্থী সমাধানটি

করতে পারেনি তারা উদ্দীপক এবং প্রতিক্রিয়ার মধ্যে নির্ভুল ব্যবহার সংযোগ স্থাপন করতে পারেনি। এটি হচ্ছে প্রচেষ্টা ও ভুলের মাধ্যমে শেখা। আচরণবাদ শিখনতত্ত্বের মৌলিক বৈশিষ্ট্য অনুসারে আপনি বর্ণিত উদাহরণে শিখন প্রক্রিয়ায় শিক্ষার্থীর ভূমিকা কীভাবে ব্যাখ্যা করবেন? আপনি কি মনে করেন শুধুমাত্র বার বার একটি বিষয় চর্চা করলেই শিখন স্থায়ী হয় বা কার্যকর শিখন হয়? অনুশীলন করাই কি শিখনের অপরিহার্য অঙ্গ? প্রকৃত অর্থে অনুশীলনের মাধ্যমে সাফল্য অর্জনের জন্য অনেকগুলো প্রভাবকের ভূমিকা রয়েছে যার যে কোনো একটির অনুপস্থিতিতে শিক্ষার্থীর অনুশীলন সফল নাও হতে পারে।

## শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান শিখনে তার পূর্বজ্ঞানের ভূমিকা

অভিজ্ঞতার মাধ্যমে মানুষের আচরণে যে পরিবর্তন আসে তাকে সাধারণত শিখন বলা হয়। মানুষ যখন কোনো নতুন আচরণ নিয়মিতভাবে প্রদর্শন করার সক্ষমতা অর্জন করে তখন মানুষটির শিখন সম্পন্ন হয়েছে বলা যায়। আচরণের পরিবর্তন নির্ভর করে ব্যক্তির অর্জিত নতুন অভিজ্ঞতার (experience) উপর। এই আচরণ ভালো বা মন্দ উভয়ই হতে পারে। এটি নির্ভর করে নতুন অভিজ্ঞতার বৈশিষ্ট্যের ওপর। পুরাতন আচরণের পরিবর্তে নতুন আচরণ প্রদর্শন করার পিছনে যা কাজ করে অথবা যা ব্যক্তিকে প্রভাবিত করে তা হচ্ছে আরেকটি নতুন অভিজ্ঞতা। ব্যক্তি নতুন অভিজ্ঞতার কতটুকু গ্রহণ করবে বা বর্জন করবে তা নির্ভর করে ব্যক্তির মনোভাবের উপর। শিখনঘটিত আচরণের একটি সুনির্দিষ্ট গতিপথ থাকে। সকল মানুষ একই গতিপথে শিখন সম্পন্ন করে না। এটি নির্ভর করে ব্যক্তির শিখন চাহিদার উপর। শিখন হয় নতুন কিছু করার মধ্যে এবং এর শর্ত হচ্ছে ব্যক্তি এই 'নতুন কিছু' ব্যক্তি তার স্মৃতিতে ধরে রাখবে এবং যা পরবর্তী ক্রিয়ায় প্রদর্শন করার সমক্ষতা দেখাবে। তাই বলা যায়, পরিস্থিতির প্রয়োজনে উপযুক্ত নতুন আচরণ আয়ত্ত করা এবং তার প্রকাশই হচ্ছে শিখন। জর্জ বার্নার্ড শ বলেছেন, 'শিখন হচ্ছে আচরণের সংশোধন'। ম্যাগগিওক-এর মতে 'অনুশীলনের মাধ্যমে আচরণের সংশোধন হচ্ছে শিখন'। উপরোক্ত আলোচনা থেকে শিখনের তিনটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান পাওয়া যায়। এগুলো হচ্ছে-

- আচরণের পরিবর্তন ভালো বা মন্দ উভয়ই হতে পারে
- অভিজ্ঞতা এবং চর্চা (practice) মাধ্যমেই আচরণের পরিবর্তন সংগঠিত হয়
- আচরণের পরিবর্তন অপেক্ষাকৃত স্থায়ী হতে হবে।

উপরের আলোচনা থেকে দেখা যায় যে, অভিজ্ঞতা এবং চর্চার মাধ্যম আচরণের মধ্যে কাঙ্ক্ষিত পরিবর্তন সাধিত হয়। একাধিক অভিজ্ঞতার পারস্পারিক মিথস্ক্রিয়া থেকে নতুন অভিজ্ঞতা জন্ম নেয়। মানুষের এই অভিজ্ঞতা কীভাবে অর্জন করে?

মানুষ সাধারণত দুইটি উৎস থেকে অভিজ্ঞতা লাভ করে। একটি উৎস হচ্ছে প্রকৃতি (nature) থেকে এবং অপর উৎস হচ্ছে প্রতিষ্ঠান (institution)। আনুষ্ঠানিক শিখন বা প্রাতিষ্ঠানিক শিখন অনেক ক্ষেত্রেই জটিল হয়। প্রাতিষ্ঠানিক শিখন অনুশীলনের মাধ্যমে নতুন অভিজ্ঞতা সৃষ্টি করে। একটি অভিজ্ঞতা আরেকটি অভিজ্ঞতা অর্জনে সহায়তা করে। তাই শিখনের ক্ষেত্রে পূর্ব অভিজ্ঞতাকে ব্যবহার করা হচ্ছে একটি গুরুত্বপূর্ণ শিখন শেখানো পদ্ধতি/কৌশল হিসাবে। এই কৌশলকে অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে শিখন(experiential learning) বলা হয়।

কোনো একটি বিষয়ে শিক্ষার্থী সবই জানে অথবা কিছুই জানে না শিক্ষার্থী সম্পর্কে এমন কোনো ধারণা পোষণ করা উচিত নয়। কোনো একটি বিষয়বস্তু পাঠ্যপুস্তকে নতুন হলেও শিক্ষার্থীর কাছে তা নতুন নাও হতে পারে। তাই পূর্বজ্ঞান যাচাই না করে পাঠ কার্যক্রম শুরু করলে যেসব শিক্ষার্থী বিষয়টি সম্পর্কে জানে তাদের কাছে শিক্ষকের উপস্থাপনা আকর্ষণীয় এবং আনন্দদায়ক নাও হতে পারে। আবার যেসব শিক্ষার্থীর বিষয়টি সম্পর্কে পূর্বজ্ঞান বা প্রারম্ভিক জ্ঞানের সীমাবদ্ধতা রয়েছে তাদের কাছেও শিক্ষকের উপস্থাপনা আকর্ষণীয় এবং আনন্দদায়ক হবে না। তাই শ্রেণি কার্যক্রমকে অর্থবহ করতে হলে শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করে সকল শিক্ষার্থীর জন্য পাঠকার্যক্রম পরিচালনা করা প্রয়োজন।

একটি শ্রেণিতে নানা দক্ষতা ও সামর্থ্যের শিক্ষার্থী থাকে। সকল শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানের স্তর বা সীমা এক রকম হয় না। শিক্ষক একটি নতুন শিখনফলের শিখন কার্যক্রম কোথা থেকে শুরু করবেন তা সঠিকভাবে নির্দিষ্ট করা খুবই প্রয়োজন। এই কাজটি শিক্ষক সঠিকভাবে শুরু করতে পারেন শুধু শিক্ষার্থীর প্রারম্ভিক জ্ঞানের স্তর অবস্থা যাচাইয়ের মাধ্যমে। এতে করে শিক্ষক শিক্ষার্থীর চাহিদার বিষয়টি অবহিত হতে পারেন এবং সে অনুযায়ী পাঠপত্রিকল্পনা সাজাতে পারেন। শিক্ষার্থীর শিখন চাহিদার বিষয়টি বিবেচনায় এনে শিক্ষার্থীকে কী ধরনের কার্যক্রমের সাথে যুক্ত করবেন এবং কী ধরনের শিখন উপকরণ ব্যবহার করবেন তা নির্ধারণ করতে পারেন এবং শিক্ষার্থী মূল্যায়নের কৌশলও সৃষ্টি ও সুচারুভাবে সম্পন্ন করতে পারেন। এতে করে শিক্ষার্থীর বুদ্ধিবৃত্তিক, শারীরিক, মানসিক এবং আবেগিক বিকাশ ভারসাম্যপূর্ণ হয়। শিক্ষার্থীর শিখন চাহিদা নিরূপণ করে শিখন কার্যক্রম পরিচালনা করা প্রয়োজন। আর শিক্ষার্থীর শিখন চাহিদা নির্ণয় করা যায় শিক্ষার্থীর শুধু পূর্বজ্ঞান বা প্রারম্ভিক জ্ঞান যাচাইয়ের মাধ্যমে।

শিক্ষার্থীর পূর্বঅভিজ্ঞতা বা প্রারম্ভিক জ্ঞান শিক্ষকের জানা কেন প্রয়োজন?

- কোনো একটি নির্দিষ্ট বিষয়বস্তু শেখার জন্য শ্রেণিতে উপস্থিত সকল শিক্ষার্থীর জন্য অপরিহার্য যে প্রারম্ভিক জ্ঞানের প্রয়োজন তা সকল শিক্ষার্থীর মধ্যে আছে কিনা তা জানা
- সকল শিক্ষার্থীদের জন্য নতুন শিখনফল অর্জনের জন্য তথা নতুন জ্ঞান অর্জনের সমান ক্ষেত্র তৈরি করা (making equal level of learning for all students)
- জ্ঞান অর্জনের সমানক্ষেত্র তৈরি করার পরই একটি ভারসাম্যপূর্ণ পাঠ পরিকল্পনা শ্রেণিতে বাস্তবায়ন করা ।

পদার্থবিজ্ঞানের একজন শিক্ষক হিসাবে আপনি কীভাবে শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করবেন? শিক্ষক দুইভাবে একটি বিষয়বস্তু সম্পর্কে শিক্ষার্থীর কাজিত ও প্রত্যাশিত প্রারম্ভিক জ্ঞান যাচাই করতে পারেন। একটি হতে পারে কোনো অধ্যয়নভিত্তিক এবং অপরটি হতে পারে পিরিয়ডভিত্তিক। অধ্যায়ের শুরুতে শিক্ষক সম্পূর্ণ অধ্যয়ন নিয়ে শিক্ষার্থীদের প্রারম্ভিক জ্ঞান যাচাই করতে পারে। আবার প্রতিটি পিরিয়ডের শুরুতেও শিক্ষক প্রারম্ভিক জ্ঞান যাচাই করতে পারেন। শিক্ষক যদি অধ্যয়নভিত্তিক প্রারম্ভিক জ্ঞান যাচাই করতে চান তবে এর জন্য একটি পিরিয়ড বরাদ্দ রেখে এই কার্যক্রম পরিচালনা করতে পারেন। এতে করে শিক্ষার্থীরা কোনো একটি নতুন অধ্যায়ের শুরুতে সম্পূর্ণ অধ্যয়ন সম্পর্কে একটি সূচনা ধারণা (introductory concept) লাভ করার সুযোগ পাবে। বিষয়বস্তু এবং বিষয়বস্তু সংশ্লিষ্ট পরিভাষা (Terminology) যা শিক্ষার্থীর জানা আছে বলে প্রত্যাশা করা যায় তা দিয়েই শিক্ষার্থীর প্রারম্ভিক জ্ঞান যাচাই করা প্রয়োজন। শিখনফল সংশ্লিষ্ট অপেক্ষকৃত কম কাঠিন্যের মানের (lower difficulties level) কোনো একটি ইস্যুভিত্তিক রচনামূলক কাজ বা অ্যাসাইনমেন্ট, সংক্ষিপ্ত উত্তর-প্রশ্ন, দলভিত্তিক কাজ ও উপস্থাপনা, কুইজ ইত্যাদির মাধ্যমে বিষয়বস্তু সম্পর্কে শিক্ষার্থীর বর্তমান অবস্থা জানা যেতে পারে। বাড়ির কাজ দিয়েও পূর্ব অবস্থা যাচাই করা যেতে পারে। তবে, সেক্ষেত্রে শিক্ষককে নিশ্চিত হতে হবে বাড়ির কাজটি শিক্ষার্থী নিজে করেছে। বাড়ির কাজ শিক্ষক শ্রেণিতে উপস্থাপনা করবেন এবং শিক্ষার্থীদের প্রাথমিক জ্ঞানের অবস্থা নির্ধারণ করবেন।

আপনি কিভাবে শিক্ষার্থীদের প্রারম্ভিক বা পূর্বজ্ঞান যাচাই করবেন তার একটি নমুনা নিচে দেওয়া হলো।

অধ্যায়ের নাম : ভৌতরাশি ও পরিমাপ

শিক্ষাক্রমে বর্ণিত শিখনফল : দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহৃত বস্তু সামগ্রীর দৈর্ঘ্য, ভর, ক্ষেত্রফল ও আয়তন নির্ণয় করতে পারবে।

[এটি প্রয়োগ স্তরের একটি শিখনফল। এখানে শিক্ষার্থী তার জ্ঞান ও অনুধাবনকে ব্যবহার করার সুযোগ পাবে এবং সক্ষমতা অর্জন করবে। যেহেতু এটি প্রয়োগ স্তরের শিখনফল তাই শিক্ষার্থী যেন দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহৃত বস্তু সামগ্রীর দৈর্ঘ্য, ভর, ক্ষেত্রফল ও আয়তন নির্ণয় করার সক্ষমতা অর্জন করতে পারে সেজন্য পর্যাপ্ত চর্চার সুযোগ শিক্ষার্থীকে দিতে হবে।]

আপনি যেসব প্রশ্নের মাধ্যমে বর্ণিত শিখনফলের জন্য শিক্ষার্থীর প্রত্যাশিত পূর্বজ্ঞান যাচাই করতে পারেন সেগুলো হতে পারে-

১. দৈর্ঘ্য ভর, ক্ষেত্রফল এবং আয়তন বলতে শিক্ষার্থীরা কি বোঝে তা প্রতীক ও এককসহ লিখতে বলুন।  
সময় ৫ মিনিট
২. দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহার করা হয় এমন ৫টি বস্তু সামগ্রীর নাম লিখতে বলুন যাদের দৈর্ঘ্য, ভর, ক্ষেত্রফল ও আয়তন আছে।  
সময় ৫ মিনিট
৩. শিক্ষার্থীদের লিখিত ৫টি বস্তু সামগ্রীর দৈর্ঘ্য, ভর, ক্ষেত্রফল ও আয়তন কিভাবে নির্ণয় করা হবে লিখতে বলুন।  
সময় ১০মিনিট

উপরের প্রশ্নসমূহে শিক্ষার্থীদের সঠিক ধারণা অর্জন করেছে নিশ্চিত হবার পর শিক্ষক শিক্ষার্থীদের মূল কার্যক্রমের সাথে যুক্ত করবেন।



## ৩.২ গঠনবাদের মূলকথা; ভাইগোটস্কির সামাজিক-সাংস্কৃতিক তত্ত্ব ও সামাজিক

### গঠনবাদ

নিকট অতীতে পদার্থবিজ্ঞান শিখন প্রক্রিয়ার প্রধান ফোকাসে বা কেন্দ্রে ছিলেন শিক্ষক। শিক্ষকের অবস্থান ছিল অতিমাত্রায় শিখন কেন্দ্রে। শিক্ষার্থীরা ছিল নিষ্ক্রিয়। প্রধানত শিক্ষকের বক্তৃতা শোনা ছাড়া শিক্ষার্থী কোনো কিছু করার ছিল না। শিক্ষার্থীরা ছিল নীরব শ্রোতা। ফলশ্রুতিতে অনেক ক্ষেত্রে শিখন সুদৃঢ় এবং দীর্ঘস্থায়ী হতো না। শিক্ষার্থীরা পরোক্ষ অংশগ্রহণের মাধ্যমে যে জ্ঞান ও ঘটনা জানতে পারে তার চেয়ে সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণের মাধ্যমে অনেক বেশি শিখে। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের লক্ষ্য অর্জনে, শিখনকে অধিকতর অর্থবহ করতে এবং শিক্ষার্থীদের উদ্বুদ্ধ করতে যথাসম্ভব শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক শিখন শিখানো পদ্ধতি সুপারিশ করা হয়েছে। শিখন প্রক্রিয়ায় শিক্ষার্থীর অবস্থান শিখন কেন্দ্রে থাকা প্রয়োজন ঠিক যেমন পরমাণুর কেন্দ্রে নিউক্লিয়াস থাকে। নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে পরমাণুর সকল কার্যক্রম পরিচালিত হয়। আর শ্রেণির সকল শিখন কার্যক্রম শিক্ষার্থীকে কেন্দ্র বা ফোকাস করে আবর্তিত হওয়া প্রয়োজন। শিক্ষার্থীকে ফোকাস করেই শিক্ষক শিখন পরিকল্পনা প্রণয়ন করবেন এবং পরিচালনা করবেন।

শিক্ষার্থীরা কীভাবে শিখবে তা নিয়ে শিক্ষা মনোবিজ্ঞানীদের নিরন্তর গবেষণার ফলে উদ্ভাবিত হয়েছে বর্তমানে সবচেয়ে জনপ্রিয় গঠনবাদ (Constructivism)। শ্রেণি কার্যক্রমে এই মতবাদ এখন খুব জনপ্রিয়। ল্যাটিন শব্দ Constrvere থেকে Construct শব্দটির উৎপত্তি যার অর্থ বিন্যাস করা বা গঠন করা। এই তত্ত্বের মূলকথা হলো জ্ঞান গঠন এবং সৃজন (Construction and generation of knowledge)। প্রতি মুহূর্তে ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য তথ্য দ্বারা আমাদের চিন্তনের মধ্যে যে নিয়মিত গঠন এবং পরিবর্তন হচ্ছে তার মাধ্যমেই শিখন সংগঠিত হয়। প্রত্যেক শিক্ষার্থী নিজের অভিজ্ঞতা এবং পারিপার্শ্বিক অবস্থাকে সমন্বয় করে নিজের মতো এককভাবে নতুন জ্ঞান ও ধারণা গঠন করে। মানুষের প্রবৃত্তি হচ্ছে সে তার পূর্বলব্ধ জ্ঞান ও অভিজ্ঞতার আলোকে নতুন পরিস্থিতিকে যাচাই করে, সমন্বয় করে এবং পুনর্গঠনের মাধ্যমে নতুন ধারণা উৎপত্তি ঘটায়। এভাবেই মানুষ নতুন ধারণা এবং জ্ঞান সৃষ্টি করে। যাচাইয়ে নতুন বিষয়কে অবাস্তব মনে হলে এটাকে মানুষ বাতিল করে দিতে পারে।

David Jonassen-এর মতে গঠনবাদে শিক্ষকের ভূমিকা হবে সম্পূর্ণ সহায়তাকারী যা শিক্ষার্থীকে নতুন ধারণা গঠনে সাহায্য করবে। শুধু তত্ত্ব ও তথ্য সরবরাহ করার মধ্যে শিক্ষকের দায়িত্ব শেষ হয়ে যায় না। শিক্ষক সমস্যা-সমাধান বা অনুসন্ধানের নির্দেশনা দিবেন, শিক্ষার্থীরা যাতে নিজেরাই অনুমিত ধারণা তৈরি ও পরীক্ষা করে সিদ্ধান্ত নিতে পারে এবং দলগত শিখন পরিবেশে অন্যদেরকে তা জানাতে পারে। এই প্রক্রিয়ায় জ্ঞান অর্জনের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা কীভাবে উপকৃত হচ্ছে তা উদ্ঘাটন করতে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের উৎসাহিত করেন। Jonassen আরও মনে করেন যে, শিক্ষার্থীরা নিজেরাই নিজেদের জ্ঞান তৈরি করবে এবং তাদের ব্যবহৃত পদ্ধতি কৌশলের যথার্থতা যাচাই করে নিজেরাই ক্রমে ক্রমে অভিজ্ঞ শিক্ষার্থীতে পরিণত হয়। কীভাবে শিখতে হয় (How to learn) তা তারা আয়ত্ত করে ফেলে। এভাবে শিক্ষার্থীরা জীবনব্যাপী শিক্ষার্থীতে (Life-long learners) পরিণত হয়।

David Jonassen-এর মতে গঠনবাদ অনুসারে শ্রেণিকক্ষের শিখনের বৈশিষ্ট্য হবে-

**গঠিত (Constructed) :** শিক্ষার্থীরা তাদের পূর্বজ্ঞান, ধারণা ও অভিজ্ঞতার সাথে নতুন জ্ঞান ও অভিজ্ঞতার সমন্বয় করে অনুধ্যানের মাধ্যমে নিজের মাঝে নতুন ধারণা গঠন করবে।

**সক্রিয় (Active) :** শিক্ষার্থীরা নিজেরাই নিজেদের জ্ঞান সৃষ্টি করবে। শিক্ষক তাদের প্রয়োজনীয় পরামর্শ ও সহায়তা প্রদান করবেন। শিক্ষার্থীরা সকল সময় থাকবে Active এবং ক্রিয়াকর্মে যুক্ত। শিক্ষকের কর্তৃত্ববাদী আচরণ শিখন প্রক্রিয়া একেবারেই নিষিদ্ধ।

**অনুধ্যানমূলক (Reflective) :** শিক্ষক শিক্ষার্থীদের তাদের নিজ নিজ শিখন প্রক্রিয়ার উপর প্রশ্ন করার এবং অনুধ্যান করার সুযোগ তৈরি করবেন। এ কাজ শিক্ষার্থীরা এককভাবে বা দলগতভাবে করতে পারে। শিক্ষক শিক্ষার্থীদের জন্য এমন সব কাজ দিবেন যাতে শিক্ষার্থীরা নিজেদের কাজ নিজেরা মূল্যায়ন করতে পারে।

**সহযোগিতামূলক (Collaborative) :** গঠনবাদ তত্ত্ব সহযোগিতামূলক শিখন কার্যক্রমকে কার্যক্রমকে উৎসাহিত করে। শিখনের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীরা একে অন্যকে শিখতে সহযোগিতা করবে।

**অনুসন্ধান বা সমস্যাভিত্তিক (Inquiry or Problem-Based) :** গঠনবাদের মূলকথা তথ্য অনুসন্ধান, যাচাই এবং এর মাধ্যমে হচ্ছে সমস্যার সমাধান।

**বিকাশমান (Evolving) :** শিক্ষার্থীরা তাদের পর্যালোচনা ও অনুধ্যানের মাধ্যমে পূর্বে অর্জিত কোনো জ্ঞানকে অসত্য ও অসম্পূর্ণ মনে করতে পারে। সেক্ষেত্রে তারা অনুসন্ধানের মাধ্যমে নতুন সিদ্ধান্তে পৌঁছাবে। প্রচেষ্টা চালিয়ে যাবে এবং নতুন জ্ঞান ও অভিজ্ঞতাভিত্তিতে পূর্বলব্ধ সিদ্ধান্ত পুনঃসংস্কার করবে।

Susilo-এর পরামর্শ হচ্ছে গঠনবাদ কৌশল শিখন প্রক্রিয়ায় ব্যবহার করলে পদার্থবিজ্ঞান শিখনের গুণগতমান বৃদ্ধি পাবে। Tuwoso-এরঅভিমত অনুসারে পদার্থবিজ্ঞান শিখন এমন হওয়া প্রয়োজন যেন শিক্ষার্থী তার পূর্ব অভিজ্ঞতাকে ভিত্তি করে নিজেই তার শিখন অর্জন করতে পারে। এই অর্জন হবে পরিবেশের সাথে মিথস্ক্রিয়ার ফলাফল স্বরূপ। এই ধরনের শিখন প্রক্রিয়াই হলো গঠনবাদ প্রক্রিয়া। Tuwoso আরো বলছেন শিক্ষার্থীর তার জ্ঞান, দক্ষতা এবং দৃষ্টিভঙ্গি যা শিক্ষার্থী ইতোমধ্যে অর্জন করেছে তা গঠনবাদ তত্ত্বের চর্চার মাধ্যমে কার্যকরভাবে পুনর্গঠন এবং আত্মস্থ করার সুযোগ পায়। এটি অবশ্যই সংগঠিত হবে বাহ্যিক বাস্তব পরিবেশের মিথস্ক্রিয়ার মাধ্যমে। এক্ষেত্রে শিক্ষক সুবিধা প্রদানকারী এবং মধ্যস্থকারীর ভূমিকা পালন করবেন। গঠনবাদ শিখন দর্শন সাথে আচরণবাদ শিখন মতবাদের অনেক পার্থক্য রয়েছে। গঠনবাদ মতবাদ অনুসারে শিখন শুধু শিক্ষক থেকে শিক্ষার্থীর মধ্যে জ্ঞানের সঞ্চালনই নয় বরং শিখন হচ্ছে এমন একটি মিশন বা উদ্যোগ যার মাধ্যমে শিক্ষার্থী নিজ থেকে তার জ্ঞান গঠন বা পুনর্গঠন করার সুযোগ পায়। শিক্ষার্থী যখন নিজ থেকে তার পরিবেশের সাথে মিথস্ক্রিয়ার মাধ্যমে শিখন অর্জন করে তখন এই শিখন হয় সুদৃঢ় ও দীর্ঘস্থায়ী। গঠনবাদ মতবাদ অনুসারে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষককে অবশ্যই শিক্ষার্থীর জ্ঞানের প্রাথমিক অবস্থা জেনে নিতে হবে। জ্ঞানের এই প্রাথমিক অবস্থা শিক্ষককে শিক্ষার্থীকে ক্রিয়াকর্মের মাধ্যমে নতুন জ্ঞানের সাথে সংযুক্ত করতে সহায়তা করবে। শিক্ষকগণ দৈনন্দিন জীবনের সাথে সম্পর্কিত ঘটনার উদাহরণ হিসেবে ব্যবহার করে পদার্থবিজ্ঞানের ধারণা জোরদার করবেন। এগুলো শিক্ষার্থীর শিখনকে অধিকতর উদ্দীপনাময়, আকর্ষণীয় এবং ফলপ্রসূ করবে এবং তাদের শরীর, মন এবং আকাঙ্ক্ষাকে পরিপূর্ণরূপে শিখন শিখানো প্রক্রিয়ার সাথে যুক্ত করবে ও পদার্থশিক্ষার মৌলিক দক্ষতা সৃষ্টি করে তাদের ভবিষ্যতের প্রতিকূলতা মোকাবেলায় সক্ষম করে তৈরি করবে।

শিখন কার্যক্রম শিক্ষার্থীদের সৃষ্টিশীল ও সৃজনশীল চিন্তন ক্ষমতার দিকে আর্ভিত হওয়া উচিত এবং গতানুগতিক মুখস্থের মধ্যে সীমাবদ্ধ হওয়া উচিত নয়। সার্বিক লক্ষ্য হওয়া উচিত শিক্ষার্থীর শিখন দক্ষতা বৃদ্ধি করা, যেন “কী শিখতে হবে তার পরিবর্তে কীভাবে শিখতে হবে” তা অনুধাবন করে। অতএব, শ্রেণিকক্ষের কার্যাবলি (practices) শিক্ষার্থী কেন্দ্রিক হওয়া উচিত এবং শিক্ষার্থীমুখী শিখনে অধিকতর জোর দেওয়া উচিত যা একটি সৃজনশীল ও সমস্যা সমাধান সংস্কৃতি সৃষ্টিতে সহায়তা করবে। এজন্য সবচেয়ে কার্যকর পদ্ধতি হলো গঠনবাদ তত্ত্ব যেখানে শিক্ষার্থী নিজেকে স্বাবলম্বী শিক্ষার্থী (self-learner) হিসাবে তৈরি করার সুযোগ পায়। এর ফলে শিক্ষার্থী জীবনব্যাপী শিক্ষার্থী (life-long learner) হিসাবে গড়ে ওঠার সুযোগ পায়। গঠনবাদ মতবাদের নির্দেশনা অনুসারে নিম্নবর্ণিত প্রক্রিয়া অনুসরণ করে শিক্ষার্থীদের শিখন প্রক্রিয়ার সাথে যুক্ত করা যায়।

- শিক্ষার্থীর পূর্ব বা প্রাথমিক অভিজ্ঞতা, জ্ঞানকে ও দৃষ্টিভঙ্গিকে বিবেচনা করে শিখন কার্যক্রম শুরু করা
- শিক্ষার্থীকে শিখন প্রক্রিয়ার সাথে সক্রিয়ভাবে যুক্ত (Actively engaged) করা।
- নতুন শিখনের সাথে প্রাসঙ্গিক ক্রিয়াকর্মের মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে যুক্ত করা।
- সংযুক্তি হতে হবে বাস্তব জীবন ও পরিবেশের সাথে প্রাসঙ্গিক (consistent with real life and environment)।
- শিক্ষার্থীর নতুন জ্ঞানের প্রতিফলনের জন্য পর্যাপ্ত সময় দেওয়া।
- নতুন পরিস্থিতিতে শিক্ষার্থীর অর্জিত জ্ঞানকে পরখ করার জন্য সুযোগ তৈরি করা এবং এর জন্য পর্যাপ্ত সময় দেওয়া।

উপরোক্ত ধাপগুলো অনুসরণ করে শিখন প্রক্রিয়া পরিচালনা করলে শিক্ষার্থীরা পূর্ব অভিজ্ঞতার সাথে নতুন অভিজ্ঞতার সমন্বয় করার সুযোগ পাবে। নতুন জ্ঞানের সৃজন হবে যা হবে শিক্ষার্থীর নিজস্ব সৃজন। গঠিত এই নতুন জ্ঞান হবে সুদৃঢ় এবং দীর্ঘস্থায়ী। শিক্ষক এখানে কেবলই সুবিধা প্রদানকারী, সাহায্যকারী এবং সমন্বয়কারীর ভূমিকা পালন করবেন।

প্রকৃতপক্ষে, গঠনবাদ বর্তমানে সবচেয়ে গ্রহণযোগ্য শিখনতত্ত্ব। শিখনের গঠনবাদ অনুসারে শিখন হলো মূলত পূর্ব অভিজ্ঞতা থেকে কোনো কিছু ধারণা গঠন করা। একজন শিক্ষার্থী পূর্ববর্তী ক্লাস এবং দৈনন্দিন জীবন থেকে বিভিন্ন অভিজ্ঞতা অর্জন করে। শিক্ষার্থী তার পূর্ব অভিজ্ঞতা বা জ্ঞানের উপর ভিত্তি করে নতুন যে কোনো ধারণা গঠন করে। গঠনবাদের মূল কথাগুলো নিম্নরূপ:

- শিখন মূলতঃ পূর্ব অভিজ্ঞতা থেকে কোনো কিছু সক্রিয় ধারণা গঠন (Active construction of meaning)।

- শিশুরা তাদের পূর্ব অভিজ্ঞতা থেকে যে ধারণা গঠন করে তা শিক্ষকের ইঙ্গিত ধারণা থেকে ভিন্ন হতে পারে। শিশুর গঠনকৃত ধারণা তাদের পূর্ব ধারণা দ্বারা প্রভাবিত হয়। পূর্ব ধারণা কখনও কখনও নতুন ধারণা গঠনে সহায়ক হতে পারে, কখনও বা বাঁধা হয়ে দাঁড়াতে পারে।
- শিখনের দায়িত্ব শেষ পর্যন্ত শিক্ষার্থীর-ই। শিক্ষকের ভূমিকা এক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর শিখনের সুযোগ সৃষ্টি ও সহায়তা করা।

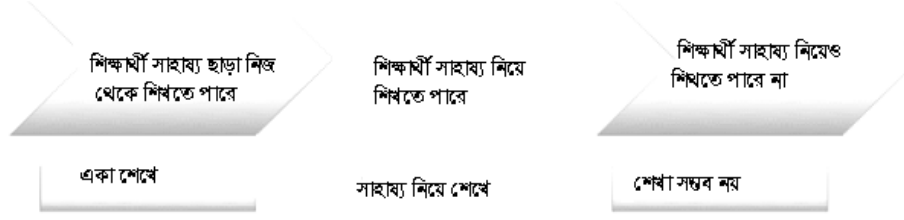
## ভাইগোটস্কির সামাজিক-সাংস্কৃতিক শিখন তত্ত্ব (Sociocultural learning theory of Vigotsky)

ভাইগোটস্কি (Ivan Pavlov) ছিলেন একজন রাশিয়ান মনোবিজ্ঞানী যিনি মানুষের জ্ঞান অর্জন প্রক্রিয়ায় সামাজিক অবদানকে স্বীকৃতি দিয়েছেন। তাঁর মতে, সামাজিক সাংস্কৃতিক পরিবেশের পারস্পারিক ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার ফলে অভিজ্ঞতার যে লেদদেন ঘটে তাতে মানুষের শিখনের বিকাশ ঘটে। এখানে সমাজ, সংস্কৃতি, পরিবার, পরিবেশ ইত্যাদি শিখনের হাতিয়ার হিসাবে ব্যবহার হয়। ভাইগোটস্কির সামাজিক-সাংস্কৃতিক তত্ত্ব অনুসারে শিখন হচ্ছে একটি সামাজিক প্রক্রিয়া। মানুষের বুদ্ধি বা মেধার বিকাশ সংগঠিত হয় সামাজিক সাংস্কৃতিক মিথক্রিয়ায় সাহায্যে। সামাজিক সাংস্কৃতিক তত্ত্ব শিখনে শিশুকে একক বা পৃথক সত্ত্বা হিসাবে বিবেচনা না করে শিশুর শিখনকে সামাজিক (ভাষা, সমাজ, পরিবার, বিদ্যালয়, সংস্কৃতি ইত্যাদি) মিথক্রিয়ার একটি সম্পূর্ণ ফলাফল (total product) হিসাবে বিবেচনা করা হয়।

ভাইগোটস্কির সামাজিক-সাংস্কৃতিক তত্ত্বের তাত্ত্বিক পথরেখার (Theoretical framework) প্রধান বিবেচ্য হচ্ছে সামাজিক মিথক্রিয়া যা মানুষের বুদ্ধিবৃত্তিক অর্জন ও উন্নয়নের অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ অংশীদার। ভাইগোটস্কি বুদ্ধিবৃত্তিক উন্নয়নে সংস্কৃতির প্রভাবকে খুব গুরুত্ব প্রদান করেছেন। তিনি সমাজের উপাদানসমূহকে (social factors) বুদ্ধিবৃত্তিক উন্নয়নে বিবেচনাযোগ্য অধিকতর গুরুত্বপূর্ণ অবস্থানে রেখেছেন। ভাইগোটস্কির মতে বুদ্ধিবৃত্তিক উন্নয়ন বিস্তৃতি লাভ করে সামাজিক মিথক্রিয়ার মাধ্যমে। তাঁর মতে শিখনের বিকাশে ভাষা, নিজস্ব পরিবেশ ও সাংস্কৃতিক পরিমণ্ডল শিখন বিকাশে খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ভাইগোটস্কির মতে শিশুর শিখনে প্রাপ্তবয়স্করা গুরুত্বপূর্ণ উৎস হিসাবে কাজ করে। ভাইগোটস্কি দাবি করেন যে, প্রতিটি শিশু জন্মের সময় চিন্তন উন্নয়নের মৌলিক দক্ষতা বা উপাদান নিয়ে জন্মগ্রহণ করে। তিনি শিশুর প্রারম্ভিক মানসিক কার্যক্রমকে (elementary mental functions) কতিপয় অংশে ভাগ করেছেন। এগুলো হলো মনোযোগ (attention), অনুভূতি (Sensation), উপলব্ধির ক্ষমতা (perception) এবং স্মৃতি (memory)। এই উপাদানসমূহ ফলাফলস্বরূপ সামাজিক সাংস্কৃতিক পরিবেশের বিভিন্ন উপাদানের সাথে মিথক্রিয়ার মাধ্যমে অধিকতর পরিশীলিত হয় এবং কার্যকর মানসিক প্রক্রিয়া বা কৌশল হিসাবে এদের বিকাশ ঘটে। এটিকে ভাইগোটস্কি উচ্চ মানসিক কার্যক্রম (high mental functions) হিসাবে অভিহিত করেছেন। ভাইগোটস্কির মতে সকল শিখন দুইটি স্তরে সংগঠিত হয়।

**প্রথম স্তর :** সামাজিক মিথক্রিয়া (social interaction) : প্রথমে সামাজিক সাংস্কৃতিক মিথক্রিয়া ঘটে এবং পরবর্তীতে নিজের মানসপটে বা মানসিক কাঠামোতে তা সুসংহত হয়। ভাইগোটস্কির মতে সকল শিশুর সাংস্কৃতিক বিকাশ দুই দফায় ঘটে। প্রথমত এটি ঘটে সামাজিক পর্যায়ে এবং পরবর্তীতে ঘটে শিশুর নিজের মধ্যে। ভাইগোটস্কি সামাজিক পর্যায়ে বা ব্যক্তিবর্গের মধ্যে যে মিথক্রিয়া ঘটে তাকে আন্তঃমনস্তাত্ত্বিক মিথক্রিয়া (interpsychological interaction) এবং যে মিথক্রিয়া শিশুর নিজের মধ্যে সংগঠিত হয় তাকে অন্তঃমিথক্রিয়া (intrapychological interaction) হিসাবে অবহিত করেছেন।

**দ্বিতীয় স্তর :** ভাইগোটস্কির দ্বিতীয় গুরুত্বপূর্ণ ধারণাটি হলো সকল শিশুর চিন্তন বিকাশে একটি সম্ভাব্য সীমাবদ্ধতা বা সীমারেখা অঞ্চল আছে। এই অঞ্চলকে তিনি বিকাশ সীমার নিকটতম অঞ্চল (The Zone of Proximal Development) হিসাবে অভিহিত করেছেন।



উপরের রেখাচিত্র থেকে উন্নয়ন সীমার নিকটতম অঞ্চলের ধারণা পাওয়া যায়। চিত্র তিনটি অঞ্চলে বিভক্ত। প্রথম অঞ্চলের শিক্ষার্থীরা স্বাধীনভাবে কোনো সাহায্য ছাড়া নিজের সমস্যা সমাধান করতে পারে। দ্বিতীয় অঞ্চলের শিক্ষার্থীরা অধিকতর শিখন সামর্থ্যের ব্যক্তির সহযোগিতা নিয়ে নিজের সমস্যা সমাধান করতে পারে এবং তৃতীয় অঞ্চলের শিক্ষার্থীরা বাহ্যিক সহযোগিতা নিয়েও সমস্যার সমাধান করতে পারে না। এরমধ্যে দ্বিতীয় অঞ্চলকে ভাইগোটস্কি 'বিকাশ সীমার নিকটতম অঞ্চল' হিসাবে চিহ্নিত করেছেন। শিক্ষার্থীর বর্তমান শিখন অবস্থা এবং উপযুক্ত শিখন সহায়তা পেলে শিক্ষার্থী যে শিখন অবস্থায় উপনীত হবে বলে প্রত্যাশা করা এই দুই শিখনের দূরত্বই বিকাশ সীমার নিকটতম অঞ্চলকে পরিমাপ করে। অর্থাৎ কোনো সাহায্য ছাড়া শিক্ষার্থীর শিখন অবস্থা এবং সাহায্য নিয়ে একই শিক্ষার্থীর শিখনের পার্থক্যই হচ্ছে বিকাশ সীমার নিকটতম অঞ্চল।

### ভাইগোটস্কির শ্রেণিকক্ষ (Vygotsky's Classroom)

ভাইগোটস্কি তাঁর শ্রেণি কক্ষ বলতে এমন একটি শিখন স্থানকে বুঝিয়েছেন বা অগ্রাধিকার বা গুরুত্ব দিয়েছেন যেখানে শিক্ষার্থীর নিজস্ব ধারণা নিজেই সৃজনের পরিপূর্ণ সুযোগ পাবে। শিক্ষার্থীর কর্তৃক অর্জিত এই সৃজন হলো শিক্ষার্থীরই সম্পদ। তাই এক্ষেত্রে প্রয়োজন হলো শ্রেণিকক্ষে শিখন সহায়ক একটি অর্থপূর্ণ পরিবেশে ও পরিস্থিতি সৃষ্টি করা এবং পাশাপাশি এই পরিবেশ ও পরিস্থিতি হতে হবে বাস্তব জীবনের সাথে পরিপূর্ণরূপে প্রাসঙ্গিক। এই ধরনের একটি শ্রেণিকার্যক্রমে শিক্ষক-শিক্ষার্থী এবং শিক্ষার্থী-শিক্ষার্থীর পারস্পারিক শক্তিশালী মিথস্ক্রিয়া পরিবেশ সৃষ্টি হবে। এতে শিক্ষার্থীরা অনুসন্ধিৎসা-উদ্ভাবনমূলক দক্ষতা (inquiry-discovery skill) অর্জনের সুযোগ পাবে। এখানে অনুসন্ধিৎসা হলো শিখন সংশ্লিষ্ট ক্ষেত্রে প্রশ্নের বা অনুসন্ধানের মাধ্যমে তথ্য খুঁজে নেয়া। উদ্ভাবনের মাধ্যমে যখন শিখন হয় তখন শিক্ষার্থী নিজ থেকে অনুসন্ধান ও উদ্ভাবনের মাধ্যমে পদার্থবিজ্ঞানের মূল ধারণা ও নীতিমালা অনুধাবন করার সুযোগ পায়। শ্রেণি কার্যক্রমে উপস্থিত সকলে যখন নানা ক্রিয়া-কর্ম এবং প্রশ্ন-উত্তরের মাধ্যমে মিথস্ক্রিয়ায় লিপ্ত থাকে তখন থাকে গঠনবাদ শ্রেণিকক্ষও বলা হয়। চারনীতির উপর ভিত্তি ভাইগোটস্কিয়ান শ্রেণিকক্ষ (Vygotskian classroom) পরিচালিত হয়। এই নীতিসমূহ হচ্ছে-

- শিখন ও উন্নয়ন (Learning and development) হলো একটি সামাজিক এবং সহযোগিতামূলক কার্যক্রম।
- উন্নয়ন সীমার নিকটতম অঞ্চল (The Zone of Proximal Development) শিক্ষাক্রম বাস্তবায়ন এবং পাঠপত্রিকল্পনার নির্দেশক হিসাবে কাজ করবে।
- বিদ্যালয় শিখন একটি অর্থপূর্ণ পরিস্থিতিতে সংগঠিত হতে হবে। এই শিখন কোনোভাবেই 'বাস্তব জীবন' তথা সমাজ ও পরিবেশ থেকে অর্জিত শিখন থেকে আলাদা বা পৃথক করে সংগঠিত করা যাবে না।
- শিক্ষার্থীর বিদ্যালয়ের বাইরের অভিজ্ঞতাকে (Out-of-school experiences) বিদ্যালয়ের অভিজ্ঞতার সাথে সমন্বয় করে শ্রেণি কার্যক্রম পরিচালিত হবে।

### ভাইগোটস্কির শিক্ষক (Vygotsky's Teacher)

সামাজিক শিখন তত্ত্ব অনুসারে শিক্ষক শিক্ষার্থীর শিখন বিকাশে সহায়তাকারী এবং প্রয়োজনে নির্দেশনা প্রদানকারীর ভূমিকা পালন করবেন। শিখন বিকাশের জন্য প্রয়োজনীয় সকল উপকরণ সরবরাহ এবং সাহায্য প্রদান করবেন যেন শিক্ষার্থী নিজেই তাদের ভবিষ্যৎ শিখনের পথরেখা তৈরি করতে পারে।

### সামাজিক গঠনবাদ

গঠনবাদে মূলত কোনো ধারণা বা অর্থ গঠনে শিক্ষার্থীর নিজের ভূমিকাকেই গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। এখানে তার শিক্ষক, সহপাঠী, পরিবার বা সমাজের ভূমিকাকে গুরুত্ব দেওয়া হয়নি। তাই এই তত্ত্বকে ব্যক্তিগত গঠনবাদ বলা হয়ে থাকে।

ব্যক্তিগত গঠনবাদ সম্পর্কে মূল সমালোচনা হলো যে, এই তত্ত্বে শিশুর শিখনে শিক্ষক ও শিখন-শেখানো কার্যাবলির ভূমিকাকে অবহেলা করা হয়েছে। সাম্প্রতিক সময়ে রাশিয়ান মনোবিজ্ঞানী লেভ ভাইগটস্কীর (Lev Vigotsky) সামাজিক-সাংস্কৃতিক শিখনতত্ত্ব বেশ গ্রহণযোগ্য হয়ে উঠেছে। ভাইগটস্কী তার সামাজিক-সাংস্কৃতিক শিখন তত্ত্বে (Socio-cultural Theory of Learning) শিক্ষার্থীর অর্থ গঠন প্রক্রিয়ায় তার ভাষা ও সাংস্কৃতির প্রভাবের উপর গুরুত্ব দেন।

ব্যক্তিগত গঠনবাদের সমালোচনার কারণে গঠনবাদের ফোকাস ব্যক্তিগত অর্থগঠন থেকে শিখনকে সামাজিক বা সাংস্কৃতিক ঘটনা হিসেবে দেখার দিকে সরে আসে। বর্তমান সময়ে বেশি গ্রহণযোগ্য সামাজিক গঠনবাদের (Social constructivism) ফোকাস হচ্ছে শ্রেণীকক্ষে কার্যরত সামাজিক প্রক্রিয়ার উপর। এ প্রক্রিয়ায় শিক্ষক তার শ্রেণীতে একটি বিজ্ঞান কমিউনিটি গড়ে তুলে তিনি ও তার শিক্ষার্থীরা সকলে মিলে জ্ঞান বা ধারণা একসঙ্গে গঠন করেন (সহ-গঠন বা Co-construct)। এই তত্ত্বে বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য হলো শ্রেণীকক্ষে একটি বিষয় সম্পর্কে সম্মিলিত অর্থ (Shared meaning) গঠন করা।

### সামাজিক গঠনবাদের নীতিসমূহ

- মানুষ অন্যের আচরণ এবং আচরণের ফলাফল পর্যবেক্ষণের মাধ্যম শিখনে পারে।
- আচরণের পরিবর্তন না করেও শিখন সংগঠিত হতে পারে।
- শিখনের কগনিশন (cognition) গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। বিগত দিনসমূহে সামাজিক শিখনতত্ত্বে কগনিটিভ শিখন প্রাধান্য পাচ্ছে। ভবিষ্যতের পুরস্কার বা শাস্তি বিষয়ে সচেতনতা এবং প্রত্যাশা মানুষের আচরণ প্রদর্শনের ক্ষেত্রে মুখ্য ভূমিকা পালন করে।
- সামাজিক শিখনতত্ত্ব আচরণবাদ শিখন তত্ত্ব এবং কগনিটিভ শিখন তত্ত্বের মধ্যে সেতুবন্ধন তৈরি করে বলে বিবেচনা করা হয়।

### সামাজিক শিখনে বুদ্ধিবৃত্তিক উপাদান (Cognitive learning in social learning)

সামাজিক শিখন তত্ত্বকে কগনিটিভ শিখন তত্ত্ব এবং আচরণবাদ শিখন তত্ত্বের মধ্যে একটি সেতু হিসাবে বিবেচনা করা হয়।

- কৃতিত্বহীন বা পারদর্শিতাবিহীন শিখন (Learning without performance) : আলবার্ট বান্দুরা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে শিখন এবং প্রকৃত অনুকরণের মধ্যে সুস্পষ্ট পার্থক্য নির্দেশ করেছেন। পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে মানুষ যা শেখে তার মাধ্যমে তার আচরণে পরিবর্তন নাও হতে পারে।
- শিখন সময়ে কগনিটিভ প্রক্রিয়া (Cognitive processing during learning) : শিখনের একটি উপাদান যে মনোযোগ সে বিষয়ে সামাজিক শিখন তাত্ত্বিকগণের মধ্যে ভিন্ন মত রয়েছে।
- প্রত্যাশা (Expectations) : মানুষ প্রত্যাশা করে যে ভবিষ্যৎ শিখনের মাধ্যমে শাস্তি বা পুরস্কার প্রাপ্তি থাকতে পারে। মানুষ প্রত্যাশা করে যে কতিপয় আচরণ যেমন শাস্তি প্রদান করতে পারে আবার কিছু আচরণ সুনাম বৃদ্ধি করতে পারে।
- পারস্পরিক কার্যকারণ (Reciprocal causation) : আলবার্ট বান্দুরা দেখান যে, আচরণ পরিবেশ এবং ব্যক্তিকে প্রভাবিত করতে পারে। প্রকৃত পক্ষে, ব্যক্তি, আচরণ এবং পরিবেশ এই তিনটি চলক পরস্পরকে প্রভাবিত করে।
- মডেলিং (Modeling) : মডেল বিভিন্ন প্রকার হতে পারে। মডেল যেমন হতে পারে জীবন্ত তেমনি হতে পারে প্রতীকী।

## প্রশ্নমালা

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন	
১.	শিখন কাকে বলে?
২.	শিখন কীভাবে সঞ্চালিত হয়?
৩.	শিক্ষণ ও শিখন এর মধ্যে পার্থক্য লিখুন।
৪.	শিখনতত্ত্ব কাকে বলে?
৫.	গঠনবাদ মতবাদ কীভাবে কাজ করে?
রচনামূলক প্রশ্ন	
১.	শিক্ষাদান প্রক্রিয়ার স্তরসমূহ বর্ণনা করুন।
২.	শিখনতত্ত্বের তাৎপর্য ব্যাখ্যা করুন।
৩.	পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের শিখনতত্ত্ব জানা কেন প্রয়োজন উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
৪.	আচরণবাদী শিখনতত্ত্বের মৌলিক বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা করুন।
৫.	আচরণবাদী তত্ত্ব অনুসারে শিখনে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর ভূমিকা ব্যাখ্যা করুন।
৬.	শিক্ষার্থী কীভাবে পূর্বজ্ঞান অর্জন করে ব্যাখ্যা করুন।
৭.	আপনি কীভাবে শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করেন? একটি শিখনফলকে উদাহরণ হিসাবে ব্যবহার করে বর্ণনা করুন।
৮.	গঠনবাদ মতবাদের অপরিহার্যতা ব্যাখ্যা করুন।
৯.	‘গঠনবাদ মতবাদ শিখন বাস্তব মতবাদ’ উত্তরের পক্ষে যুক্তি দিন।
১০.	ভাইগোটস্কির সামাজিক বিকাশ মতবাদ কীভাবে গঠনবাদ মতবাদ থেকে আলাদা- পদার্থবিজ্ঞানের একটি শিখনফলকে উদাহরণ হিসাবে ব্যবহার করে বর্ণনা করুন।
১১.	পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের সফল বাস্তবায়নে কোনো শিখন তত্ত্বটিকে আপনি বেছে নিবেন? আপনার উত্তরে যুক্তি প্রদান করুন।

### তথ্যসূত্র

G. Venville and V. Dawson (Eds.) (2012), *The Art of Teaching Science: For middle and secondary school* (2nd ed.) Sydney: Allen & Unwin.

Jack Hassard (2005), *The art of Teaching Science-Inquiry and Innovation in middle school and high schools*, Oxford University Press

## ইউনিট ৪ : সামাজিক গঠনবাদের আলোকে শিখন-শেখানো কৌশল

শিখনের তাত্ত্বিক দিকগুলোকে শ্রেণিকক্ষে অনুশীলনের মাধ্যমে প্রয়োগের ক্ষেত্রে বিভিন্ন কৌশল ব্যবহার করা হয়। এ কৌশলগুলোর মাধ্যমে একটি বিজ্ঞান ক্লাসকে কার্যকরভাবে পরিচালনা করা সম্ভব। বিভিন্ন কৌশল শিখনের বিভিন্ন তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে তৈরি করা। গঠনবাদী শিখনতত্ত্বের উপর ভিত্তি করে ধারণা পরিবর্তন মডেলের উদ্ভব হয়েছে। ধারণা পরিবর্তন মডেলের উপর ভিত্তি করে বা এ মডেলের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ বিভিন্ন শিক্ষণকৌশল যেমন ব্রেইন স্টর্মিং, কনসেপ্ট ম্যাপিং বা ধারণা চিত্র, ৫ই মডেল, POE (Prediction-Observation-Explanation), Expert Jigsaw, সহযোগিতামূলক শিখন ইত্যাদি রয়েছে। এই ইউনিটকে ধারণা পরিবর্তন মডেল, ব্রেইন স্টর্মিং, কনসেপ্ট ম্যাপিং বা ধারণা চিত্র, ৫ই মডেল, POE (Prediction-Observation-Explanation), Expert Jigsaw, সহযোগিতামূলক শিখন সংক্রান্ত ৫টি সেশনে ভাগ করা হয়েছে।

৪.১ ধারণা পরিবর্তন মডেল

৪.২ ব্রেইন স্টর্মিং, কনসেপ্ট ম্যাপিং বা ধারণা চিত্র

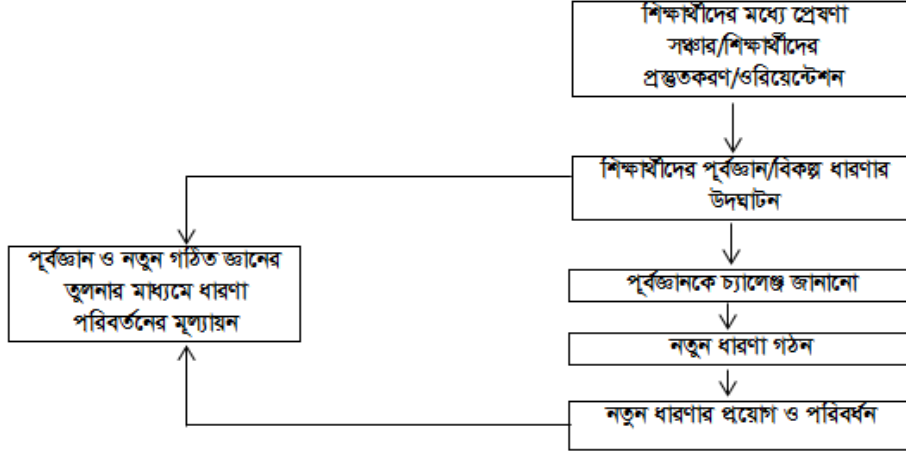
৪.৩ ৫ই মডেল, POE (Prediction-Observation-Explanation)

৪.৪ Expert Jigsaw; সহযোগিতামূলক শিখন

### ৪.১ ধারণা পরিবর্তন মডেল

গঠনবাদের দৃষ্টিকোণ থেকে বিজ্ঞান শিক্ষণের ক্ষেত্রে মূল বিবেচ্য বিষয় হলো শিক্ষণ-শিখন কার্যাবলি এমনভাবে সংগঠিত করা যার মাধ্যমে শিক্ষার্থী তার পূর্বজ্ঞান পরিবর্তন করে বিজ্ঞানসম্মত ধারণা গঠন/নির্মাণ করে। গঠনবাদে যে ধরনের শিক্ষণ কৌশলগুলোর সুপারিশ করা হয় তাদের একটি সাধারণ মডেল রয়েছে যেটি “ধারণা পরিবর্তন মডেল” নামে পরিচিত। ধারণা পরিবর্তন মডেলের মূল কাজ হলো শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান/পূর্বধারণাকে উদঘাটন করে তার সীমাবদ্ধতা ও দুর্বলতা বের করে নতুন ধারণা নির্মাণ এবং শেষে ধারণা পরিবর্তন কতটুকু হয়েছে তার মূল্যায়ন বা অনুচিন্তন। এ ধরনের একটি মডেলে মূল ধাপগুলোর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দেওয়া হলো।

- **শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান/বিকল্প ধারণা উদঘাটন :** পাঠের বিষয়টি সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান শ্রেণিকক্ষে সকলের সামনে প্রকাশ করা এই ধাপের মূল লক্ষ্য। কুইজ, ব্রেইন স্টর্মিং, ধারণা মানচিত্র এসবের মাধ্যমে একজন শিক্ষার্থী বা একদল শিক্ষার্থীর বিকল্প ধারণা উদঘাটন করা যায়।
- **শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানকে চ্যালেঞ্জের মুখোমুখি করা :** এই ধাপের শিক্ষার্থীরা কিছু কাজে অংশ নেবে যাতে শিক্ষার্থীদের বিদ্যমান ধারণার সীমাবদ্ধতা ও দুর্বলতা ধরা পড়বে। পি ও ই (পূর্বানুমান-পর্যবেক্ষণ-ব্যাখ্যা), বিতর্ক ইত্যাদি কৌশল অবলম্বন করে এই ধাপটি সম্পন্ন করা যায়। এ পর্যায়ে শিক্ষার্থীরা তাদের পূর্বজ্ঞানের দুর্বলতা উপলব্ধি করে নতুন ধারণা নির্মাণে উদ্বুদ্ধ হবে।
- **নতুন ধারণা নির্মাণ :** এই ধাপে শিক্ষক বিজ্ঞানসম্মত ধারণা উপস্থাপন করবেন। অবশ্য শিক্ষক নিজে বিষয়টি বক্তৃতার মাধ্যমে উপস্থাপন না করে এমন কাজে শিক্ষার্থীদের নিযুক্ত করতে পারেন যাতে শিক্ষার্থীরা নিজেরা বিজ্ঞানসম্মত সঠিক ধারণা গঠন করতে পারে।
- **নতুন ধারণার প্রয়োগ ও বর্ষণ :** এই ধাপে শিক্ষার্থীদের সুযোগ দিতে হবে যাতে তারা নতুন ধারণা বিভিন্ন পরিস্থিতিতে প্রয়োগ করে নির্মিত/গঠিত ধারণাকে শক্তিশালী ও বর্ধিত করতে পারে।
- **শিক্ষার্থীর ধারণা পরিবর্তনের মূল্যায়ন বা অনুচিন্তন :** সবশেষে এই ধাপে শিক্ষার্থী অনুচিন্তনের মাধ্যমে বোঝার চেষ্টা করবে বিষয়টি সম্পর্কে তার ধারণা কীভাবে ও কতটুকু পরিবর্তিত হয়েছে। এই শেষের ধাপটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বলে বিজ্ঞান শিক্ষাবিদেদের অভিহিত করে থাকেন। শিক্ষার্থীর ধারণা যথেষ্ট পরিবর্তন হলে সে পরবর্তী শিখনে উৎসাহিত হবে আর ধারণার পরিবর্তন যথেষ্ট না হয়ে থাকলে শিক্ষার্থী নিজেই বুঝতে পারবে তার কী করা উচিত।



চিত্র-৪.১: ধারণা পরিবর্তন মডেল

উপরোক্ত পাঁচটি ধাপ ধারণা পরিবর্তন মডেলের মূল ধাপসমূহ তবে কোনো কোনো বিজ্ঞান শিক্ষাবিদ প্রথমে আরও একটি ধাপ প্রস্তাব করেন। সেই ধাপটি হলো পরিকল্পনা ও প্রস্তুতি। শ্রেণিকক্ষে শিক্ষক কীভাবে শিখন-শেখানো কার্যবলি পরিচালনা করবেন তার এক সুনির্দিষ্ট পরিকল্পনা ও সেই অনুসারে প্রস্তুতি। আবার কোনো কোনো বিজ্ঞান শিক্ষাবিদ শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানকে চ্যালেঞ্জ জানানো এবং নতুন ধারণা নির্মাণ একসাথে/ একধাপে করার পক্ষপাতী। যাই হোক ধারণা পরিবর্তন মডেলের মূল কাজ হলো শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানকে উদঘাটন করে তার সীমাবদ্ধতা ও দুর্বলতা বের করে নতুন ধারণা নির্মাণ এবং শেষে ধারণা পরিবর্তন কতটুকু হয়েছে তার মূল্যায়ন বা অনুচিন্তন।

#### ধারণা পরিবর্তন মডেলে শিক্ষকের ভূমিকা

এই মডেলে একজন শিক্ষকের ভূমিকা সনাতন বক্তৃতাদর্শী শিক্ষাদানের চাইতে জটিলতর। সাধারণভাবে এই মডেলে একজন শিক্ষকের ভূমিকা নিম্নরূপ :

১. **কৌতূহল উদ্দেককারী** : শিক্ষার্থীদের মধ্যে পাঠের বিষয়টি সম্পর্কে জানার আগ্রহ সৃষ্টি করবেন। এজন্য শিক্ষককে এমন ধরনের কাজের পরিকল্পনা করবেন যাতে শিক্ষার্থীরা বিস্মিত হয় ও উদ্দীপ্ত হয়।
২. **চ্যালেঞ্জার** : শিক্ষক তার কাজ ও প্রশ্নের মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে চ্যালেঞ্জের মুখোমুখি করবেন। শিক্ষার্থীকে উৎসাহিত করবেন তাদের পূর্বজ্ঞানকে গভীর সমালোচনামূলকভাবে চিন্তা বা প্রশ্ন করতে। তাদের পূর্বধারণাকে যুক্তির সাহায্যে প্রতিষ্ঠা করতে।
৩. **তথ্যজ্ঞ ব্যক্তি** : শিক্ষার্থীর জ্ঞানের চাহিদা মেটানো বা প্রশ্নের উত্তর দিতে সক্ষম হবেন। প্রয়োজনীয় সামগ্রী বা কাজের (যেমন- মাঠ পর্যায়ে পর্যবেক্ষণ) ব্যবস্থা করতে ও তিনি সমর্থ হবেন।
৪. **অগ্রজ সহ-অনুসন্ধানকারী** : একজন শিক্ষক নিজে তথ্যজ্ঞ ব্যক্তি না থেকে শিক্ষার্থীদের সাথে প্রশ্নের উত্তর অনুসন্ধান করবেন। এতে করে শিক্ষার্থী তার প্রাপ্ত বা অর্জিত জ্ঞানকে বেশি করে নিজের বলে ভাবে।
৫. **সু-আলোচক ও সু সংগঠক** : শ্রেণিতে যেসব কার্যবলি সম্পন্ন হয়েছে তার ব্যাপারে আলোচনা, শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন ধারণাকে যুক্তি সহকারে বিশ্লেষণে ও সুন্দরভাবে উপস্থাপনে শিক্ষার্থীদের সহায়তা এগুলো একজন শিক্ষকের গুরুত্বপূর্ণ একটি কাজ।

উপরোক্ত আলোচনা থেকে এটি স্পষ্ট যে একটি সনাতন শ্রেণিকক্ষের একজন শিক্ষক যে বিশেষজ্ঞের ভূমিকা পালন করেন শিক্ষককে তা ত্যাগ করতে হবে। এটি বেশ চ্যালেঞ্জিং তবে অবশ্যই ঝুঁকি নেওয়ার উপযোগী একটি কাজ। শিখনের তাত্ত্বিক দিকগুলোকে শ্রেণিকক্ষে অনুশীলনের মাধ্যমে প্রয়োগের ক্ষেত্রে অনেকেই বিভিন্ন কৌশল বা মডেল ব্যবহারে মতামত দিয়েছেন। এই কৌশলগুলোর মাধ্যমে একটি বিজ্ঞান ক্লাসকে কার্যকরভাবে পরিচালনা করা সম্ভব। বিভিন্ন কৌশল শিখনের বিভিন্ন তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে তৈরি করা। গঠনবাদী শিখনতত্ত্বের উপর ভিত্তি করে ধারণা পরিবর্তন মডেলের উদ্ভব হয়েছে যা আপনারা আগের সেকশনে জেনেছেন। ধারণা পরিবর্তন মডেলের উপর ভিত্তি করে বা এ মডেলের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ অনেক শিক্ষণকৌশল রয়েছে। নিম্নে এমনই কিছু মডেল বা কৌশল এবং এগুলো কিভাবে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার ক্ষেত্রে কাজ করে তা বর্ণনা করা হলো।



## ৪.২ ব্রেইন স্টর্মিং, কনসেপ্ট ম্যাপিং বা ধারণা চিত্র

### ব্রেইন স্টর্মিং

ব্রেইন স্টর্মিং দ্বারা শিক্ষক কোনো বিষয়ে দ্রুত কোনো বিষয় সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান/ধারণাসমূহ সংগ্রহ করতে পারেন। এটি মূলত কোনো পাঠ শুরু পূর্বে শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাইয়ে ব্যবহৃত হয়।

#### কীভাবে কাজ করে

প্রথমে একটি বিষয় নির্ধারণ করে শিক্ষার্থীরা এই সম্পর্কে কী জানে তা ৩০ সেকেন্ড থেকে ১ মিনিট সময়ের মধ্যে বলতে বা লিখতে বলা হয়। এরপর শিক্ষার্থী যেভাবে বলবে সেভাবেই বোর্ডে লিখতে হবে। এক্ষেত্রে মনে রাখতে হবে যে শিক্ষার্থীদের প্রাথমিক কোনো ধারণার জন্য সমালোচনা করা যাবে না। কারণ এটির উদ্দেশ্যই হলো শিক্ষার্থীদের পূর্ব ধারণার বের করে আনা। এই ধারণা থেকে শিক্ষক পাঠটি নির্মাণের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য পেতে পারেন। সমালোচনা করলে বা ভুল ধরলে শিক্ষার্থীরা এই প্রক্রিয়ায় সক্রিয় অংশগ্রহণ থেকে বিরত থাকতে পারে অর্থাৎ পরবর্তীতে খোলা মনে তাদের ধারণা প্রকাশ করবে না।

#### উদাহরণ

মনে করুন, আপনি শৈনিকক্ষে শক্তির উৎস পড়াবেন ঠিক করেছেন। প্রথমে নিজে না বলে শিক্ষার্থীদের প্রত্যেককে কেবলমাত্র একটি করে শক্তির উৎসের নাম খাতায় লিখতে বলুন। এবার প্রত্যেককে আলাদা আলাদা করে জিজ্ঞাসা করুন। দেখবেন প্রায় সব শক্তির উৎসের নামই চলে এসেছে। এখানে মনে রাখতে হবে যে কোনো শিক্ষার্থী যদি কোনো শক্তির উৎসের নাম যথাযথ ভাষায় না বলতে পারে তাও গ্রহণ করুন। কারণ এখানে আপনি পাঠটি নির্মাণের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য ও ফলাবর্তন নিচ্ছেন। পরবর্তীতে আপনার পাঠ উপস্থাপনের মাধ্যমে শিক্ষার্থী নিজ থেকেই তার ধারণা সংশোধনের সুযোগ পাবে।

### কনসেপ্ট ম্যাপিং বা ধারণা চিত্র

কনসেপ্ট ম্যাপিং আজকাল বিজ্ঞান শিখন-শেখানোতে একটি বহুল প্রচলিত কৌশল। এতে মূলত শিক্ষার্থীদের একটি চিত্র উপস্থাপন করতে বলা হয় যার মাধ্যমে একটি বিষয় সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন ধারণার সংযোগ ও সম্পর্কসমূহ তুলে ধরা যায়। এর মাধ্যমে প্রথমত শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান উপস্থাপনের সুযোগ করে দেওয়া হয় এবং তাদের সেই ধারণায় কোন ভ্রান্ত বা বিকল্প ধারণা রয়েছে কিনা তা সম্পর্কে শিক্ষক জানতে পারেন। মূলকথা হলো কনসেপ্ট ম্যাপিং-এর সাহায্যে শিক্ষার্থীদের তাদের বিষয় সম্পর্কিত ধারণাসমূহ সংগঠিত করতে এবং তাদের সামগ্রিক চিন্তা চেতনাকে উপস্থাপন করার সুযোগ পায়।

এই কৌশলটি প্রয়োগের ক্ষেত্রে প্রথমে সকল শিক্ষার্থীদের অংশগ্রহণ নিশ্চিত করতে হবে। প্রথমে কোনো বিষয় সম্পর্কিত সকল মূল ধারণাগুলো তাদের ভাবতে বলতে হবে। পরবর্তীতে সে শব্দগুলোর মধ্যে কাছাকাছি ধারণাগুলোকে একত্রে গ্রুপিং করতে হবে। এখানে মনে রাখতে হবে যে একটি ধারণা কেবলমাত্র একবার ব্যবহার করা যাবে। বিভিন্ন ধারণার মধ্যে সংযোগগুলো তীর চিহ্ন দ্বারা নির্দেশ করতে হবে এবং সম্পর্কের কারণসমূহ উল্লেখ করতে হবে। এভাবে শিক্ষার্থীরা বিভিন্ন ধারণাসমূহের মধ্যে সম্পর্ক চিহ্নিত ও লেবেলিং করে কনসেপ্ট ম্যাপ তৈরি করতে পারবে।

**উদাহরণ :** একটি উদাহরণের মাধ্যমে কনসেপ্ট ম্যাপিং ধারণাটিকে পরিষ্কার করা যাক। মনে করুন, আপনি ক্লাসে শক্তির উৎস বিষয়ে অবগত করতে যাচ্ছেন। এখন ক্লাসে বোর্ডে শক্তির উৎস বিষয়টি লিখুন এবং চার পাশে একটি বৃত্ত দিন। এবার শিক্ষার্থীদের জিজ্ঞাসা করুন শক্তির কি কি উৎস রয়েছে। শিক্ষার্থীরা যখন বলবে তখন আপনি শব্দগুলো বোর্ডে লিখুন এবং প্রত্যেকটি শব্দকে একটি বক্স দ্বারা আবদ্ধ করুন এবং একটি লাইন দ্বারা যুক্ত করুন। আপনি হয়তো দেখবেন শক্তির উৎসের বিভিন্ন নাম যেমন সূর্য, বায়ু প্রবাহ, পানির স্রোত ইত্যাদি। ধারণাগুলোকে সংযুক্ত করার পর এটিকে দেখতে মনে হবে একটি নেটওয়ার্কের মতো। এই নেটওয়ার্কের কেন্দ্রে থাকবে শক্তির উৎস আর তার চারপাশে ধারণাগুলি তীরচিহ্ন দ্বারা সম্পর্কের কারণসমূহ উল্লেখসহ সংযুক্ত থাকবে।

শিক্ষার্থীদের কোনো একটি বিষয়ে কনসেপ্ট ম্যাপিং থেকে আপনি ধারণা পাবেন যে শিক্ষার্থীরা ঐ বিষয়টি সম্পর্কে কী জানে। তাই কনসেপ্ট ম্যাপিং শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাইয়ের জন্য ব্যবহার করা যায়। আবার পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা নতুন ধারণা কতটুকু গ্রহণ করতে পেরেছে তাও বের করা যায়। শিক্ষার্থীরা প্রথম ধারণা চিত্র ও শেষের ধারণাচিত্র তুলনা করে নিজেরাও বুঝতে পারবে তাদের ধারণার কতটুকু পরিবর্তন হয়েছে।

## 8.৩ : ৫ই মডেল এবং POE (Prediction-Observation-Explanation)

### ৫ই (5E) মডেল

শিখনের তাত্ত্বিক দিকগুলোকে শ্রেণীকক্ষে অনুশীলনের মাধ্যমে প্রয়োগের ক্ষেত্রে অনেকেই বিভিন্ন কৌশল বা মডেল ব্যবহারে মতামত দিয়েছেন। এই কৌশলগুলোর মাধ্যমে একটি বিজ্ঞান ক্লাসকে কার্যকরভাবে পরিচালনা করা সম্ভব। বিভিন্ন কৌশল শিখনের বিভিন্ন তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে তৈরি করা। গঠনবাদী শিখনতত্ত্বের উপর ভিত্তি করে ধারণা পরিবর্তন মডেলের উদ্ভব হয়েছে যা আপনারা আগের সেকশনে জেনেছেন। ধারণা পরিবর্তন মডেলের উপর ভিত্তি করে বা এ মডেলের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ অনেক শিক্ষণকৌশল রয়েছে। নিম্নে এমনই কিছু মডেল বা কৌশল এবং এগুলো কিভাবে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার ক্ষেত্রে কাজ করে তা বর্ণনা করা হলো :

৫ই মডেল এর মাধ্যমে শিক্ষার্থীর শিখনের জন্য যেমন তাদের নিবিড়ভাবে জড়িত রাখে ঠিক তেমনি তারা শিখনকে নতুন পরিবেশ পরিস্থিতিতে প্রয়োগ করারও সুযোগ পায়। এই মডেল পাঁচটি ভিন্ন কিন্তু সম্পর্কযুক্ত ধাপে সজ্জিত। নিম্নে তাদের আলাদা আলাদা করে বর্ণনা করা হলো :

**Engage** বা নিবিড়ভাবে জড়িত করা : এই ধাপে শিক্ষার্থীদের আগ্রহকে উদ্দীপিত কাজ বা প্রশ্নের মাধ্যমে তুলে ধরা হয়। এতে শিক্ষার্থীরা একটি বিষয় সম্পর্কে কী জানে তা প্রকাশ করার সুযোগ করে দেওয়া হয়। ফলে তারা বিষয় সম্পর্কে উৎসাহী হয় ও শিখনে জড়িত হয়। যেমন-  $p = h\rho g$  সম্পর্কটি প্রতিপাদনের সময় শিক্ষার্থীদের পানিতে ডুব দিয়ে গভীরে গেলে কেমন অনুভব করে তা তাদের প্রশ্ন করে তাদের বিদ্যমান ধারণা জানার মাধ্যমে তাদের শিখনে জড়িত করা যেতে পারে।

**Explore** বা অনুসন্ধানের জন্য উন্মুক্ত করা : এই ধাপে শিক্ষার্থী একটি সমস্যা বা ধারণা সম্পর্কে হাতে কলমে কাজ করে বা তথ্য সংগ্রহ করে বিষয়টি অনুসন্ধান করে। এই ধাপে শিক্ষার্থী নতুন শিখনে জন্য আগ্রহ অনুভব করেন। যেমন এই ধাপে শিক্ষার্থীদের সামনে একটি প্রদর্শন সম্পন্ন করা যেতে পারে। একটি প্লাস্টিকের বোতলে ভিন্ন উচ্চতায় তিনটি ছিদ্র করে পানি বের হলে কী ঘটে তা দেখানো যেতে পারে। এক্ষেত্রে ছিদ্রের উচ্চতা ও পানির পরিবর্তে দুধ বা অন্য তরল নিয়ে ছিদ্র থেকে পানি বের হয়ে কত দূরে পরে তা নির্ণয় করতে হবে।

**Explain** বা ব্যাখ্যা প্রদান : এই ধাপে শিক্ষার্থীদের কাছে ব্যাখ্যা চাওয়া হয় এবং শিক্ষকও নতুন ধারণার সাহায্যে ব্যাখ্যা প্রদান করেন। পূর্ববর্তী ধাপে দেখানো পরীক্ষাটির পর্যবেক্ষণকে শিক্ষার্থী ব্যাখ্যা করবেন। ছিদ্রের উচ্চতা ও পানির পরিবর্তে দুধ বা অন্য তরল নিয়ে ছিদ্র থেকে পানি বের হয়ে কেন ভিন্ন দূরে পরে তা শিক্ষার্থীরা ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করবেন।

**Elaborate** বা পরিবর্ধন : এ ধাপে শিক্ষার্থীরা যা শিখল তা নতুন পরিবেশ পরিস্থিতিতে প্রয়োগ করে। এক্ষেত্রে তারা নতুন অর্জিত ধারণাকে পাকাপোক্ত করে। ব্যাপনের ধারণাকে এ ধাপে শিক্ষার্থীরা অন্য ঘটনা - যেমন পানিতে ডুব দিয়ে গভীরে গেলে কেমন অনুভব করে এ ঘটনা ব্যাখ্যা করে ও তাদের নির্মিত ধারণাকে পরিবর্ধন করবে।

**Evaluate** বা মূল্যায়ন : এ ধাপে শিক্ষার্থীরা কি শিখছে তা বিভিন্ন কৌশল প্রয়োগের মাধ্যমে মূল্যায়ন করে থাকে।

### পূর্বানুমান- পর্যবেক্ষণ- ব্যাখ্যাকরণ POE (Prediction-Observation Explanation)

এই কৌশলটি শিক্ষার্থীদের কোনো প্রাকৃতিক ঘটনায় গভীরভাবে এবং সূক্ষ্মভাবে চিন্তা করার ব্যাপারে উৎসাহিত করে। প্রথমেই শিক্ষার্থীদের কোন একটি কাজের ফল কেমন হতে পারে তা পূর্বানুমান করতে বলা হয়। তাদের উত্তরের পিছনের কারণ জিজ্ঞাসা করতে হবে। এর মূল উদ্দেশ্য হলো উক্ত ঘটনার সাথে শিক্ষার্থী তার বিদ্যমান ধারণা সংযোগ করার সুযোগ পাবে। যার থেকে শিক্ষার্থীর ভ্রান্ত বা বিকল্প ধারণা আছে কিনা শিক্ষক তা বুঝতে পারবেন। এবার শিক্ষার্থীদের ঘটনাটি পর্যবেক্ষণ করতে দেওয়া হয়। এক্ষেত্রে শিক্ষার্থীরা তাদের পর্যবেক্ষণের সাথে তাদের অনুমানের মিল বা অমিল খুঁজে দেখার সুযোগ পাবে। পর্যবেক্ষণের পর শিক্ষার্থীরা ঘটনার ব্যাখ্যা দিবেন। শিক্ষক প্রয়োজনে সহায়তা দিবেন। এর পরিপ্রেক্ষিতে শিক্ষার্থীরা তাদের শিখনের প্রতি অধিক যত্নবান হবে।

### উদাহরণ:

আলোর প্রতিসরণের ধারণা দেওয়ার সময় আমরা সহজেই POE কৌশলটি ব্যবহার করতে পারি। একটি গ্লাসে পানি অর্ধপূর্ণ করে এর ভেতরে একটি কাঠি বা কলম ডুবালে পানির ভেতর কলমের অংশটি কেমন দেখাবে তা শিক্ষার্থীদের পূর্বানুমান করতে বলবেন? শিক্ষার্থীদের পূর্বানুমানের পক্ষে যুক্তি দিতে বলবেন। কোনো শিক্ষার্থী আন্দাজে সঠিক পূর্বানুমান করলেও হয়তো তার পক্ষে যুক্তি দিতে পারবে না। দ্বিতীয় পর্যায়ে শিক্ষক ঘটনাটি প্রদর্শন করবেন। শিক্ষার্থীরা পর্যবেক্ষণ করবে ঘটনাটা (পর্যবেক্ষণ)। শিক্ষার্থীদের পূর্বানুমান ও পর্যবেক্ষণ একই হতে পারে আবার ভিন্নও হতে পারে। শেষ পর্যায়ে শিক্ষার্থীরাই প্রথমে ঘটনার ব্যাখ্যা দিবেন। শিক্ষক প্রয়োজনে সহায়তা দিবেন। এর পরিপ্রেক্ষিতে শিক্ষার্থীরা তাদের শিখনের প্রতি অধিক যত্নবান হবে। শিক্ষার্থীরা নতুন ধারণার সমন্বয়ে ঘটনাটির বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা পাবে। (ব্যাখ্যা)

## 8.8 Expert Jigsaw; সহযোগিতামূলক শিখন;

### Expert Jigsaw

দলগত কাজেরমাধ্যমে পাঠের সারমর্ম করার একটি ভালো উপায় Expert Jigsaw কৌশল। এই কৌশলের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা অল্প সময়ে অনেক তথ্য সারমর্ম করতে পারে এবং ধারণার পুনঃগঠনের সুযোগ হয়। এই কৌশলে প্রয়োগের পূর্বে শিখন শেখানো কৌশলে সংগঠন অতি জরুরি। যে কয়টি মূল প্রশ্নকে ভিত্তি করে পাঠটি সংগঠন করা হলো, প্রত্যেক দলে ততজন শিক্ষার্থী থাকবে এবং এ দলকে বলা হবে 'Home' গ্রুপ। যদি পাঠটি পাঁচটি মূল প্রশ্ন থাকে, তবে প্রত্যেক দলে ৫ জন করে সদস্য থাকবে। প্রত্যেক সদস্য একটি করে মূল প্রশ্নের দায়িত্ব নিবে।

এরপর একই মূল প্রশ্নের দায়িত্ব পাওয়া সকল গ্রুপের সদস্যরা একত্রে এসে মূল প্রশ্নভিত্তিক দল গঠন করবে। এক্ষেত্রে যেহেতু মূল প্রশ্নের সংখ্যা পাঁচ সেহেতু পাঁচটি প্রশ্ন ভিত্তিক দল হবে এবং এদের বলা হয় 'Expert' দল। 'Expert' দলে সকলে মত বিনিময়ের মাধ্যমে তাদের জন্য নির্ধারিত প্রশ্নের উত্তরটি ঠিক করবে। এতে কোন কোন সদস্য ধারণার পুনঃগঠনের সুযোগ পাবে। এরপর শিক্ষার্থীরা তাদের 'Home' দলে ফিরে আসে এবং প্রশ্নের প্রাপ্ত উত্তর তাদের 'Home' দলের কাছে বিনিময় করবে।

### উদাহরণ :

একটি ক্লাসে শিক্ষক শক্তির। এই কৌশলে প্রয়োগের পূর্বে শিখন শেখানো কৌশলে সংগঠন অতি জরুরি। যে কয়টি মূল প্রশ্নকে ভিত্তি করে পাঠটি সংগঠন করা হলো, প্রত্যেক দলে ততজন শিক্ষার্থী থাকবে এবং এ দলকে বলা হবে 'Home' গ্রুপ। যদি পাঠটি পাঁচটি মূল প্রশ্ন থাকে, তবে প্রত্যেক দলে ৫ জন করে সদস্য থাকবে। প্রত্যেক সদস্য একটি করে মূল প্রশ্নের দায়িত্ব নিবে।

এরপর একই মূল প্রশ্নের দায়িত্ব পাওয়া সকল গ্রুপের সদস্যরা একত্রে এসে মূল প্রশ্নভিত্তিক দল গঠন করবে। এক্ষেত্রে যেহেতু মূল প্রশ্নের সংখ্যা পাঁচ সেহেতু পাঁচটি প্রশ্নভিত্তিক দল হবে এবং এদের বলা হয় 'Expert' দল। 'Expert' দলে সকলে মত বিনিময়ের মাধ্যমে তাদের জন্য নির্ধারিত প্রশ্নের উত্তরটি ঠিক করবে। এতে কোন কোন সদস্য ধারণার পুনঃগঠনের সুযোগ পাবে। এরপর শিক্ষার্থীরা তাদের 'Home' দলে ফিরে আসে এবং প্রশ্নের প্রাপ্ত উত্তর তাদের 'Home' দলের কাছে বিনিময় করবে।

### সহযোগিতামূলক শিখন

সহযোগিতামূলক শিখন হলো শিক্ষার্থীদের দলে বিভক্ত হয়ে একে অন্যের সাথে কাজ করার মাধ্যমে সম্মিলিত শিখন। সামাজিক গঠনবাদের মূল ধারণাতে আমরা দেখেছি শিক্ষার্থীরা একসাথে কাজ করার সুযোগ পেলে তারা কোনো ধারণার একটি সম্মিলিত অর্থ গঠন করতে পারে। অর্থাৎ শিক্ষার্থীদের শিখন একই রকম এবং শক্তিশালী হয়ে থাকে। এর কারণ শিক্ষার্থীরা যখন কোনো দলে কাজ করে তারা পরস্পরের সাথে অভিজ্ঞতা আদান-প্রদানের সুযোগ পায়। এছাড়া বিজ্ঞান শিখন-শেখানো আজকাল অনেক বেশি শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক অনুসন্ধানভিত্তিক যেখানে শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান বিষয়ক সমস্যা সমাধানের মাধ্যমে বিজ্ঞানের ধারণা, প্রক্রিয়া ও দক্ষতা শেখে। তাই শিক্ষার্থীরা দলে কাজ করলে কোনো সমস্যা সমাধানে তাদের বিভিন্ন চিন্তা, দৃষ্টিভঙ্গি ও সমাধান বিবেচনার সুযোগ পায়। এভাবে সহযোগিতামূলক শিখন একটি এ্যাপ্রোচ যার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা একত্রে কাজ করার মাধ্যমে অধিকতর কার্যকর শিখনের সুযোগ পায়।

সহযোগিতামূলক শিখনে সুবিধাসমূহ নিচে আলোচনা করা হলো।

- **অধিকতর কার্যকরী শিখন :** শিক্ষার্থীরা যখন সহযোগিতামূলকভাবে কাজ করে তখন তারা একা একা শেখার চেয়ে অধিক কার্যকরী ভাবে শিখার সুযোগ পায়। একে অন্যের সাথে তাদের অভিজ্ঞতা ও ধারণা ভাগাভাগি করার মাধ্যমে তাদের শিখন শক্তিশালী, অধিক ও উন্নত হয়।
- **সামাজিক শিখন :** দলে কাজ করার ফলে শিক্ষার্থীরা নেতৃত্ব গঠন, পারস্পরিক যোগাযোগ ও বিশ্বাস স্থাপন এমনকি সংঘাত ব্যবস্থাপনার মতো সামাজিক দক্ষতাসমূহ শিখতে পারে। এ দক্ষতাসমূহ শিখন সময়সাপেক্ষ কিন্তু এর কার্যকারিতা দীর্ঘকালের জন্য ফলপ্রসূ।
- **আত্ম-বিশ্বাসের উন্নয়ন :** সকল শিক্ষার্থীই দলগতভাবে কাজ করার ফলে অধিকতর সফল হয় যা কিনা তাদের শিখনের ক্ষেত্রে আত্ম-বিশ্বাস উন্নয়নে সহায়তা করে।
- **অধিকতর শ্রেণী ব্যবস্থাপনা :** শিক্ষার্থীরা যখন দলগতভাবে কাজ করে অভ্যস্ত হয়ে ওঠে তখন তাদের নিজের কাজ সম্পর্কে অধিকতর দায়িত্ববান হয় ফলে শ্রেণি ব্যবস্থাপনা সহজ হয়।

আমরা এ অধ্যায়ে বিভিন্ন শিখন-শেখানো কৌশল সম্পর্কে জেনেছি। এসব শিখন-শেখানো কৌশল প্রয়োগের ক্ষেত্রেও আমরা শিক্ষার্থীদের দলে সংগঠিত করে তাদের সহযোগিতামূলক শিখন নিশ্চিত করতে পারি। আমাদের বিদ্যালয়সমূহে বিজ্ঞান শিক্ষকেরা এখন অনেকেই শিক্ষার্থীদের দলগত কাজ দিয়ে থাকেন। এরকম অনেক ক্ষেত্রেই দেখা যায় এরকম দলগত কাজ শিক্ষার্থীর শিখনের উন্নয়ন ঘটাতে পারছে না আবার শ্রেণি-ব্যবস্থাপনাও কঠিন হয়ে ওঠে। এর মূল কারণ শিক্ষার্থী ও শিক্ষক কেউই হয়তো এরকম শিখন-শেখানো কাজে অভ্যস্ত নই। আমরা এখন দেখবো কীভাবে শ্রেণিতে দলীয় কাজকে সুসংগঠিত করার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর শিখন নিশ্চিত করা যায়।

**সহযোগিতামূলক শিখন ফলপ্রসূ করার কৌশল**

কিছু বিষয় অনুসরণ করে শিক্ষার্থীদের দলগত কাজকে ফলপ্রসূ করা যায় (Johnsons & Johnsons, 1976, 1986 cited in Hassard, 2005, p. 224)।

**ক. শিক্ষার্থীদের মুখোমুখি মিথস্ক্রিয়া :** শিক্ষার্থীদের ছোট দলে মুখোমুখি বসার ব্যবস্থা করতে হবে যাতে তারা পরস্পরের সাথে সরাসরি সহজে নিজের চিন্তা ভাগাভাগি করতে পারে এবং অন্যকে সহায়তা করতে পারে।

**খ. শিক্ষার্থীদের একে অন্যের প্রতি ইতিবাচক নির্ভরশীলতা :** শিক্ষক এমনভাবে দলীয় কাজ দেবেন এবং শিক্ষার্থীদের নির্দেশনা দেবেন যাতে একটি দলের শিক্ষার্থীরা একে অন্যের ওপর নির্ভরশীল হতে হয়। এমন যাতে কখনো না হয় যাতে একজন শিক্ষার্থী সব কাজটুকু করবে এবং অন্যরা কেবল পাশে অলস বসে থাকবে। এক্ষেত্রে যেটা করা যেতে পারে যে, যে কোনো দলীয় কাজে একজন শিক্ষার্থী কোনো না কোনো কাজ করবে। কাজটি যদি শুধু মৌখিক আলোচনা হয় তাহলেও শিক্ষক লক্ষ্য রাখবেন প্রত্যেকে যাতে আলোচনায় অংশ নেয়। আবার হাতে কলমে কাজ করার বিষয় হলে শিক্ষক নিশ্চিত করবেন যাতে একেক জন শিক্ষার্থী একেক অংশের কাজ করে। অর্থাৎ প্রত্যেক দলের প্রত্যেক শিক্ষার্থীর জন্য নির্দিষ্ট কাজের পরিধি নির্ণয় করে দিবেন।

**গ. ব্যক্তিগত জবাবদিহিতা :** অনেক সময় দলগত কাজে কোনো কোনো শিক্ষার্থীকে ফাঁকি দেওয়ার প্রবণতা দেখা যায়। তারা ঠিকভাবে কাজে অংশ নেয় না; এতে তার নিজেরও শিখন হয় না আর দলগত কাজও বাঁধাগ্রস্ত হয়। তাই দলগত কাজে একটি শিখন দলের সকল সদস্যকে তার নিজের শিখন এবং দলগত কাজটিতে অন্যদের সহযোগিতা করার বিষয়ে জবাবদিহিতা নিশ্চিত করতে হবে। অর্থাৎ

- **শিক্ষার্থী নিজে শিখল কিনা সেটি নিশ্চিতকরণ :** শ্রেণি-পরীক্ষা, কুইজ, হঠাৎ কোন শিক্ষার্থীকে (বিশেষ করে কাউকে অমনোযোগী দেখলে) শিখনের বিষয়বস্তুর ওপর প্রশ্ন করা ইত্যাদির মাধ্যমে শিক্ষক প্রত্যেক শিক্ষার্থীর শিখন নিশ্চিত করতে পারেন।
- **দলগত কাজে অংশগ্রহণ নিশ্চিতকরণ :** দলগত কাজটিতে প্রত্যেক শিক্ষার্থীর ভূমিকা সুনির্দিষ্ট করে বিভাজন করে দিতে হবে প্রথমে। যেমন দলগত আলোচনায় কেউ হয়তো আলোচনা সঞ্চালনে থাকবে, কেউ হয়তো নোট নেবে, কেউ হয়তো প্রশ্ন উত্থাপনকারী হিসেবে থাকবে। আবার ব্যবহারিক কাজ হলে কেউ হয়তো একটি বিষয়ে তথ্য সংগ্রহ করবে, অন্যজন হয়তো আরেক ধরনের তথ্য সংগ্রহ করবে, এক বা একাধিক জন হয়তো তথ্য বিশ্লেষণে মূল ভূমিকা নেবে। শিক্ষক ঘুরে ঘুরে দেখবেন সবাই যার যার দায়িত্ব ঠিকভাবে পালন করছে কিনা।

ঘ. সহযোগিতামূলক সামাজিক দক্ষতা ও মানসিকতা : বিজ্ঞানের শিখন-শেখানো কার্যাবলি সম্পন্ন করার জন্য বিজ্ঞান প্রক্রিয়াকরণদক্ষতা যেমন পর্যবেক্ষণ, পরিমাপ ইত্যাদির মতো কিছু সামাজিক দক্ষতা শিক্ষার্থীদের শেখানো দরকার যাতে তারা এগুলো প্রয়োগ করে দলগত কাজকে ফলপ্রসূ করে তুলতে পারে। শিক্ষার্থীদের জন্য প্রয়োজনীয় এই দক্ষতাসমূহ নিম্নে উপস্থাপন করা হলো :

#### দলীয় ব্যবস্থাপনা উন্নয়নে দক্ষতাসমূহ

- কাজ পাওয়ার পর নিজ দলে দ্রুত ও নীরবে যুক্ত হওয়া
- আন্তে কথা বলা যাতে কেবল নিজ দলের সদস্যরা শুনতে পায়
- দলের সাথে কাজ শেষ না হওয়া পর্যন্ত দলের সাথে অবস্থান করা

#### দল হিসেবে কার্যকরভাবে কাজ করার জন্য দক্ষতাসমূহ

- দলীয় কাজের সময় যে কথা বলছে তার দিকে মনোযোগ দেওয়া
- কোনোরূপ বিঘ্ন ঘটানো ছাড়া অন্যের কথা শোনা
- অন্য সদস্যদের কাজের প্রশংসা করা ও গুরুত্ব দেওয়া
- অন্যদের সাথে আন্তরিক আচরণ করা
- নিজের ওপর অর্পিত কাজ সম্পন্ন করা
- নির্দিষ্ট কাজের মধ্যেই থাকা ও অন্যকেও কাজের লক্ষ্য থেকে বিচ্যুত হতে না দেওয়া
- সমঝোতায় উপনীত হওয়ার দক্ষতা

#### শিখনের উন্নয়নের জন্য দক্ষতাসমূহ

- দলীয় আলোচনায় নিজের মতামত দিয়ে অংশগ্রহণ
- অন্যকে অংশগ্রহণে উদ্বুদ্ধ করা
- অন্যের ধারণা বা মতামতকে প্রশ্ন করা, যাচাই করে গ্রহণ করা
- নতুন তথ্যের আলোকে নিজ ধারণার সংশোধন করার মানসিকতা রাখা

শিক্ষার্থীদের সহযোগিতামূলক কাজে অভ্যস্ত ও দক্ষ করে তোলার উদ্দেশ্যে শিক্ষার্থীদের আরেকটি বিষয়ে অভ্যস্ত করা দরকার। এটি হলো, কাজ শেষে কাজের ওপর প্রতিফলন। প্রতিটি দলগত কাজ শেষে শিক্ষার্থীরা নিজেদের দলগত কাজের মূল্যায়ন করবে- তারা নিজেদের প্রশ্ন করবে যে তারা দল হিসেবে একত্রে তারা কাজটি কতটা কার্যকরভাবে করতে পেরেছে। এ ধরনের প্রতিফলন শেষে তারা তাদের একসঙ্গে কাজ করার প্রক্রিয়ার সবলতা ও দুর্বলতা বের করতে পারবে এবং ভবিষ্যতে দলগত কাজ ফলপ্রসূভাবে সম্পন্ন করতে পারবে।

সহযোগিতামূলক কাজ ফলপ্রসূভাবে করার জন্য উপরোক্ত বিষয়সমূহ ছাড়াও আরেকটি বিষয় গুরুত্বপূর্ণ, তা হলো দল গঠন। শিক্ষক নিজেই শিক্ষার্থীদের দলে ভাগ করবেন, শিক্ষার্থীদের তাদের নিজের পছন্দের দলে যাওয়া থেকে বিরত রাখতে হবে। দলটিতে বিভিন্ন ধরনের শিক্ষার্থীদের একসাথে কাজ করার সুযোগ দেওয়া দরকার। এক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের সামর্থ্য, লিঙ্গ এবং সামাজিক ও সাংস্কৃতিক প্রেক্ষাপট বিবেচনায় আনতে হবে। একত্রে কাজ করার সুযোগ দেওয়ার জন্য একই দলে বেশকিছু দিন একই শিক্ষার্থীদের থাকতে দিতে পারেন।

#### সহযোগিতা মূলক কাজ ও দলীয় কাজে শিক্ষার্থীদের দায়িত্ব

দলীয় কাজকে ফলপ্রসূ করার জন্য দলীয় প্রত্যেক শিক্ষার্থীদের আলাদা করে কাজ দেওয়া যেতে পারে। তবে মনে থাকতে সকলকে প্রত্যেক কাজের সাথে অভ্যস্ত করতে প্রতি নতুন কাজেই দলের সদস্যদের দায়িত্ব পরিবর্তন করতে হবে। নিম্নে একটি দলে চার জন শিক্ষার্থীকে কল্পনা করে তাদের বিভিন্ন রকম দায়িত্ব বিবৃত করা হলো-

**ব্যবস্থাপক :** দলের ব্যবস্থাপকের কাজ হলো প্রয়োজনীয় উপকরণ সংগ্রহ ও প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে ফেরত দেওয়া। উপকরণাদিসংক্রান্ত সমস্যাগুলো শিক্ষকের নজরে আনাও তার দায়িত্ব।

**সমন্বয়কারী :** দলে সমন্বয়কারীর কাজ হলো দলের কাজে যদি কোনো বিঘ্ন ঘটে তবে তার জন্য অন্য দল বা শিক্ষকের সহায়তা নেওয়ার ব্যাপারে কথা বলা। দলের বিভিন্ন সদস্যদের সাথেও যোগাযোগের দায়িত্ব তার।

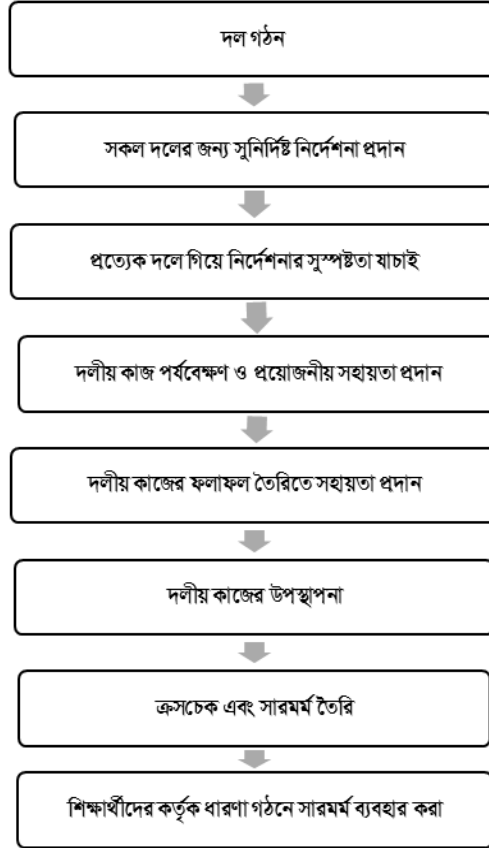
**পরিচালক :** দলের পরিচালকের কাজ হলো দলে প্রত্যেক সদস্যকে তার কাজকে সঠিকভাবে বুঝিয়ে দেওয়া এবং প্রত্যেক সদস্য তা সঠিকভাবে অনুসরণ করছে কিনা তা দেখা।

**রিপোর্ট সমন্বয়কারী :** সমন্বয়কারীর কাজ হলো দলের কাজের যথাযথভাবে রিপোর্ট তৈরির সমন্বয় করা। এ জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য সংগ্রহ, বিশ্লেষণ বা অন্যান্য কাজ সম্পন্ন হয়েছে কিনা তা দেখা।

## দলীয় কাজের একটি মডেল

২০১২ সালে শিক্ষাক্রম অনুসারে শ্রেণি কার্যক্রমে দলীয় কাজের নির্দেশনা আছে। কিন্তু শ্রেণিকক্ষে দলীয় কাজটি সফলভাবে সম্পন্ন করা অনেকক্ষেত্রেই হয়ে ওঠে না। ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ের শিক্ষা ও গবেষণা ইনস্টিটিউটের অধ্যাপক ড. এস এম হাফিজুর রহমান শ্রেণি কার্যক্রম পর্যবেক্ষণে তার বাস্তব অভিজ্ঞতা, সাহিত্য পর্যালোচনা ও নিজ পরিচালিত গবেষণার সুপারিশের ভিত্তিতে বিজ্ঞান শ্রেণি কার্যক্রমে দলীয় কাজ পরিচালনার জন্য একটি মডেল সুপারিশ করেন। পরবর্তীতে তার তত্ত্বাবধানে দুজন এম এড শিক্ষার্থী আশা মনি (প্রাথমিক স্তরের বিজ্ঞান শ্রেণি কার্যক্রমে) এবং জাকিয়া সুলতানা (মাধ্যমিক স্তরের বিজ্ঞান শ্রেণি কার্যক্রমে) তাদের খিসিসের অংশ হিসেবে উক্ত মডেলটি প্রয়োগ করে এর যথার্থতা নিরূপণ করেন। উভয় ক্ষেত্রেই অংশগ্রহণকারীদের (গ্রাম ও শহরে) কাছে এর গ্রহণযোগ্যতা প্রমাণিত হয়।

উদাহরণস্বরূপ, ‘সূর্য সকল প্রকার শক্তির প্রধান উৎস’ এ বিষয়ে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের ধারণা গঠন করবেন। সর্বপ্রথম, শিক্ষার্থীরা নিজেদের মধ্যে কতগুলো দল গঠন করবে এবং শিক্ষক প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে সহায়তা দিবেন। দল গঠনের সময় শিক্ষার্থীদের মেধা, ব্যক্তিত্ব, দক্ষতা ইত্যাদিকে বিবেচনায় আনতে হবে। এরপর শিক্ষক সকল দলের জন্য নির্দিষ্ট করে দলীয় কাজের নির্দেশনা প্রদান করবেন। যেমন, প্রত্যেক দলকে পৃথক পৃথক বিভিন্ন প্রকার শক্তির ২টি করে ব্যবহার ও এর মূল উৎস খাতায় লিখতে বললেন। এরপর শিক্ষক অবশ্যই প্রত্যেক দলে গিয়ে নির্দেশনার সুস্পষ্টতা যাচাই করবেন যে তারা ঠিকভাবে বুঝতে পেরেছে কিনা। শিক্ষক ঘুরে ঘুরে শিক্ষার্থীদের দলীয় কাজ সঠিক পথে আছে কি না তা



চিত্র-১ : দলীয় কাজ পরিচালনার মডেল

পর্যবেক্ষণ করবেন এবং প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে ইঙ্গিতমূলক প্রশ্নের সহায়তায় দলের কাজকে সহায়তা দিবেন। প্রত্যেক দলের সকল সদস্যের সক্রিয় অংশগ্রহণ নিশ্চিত করবেন। পরবর্তীতে দলীয় কাজের ফলাফল আশানুরূপ হচ্ছে কি না শিক্ষক তা যাচাই করবেন এবং উপস্থাপনের ধরণ নিয়ে প্রয়োজনীয় সহায়তা দিবেন। এরপর শিক্ষার্থীরা তাদের দলীয় কর্মকাণ্ডের ফলাফল দলে দলে উপস্থাপনা করবেন। দলের একজন উপস্থাপন করবেন এবং অন্য দলগুলোতে একই রকম ফলাফল এসে থাকলে তা ক্রস

করবে এবং নতুন কিছু আসলে অন্য দলগুলো তা লিখে নিবেন। এভাবেই দলীয় কাজের ফলাফল অন্য দলের সাথে ক্রস চেক করে সারমর্ম তৈরি হয়ে যাবে। পরবর্তীতে শিক্ষক সবাইকে পুনরায় জিজ্ঞাসা করবেন যে, তারা নতুন কিছু যোগ করতে চাচ্ছে কি না। শিক্ষক প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে সংযোজন বা বিয়োজন করবেন। এতে সারমর্মটি আরো সমৃদ্ধ হবে। সর্বশেষে শিক্ষার্থীরা শিক্ষকের সহায়তায় সারমর্ম ব্যবহার করে ধারণা গঠন করবে যে, ‘সূর্যই সকল প্রকার শক্তির প্রধান উৎস’।

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ১। ধারণা পরিবর্তন মডেলের ধাপসমূহ কী কী?
- ২। কোন ধরনের পরিস্থিতিতে ব্রেইন স্টর্মিং ভাল কাজ করে?
- ৩। কনসেপ্ট ম্যাপিং কী?
- ৪। ৫ই মডেলের ধাপসমূহ কী কী?
- ৫। POE কী?
- ৬। Expert Jigsaw কী?
- ৭। সহযোগিতামূলক শিখন কী?

### রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। ধারণা পরিবর্তন মডেলটি ব্যাখ্যা করুন।
- ২। ধারণা পরিবর্তন মডেলে একজন শিক্ষকের ভূমিকা ব্যাখ্যা করুন।
- ৩। একটি উদাহরণসহ ব্রেইন স্টর্মিং-এর প্রয়োগ দেখান।
- ৪। একটি উদাহরণসহ কনসেপ্ট ম্যাপিং-এর প্রয়োগ দেখান।
- ৫। বাংলাদেশের প্রেক্ষিতে ধারণা পরিবর্তন মডেলের ব্যবহার উপযোগিতা বিশ্লেষণ করুন।
- ৬। POE প্রক্রিয়াটির ব্যাখ্যা দিন। একটি উদাহরণে এতে শিক্ষকের ভূমিকা তুলে ধরুন।
- ৭। Expert Jigsaw কীভাবে শিক্ষার্থীর শিখন পুনঃগঠনে ভূমিকা রাখে তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ৮। একটি কার্যকরী দলীয় কাজে শিক্ষকের ভূমিকা বিশ্লেষণ করুন।

### তথ্যসূত্র

G. Venville and V. Dawson (Eds.) (2012), *The Art of Teaching Science: For middle and secondary school* (2nd ed.) Sydney: Allen & Unwin.

Jack Hassard (2005), *The art of Teaching Science-Inquiry and Innovation in middle school and high schools*, Oxford University Press

## ইউনিট ৫ : মাধ্যমিক পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু আলোচনা -১

বলা হয় বিজ্ঞান আমাদের দিয়েছে বেগ কেড়ে নিয়েছে আবেগ। কিন্তু প্রাচীন কাল থেকে শুরু করে বর্তমান সময় পর্যন্ত বিজ্ঞানের নানান আবিষ্কার যুগে যুগে মানুষের চলার পথের পাথেয়। বিজ্ঞানের অগ্রযাত্রার ফলে যে মানুষ এককালে প্রাচীন গুহায় পাথরে পাথর ঠুকে আগুন জ্বালাত, সেই মানুষ আজ মহাশূন্য জয় করেছে। এক সময় মানুষ দেয়ালে দাগ টেনে টেনে হিসাব নিকাশ করত। সেই মানুষ আজ কম্পিউটার আর ইন্টারনেটের সাহায্যে মুহূর্তে লক্ষ্য লক্ষ্য তথ্য আদান-প্রদান করছে। বিজ্ঞানের নিত্য নতুন আবিষ্কার মানুষের জীবনকে করেছে সহজ, সুন্দর, সমৃদ্ধ, স্বাচ্ছন্দ্য ও গতিময়। কিন্তু বিজ্ঞানের এই সমৃদ্ধি একদিনে সম্ভব হয়নি। প্রাচীন কাল থেকে এখন পর্যন্ত নানান বিজ্ঞানীর অবদান মানুষকে আজ উন্নতির স্বর্ণশিখরে পৌঁছে দিয়েছে। এই ইউনিটে আমরা পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর ও ক্রমবিকাশ, পদার্থবিজ্ঞানে বিভিন্ন পরিমাপে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও তাদের ব্যবহার, বস্তুরগতি, সাম্য ও অসাম্যবল, ঘর্ষণ, ক্ষমতা, প্লবতা, বরফের গলনাংক ও পানির স্ফুটনাংক সম্পর্কিত ৬টি বিষয় আলোচনা করব।

- ৫.১ পদার্থবিজ্ঞানের ক্রমবিকাশ
- ৫.২ পদার্থবিজ্ঞানে পরিমাপের যন্ত্রপাতি - স্লাইড ক্যালিপার্স; জুগজ  
একটি আয়তাকার বস্তুর একটি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও বস্তুর আয়তন নির্ণয়।
- ৫.৩ গতি ও লেখচিত্র : দূরত্ব - সময় লেখচিত্র; বেগ-সময় লেখচিত্র।
- ৫.৪ সাম্য ও অসাম্যবল : ঘর্ষণ ও ঘর্ষণ বল; কর্মদক্ষতা; সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে উঠে ক্ষমতা নির্ণয়।
- ৫.৫ প্লবতা, আর্কিমিডিসের সূত্র, বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন।
- ৫.৬ গলন, বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন; পরীক্ষণের সাহায্যে বরফের গলনাংক ও পানির স্ফুটনাংক নির্ণয়।

### ৫.১ পদার্থবিজ্ঞানের ক্রমবিকাশ

প্রাচীনকালে খেলিস (খ্রিষ্টপূর্ব ৬২৪-৫২৯) এর সূর্যগ্রহণ সম্পর্কিত ভবিষ্যদ্বাণী, পিথাগোরাসের (খ্রিষ্টপূর্ব ৫২৭-৪৯৭) জ্যামিতিক উপপাদ্য, আগুন, পানি, মাটি ও বায়ু এই চারটি মৌলের ধারণা, কম্পমান তারের উপর কাজ, ডেমোক্রিটাস (৪৬০-৩৭০ খ্রিষ্টপূর্ব) এর পরমাণুর ধারণা, প্লেটো (খ্রিষ্টপূর্ব ৪২৮-৩৪৮) ও অ্যারিস্টটল (খ্রিষ্টপূর্ব ৩৮৪-৩২২) এর ভূ-তত্ত্ব ও জ্যোতির্বিজ্ঞানসহ বিভিন্ন বিষয় সম্পর্কিত ধারণা ও মতবাদ, অ্যারিস্টার্কাস (খ্রিষ্টপূর্ব ৩১০-২৩০) এর প্রথম সূর্যকেন্দ্রিক গ্রহ-উপগ্রহের ঘূর্ণন সম্পর্কিত ধারণা, আর্কিমিডিস (খ্রিষ্টপূর্ব ২৮৭-২১২) এর লিভারের নীতি, প্লবতা, ধাতুর ভেজাল নির্ণয় ইত্যাদি স্মরণীয়। বিজ্ঞানের উষালগ্নে এ সকল আবিষ্কারের তাৎপর্য অপরিসীম।

আর্কিমিডিসের পর কয়েক শত বছর বিজ্ঞানের বন্ধাকাল অতিক্রান্ত হয়। তারপর ভারতীয় উপমহাদেশে বেশ কয়েকজন বিজ্ঞানীর আবির্ভাব ঘটে। এদের মধ্যে কণাদ, আর্ষভট্ট (জন্ম ৪৭৬ খ্রিঃ), বরাহ মিহির (জন্ম ৫০৫ খ্রিঃ), মহাবীর প্রমুখ উল্লেখযোগ্য। মহাবীর জ্যোতির্বিজ্ঞান ও গণিতে, আর্ষভট্ট গণিতে, কণাদ পদার্থবিজ্ঞানে, ভাস্করাচার্য জ্যোতির্বিদ্যা ও গণিতে অবদান রাখেন। ৮০০ খ্রিষ্টাব্দ থেকে ১১৫০ খ্রিষ্টাব্দ পর্যন্ত আরবরা বিজ্ঞান, গণিত, জ্যোতির্বিদ্যা, চিকিৎসা বিজ্ঞান ও রসায়ন শাস্ত্রে বিশেষ সমৃদ্ধ ছিল। আব্দুল্লাহ ইবনে মুসা আল-খোয়ারিজমি (মৃত্যু ৮৫০ খ্রিঃ) বীজগণিত ও ত্রিকোণমিতির ভিত্তি স্থাপন করেন। পরিব্রাজক আল বেরুনী (৯৭৩-১০১৬ খ্রিঃ), কবি ওমর খৈয়াম (১০১৯-১১৩৫ খ্রিঃ) প্রমুখ ছিলেন খোয়ারিজমির উত্তরসূরী। মুসলিম জ্যোতির্বিদদের মধ্যে আল-বাত্তানি (৮৫৮-৯২৯ খ্রিঃ), ইবনে ইউনুস (মৃত্যু ১০০৯ খ্রিঃ)-এর নাম উল্লেখযোগ্য। কায়রোতে ৯৯৫ সালে বিজ্ঞানাগার নির্মিত হয়। গ্রহ নক্ষত্রের অবস্থান নির্ণয়ের জন্য অ্যাস্ট্রোল্যাব (Astrolab) নামক যন্ত্র আবিষ্কৃত হয়। একাদশ শতকে আল খুজান্দী সেক্সট্যান্ট (Sextant) যন্ত্র আবিষ্কার করেন। আল মাসুদী (৮৯৬-৯৫৬ খ্রিঃ) রচিত বইয়ে বায়ুকলের উল্লেখ পাওয়া যায়। জাবির ইবনে হাইয়ান ও ইবনে সিনা (৯৭৯-১০৩৭ খ্রিঃ) 'আলকেমির' উন্নতি সাধন করেন। এই সময়ে আলোকতত্ত্বের ক্ষেত্রে ইবনে আল হাইথাম (৯৬৫-১০৩৯ খ্রিঃ) ও আল হাজেন (৯৬৫-১০৩৮ খ্রিঃ) এর অবদান উল্লেখযোগ্য।

ত্রয়োদশ শতাব্দীতে পরীক্ষামূলক বিজ্ঞানের উপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করা হয়। অ্যালবার্টাস ম্যাগনাস (১১৯৩-১২৮০ খ্রিঃ) ছিলেন কার্যকারণ অনুসন্ধানের মত প্রদর্শক। রজার বেকন (১২১৪-১২৯০ খ্রিঃ) ছিলেন পরীক্ষামূলক বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির প্রবক্তা। প্রখ্যাত চিত্রশিল্পী লিওনার্দো দ্য ভিঞ্চি (১৪৫২-১৫১৯ খ্রিঃ) পাখির উড়া পর্যবেক্ষণ করে উড়োজাহাজের একটি মডেল তৈরি করেন। ডাঃ গিলবার্ট (১৫৪০-১৬০৩ খ্রিঃ) এর চুম্বকত্ব তত্ত্ব, স্নেল (১৫৯১-১৬২০ খ্রিঃ) এর আলোর প্রতিসরণের সূত্র, হাইগেন (১৬২৬-১৬৯৫ খ্রিঃ) এর আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব, রবার্ট হুক (১৬৩৫-১৭০৩ খ্রিঃ) এর পদার্থের স্থিতিস্থাপকতার সূত্র, রবার্ট বয়েল (১৬২৭-



১৬৯১ খ্রিঃ) এর বিভিন্ন চাপে গ্যাসের ধর্ম, ভন গুয়েরিক (১৬০২-১৬৮৬ খ্রিঃ) এর বায়ু পাম্প আবিষ্কার, রোমার (১৬৪৪-১৭১০ খ্রিঃ) এর আলোর বেগ নির্ণয় ইত্যাদি পদার্থবিজ্ঞানের অগ্রযাত্রায় বিরাট ভূমিকা রাখে। এর মাঝে গ্যালিলিও ও নিউটন-এর আবিষ্কার পদার্থবিজ্ঞানে নতুন দিগন্তের সূচনা ঘটায়। জেমস ওয়াট (১৭৩৬-১৮১৯ খ্রিঃ)-এর আবিষ্কৃত বাষ্পীয় ইঞ্জিন শিল্প বিপ্লবে ও যোগাযোগ ব্যবস্থায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ওয়েরস্টেড (১৭৭৭-১৮৫১ খ্রিঃ) এর তড়িৎ প্রবাহের চুম্বকীয় ক্রিয়া, মাইকেল ফ্যারাডে (১৭৯১-১৮৬৭ খ্রিঃ), হেনরি (১৭৯৭-১৮৯৭ খ্রিঃ) ও লেঞ্জ (১৮০৪-১৮৬৫ খ্রিঃ) এর তড়িৎ প্রবাহ আবিষ্কার এবং যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করার পদ্ধতি, ম্যাক্সওয়েল (১৮৩১-১৮-৭৯ খ্রিঃ) এর আবিষ্কৃত তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ ও তত্ত্ব, হার্টজ (১৮৫৭-১৮৮৪ খ্রিঃ) এর বিকিরণ উৎপাদন, মার্কনী (১৮৭৪-১৯৩৭ খ্রিঃ) এর বেতার যোগাযোগ স্থাপন, রনজেন (১৮৪৫-১৯২৩ খ্রিঃ)-এর এক্স-রে আবিষ্কার এবং বেকেরেল (১৮৫২-১৯০৮ খ্রিঃ) এর ইউরেনিয়ামের তেজস্ক্রিয়তা আবিষ্কার আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের দ্বার উদঘাটন করে।

বিংশ শতাব্দীতে চিরায়ত পদার্থবিজ্ঞানের উপর নির্ভর করে আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের আবির্ভাব ঘটে ম্যাক্স প্লাঙ্ক (১৮৫৮-১৯৪৭ খ্রিঃ) এর কোয়ান্টাম তত্ত্ব ও আলবার্ট আইনস্টাইন (১৮৭৯-১৯৫৫ খ্রিঃ) এর আপেক্ষিক তত্ত্ব, আর্নেস্ট রাদারফোর্ড (১৮৭১-১৯৩৭ খ্রিঃ) এর পরমাণু বিষয়ক নিউক্লিয় তত্ত্ব ও নীলস্ বোর (১৮৮৫-১৯৬২ খ্রিঃ) এর হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন স্তরের ধারণা থেকে। পারমাণবিক পদার্থবিজ্ঞানের সোপান ১৯৩৮ সালে ওটো হান (১৮৭৯-১৯৬৮ খ্রিঃ) ও স্ট্রেসম্যান (১৯০২-১৯৮০ খ্রিঃ) নিউক্লিয় ফিশন আবিষ্কার করেন যা থেকে বিপুল পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়। এই শক্তি মানবকল্যাণে ব্যবহৃত হচ্ছে এবং ভবিষ্যতে আরও সহজ ও উন্নত হবে বলে মনে করা যায়। বর্তমানে অর্ধপরিবাহীর সাহায্যে আমরা ইলেকট্রনিক কম্পিউটার যুগে বাস করছি বলা যায়। পুরানো ধানের বড় বড় যন্ত্রপাতির পরিবর্তে নির্ভরযোগ্য ছোট আকারের শাস্ত্রীয় যন্ত্রপাতি বদলে দিয়েছে আমাদের জীবনযাপন। ট্রানজিস্টর রেডিও, রঙিন টেলিভিশন, ডিজিটাল ক্যামেরা, ত্রিমাত্রিক ছবি, লেজার, ফ্যাক্স, প্রিন্টিং, ফটোকপিয়ার, মোবাইল ফোন, আই প্যাড, ইন্টারনেট, ই-মেইল, কম্পিউটার ইত্যাদিসহ সকল প্রকার বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি পদার্থবিজ্ঞানের অবদান।

পদার্থবিজ্ঞান বিস্ময়কর, কারণ এটি সমস্যা সমাধানের প্রশিক্ষণ দেয়। পদার্থবিজ্ঞান কোনো কিছু দেখার চেয়ে, পর্যবেক্ষণ, পরীক্ষণ ও বিশ্লেষণমূলক দৃষ্টিভঙ্গি গ্রহণে সাহায্য করে। সবকিছু কার্যকারণ সম্পর্কের ভিত্তিতে ব্যাখ্যা করা হয়, অনুসন্ধানের মাধ্যমে যুক্তিসঙ্গত ও বাস্তবসম্মত চিন্তায় সিদ্ধান্ত নিতে সাহায্য করে। এভাবে প্রকৃতির রহস্য উদ্ঘাটন তথা প্রকৃতির নিয়মগুলো অনুধাবনই পদার্থবিজ্ঞানের উদ্দেশ্য।

ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাক্তন প্রফেসর প্রখ্যাত পদার্থবিজ্ঞানী সত্যেন্দ্রনাথ বসু (১৮৯৪-১৯৭৪ খ্রিঃ) প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্বের শুদ্ধতর প্রমাণ ও মহাবিজ্ঞানী আইনস্টাইনের সাথে বোস-আইনস্টাইন সংখ্যায়ন উপস্থাপন করেন। তাঁর নামে ‘বোসন’ কণা পরিচিত ভারতীয় নোবেল পুরস্কার বিজয়ী চন্দ্রশেখর রমন (১৮৮৮-১৯৭০ খ্রিঃ) আবিষ্কৃত রমন প্রভাব অদ্যাবধি উচ্চতর পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ্য বিষয়।

বিংশ শতাব্দীতে বাঙালি বিজ্ঞানী জগদীশ চন্দ্র বসু (১৮৫৮-১৯৩৭ খ্রিঃ) বেতার যন্ত্র ও উদ্ভিদের প্রাণ আবিষ্কারের অবদান রাখেন। আচার্য প্রফুল্ল চন্দ্র রায় (১৮৬১-১৯৪৪ খ্রিঃ), অতীশ দীপঙ্কর (৯৮০-১০৫৩ খ্রিঃ), মেঘনাদ সাহা (১৮৯৩-১৯৫৬ খ্রিঃ), ভাষাবিদ ড. মুহম্মদ শহীদুল্লাহ (১৮৮৫-১৯৬৯ খ্রিঃ), ড. কুদরত-ই-খুদা (১৯০০-১৯৭৭ খ্রিঃ), বিজ্ঞানে অবদান রাখার জন্য পরিচিত নাম।

মানব সভ্যতার বিবর্তনে বিজ্ঞানের যে অবদান তার অধিকাংশ কোনো না কোনোভাবে পদার্থবিজ্ঞান থেকে এসেছে। সুতরাং বিজ্ঞানের যে শাখায় জড় বস্তুর ধর্ম, আচরণ ও বস্তুর ওপর শক্তির প্রভাব এবং বস্তু, শক্তি ও সময়ের ঘটনার সম্পর্কিত বিজ্ঞানই হলো পদার্থবিজ্ঞান। বিজ্ঞানের উন্নতির সাথে সাথে পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর ব্যাপকভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে। তাই গবেষণা ও চর্চার সুবিধার্থে পদার্থবিজ্ঞানকে কতকগুলো প্রধান শাখায় ভাগ করা হয়েছে। যথা :

১।	বলবিদ্যা ও পদার্থের ধর্ম	৬।	কঠিন অবস্থার পদার্থবিজ্ঞান
২।	তাপবিজ্ঞান	৭।	পারমাণবিক পদার্থবিজ্ঞান
৩।	শব্দবিজ্ঞান	৮।	ইলেকট্রনিক্স
৪।	আলোকবিজ্ঞান	৯।	জ্যোতির্পদার্থবিজ্ঞান
৫।	তড়িতচৌম্বক বিজ্ঞান	১০।	প্লাজমা পদার্থবিজ্ঞান

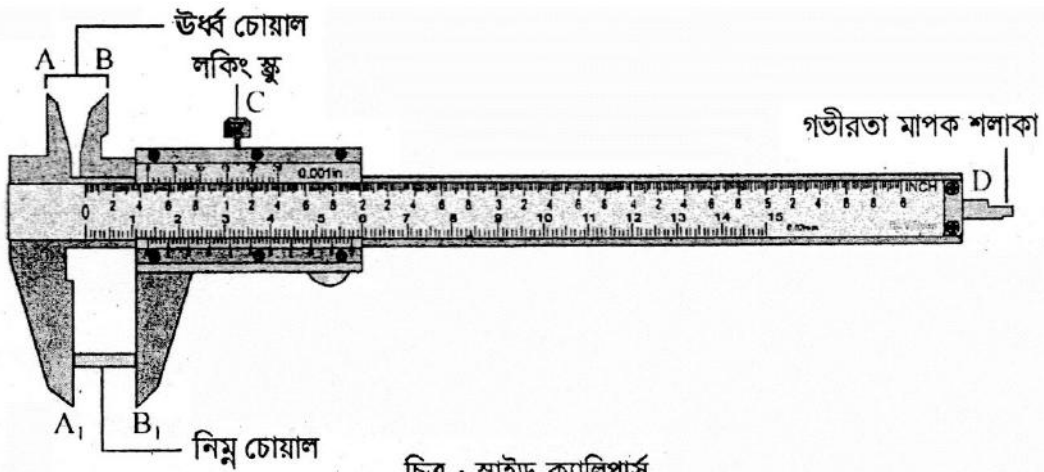
তবে প্রধান শাখা ছাড়াও পদার্থবিজ্ঞানে বেশ কিছু উপশাখা আছে। যেমন- স্থিতিবিদ্যা, গতিবিদ্যা, তরল গতিবিদ্যা, তাপ গতিবিদ্যা, বিকিরণ পদার্থবিজ্ঞান, নিউক্লিয় পদার্থবিজ্ঞান, স্বাস্থ্য পদার্থবিজ্ঞান, কণা পদার্থবিজ্ঞান ইত্যাদি। এগুলো প্রধান শাখাগুলোর অংশ বিশেষ। আবার একাধিক প্রধান বা উপশাখা মিলে নতুন নতুন শাখা তৈরি হয়েছে। যথা- তাত্ত্বিক পদার্থবিজ্ঞান ও প্রয়োগিক পদার্থবিজ্ঞান। সুতরাং পদার্থবিজ্ঞান কোনো নির্দিষ্ট গণ্ডির মধ্যে সীমাবদ্ধ নেই। মানুষের প্রয়োজন ও সময়ের সাথে সাথে এর সীমা পরিসীমা বিস্তৃত হচ্ছে নতুন নতুন আবিষ্কারের নেশায়।

## ৫.২ পদার্থবিজ্ঞানের পরিমাপের যন্ত্রপাতি স্লাইড ক্যালিপার্স; জুকুগজ

পদার্থবিজ্ঞানে বিভিন্ন ধরনের যন্ত্রপাতি ব্যবহার হয়। নিম্নে স্লাইড ক্যালিপার্স ও জুকু গজ-এর বর্ণনা করা হলো।

### স্লাইড ক্যালিপার্স

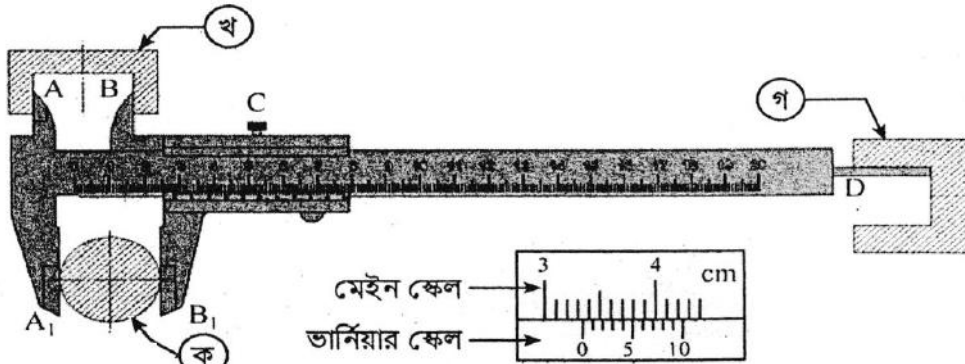
স্লাইড ক্যালিপার্স একটি বিশেষ ধরনের সরল ভার্নিয়ার স্কেল। যাকে ভার্নিয়ার ক্যালিপার্সও বলা হয়। চিত্রে স্লাইড ক্যালিপার্স দেখানো হলো :



চিত্র : স্লাইড ক্যালিপার্স

চিত্রানুযায়ী, স্লাইড ক্যালিপার্সে দুই মেইন স্কেল, একটি ইঞ্চি অপরটি সেন্টিমিটার স্কেল থাকে। এছাড়া ইঞ্চি স্কেল এবং সেন্টিমিটার স্কেলের সাথে একটি করে মোট দুটি ভার্নিয়ার স্কেল থাকে।

### স্লাইড ক্যালিপার্সের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ ও ব্যবহার



চিত্র : স্লাইড ক্যালিপার্সের ব্যবহার

ভার্নিয়ার স্কেলের 0 (Zero) দাগ মেইন স্কেলের যে দাগকে অতিক্রম করবে তাই মেইন স্কেল পাঠ। মেইন স্কেল দাগ ও ভার্নিয়ার স্কেলের দাগ যে জায়গায় মিলিত হয়েছে সেটিই ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ। চিত্রে মেইন স্কেল পাঠ = 3.3 cm, ভার্নিয়ার ঘর সংখ্যা = 4।

**চিহ্নিত অংশ**

AB = উর্ধ্ব চোয়াল

A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> = নিম্ন চোয়াল

C = লকিং স্ক্রু

D = গভীরতা মাপক শলাকা

**ব্যবহার**

উর্ধ্ব চোয়ালের সাহায্যে চোঙের অন্তর্ব্যাস নির্ণয় করা যায়।

নিম্ন চোয়ালের সাহায্যে বহিঃব্যাস, গোলকের ব্যাস, দৈর্ঘ্য ইত্যাদি নির্ণয় করা যায়।

পরিমাপকালীন সময়ে স্কেল যাতে না সরে যায় তাই লকিং স্ক্রু ব্যবহার করা হয়।

যে কোনো গর্তের গভীরতা পরিমাপে ব্যবহার করা হয়।

**ভার্নিয়ার স্কেল**

সাধারণ মিটার স্কেলের সাহায্যে মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য মাপা যায়। কিন্তু মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন 0.2 mm বা 0.6 mm ইত্যাদি দৈর্ঘ্য নির্ভুলভাবে পরিমাপের জন্য যে স্কেল ব্যবহার করা হয় তাই ভার্নিয়ার স্কেল।

**স্লাইড ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ার ধ্রুবক নির্ণয়**

**ভার্নিয়ার ধ্রুবক :** প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান এবং ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগ সংখ্যা এর অনুপাতকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

$$\text{ভার্নিয়ার ধ্রুবক (VC)} = \frac{\text{প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ঘরের মান}}{\text{ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$$

**ভার্নিয়ার ধ্রুবক নির্ণয় :**

কোনো একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান 1 mm এবং ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগ সংখ্যা 20 হলে এর ভার্নিয়ার ধ্রুবক হবে

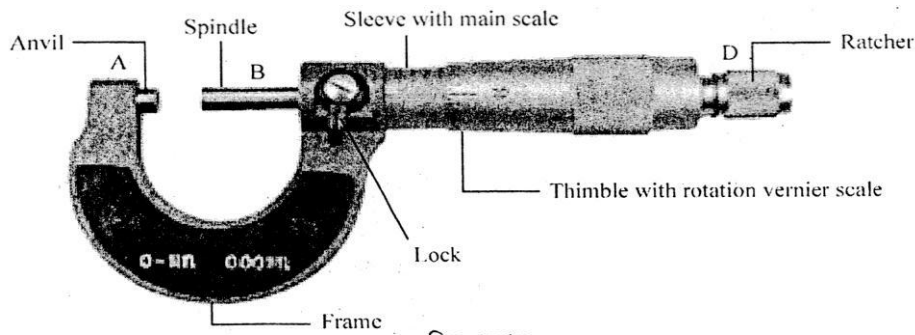
$$\begin{aligned} \text{ভার্নিয়ার ধ্রুবক} &= \frac{\text{প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ঘরের মান}}{\text{ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}} \\ &= \frac{1 \text{ mm}}{20} \\ &= 0.05 \text{ mm} \end{aligned}$$

**দৈর্ঘ্য নির্ণয় :** প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার সমপাতন × ভার্নিয়ার ধ্রুবক

**স্ক্রু গজ (Screw Gauge)**

ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য যেমন তারের ব্যাস, পাতলা পাতের পুরুত্ব নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত যন্ত্র স্ক্রু গজ। এই যন্ত্রে সম ব্যাসার্ধের একটি স্ক্রু থাকে তাই একে স্ক্রু গজ বলা হয়। একে মাইক্রোমিটার স্ক্রু গজও বলা হয়।

এর যন্ত্রে U আকৃতির কাঠামোর একপ্রান্ত ছোট দণ্ড (Anvil) লাগানো থাকে। অপরপ্রান্ত B (Spindle) থাকে যা স্ক্রু-এর সাহায্যে সিলিন্ডারের মধ্য দিয়ে সামনে পিছনে করতে পারে। যার দৈর্ঘ্য বা ব্যাস পরিমাপ করতে হবে AB এর মধ্যে রেখে D (Ratchet) দ্বারা এঁটে AB এর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করতে হয়।



চিত্র : স্ক্রুগজ

লঘিষ্ঠ প্রবক নির্ণয়

পীচ : জুগজের বৃত্তাকার স্কেলকে একবার ঘুরালে রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে পীচ বলে।

$$\text{লঘিষ্ঠ প্রবক} = \frac{\text{পীচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$$

কোনো যন্ত্রের পীচ 1 mm এবং বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা 100 হলে,

$$\begin{aligned}\text{লঘিষ্ঠ প্রবক} &= \frac{1 \text{ mm}}{100} \\ &= 0.01 \text{ mm}\end{aligned}$$

বস্তুর দৈর্ঘ্য বা ব্যাস = রৈখিক স্কেল পাঠ + বৃত্তাকার স্কেলের ঘরসংখ্যা  $\times$  লঘিষ্ঠ প্রবক

## জুগজের সাহায্যে পাঠ নির্ণয়ের পদ্ধতি

$$\begin{aligned}\text{যন্ত্রের লঘিষ্ঠ প্রবক} &= \frac{1}{100} \\ &= 0.01 \text{ mm}\end{aligned}$$

বৃত্তাকার স্কেল রৈখিক স্কেলের যে দাগ অতিক্রম করবে সেই দাগ পর্যন্ত হবে প্রধান স্কেল পাঠ।

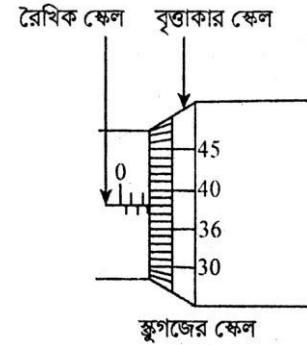
চিত্রে : প্রধান স্কেল পাঠ = 2.5

বৃত্তাকার স্কেল পাঠ = 38

$$\therefore \text{দৈর্ঘ্য বা ব্যাস} = 2.5 + 38 \times \frac{1}{100}$$

ব্যবহার : সাধারণত গোলকীয় তলের ব্যাস যেমন- তারের ব্যাস, পাতলা পুরুত্ব নির্ণয়ে জুগজ ব্যবহৃত হয়।

একক কাজ : কলমের ব্যাস নির্ণয়ে তুমি জুগজ অথবা স্লাইড ক্যালিপার্স কোনটি ব্যবহার করবে এবং কেন? যৌক্তিক উত্তর তৈরি করে শ্রেণি শিক্ষার্থীদের দেখাতে বল।



## একটি আয়তাকার বস্তুর একটি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও বস্তুর আয়তন নির্ণয়

শিখন ফল : একটি আয়তাকার বস্তুর একটি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও বস্তুর আয়তন নির্ণয় করতে পারবে।

অনুসন্ধানমূলক সমস্যা : একটি আয়তাকার বস্তুর একটি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও বস্তুর আয়তন নির্ণয়।

পরিকল্পনা প্রণয়ন

পরিকল্পনা : স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে আয়তাকার বস্তুর একটি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও বস্তুর আয়তন নির্ণয় করা দরকার। এজন্য আমাদের কোনো রাশির মান জানা দরকার? এ রাশির সাথে ক্ষেত্রফল ও আয়তনের কী সম্পর্ক? রাশিটির মান তোমরা কীভাবে নির্ণয় করবে? শিক্ষার্থীরা কাজটি কীভাবে করবে তার পরিকল্পনা ও সপক্ষে যুক্তি শুনে পরিকল্পনা চূড়ান্ত করবে। পরিকল্পনাটি এ রকম-

- স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে দৈর্ঘ্যসমূহ (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা) নির্ণয় করা।
- সূত্র ব্যবহার করে ক্ষেত্রফল ও আয়তন হিসাব করা
- দলীয়ভাবে তথ্য সংগ্রহ রেকর্ড করা।

ক্ষেত্রফল হলো কোনো বস্তুর পৃষ্ঠের পরিমাণ। আর কোনো বস্তু যে স্থান দখল করে তাকে সেই বস্তুর আয়তন বলে। কোনো আয়তাকার বস্তুর কোনো পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল  $A$  এবং আয়তন  $V$  হলে,

$$A = L \times B \text{ ----- (1.1)}$$

$$\text{এবং } V = L \times B \times H \text{ ----- (1.2)}$$

এখানে,  $L$  = বস্তুর দৈর্ঘ্য

$B$  = বস্তুর প্রস্থ

$H$  = বস্তুর উচ্চতা

স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে যে কোনো দৈর্ঘ্যের পাঠ নির্ণয়ের সূত্র

দৈর্ঘ্য = প্রধান স্কেল পাঠ ( $M$ ) + ভার্নিয়ার সমপাতন ( $V$ )  $\times$  ভার্নিয়ার ধ্রুবক ( $VC$ )

অর্থাৎ  $L$  বা  $B$  বা  $H = M + V \times VC$

প্রয়োজনীয় উপকরণ :

পরিকল্পনা অনুযায়ী কাজটি করার জন্য কী কী উপকরণ দরকার হতে পারে তা শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে জেনে নেওয়া।

- স্লাইড ক্যালিপার্স, আয়তাকার ঘনবস্তু।

সতর্কতা :

- যন্ত্রের যান্ত্রিক ভ্রুটি আছে কিনা দেখতে হবে এবং থাকলে তা সতর্কতার সাথে নির্ণয় করতে হবে।
- যন্ত্রের চোয়াল দুটি বস্তুর গায়ে আলতোভাবে স্পর্শ করতে হবে।
- ভার্নিয়ার পাঠ নেওয়ার সময় লম্বন ভ্রুটি পরিহার করতে হবে অর্থাৎ তির্যকভাবে না দেখে লম্বভাবে দেখতে হবে।

পরিকল্পনা বাস্তবায়ন / তথ্য সংগ্রহ :

- শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সুবিধামতো কয়েকটি দলে ভাগ করে দিবেন এবং প্রত্যেক দলকে একটি করে স্লাইড ক্যালিপার্স ও একটি আয়তাকার ঘনবস্তু সরবরাহ করবেন।
- প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান ও ভার্নিয়ার স্কেলের মোট ঘরের সংখ্যা দেখে ভার্নিয়ার ধ্রুবক নির্ণয় করবে।
- প্রধান স্কেলের পাঠ ও ভার্নিয়ার সমপাতন পাঠ সংগ্রহ করে নিচের ছক অনুযায়ী দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা হিসাব করতে সহায়তা করবে।

ভার্নিয়ার ধ্রুবক নির্ণয় :

প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান,  $s = \dots\dots\dots$  cm

ভার্নিয়ার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা,  $n = \dots\dots\dots$

$\therefore$  ভার্নিয়ার ধ্রুবক,  $VC = \frac{s}{n} = \dots\dots\dots$  cm

ছক

আয়তাকার বস্তুর	পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	প্রধান স্কেল পাঠ, M (cm)	ভর্নিয়ার সমপাতন V	ভর্নিয়ার ধ্রুবক VC (cm)	পাঠ M+V×VC (cm)	গড় পাঠ (cm)
দৈর্ঘ্য L	1.					
	2.					
	3.					
প্রস্থ B	1.					
	2.					
	3.					
উচ্চতা H	1.					
	2.					
	3.					

তথ্য বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ :

হিসাব :

আয়তাকার বস্তুর এক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল,  $A = L \times B = \dots\dots \text{cm}^2 = \dots\dots \times 10^{-4} \text{m}^2$

এবং আয়তন,  $V = L \times B \times H = \dots\dots \text{cm}^3 = \dots\dots \times 10^{-6} \text{m}^3$

ফলাফল পর্যালোচনা :

শিক্ষার্থীরা শিক্ষক কর্তৃক পরিমাপকৃত মানের সাথে প্রতিটি দলের ফলের তুলনা করে ফলাফলের পার্থক্যের সম্ভাব্য কারণ আলোচনা করবে।

মূল্যায়ন : নিচের মানদণ্ডগুলোর উপর ভিত্তি করে মূল্যায়ন করব।

- পরিকল্পনা প্রণয়নের দক্ষতা / প্রক্রিয়ার যথার্থতা।
- পাঠ গ্রহণে সঠিক সময় নির্ণয়ের যথার্থতা।
- উপকরণ ও যন্ত্রপাতির যথার্থ ব্যবহার।
- হিসাবের সঠিকতা।
- ফলাফল পর্যালোচনার সক্ষমতা।
- সক্রিয় অংশগ্রহণ ও অন্যদের প্রতি সহযোগিতামূলক আচরণ প্রদর্শন।

## ৫.৩ গতি ও লেখচিত্র : দূরত্ব - সময় লেখচিত্র; বেগ-সময় লেখচিত্র।

### দূরত্ব-সময় লেখচিত্র

সময় অতিবাহিত হওয়ার সাথে সাথে একটি গতিশীল বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে। বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের উপর নির্ভর করে। এই সম্পর্ক একটি লেখচিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়। যদি  $x$  রাশিটি  $y$  এর ফাংশন হয় তবে  $y$  এর পরিবর্তনের সাথে সাথে  $x$ -এর পরিবর্তন হবে।

অর্থাৎ  $x = f(y)$

স্বাধীন রাশিকে  $x$  অক্ষ বরাবর এবং স্বাধীন রাশির সাপেক্ষে পরিবর্তিত রাশিকে  $y$  অক্ষ বরাবর স্থাপন করে যে রেখাচিত্র পাওয়া যায় তাকে লেখ বা গ্রাফ (graph) বলা হয়।

গতিবিদ্যায় অবস্থানের পরিবর্তন, ও বেগের পরিবর্তন সময়ের সাপেক্ষে হয়ে থাকে। এ জন্য গতিবিদ্যায় সময়কে  $x$  অক্ষ বরাবর এবং সময়ের সাথে পরিবর্তিত রাশিকে  $y$  অক্ষ বরাবর স্থাপন করা হয়।

### দূরত্ব-সময় লেখচিত্র (সমবেগের ক্ষেত্রে)

আমরা জানি, সমবেগে গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের সমীকরণ

$$s = vt \text{ ----- (৫.১)}$$

হুক কাগজে  $x$  অক্ষ বরাবর সময় ( $t$ ) এবং  $y$  অক্ষ বরাবর দূরত্ব স্থাপন করে যে লেখচিত্র পাওয়া যায় তাই দূরত্ব সময় লেখচিত্র। এই লেখচিত্র হতে সহজে বস্তুর বেগ নির্ণয় করা যায়।

#### লেখচিত্রের বৈশিষ্ট্য

- দূরত্ব ( $s$ ) বনাম সময় ( $t$ ) লেখচিত্র একটি সরলরেখা।
- আদি অবস্থান শূন্য হলে সরল রেখাটি মূলবিন্দুগামী।
- আদি অবস্থান শূন্য না হলে সরলরেখাটি  $y$  অক্ষকে ছেদ করবে।
- সরলরেখার ঢাল বেগ নির্দেশ করে।

#### ব্যবহার

- উক্ত সরলরেখা হতে যে কোনো সময় বেগ নির্ণয় করা যায়।
- লেখচিত্র হতে যে কোনো সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করা যায়।

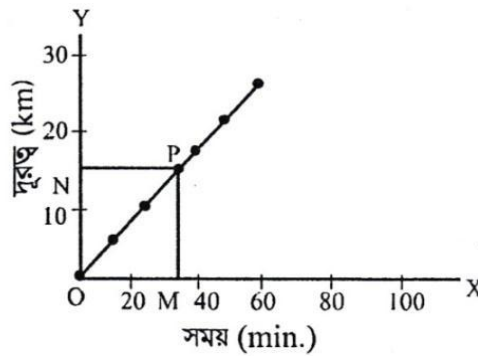
### সমবেগের ক্ষেত্রে দূরত্ব-সময় লেখচিত্র হতে বেগ নির্ণয়

ধরা যাক, কোনো সোজা সমতল রাস্তায় সিএনজি (CNG) চালিত দূষণমুক্ত একটি অটোরিকশা চলছে। প্রতি ১২ মিনিট পরপর এর অতিক্রান্ত দূরত্ব নিচের সারণিতে দেখানো হলো।

### দূরত্ব-সময় সারণি

সারণি ৫.১

সময়, $t$ (min)	দূরত্ব, $s$ (km)
0	0
12	6
24	12
36	18
48	24
60	30



চিত্র : দূরত্ব ও সময় লেখচিত্র (সমবেগের ক্ষেত্রে)

উপরের সারণিতে বর্ণিত গতির জন্য দূরত্ব-সময় লেখচিত্রটি চিত্রে দেখানো হলো। এই চিত্র থেকে যে কোনো সময়ে ধরা যাক, 32 মিনিটে অটোরিকশাটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব বের করা যাবে। এজন্য আমাদের প্রথমে X অক্ষের উপর 32 মিনিট নির্দেশকারী বিন্দুটি (M) চিহ্নিত করতে হবে। তারপর ঐ বিন্দু থেকে লেখচিত্রের উপর Y অক্ষের সমান্তরাল একটি রেখা আঁকতে হবে। মনে করা যাক, রেখাটি লেখচিত্রের উপর P বিন্দুতে মিলিত হয়। এখন P বিন্দু থেকে Y অক্ষের উপর লম্ব টানতে হবে। এই লম্ব Y অক্ষকে যে বিন্দুতে (N) ছেদ করে তাই হচ্ছে 32 মিনিটে অতিক্রান্ত দূরত্ব (ON)। দেখা যায় যে, অটোরিকশাটি এ সময়ে 16 km দূরত্ব অতিক্রম করেছে। সুতরাং, লেখচিত্র থেকে যে কোনো সময়  $t = OM$ -এর জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s = PM$  পাওয়া যায়।

$$\therefore \text{বেগ} = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{PM}{OM} = \frac{ON}{OM}, \text{এখানে, } \frac{PM}{OM} \text{ কে OP রেখার ঢাল (slope) বলে।}$$

### দূরত্ব-সময় লেখচিত্র (অসমবেগের ক্ষেত্রে)

একটি বস্তু নির্দিষ্ট দিকে সমত্বরণে গতিশীল হলে বস্তুটি মূলত সমবেগে চলে।

আমরা জানি,

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{আদি বেগ, } u = 0 \text{ হলে, } s = \frac{1}{2} at^2$$

X অক্ষ বরাবর সময় (t) এবং Y অক্ষ বরাবর দূরত্ব (s) নিয়ে লেখচিত্র অংকন করলে লেখচিত্রটি একটি প্যারাবোলা হবে।

লেখচিত্রের বৈশিষ্ট্য

- লেখচিত্রটি প্যারাবোলা হবে।
- মূলবিন্দুগামী
- আদি বেগ  $u = 0$  হলে  $s \propto t^2$

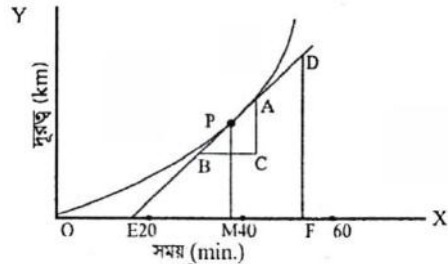
তাৎক্ষণিক বেগ নির্ণয়ে লেখচিত্রটি ব্যবহৃত হয়।

### দূরত্ব-সময় লেখচিত্র হতে অসমবেগের ক্ষেত্রে বেগ নির্ণয়

চিত্রে অসম বেগে গতিশীল একটি বস্তুর দূরত্ব-সময় লেখচিত্র দেখানো হলো। যেহেতু এক্ষেত্রে বস্তুটি সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে না তাই লেখচিত্র সরল রেখা হবে না। এটি একটি বক্র রেখা হবে। যেহেতু এক্ষেত্রে বস্তুটি সুমম বেগে চলছে না, কাজেই গতিকালের সকল মুহূর্তে এর বেগ সমান হয় না। লেখচিত্র থেকে আমরা বস্তুটির যে কোনো মুহূর্তের বেগ নির্ণয় করতে পারব। ধরা যাক, 36 মিনিটে বস্তুটির বেগ নির্ণয় করতে হবে। এজন্য X অক্ষের উপর 36 মিনিট নির্দেশকারী বিন্দু (M) চিহ্নিত করতে হবে। M বিন্দু থেকে Y অক্ষের সমান্তরাল একটি রেখা আঁকতে হবে। ধরা যাক রেখাটি লেখচিত্রের উপর (P) বিন্দুতে মিলিত হলো। এবার P বিন্দুতে বেগ নির্ণয় করতে হলে আমাদের একটি অতিক্ষুদ্র সমকোণী ত্রিভুজ ABC বিবেচনা করতে হবে যার অতিভুজ AB এত ক্ষুদ্র যে এটি P বিন্দুর অতি সন্নিহিতে বক্র রেখার সাথে কার্যত মিলে যায়। অন্য কথায়, আমরা এই বক্র রেখার এটি খণ্ডাংশ বিবেচনা করছি যা সরলরেখারূপে গণ্য করার মতো যথেষ্ট ক্ষুদ্র।

তাহলে, P বিন্দুতে

$$\text{বেগ} = \frac{AC \text{ দ্বারা নির্দেশিত দূরত্ব}}{BC \text{ দ্বারা নির্দেশিত সময় ব্যবধান}}$$



চিত্র : দূরত্ব-সময় লেখচিত্র (অসমবেগের ক্ষেত্রে)



$$\text{বা, } v = \frac{AC}{BC}$$

কিন্তু এত ছোট ত্রিভুজ বিবেচনা করে তার থেকে পরিমাপ করে সঠিক ফল পাওয়া মুশকিল। তাই আমরা P বিন্দুতে ED স্পর্শক আঁকি এবং ABC ত্রিভুজের সদৃশ কিন্তু অপেক্ষাকৃত বড় ত্রিভুজ DEF অঙ্কন করি।

$$\text{এখন ত্রিভুজ ABC এবং ত্রিভুজ DEF থেকে পাই, } \frac{AC}{BC} = \frac{DF}{EF}$$

$$\text{সুতরাং, } v = \frac{DF}{EF}$$

কিন্তু  $\frac{DF}{EF}$  হলো ED এর ঢাল।

সুতরাং P বিন্দুতে বেগ হলো ঐ বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল। তাই বলা যায় দূরত্ব-সময় লেখ চিত্রের যে কোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল ঐ বিন্দুতে বেগ নির্দেশ করে।

### বেগ - সময় লেখচিত্র (অসম বেগের ক্ষেত্রে)

কোনো একটি বস্তুকণা  $u$  আদিবেগ নিয়ে যাত্রা শুরু করে  $t$  সময়ে  $v$  বেগ প্রাপ্ত হলে,

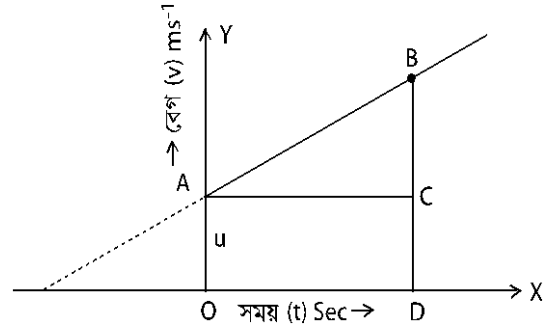
$$v = u + at$$

যেখানে,  $u$  = আদিবেগ

$t$  = সময়

$v$  = শেষবেগ

$a$  = ত্বরণ



চিত্র : বেগ-সময় লেখচিত্র (অসমবেগের ক্ষেত্রে)

$x$  অক্ষ বরাবর সময় ( $t$ ) এবং  $y$  অক্ষ বরাবর বেগ ( $v$ ) নিয়ে একটি লেখ অংকন করলে লেখচিত্রটি একটি সরল রেখা হবে।

লেখচিত্রের বৈশিষ্ট্য

- লেখচিত্রটি একটি সরলরেখা হবে
- $u = 0$  হলে  $v \propto t$  হবে।
- একটি এক ঘাত বিশিষ্ট সমীকরণ
- $y$  অক্ষের ছেদাংশ আদিবেগ নির্দেশ করে।

ব্যবহার

- লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল দ্বারা যে কোনো সময় অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করা যায়।
- ত্বরণ নির্ণয় করা যায়।

বেগ-সময় লেখচিত্র (সমবেগের ক্ষেত্রে)

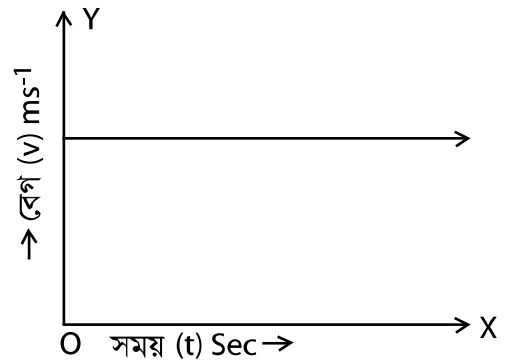
বস্তুটি যদি অসমবেগের পরিবর্তে ধ্রুব বা সমবেগে গতিশীল থাকে তবে, সময়ের সাপেক্ষে লেখচিত্রটি হবে  $x$  অক্ষের সমান্তরাল।

লেখচিত্রের বৈশিষ্ট্য

- বেগ-সময় লেখচিত্রে রেখাটি  $x$  অক্ষের সমান্তরাল হবে।
- সমবেগে গতিশীল বস্তুর ত্বরণ থাকে না।

ব্যবহার

লেখচিত্রটি ব্যবহার করে যে কোনো সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করা যায়।



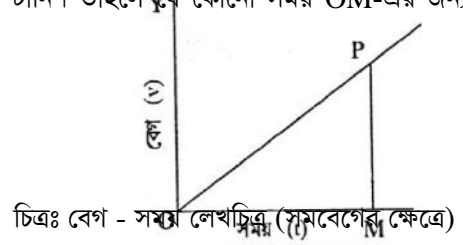
চিত্র : বেগ-সময় লেখচিত্র (সমবেগের ক্ষেত্রে)

নিম্নে সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে বেগ-সময় লেখচিত্র থেকে ত্বরণ নির্ণয় পদ্ধতি আলোচনা করা হলো-

একটি বস্তু যখন সুষম ত্বরণে চলে তখন তার সমান সময়ে বেগের বৃদ্ধি সমান হয়। সুতরাং X অক্ষের দিকে সময় (t) এবং Y-অক্ষের দিকে বেগ (v) নিয়ে বেগ-সময় লেখচিত্র আঁকলে সেটি একটি সরলরেখা হবে (চিত্র)। এখন আমরা এই লেখচিত্রের উপর যে কোনো একটি বিন্দু P নেই। P থেকে X অক্ষের উপর PM লম্ব টানি। তাহলে যেকোনো সময় OM-এর জন্য বেগের পরিবর্তন PM পাওয়া যায়।

$$\text{সুতরাং, ত্বরণ } a = \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময় ব্যবধান}} = \frac{PM}{OM}$$

কিন্তু  $\frac{PM}{OM}$  হচ্ছে OP-এর ঢাল।

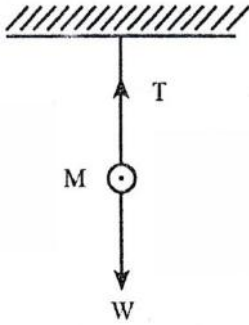


তাই বলা যায় বেগ-সময় লেখচিত্রের যে কোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল ঐ বিন্দুতে ত্বরণ নির্দেশ করে।

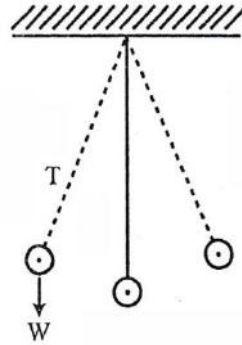
## ৫.৪ সাম্য ও অসাম্যবল : ঘর্ষণ ও ঘর্ষণ বল; কর্মদক্ষতা; সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে উঠে ক্ষমতা নির্ণয়

### সাম্য ও অসাম্যবল

কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন আমরা বলি বস্তুটি সাম্যাবস্থায় আছে। যে বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।



চিত্র : সাম্য বল



চিত্র : অসাম্য বল

চিত্রে দেখা যাচ্ছে, একটি গোলককে বা কোনো বস্তুকে একটি সূতার সাহায্যে ঝুলিয়ে দেওয়া আছে। এখন বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল তথা বস্তুর ওজন W খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করছে। আবার সূতার টান T খাড়া উপরের দিকে ক্রিয়া করছে। এখানে বল দুইটি সমান ও বিপরীতমুখী হওয়ায় একে অপরের ক্রিয়াকে নিষ্ক্রিয় করে দিয়ে সাম্যাবস্থার সৃষ্টি করেছে।

যদি উপরিউক্ত চিত্রে সূতা কেটে দেওয়া হয় তাহলে বস্তুর উপর কেবলমাত্র পৃথিবীর আকর্ষণ তথা অভিকর্ষ বল ক্রিয়া করবে। ফলে বস্তুটি অভিকর্ষ ত্বরণ সহকারে নিচের দিকে পড়তে থাকবে। এখানে অভিকর্ষ বল বা বস্তুর ওজন হচ্ছে অসাম্য বল।

যদি বস্তুটিকে এক পাশে একটু টেনে নেওয়া হয় তাহলে সূতার টান T এবং বস্তুর ওজন W একই সরলরেখায় থাকবে না। ফলে সাম্যাবস্থার সৃষ্টি না হয়ে বস্তুটির উপর একটি লব্ধি বল কাজ করবে। এর ফলে বস্তুটি দুলতে থাকবে। এটা অসাম্য বলের একটি উদাহরণ।

## ঘর্ষণ ও ঘর্ষণ বল

দৈনন্দিন জীবনে আমরা ঘর্ষণের সঙ্গে নানাভাবে পরিচিত। নিউটনের গতির প্রথম সূত্র থেকে আমরা জানি যে, কোনো বস্তুর উপর বল ক্রিয়া না করলে, হয় বস্তুটি স্থির থাকবে, না হয় বস্তুটি সমবেগে সরল পথে চলতে থাকবে। বাস্তবে এমনটি ঘটে কী? তুমি একটি মার্বেল নাও এবং একে মেঝেতে গড়িয়ে দাও। মার্বেলটিকে তুমি যখন গড়িয়ে দাও তখন এর উপর তুমি বল প্রয়োগ কর। যার ফলে মার্বেলটি মাটির উপর দিয়ে গতিশীল হয়। নিউটনের প্রথম সূত্রানুযায়ী মার্বেলটি সমবেগে গতিশীল থাকার কথা। কিন্তু বাস্তবে দেখা যায় যে, মার্বেলটি খনিকটা দূরত্ব অতিক্রম করার পর থেমে যায়। মেঝের ঘর্ষণের জন্যই এমনটি ঘটে। মার্বেলটি যখন মেঝের উপর গতিশীল থাকে, তখন মার্বেল ও মেঝের পারস্পরিক ঘর্ষণের ফলে একটি ঘর্ষণ বলের উৎপত্তি হয়। এ বল গতির বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে এবং গতিকে বাধাগ্রস্ত করে। যদি মেঝের ঘর্ষণ না থাকত তাহলে মার্বেলটি একই বেগ নিয়ে অবিরাম গতিতে চলতে থাকত।

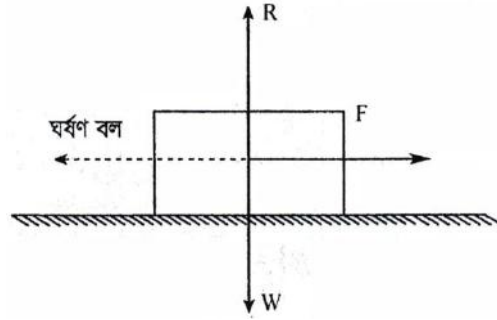
একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর সংস্পর্শে থেকে একের উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার উৎপত্তি হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে। আর এই বাধাদানকারী বলকে ঘর্ষণ বল বলা হয়। ঘর্ষণ বল সর্বদা গতির বিপরীত ক্রিয়া করে। ঘর্ষণ সব সময় গতিকে বাধা দেয়।

### ঘর্ষণের প্রকারভেদ

ঘর্ষণ মূলত দুই প্রকার। যথা :

#### স্থিতি ঘর্ষণ

পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে একটি বস্তু যতক্ষণ অপরটির ওপর স্থির থাকে ততক্ষণ তাদের সংযোগ তলে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে স্থিতি ঘর্ষণ বলে।



চিত্র : ঘর্ষণ

#### স্থিতি ঘর্ষণের ক্ষেত্রে-

- গতির বিপরীত দিকে কাজ করে,
- এ বল স্ব-নিয়ন্ত্রক,
- গতিরোধের জন্য যতটুকু প্রয়োজন ততটুকু সৃষ্টি হয়,
- নির্দিষ্ট সীমা রয়েছে,
- সীমাস্তিক মান অভিলম্বিক প্রক্রিয়ার সমানুপাতিক,
- ঘর্ষণের মান স্পর্শ তলের প্রকৃতি ও অবস্থানের ওপর নির্ভর করে,
- ঘর্ষণের মান স্পর্শ তলের ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভর করে না।

#### গতীয় ঘর্ষণ

পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে একটি বস্তু অপরটির ওপর দিয়ে চলাচল করার সময় যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে গতীয় ঘর্ষণ বলে।

#### গতীয় ঘর্ষণের ক্ষেত্রে-

- গতির বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে,
- এর মান অভিলম্বিক প্রক্রিয়ার সমানুপাতিক,
- বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক বেগের উপর এর মান নির্ভর করে,
- এটি স্পর্শতলের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে না,
- ঘর্ষণ বল বস্তুর স্থিতি ঘর্ষণ বলের সীমাস্তিক মানের চেয়ে কম।

গতীয় ঘর্ষণকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়-

i) আবর্ত ঘর্ষণ ii) প্রবাহী ঘর্ষণ

**i) আবর্ত ঘর্ষণ**

যখন কোনো বস্তু অপর কোনো তলের উপর দিয়ে গড়িয়ে চলে, তখন যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে আবর্ত ঘর্ষণ বলে। উদাহরণ : চাকার গতি, মার্বেলের গতি, ফুটবলের গতি, লন রোলারের গতি, ট্রাক হতে তক্তার ওপর দিয়ে ড্রাম নামানো।

**ii) প্রবাহী ঘর্ষণ**

যখন কোনো তরল পদার্থ বা বায়বীয় পদার্থের গতিপথে কোনো স্থির বস্তু রাখা হয় বা কোনো বস্তুকে তরল বা বায়বীয় পদার্থের মাঝ দিয়ে গতিশীল হতে হয় তখন উভয়ের মধ্যে ঘর্ষণ উৎপন্ন হয়। এ ধরনের ঘর্ষণকে প্রবাহী ঘর্ষণ বলে।

উদাহরণ :

- টেবিলের ওপর বই টানা
- বাস্তু টানা
- জাহাজ পানিতে চলা
- বৃষ্টির ফোঁটা বাতাসের মাঝ দিয়ে পড়া

**ঘর্ষণের সুবিধা**

- রাস্তায় হাঁটা, কাঠে পেরেক ঢোকানো, হাত দিয়ে কিছু ধরে রাখা, গাড়ি ব্রেক করা।
- দেয়ালে মই লাগানো, দিয়াশলাইর কাঠি জ্বালানো, সেতারের ঝংকার তোলা, গম/ডাল পেঁষা।

**অসুবিধা**

- গতিশক্তি কমে যায় তথা শক্তির অপচয় (গাড়ির ২০% শক্তি ঘর্ষণ বলকে প্রশমিত করতে ব্যয় হয়)
- যন্ত্রাংশ ক্ষয় হয়
- তাপশক্তি উৎপন্ন হওয়া
- শব্দ তৈরি

**ঘর্ষণ কমানোর উপায়-**

- তল মসৃণ রাখা
- পিচ্ছিলকারী পদার্থের ব্যবহার
- বল বেয়ারিং ব্যবহার।

**ক্ষমতা**

ক্ষমতা শব্দটির সাথে আমরা সবাই পরিচিত। দৈনন্দিন জীবনে ক্ষমতা সাধারণত সিদ্ধান্ত গ্রহণ ও বাস্তবায়নের সাথে সম্পর্কিত। বিজ্ঞানে ক্ষমতা শব্দটি মোটর, পাম্প, ইঞ্জিন ইত্যাদি যন্ত্র তথা কাজ সম্পাদনকারী কোনো কিছুর সাথে সংশ্লিষ্ট। অনেক সময় আমরা কোনো কাজ দ্রুত সমাধা করতে চাই। ধরা যাক, আমরা কোনো বহুতল ভবনের নিচতলার রিজার্ভার বা পুকুর থেকে পানি নিয়ে ছাদের ট্যাংক পানি পূরণ করতে চাই। আমরা যদি বালতি দিয়ে পানি বহন করে কাজটি করতে চাই তাহলে অনেক সময় লাগবে। আর যদি একটি মোটর বা পাম্পের সাহায্যে সরাসরি ট্যাংকটি পানিপূর্ণ করা হয় তাহলে সময় অনেক কম লাগবে।

কোনো কাজ কখনো দ্রুত করা হয় কখনো ধীরে করা হয়। কত দ্রুত বা কত ধীরে কাজ করা হয় তার পরিমাণ হলো ক্ষমতা। মনে কর, রনি ও অনি দুই বন্ধু একটি ভবনের পাঁচ তলায় বাস করে। তাদের দুজনের ভর সমান। তারা নিচ তলায় লিফটের দরজার সামনে এসে দেখল লিফট নষ্ট। তাদের সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠতে হলো। রনির পাঁচ তলায় উঠতে সময় লাগে 40 সেকেন্ড আর অনির লাগল 80 সেকেন্ড। আমরা বলি রনি অনির চেয়ে বেশি ক্ষমতাবান যদিও তারা দুইজনেই একই উচ্চতা

উঠার জন্য একই পরিমাণ কাজ করেছে। রনির ক্ষমতা বেশি কারণ সে একই কাজ দ্রুত করেছে। ক্ষমতা হচ্ছে কাজ করার বা শক্তি রূপান্তরের হার। কোনো বস্তু বা ব্যক্তি একক সময়ে কতটুকু কাজ করল তা দ্বারা ক্ষমতা পরিমাণ করা হয়।

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$$

কোনো ব্যক্তি বা যন্ত্র দ্বারা  $t$  সময়ে  $W$  পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হলে বা শক্তি রূপান্তরিত হলে ক্ষমতা  $P$  হবে

$$P = \frac{W}{t}$$

ক্ষমতার দিক নেই। কাজেই ক্ষমতা একটি স্কেলার রাশি।

মাত্রা

$$\begin{aligned} \text{ক্ষমতা} &= \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{বল} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}} \\ &= \frac{\text{ভর} \times \text{সরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}^2 \times \text{সময়}} = \frac{\text{ভর} \times \text{সরণ}^2}{\text{সময়}^3} \end{aligned}$$

$$\therefore [P] = \frac{ML^2}{T^3} = [ML^2T^{-3}]$$

একক

ক্ষমতার একক জুল/ সেকেন্ড (Joule / second)। একে ওয়াট বলা হয়। ওয়াটকে  $W$  দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

এক সেকেন্ডে এক জুল কাজ করা বা শক্তি রূপান্তরের হারকে এক ওয়াট বলে।

$$1W = \frac{1J}{1s} = 1Js^{-1}$$

ওয়াট খুব ছোট একক হওয়ায় অনেক সময় এর চেয়ে হাজার গুণ বড় একক কিলোওয়াট ব্যবহার করা হয়।

$$1 \text{ কিলোওয়াট} = 1000 \text{ ওয়াট}।$$

অনেক সময় গাড়ি বা মোটরের ক্ষমতা বুঝানোর জন্য অশ্ব ক্ষমতা ব্যবহার করা হয়।

$$1 \text{ অশ্ব ক্ষমতা (hp)} = 746 \text{ ওয়াট}।$$

## কর্মদক্ষতা

শক্তি রূপান্তরের সহায়তায় আমরা দৈনন্দিন জীবনের প্রয়োজন মেটাই। যেমন পেট্রোলে সঞ্চিত রাসায়নিক শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরের মাধ্যমে আমরা ইঞ্জিন চালাতে পারি। শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে কোনো ইঞ্জিন থেকে সেই পরিমাণ শক্তি আমাদের পাওয়া উচিত যে পরিমাণ শক্তি ইঞ্জিন প্রদত্ত হয়। কিন্তু এটা দেখা যায়, যে পরিমাণ শক্তি ইঞ্জিনে প্রদত্ত হয় সর্বদাই তার চেয়ে কম পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়। এটি প্রধানত হয় এই কারণে যে, ইঞ্জিনে ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে যে কাজ করতে হয় তা তাপ শক্তিরূপে অপচয় হয়। ইঞ্জিন থেকে যে পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায় তাকে লভ্য কার্যকর শক্তি বলে। এক্ষেত্রে শক্তির সমীকরণ দাঁড়ায়-

$$\text{প্রদত্ত শক্তি} = \text{লভ্য কার্যকর শক্তি} + \text{অন্যভাবে ব্যয়িত শক্তি}।$$

কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলতে বুঝায়, যন্ত্রে যে পরিমাণ শক্তি প্রদান করা হয় তার কত অংশ কার্যকর শক্তি হিসেবে পাওয়া যায়। সুতরাং, কর্মদক্ষতা বলতে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেওয়া হয়েছে তার অনুপাতকে বুঝায়। একে সাধারণত শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়ে থাকে।

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$$

একটি সাধারণ বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে, অনেক ধাপে শক্তির রূপান্তর ঘটে। এই রূপান্তর কয়লা, তেল, প্রাকৃতিক গ্যাস বা ইউরেনিয়াম থেকে শুরু করে বিদ্যুৎ শক্তি পাওয়া পর্যন্ত চলতে থাকে। দেখা গেছে শক্তির এই রূপান্তরসমূহের ক্ষেত্রে প্রদত্ত শক্তির প্রায় 70% পর্যন্ত অপচয় হয় এবং তাপ শক্তিরূপে হারিয়ে যায়।

প্রদত্ত শক্তির কেবল 30% শেষ পর্যন্ত ব্যবহার যোগ্য তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। সুতরাং আমরা বলতে পারি যে, উৎপাদন কেন্দ্রের কর্ম দক্ষতা মাত্র 30%।

## সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে উঠে শিক্ষার্থীর ক্ষমতা নির্ণয়।

**শিখনফল :** সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে উঠে শিক্ষার্থীর ক্ষমতা নির্ণয় করতে পারবে।

**অনুসন্ধানমূলক সমস্যা :** সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে উঠে শিক্ষার্থীর ক্ষমতা নির্ণয় করা।

**পরিকল্পনা প্রণয়ন**

**পরিকল্পনা :** থামা ঘড়ির সাহায্যে একটি দালানের সিঁড়ি বেয়ে ছাদে ওঠার সময় গণনা করে শিক্ষার্থীর ক্ষমতা নির্ণয় করা দরকার। এজন্যে কোনো রাশির মান জানা দরকার? এর রাশির সাথে ভর, উচ্চতা ও অভিকর্ষজ ত্বরণের কী সম্পর্ক? রাশিটির মান তোমরা কীভাবে নির্ণয় করবে? শিক্ষার্থীরা কাজটি কীভাবে করবে তার পরিকল্পনা ও সপক্ষে যুক্তি শুনে পরিকল্পনা চূড়ান্ত করবে। পরিকল্পনাটি এ রকম :

- একটি দালান ঠিক করে সিঁড়ির সংখ্যা গণনা কর একটি সিঁড়ির উচ্চতা মিটার স্কেলের সাহায্যে নির্ণয় করে তাকে মোট সিঁড়ির সংখ্যা দিয়ে গুণ করে ছাদের মোট উচ্চতা নির্ণয় করা।
- থামা ঘড়ির সাহায্যে সিঁড়ি দিয়ে দালানের ছাদে ওঠার সময় নির্ণয় করা।
- সূত্র ব্যবহার করে শিক্ষার্থীর ক্ষমতা নির্ণয় করা।
- দলীয়ভাবে তথ্য সংগ্রহ রেকর্ড করা।

**প্রয়োজনীয় উপকরণ :** পরিকল্পনা অনুযায়ী কাজটি করার জন্য কী কী উপকরণ দরকার হতে পারে তা শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে জেনে নেওয়া।

✓ থামা ঘড়ি, মিটার স্কেল, ওজন মাপার যন্ত্র।

**সতর্কতা :**

- যন্ত্রের যান্ত্রিক ভ্রুটি আছে কিনা দেখতে হবে এবং তা সতর্কতার সাথে নির্ণয় করতে হবে।
- সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে ওঠার সময় সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে।
- থামা ঘড়ির পাঠ সঠিকভাবে নিতে হবে।

**পরিকল্পনা বাস্তবায়ন / তথ্য সংগ্রহ :**

- একটি দালান ঠিক কর (তিন তলা থেকে ছয় তলার মধ্যে হলে ভালো হয়)। সেটি তোমার স্কুল, বাসা বা যে কোনো ভবন হতে পারে।
- এই দালানের ছাদে ওঠার সিঁড়ির সংখ্যা গণনা কর।
- একটি সিঁড়ির উচ্চতা স্কেলের সাহায্যে নির্ণয় করে তাকে সিঁড়ির সংখ্যা দিয়ে গুণ করে ছাদের মোট উচ্চতা নির্ণয় কর।
- একটি ওয়েট মেশিনের (ওজন মাপার যন্ত্র) সাহায্যে তোমার ভর নির্ণয় কর।
- তুমি যত জোরে পারো দৌড়ে ছাদের উপর ওঠ।

- থামা ঘড়ির সাহায্যে ছাদে ওঠার সময় নির্ণয় কর।
- এরপর তুমি আস্তে দৌড়ে, জোরে হেঁটে, স্বাভাবিকভাবে হেঁটে এবং আস্তে আস্তে হেঁটে একইভাবে ছাদে ওঠার সময় নির্ণয় কর।
- নিম্নোক্ত ছক অনুসারে প্রতিক্ষেত্রে তোমার ক্ষমতা বের কর।

অনুসন্ধানের ছক

তোমার ভর,  $m =$  kg

ছাদের উচ্চতা,  $h =$  m

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

পাঠ	দৌড়ের প্রকৃতি	ছাদের ওঠার সময়, $t$ (s)	ক্ষমতা $\frac{mgh}{t}$ (W)
1	জোরে দৌড়ে		
2	আস্তে দৌড়ে		
3	জোরে হেঁটে		
4	স্বাভাবিকভাবে হেঁটে		
5	আস্তে হেঁটে		

তথ্য বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ :

হিসাব :

জোরে দৌড়ে ক্ষমতা	= .....	ওয়াট
আস্তে দৌড়ে ক্ষমতা	= .....	ওয়াট
জোরে হেঁটে ক্ষমতা	= .....	ওয়াট
স্বাভাবিক হেঁটে ক্ষমতা	= .....	ওয়াট
আস্তে হেঁটে ক্ষমতা	= .....	ওয়াট

ফলাফল পর্যালোচনা :

- বিভিন্ন সময় তোমার ক্ষমতা বিভিন্ন হলো কেন, তা আলোচনা করবে।
- একইভাবে তোমার বন্ধুদের ক্ষমতার সাথে তোমার ক্ষমতা তুলনা করবে।

মূল্যায়ন : নিচের মানদণ্ড গুলোর উপর ভিত্তি করে মূল্যায়ন করব।

- পরিকল্পনা প্রণয়নের দক্ষতা / প্রক্রিয়ার যথার্থতা।
- পাঠ গ্রহণে সঠিক সময় নির্ণয়ের যথার্থতা।
- উপকরণ ও যন্ত্রপাতির যথার্থ ব্যবহার।
- হিসাবের সঠিকতা।
- ফলাফল পর্যালোচনার সক্ষমতা।
- সক্রিয় অংশগ্রহণ ও অন্যদের প্রতি সহযোগিতামূলক আচরণ প্রদর্শন।

## ৫.৫ প্লবতা, আর্কিমিডিসের সূত্র, বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন

যে পদার্থ প্রবাহিত হয় বা হতে পারে তাকে প্রবাহী (fluid) বলে। তরল ও বায়বীয় এ দুই শ্রেণির পদার্থ প্রবাহীর অন্তর্ভুক্ত।

## প্রবাহীর চাপ

কোনো তলে স্থির অবস্থায় থেকে প্রবাহী তার প্রতি একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে বল প্রয়োগ করে তার মানকে প্রবাহীর চাপ বলে। যদি একটি তলের ক্ষেত্রফল  $A$  এবং প্রবাহী কর্তৃক লম্বভাবে প্রযুক্তবল  $F$  হয় তাহলে চাপ,  $p = \frac{F}{A}$

একক : চাপের একক  $\text{Nm}^{-2}$  একে প্যাসকেল (Pa) বলে।

## প্লবতা

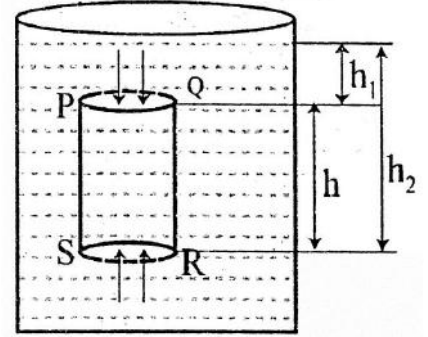
পানিপূর্ণ একটি কলসিকে পানির মধ্যে সরানো যত সহজ, পানিতে না রেখে সরানো তত সহজ নয়। পানির মধ্যে ডুবন্ত অবস্থায় কলসিটি বেশ হালকা মনে হয় কারণ কলসির উপর একটি উর্ধ্বমুখী বল কাজ করে।

তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে নিমজ্জিত কোনো বস্তুর উপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে যে উর্ধ্বমুখী লব্ধি বল প্রয়োগ করে তাকে প্লবতা বলে। প্লবতার মান বস্তুর নিমজ্জিত অংশ কর্তৃক অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান হয়।

### প্লবতার মান

তরলের মধ্যে কোনো কঠিন বস্তুকে নিমজ্জিত করলে বস্তুর প্রতি বিন্দুতে সর্বমুখী চাপ অনুভূত হবে। ধরা যাক,  $A$  প্রস্থচ্ছেদের এবং  $h$  উচ্চতার একটি সিলিন্ডার PQRS। এটা  $\rho$  ঘনত্বের প্রবাহীতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত আছে (চিত্র: ৫.৪) তরলের মুক্ততল থেকে সিলিন্ডারের উপরের এবং নিচের পৃষ্ঠের গভীরতা যথাক্রমে  $h_1$  ও  $h_2$

সুতরাং  $h = h_2 - h_1$



চিত্র : তরলের মধ্যে কোনো বস্তুর প্লবতা

সিলিন্ডারের উপরি পৃষ্ঠ PQ-এ তরল কর্তৃক নিম্নমুখী বল,  $F_1 = Ah_1 \rho g$

সিলিন্ডারটির নিম্নপৃষ্ঠ SR-এ তরল কর্তৃক উর্ধ্বমুখী বল,  $F_2 = Ah_2 \rho g$

সিলিন্ডারের বক্রপৃষ্ঠে তরল কর্তৃক প্রযুক্ত পার্শ্বচাপজনিত বল পরস্পর সমান ও বিপরীতমুখী বিধায় নাকচ হয়ে যায়।

সুতরাং উর্ধ্বমুখীলব্ধি বল বা প্লবতা-

$$= F_2 - F_1$$

$$= Ah_2 \rho g - Ah_1 \rho g$$

$$= A(h_2 - h_1) \rho g$$

$$= Ah \rho g$$

$$= (hA) \rho g$$

$$= V \rho g \quad [V = hA = \text{সিলিন্ডারের আয়তন}]$$

= বস্তু কর্তৃক অপসারিত প্রবাহীর ওজন।

সুতরাং নিমজ্জিত বস্তুর উপর ক্রিয়ারত উর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা বস্তু কর্তৃক অপসারিত প্রবাহীর ওজনের সমান। এই উর্ধ্বমুখী বলের জন্যই তরলে নিমজ্জিত বস্তু ওজন হারায় বলে মনে হয়।



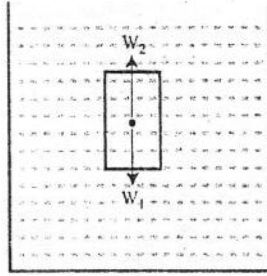
## আর্কিমিডিসের সূত্র

আমাদের প্রাত্যহিক জীবনের অভিজ্ঞতা থেকে দেখতে পাই, যে কোনো কঠিন বস্তুকে পানিতে ডুবালে হালকা বলে মনে হয়। এর কারণ ডুবন্ত বস্তুর উপর একটা উর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা কাজ করে। খ্রিষ্টপূর্ব তৃতীয় শতাব্দীতে গ্রিক দার্শনিক আর্কিমিডিস আবিষ্কার করেন যে, কোনো বস্তুকে স্থির তরল অথবা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ ডুবালে বস্তুটি কিছু ওজন হারায় বলে মনে হয়। এই হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

## বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন

স্থির তরলে কোনো বস্তুকে ছেড়ে দিলে বস্তুটির উপর একই সঙ্গে দুইটি বল ক্রিয়া করে-

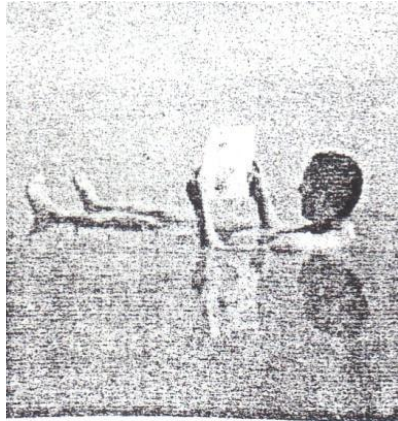
- ১। বস্তুর ওজন  $W_1$  খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করে।
- ২। নিমজ্জিত বস্তুর উপর তরলের প্লবতা  $W_2$  উল্লম্বভাবে উপরের দিকে ক্রিয়া করে।



চিত্র : (ক)

বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের ক্ষেত্রে তিনটি অবস্থার সৃষ্টি হতে পারে-

- ক) যদি  $W_1 > W_2$  হয়, অর্থাৎ বস্তুর ওজন যদি বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন অপেক্ষা বেশি হয় তাহলে বস্তু তরলে ডুবে যাবে। বস্তুটি নিরেট হলে এক্ষেত্রে বস্তুর ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের চেয়ে বেশি হয়।
- খ) যদি  $W_1 = W_2$  হয়, অর্থাৎ বস্তুর ওজন যদি বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজনের সমান হয় তাহলে বস্তুটি তরলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে। বস্তুটি নিরেট হলে এক্ষেত্রে বস্তুর ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের সমান।
- গ) যদি  $W_1 < W_2$  হয়, অর্থাৎ বস্তুর ওজন যদি বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজনের চেয়ে কম হয় তাহলে বস্তুটি তরলে আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় আসে। বস্তুটি নিরেট হলে এক্ষেত্রে বস্তুর ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের চেয়ে কম।



চিত্র : (খ)

জর্ডানে অবস্থিত মৃত সাগরে (Dead Sea) লবণ ও অন্যান্য অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকার জন্য এই সাগরের পানির ঘনত্ব এত বেশি যে মানুষ সেখানে ডুবে না।

## ৫.৬ গলন, বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন; পরীক্ষণের সাহায্যে বরফের গলনাংক ও পানির স্ফুটনাংক নির্ণয়

### গলন

কোনো কঠিন পদার্থে ক্রমাগত তাপ প্রয়োগ করলে এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। তাপ প্রয়োগের তাপমাত্রা একটা নির্দিষ্ট মানে পৌঁছার পর দেখা যায় যে, তাপমাত্রা আর বাড়ে না। কঠিন বস্তুটি ঠিক এই সময় তরলে পরিণত হতে শুরু করে। তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করাকে গলন বলে। আর নির্দিষ্ট তাপে যে তাপমাত্রায় কঠিন পদার্থ গলতে শুরু করে তাকে উক্ত পদার্থের গলনাংক বলে। গলন সমাপ্ত না হওয়া পর্যন্ত তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না। সাধারণত প্রমাণ তাপে কোনো পদার্থের গলনাংক উল্লেখ করা হয়।

**তাৎপর্য :** বরফের গলনাংক  $0^{\circ}\text{C}$  বলতে বোঝায় প্রমাণ তাপে তাপ প্রয়োগ করা হলে  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় বরফ গলে পানিতে পরিণত হতে শুরু করে এবং সম্পূর্ণ বরফ না গলা পর্যন্ত এর তাপমাত্রা বাড়ে না।

### বাষ্পীভবন

পদার্থের তরল অবস্থা থেকে বাষ্পীয় অবস্থায় পরিণত হওয়ার ঘটনাকে বাষ্পীভবন বলে। এই বাষ্পীভবন দুই পদ্ধতিতে হতে পারে -

(ক) বাষ্পায়ন ও (খ) স্ফুটন

### বাষ্পায়ন

যে কোনো তাপমাত্রায় তরলের শুষ্কমাত্র উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্প পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে। যেমন- একটি পাত্রে কিছু পরিমাণ পানি ঘরের এক কোণে রেখে দিই। দুই একদিন পর দেখা গেল পাত্রের পানি কমে গেছে। এর কারণ ঘরের তাপমাত্রাতেও পানি জলীয়বাষ্পে পরিণত হয়েছে। তাই পানি কমে গেছে। এটাই বাষ্পায়ন।

### স্ফুটন

তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরল পদার্থের বাষ্প পরিণত হওয়ার ঘটনাকে স্ফুটন বলে। নির্দিষ্ট তাপে যে তাপমাত্রায় তরল পদার্থ বায়বীয় পদার্থে পরিণত হতে শুরু করে তাকে তরলের স্ফুটনাংক বলে। স্ফুটন সমাপ্ত না হওয়া পর্যন্ত ঐ তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না। সাধারণ প্রমাণ তাপে কোনো তরলের স্ফুটনাংক উল্লেখ করা হয়।

**তাৎপর্য :** পানির স্ফুটনাংক  $100^{\circ}\text{C}$  বলতে বোঝায় প্রমাণ তাপে তাপ প্রয়োগ করা হলে  $100^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় পানি জলীয় বাষ্পে পরিণত হতে শুরু করে এবং সম্পূর্ণ পানি বাষ্পীভূত না হওয়া পর্যন্ত এই তাপমাত্রা বাড়ে না।

### ঘনীভবন

উষ্ণতার হ্রাস ঘটিয়ে কোনো বায়বীয় অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় রূপান্তরিত হওয়ার প্রক্রিয়াকে ঘনীভবন বলে।

### পরীক্ষণের সাহায্যে বরফের গলনাংক নির্ণয়

**শিখনফল :** পরীক্ষণের সাহায্যে বরফের গলনাংক নির্ণয় করতে পারবে।

**অনুসন্ধান মূলক প্রশ্ন :** বরফের গলন পর্যবেক্ষণ এবং গলনাংকের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক নির্ণয় ও লেখচিত্র অঙ্কন।

**পরিকল্পনা প্রণয়ন :**

**পরিকল্পনা :** পরীক্ষণের সাহায্যে বরফের গলনাংক নির্ণয় করা দরকার। এ জন্য আমাদের কোন রাশির মান জানা দরকার? এর রাশির সাথে গলন ও গলনাংকের কী সম্পর্ক? রাশিটির মান তোমরা কিভাবে নির্ণয় করবে? শিক্ষার্থীরা কাজটি কিভাবে করবে তার পরিকল্পনা ও সপক্ষে যুক্তি শুনে পরিকল্পনা চূড়ান্ত করবে। পরিকল্পনাটি এ রকম-

- থার্মোমিটারের সাহায্যে সম্পূর্ণ বরফ না গলা পর্যন্ত নির্দিষ্ট সময় পর পর তাপমাত্রা রেকর্ড করা।
- তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে বরফের গলনাংক নির্ণয় করা।
- লেখচিত্রের প্রকৃতি আলোচনা কর।
- দলীয়ভাবে তথ্য সংগ্রহ রেকর্ড করা।

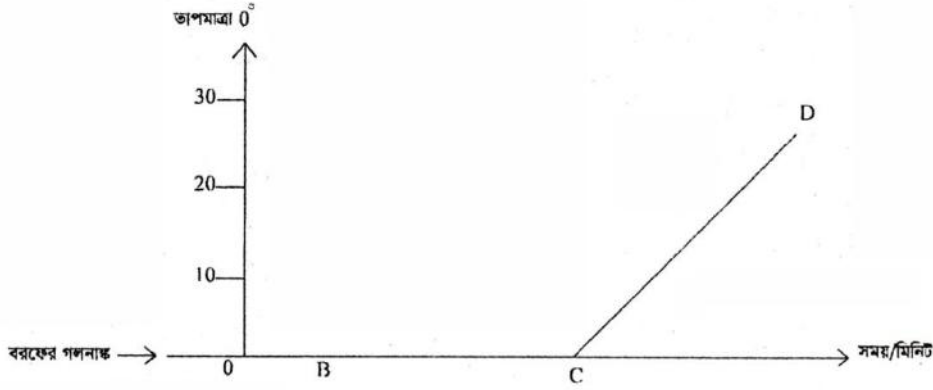
প্রয়োজনীয় উপকরণ : সেলসিয়াস থার্মোমিটার, বরফ, স্ট্যান্ড, বার্নার, বিকার, স্টপওয়াচ।

সতর্কতা :

- যন্ত্রের যান্ত্রিক ট্রেট আছে কিনা দেখতে হবে এবং থাকলে তা সতর্কতার সাথে নির্ণয় করতে হবে।
- থার্মোমিটারটি সতর্কতার সাথে বরফ চূর্ণের মধ্যে ডুবাতে হবে যাতে বিকারের গায়ে না লাগে।
- সম্পূর্ণ বরফ না গলা পর্যন্ত তাপমাত্রা রেকর্ড করতে হবে।
- তাপমাত্রা  $20 - 25^{\circ}\text{C}$ -এর মধ্যে রাখতে হবে।

পরিকল্পনা বাস্তবায়ন / তথ্য সংগ্রহ :

- শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সুবিধামতো কয়েকটি দলে ভাগ করে দিবে এবং প্রত্যেক দলকে একটি করে থার্মোমিটার, বিকার ও থামা ঘড়ি সরবরাহ করব।
- তাপমাত্রা ও সময় নির্ণয় সহায়তা করব।
- প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে বরফের গলনাংক নির্ণয়ে সহায়তা করব।



তথ্য বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ :

হিসাব : প্রদত্ত বরফের গলনাঙ্ক = ..... ডিগ্রি সেলসিয়াস।

ফলাফল পর্যালোচনা : বিভিন্ন দলের প্রাপ্ত ফলাফলের তুলনা করে ফলাফলের পার্থক্য আলোচনা কর।

মূল্যায়ন : নিচের মানদণ্ডগুলোর উপর ভিত্তি করে মূল্যায়ন করব।

- পরিকল্পনা প্রণয়নের দক্ষতা / প্রক্রিয়ার যথার্থতা
- পাঠ গ্রহণে সঠিক সময় নির্ণয়ের যথার্থতা
- উপকরণ ও যন্ত্রপাতির যথার্থতা ব্যবহার
- হিসাবের সঠিকতা
- ফলাফল পর্যালোচনার সক্ষমতা
- সক্রিয় অংশগ্রহণ ও অন্যদের প্রতি সহযোগিতামূলক আচরণ প্রদর্শন

পরীক্ষণের সাহায্যে পানির স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়।

শিখনফল : পরীক্ষণের সাহায্যে পানির স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করতে পারবে।

অনুসন্ধানমূলক প্রশ্ন : পানির স্ফুটন পর্যবেক্ষণ এবং স্ফুটনাঙ্কের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক নির্ণয় করা।

পরিকল্পনা প্রণয়ন :

পরিকল্পনা : পরীক্ষণের সাহায্যে পানির স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা দরকার। এ জন্য আমাদের কোন রাশির মান জানা দরকার? এ রাশির সাথে পানির স্ফুটন ও স্ফুটনাঙ্কের কী সম্পর্ক? রাশিটির মান তোমরা কিভাবে নির্ণয় করবে? শিক্ষার্থীরা কাজটি কিভাবে করবে তার পরিকল্পনা ও সপক্ষে যুক্তি শুনে পরিকল্পনা চূড়ান্ত করব। পরিকল্পনাটি এ রকম—

- বার্নারের সাহায্যে পানিতে তাপ দেওয়া এবং থার্মোমিটারের সাহায্যে এক মিনিট পর পর পানির তাপমাত্রা রেকর্ড করা।
- লক্ষ্য করতে হবে, পানির তাপমাত্রা  $100^{\circ}$  সেলসিয়াস হওয়ার পর যতই তাপ বৃদ্ধি কর পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাচ্ছে না।
- প্রাপ্ত তথ্যের আলোকে তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে পানির স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা।
- লেখচিত্রের প্রকৃতি আলোচনা কর।
- দলীয়ভাবে তথ্য সংগ্রহ রেকর্ড করা।

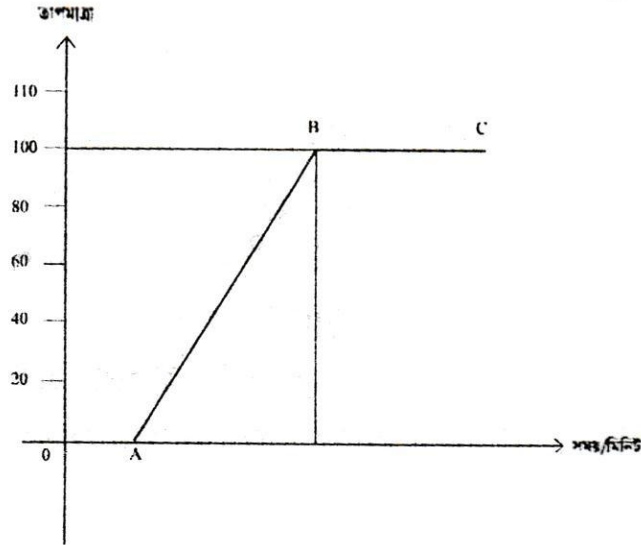
**প্রয়োজনীয় উপকরণ :** সেলসিয়াস থার্মোমিটার, পানি, স্ট্যান্ড, বার্নার, বিকার, স্টপওয়াচ।

**সতর্কতা :**

- যন্ত্রের যান্ত্রিক ত্রুটি আছে কিনা দেখতে হবে এবং থাকলে তা সতর্কতার সাথে নির্ণয় করতে হবে।
- থার্মোমিটারটি সতর্কতার সাথে পানির মধ্যে ডুবাতে হবে যাতে বিকারের গায়ে না লাগে।
- পানি তাপমাত্রা  $100^{\circ}$  সেলসিয়াস হওয়ার পরেও তাপ দিতে হবে।

**পরিকল্পনা বাস্তবায়ন / তথ্য সংগ্রহ :**

- শিক্ষক প্রশিক্ষণার্থীদের সুবিধামত কয়েকটি দলে ভাগ করে দিবে এবং প্রত্যেক দলকে একটি করে থার্মোমিটার, বিকার ও থামা ঘড়ি সরবরাহ করবে।
- তাপমাত্রা ও সময় নির্ণয়ে সহায়তা করবে।
- প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে পানির স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়ে সহায়তা করবে।



**তথ্য বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ :**

হিসাব : প্রদত্ত পানির স্ফুটনাঙ্ক = ..... ডিগ্রি সেলসিয়াস।

**ফলাফল পর্যালোচনা :** বিভিন্ন দলের প্রাপ্ত ফলাফলের তুলনা করে ফলাফলের পার্থক্য আলোচনা কর।

**মূল্যায়ন :** নিচের মানদণ্ডগুলোর উপর ভিত্তি করে মূল্যায়ন করব।

- পরিকল্পনা প্রণয়নের দক্ষতা / প্রক্রিয়ার যথার্থতা।
- পাঠ গ্রহণে সঠিক সময় নির্ণয়ের যথার্থতা।
- উপকরণ ও যন্ত্রপাতির যথার্থতা ব্যবহার।
- হিসাবের সঠিকতা।
- ফলাফল পর্যালোচনার সক্ষমতা।
- সক্রিয় অংশগ্রহণ ও অন্যদের প্রতি সহযোগিতামূলক আচরণ প্রদর্শন।

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ১। ভার্নিয়ার প্রবকের সংজ্ঞা দাও।
- ২। পীচ কী ?
- ৩। জুকুগজ কী কাজে ব্যবহৃত হয় ?
- ৪। সাম্যবল ও অসাম্য বল বলতে কী বুঝ ?
- ৫। ঘর্ষণ কী ? বিভিন্ন প্রকার ঘর্ষণের নাম লিখ।
- ৬। ঘর্ষণের সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।
- ৭। ক্ষমতা কাকে বলে ? এর মাত্রা লিখ।
- ৮। কর্মদক্ষতা কী ?
- ৯। গলনাক্ষ ও স্ফুটনাক্ষ বলতে কী বুঝ ?
- ১০। আর্কিমিডিসের সূত্রটি লেখ।

### রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। পদার্থবিজ্ঞানে ভারত উপমহাদেশের অবদান আলোচনা কর।
- ২। স্লাইড ক্যালিপার্সের বর্ণনা দাও।
- ৩। একটি আয়তাকার বস্তুর একটি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও বস্তুর আয়তন নির্ণয় কর।
- ৪। সুস্থম তুরণের ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখচিত্রটি বর্ণনা কর।
- ৫। সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে ওঠে শিক্ষার্থীর ক্ষমতা নির্ণয় কর।
- ৬। বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের ক্ষেত্রে শর্তগুলো আলোচনা কর।
- ৭। পানির স্ফুটনাক্ষ নির্ণয় পরীক্ষা বর্ণনা কর।

### গাণিতিক সমস্যা

- ১। 70 kg ভরের এক ব্যক্তি প্রতিটি 25 cm উঁচু 30-টি সিঁড়ি 15 sec. এ উঠতে পারেন। তার ক্ষমতা কত? ( $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ )
- ২। একটি 10N ওজনের বস্তুকে 5m উচ্চতায় ওঠানোর জন্য একটি বৈদ্যুতিক মোটর ব্যবহার করা হলো। এটি 65J তড়িৎ শক্তি ব্যবহার করে।
  - ক) মোটর কর্তৃক অপচয়কৃত শক্তির পরিমাণ কত ?
  - খ) মোটরের কর্মদক্ষতা কত ?
- ৩। 40 kg ভরের এক বালক সিঁড়ি দিয়ে 12 sec-এ ছাদে ওঠে। সিঁড়িতে ধাপের সংখ্যা 20টি এবং প্রতিটি ধাপের উচ্চতা 20 cm।
  - ক) ঐ বালকের ওজন কত ?
  - খ) বালকটি কত উচ্চতায় আরোহণ করেছিল ?
  - গ) ছাদে উঠতে যে কত কাজ করল ?
  - ঘ) সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে উঠতে সে কত ক্ষমতা কাজে লাগাল ?

### তথ্যসূত্র

মাধ্যমিক বিজ্ঞান শিক্ষাক্রম (২০১২), এনসিটিবি, মতিঝিল, ঢাকা, বাংলাদেশ।

তপন, চৌধুরী, শেখ ও সরকার (২০১৭), পদার্থবিজ্ঞান, নবম-দশম শ্রেণি, এনসিটিবি, মতিঝিল, ঢাকা, বাংলাদেশ।

## ইউনিট ৬ : পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ পরিকল্পনা

শিক্ষাক্রম বাস্তবায়নে প্রধান গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হলো পরিকল্পিত শিখন-শেখানো কার্যক্রম। প্রকৃতপক্ষে, শিখন-শিখনো কার্যক্রম একটি দক্ষতা ভিত্তিক কাজ। এ দক্ষতাগুলো অর্জন, অনুশীলন ও পরিমাপযোগ্য। শ্রেণিকক্ষে নানা ধরনের কলা-কৌশল সমন্বয়ে এ শিখন-শেখানো কার্যক্রম পরিচালিত হয়। পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নের মাধ্যমে এ দক্ষতাগুলো সমন্বয় করে একটি বাস্তব চিত্র তুলে ধরা যায়। এতে শিক্ষকের কার্যাবলি, আচরণের উন্নতি সাধন, পরিচ্ছন্নতা, বোধগম্যতা, সঠিকতা, নির্ভুল পাঠদান কার্যকর হয়। এর মাধ্যমে শিখনের কাজকে ত্বরান্বিত ও ফলপ্রসূভাবে সম্পন্ন করা যায়। পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ্যবিষয়বস্তু সহজ, আকর্ষণীয়ভাবে উপস্থাপনের জন্য শিক্ষকের শিক্ষণবিজ্ঞান, বৈজ্ঞানিক দক্ষতা ও তথ্য প্রযুক্তি জ্ঞান অর্জন প্রয়োজন। এ ইউনিটটিকে PCK-এর ধারণা, বার্ষিক পরিকল্পনা, একক পরিকল্পনা ও পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন সংক্রান্ত পাঁচটি সেশনে ভাগ করা হয়েছে। যথা :

- ৬.১ Pedagogical Content Knowledge (PCK) এর ধারণা ও বার্ষিক পরিকল্পনা
- ৬.২ একক (ইউনিট) পরিকল্পনা-প্রয়োজন ও প্রণয়নের ধাপসমূহ
- ৬.৩ পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন
- ৬.৪ গঠনবাদের ভিত্তিতে পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন (তত্ত্বীয়)
- ৬.৫ ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন

### ৬.১ Pedagogical Content Knowledge (PCK)-এর ধারণা ও বার্ষিক পরিকল্পনা

শিক্ষকের বিষয়বস্তু জ্ঞান এবং বিষয়বস্তুকে শিক্ষার্থীদের বোঝার উপযোগী করে শিখন-শেখানো কার্যক্রম গ্রহণ করতে হয়। এজন্য শিক্ষককে শিক্ষার্থীর কাছে বিষয়বস্তু উপস্থাপনের কলা-কৌশল সম্পর্কিত জ্ঞান ও দক্ষতা আয়ত্ত করার প্রয়োজন। অর্থাৎ বিষয়বস্তুর জ্ঞান ও বিষয়বস্তু শিক্ষার্থীর কাছে উপস্থাপনের কলা-কৌশল শিক্ষণবিজ্ঞানের সাথে সম্পর্কযুক্ত। যা নিম্নে আলোচনা করা হলো-

#### PCK (Pedagogical Content Knowledge)-এর ধারণা

Pedagogical Content Knowledge (PCK) বর্তমানে অত্যন্ত জনপ্রিয় একটি ধারণা। শিক্ষণ পরিচালনার জন্য শিক্ষকের বিষয়বস্তু এবং Pedagogy সম্পর্কে জ্ঞান ছাড়াও আরো বিশেষ জ্ঞানের প্রয়োজন এ রকম একটি ভাবনা থেকেই PCK ধারণার উৎপত্তি। যে কোনো বিষয়বস্তুকে শিক্ষার্থীদের নিকট বোধগম্য করে তুলতে শিক্ষক বিভিন্ন শিক্ষণ পদ্ধতি অবলম্বন করে থাকেন। সর্বপ্রথম Shulman, 1986 সালে, বিষয়বস্তুকে pedagogy র মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপনের পেছনে শিক্ষকের যে চিন্তা বা যুক্তিগুলো কাজ করে সেগুলোকে তুলে ধরতে pedagogical content knowledge ধারণাটির অবতারণা করেন।

নির্দিষ্ট একটি বিষয়বস্তুকে শিক্ষার্থীদের নিকট সবচেয়ে বেশি বোধগম্য করে তুলতে কোনো শিক্ষণ পদ্ধতিটি সবচেয়ে বেশি কার্যকর, সময়ের সাথে অভিজ্ঞতা অর্জনের মাধ্যমে একজন শিক্ষক সে বিষয়টি আরো ভালোভাবে উপলব্ধি করতে পারেন। শিক্ষকের এই অন্তর্নিহিত ভাবনা, চিন্তা, কারণ, যুক্তি, জ্ঞান, ব্যাখ্যাকে pedagogical content knowledge নামে অবহিত করা হয়, যা একেক জন শিক্ষকের ক্ষেত্রে একেক রকম হয়ে থাকে।

উদাহরণস্বরূপ, “আলো সরল রেখায় চলে”- এ বিষয়টিকে শিক্ষার্থীদের সবচেয়ে ভালোভাবে বোঝাতে একজন শিক্ষক POE ব্যবহার করেন কিন্তু ‘পরিবেশ দূষণরোধে আমাদের করণীয়’ এ বিষয়টি বোঝাতে POE-এর বদলে দলীয় কাজ (group work) ব্যবহার করলেন। অর্থাৎ বিষয়বস্তুভেদে শিক্ষক ভিন্ন শিক্ষণ পদ্ধতি ব্যবহার করলেন। এখন এই শিক্ষকের কাছে যদি জানতে চাওয়া হয় ‘কেন’ তিনি এ বিষয়বস্তুসমূহের জন্য এ দুটি ভিন্ন শিক্ষণ পদ্ধতি বাছাই করলেন, এর উত্তরে শিক্ষকের যে চিন্তা বা যুক্তির প্রকাশ ঘটবে তার উৎসই হচ্ছে শিক্ষকের PCK। এই PCK আবার শিক্ষকভেদে ভিন্ন হয়ে থাকে, যেমন-

‘আলো সরল রেখায় চলে’- এই বিষয়টি বোঝাতে কোনো শিক্ষক হয়তো হাতে কলমে কাজকে বেশি কার্যকর মনে করবেন, কোনো শিক্ষক হয়তো digital content ব্যবহার করবেন, আবার কোনো শিক্ষক হয়তো শুধুমাত্র বক্তৃতা পদ্ধতিতে বিষয়টি উপস্থাপন করবেন এবং এর পেছনে তাদের প্রত্যেকেরই নিজস্ব ব্যাখ্যা বা যুক্তি রয়েছে। অর্থাৎ প্রত্যেক শিক্ষকের PCK আলাদা এবং unique কিন্তু এটি নিসন্দেহে প্রত্যেক শিক্ষকের পেশাগত জ্ঞান বা দক্ষতার পরিচায়ক।

### বিজ্ঞান শিক্ষকদের PCK-এর উপাদান (PCK Components)

PCK শিক্ষকের একটি অত্যন্ত অভ্যন্তরীণ চিন্তা যা কীভাবে সংগঠিত হয়, কোনো কোনো উপাদান এ চিন্তাকে প্রভাবিত করে, কীভাবে একে অন্যদের বোঝার মতো করে তুলে ধরা যায়, কীভাবে এর উন্নয়ন সাধন করা যায়, এসব বিষয়ের স্পষ্ট ধারণা পাওয়ার লক্ষ্যে প্রচুর গবেষণা হচ্ছে। বিভিন্ন গবেষণা থেকে বিজ্ঞান শিক্ষকের PCK-এর গুরুত্বপূর্ণ পাঁচটি উপাদান পাওয়া যায়। এগুলো হলো :

- বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু সম্পর্কে জ্ঞান (Knowledge of Science Content )
- বিজ্ঞান শিক্ষণের pedagogy সম্পর্কে জ্ঞান (Knowledge of Science Pedagogy)
- শিখন পরিবেশ সম্পর্কে জ্ঞান (Knowledge of Learning Environment)
- শিক্ষার্থী এবং তারা কীভাবে শেখে সে সম্পর্কে জ্ঞান (Knowledge of Students and How they Learn)
- বিজ্ঞান শিক্ষণের প্রতি আগ্রহ/ বোঁক/প্রতিশ্রুতি (Orientation Towards Teaching Science)

এটি ইতোমধ্যেই স্বীকৃত যে, একজন বিজ্ঞান শিক্ষকের নিজের PCK-এর স্বরূপ উপলব্ধি করা এবং এর উন্নয়নের জন্য শিক্ষকের এ উপাদানগুলো সম্পর্কে অত্যন্ত দক্ষ হওয়া জরুরি। একজন শিক্ষকের PCK কতটা উন্নত, এটি নির্ভর করে উপরোক্ত প্রতিটি উপাদান সম্পর্কে শিক্ষকের জ্ঞান এবং এ জ্ঞানের সমন্বয় সাধনের মাধ্যমে শিক্ষণ পরিচালনার ক্ষেত্রে সিদ্ধান্ত গ্রহণের দক্ষতার উপর।

অর্থাৎ PCK প্রত্যেক শিক্ষকের একটি স্বতন্ত্র জ্ঞান বা বৈশিষ্ট্য যা সময়ের সাথে সচেতন বা অবচেতনভাবে শিক্ষক অর্জন করে থাকেন। এটি শিক্ষকের পাঠ্যবিষয় ও শিখন শেখানো কার্যাবলি এবং এর সাথে সম্পর্কিত সকল ধরনের জ্ঞান, দক্ষতা ও অভিজ্ঞতার সমন্বয়ে শিক্ষার্থীর নিকট যে কোনো বিষয়বস্তুর সর্বোচ্চ বোধগম্যতা নিশ্চিত করে থাকে। তাই PCK-এর উপাদানগুলোকে সচেতনভাবে বিবেচনায় নিয়ে শিক্ষকের একক বা অন্য শিক্ষকদের সাথে সম্মিলিতভাবে শিখন শেখানো পরিচালনার ক্ষেত্রে উপাদানসমূহের প্রতিনিয়ত চর্চা ও উন্নয়ন সাধনের মাধ্যমে শিক্ষকের PCK-এর উন্নয়ন ঘটানোর মাধ্যমে কার্যকর শিখন শেখানো নিশ্চিত করা সম্ভব।

### বিজ্ঞান শিক্ষকের PCK-এর স্বরূপ উপস্থাপন (Visualizing PCK)

বিজ্ঞান শিক্ষকদের PCK উন্নয়নের মাধ্যমে তাদের শিখন-শেখানোর উন্নয়ন সাধনের জন্য শিক্ষকদের এই অন্তর্নিহিত ভাবনাকে ভাষায় প্রকাশের মাধ্যমে এর স্বরূপ তুলে ধরা জরুরি। শিক্ষকের এই বিমূর্ত ভাবনাসমূহকে ভাষায় প্রকাশের জন্য কার্যকরী হিসেবে দুটি ইন্সট্রুমেন্ট Content Representation (CoRe) এবং Pedagogical and Professional experience Repertoires (PaP-eRs) খুবই জনপ্রিয়তা পেয়েছে।

### Content Representation (CoRe) বিষয়বস্তুর উপস্থাপন

CoRe মূলত একজন শিক্ষক একটি বিষয়ের নির্দিষ্ট কোনো বিষয়বস্তুর ধারণাকে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপনের পূর্বে নিজে কীভাবে ধারণাটিকে উপলব্ধি করে থাকেন তাই তুলে ধরে। অর্থাৎ বিষয়টি শিক্ষণের পূর্বে শিক্ষক ঐ বিষয়বস্তু ও শিখন-শেখানো

কার্যাবলির বিভিন্ন দিক সম্পর্কে কী কী চিন্তা করেন, সে বিমূর্ত ধারণাগুলোকে তুলে ধরে। CoRe এ মূলত কিছু প্রশ্ন থাকে, প্রতিটি বৃহৎ ধারণার প্রেক্ষিতে শিক্ষককে এ প্রশ্নগুলো সম্পর্কে ভেবে ছকটি পূরণ করতে হয়। এর গঠন নিম্নরূপ :

ক্রঃ নং	বিবৃতি	বৃহৎ ধারণা A	বৃহৎ ধারণা B	বৃহৎ ধারণা C
১	শিক্ষার্থীদের এই বিষয়টি সম্পর্কে কী শেখাতে চাই			
২	এই বিষয়টি শিক্ষার্থীদের জানা গুরুত্বপূর্ণ কেন?			
৩	এই বিষয়টি সম্পর্কে আমি আর কী জানি (যা শিক্ষার্থীদের এখনি জানাবো না, প্রয়োজনে Upper level knowledge এর জন্যে জানাবো)			
৪	এই বিষয়টি শিক্ষণের সময় কী কী সমস্যার সম্মুখীন হতে পারি			
৫	শিক্ষার্থীদের চিন্তা সম্পর্কে জ্ঞান যা এই বিষয়টি শিক্ষণে আমার শিক্ষণকে প্রভাবিত করে			
৬	অন্যান্য কারণসমূহ যা এই বিষয়টি শিক্ষণে আমার শিক্ষণকে প্রভাবিত করে			
৭	আমি কোনো শিক্ষণ কৌশল ব্যবহার করছি এবং এই বিষয়ে এই কৌশলটি বাছাই করার কারণসমূহ			
৮	এই বিষয়টির উপর শিক্ষার্থীদের মূল্যায়নের জন্য নির্দিষ্ট উপায়সমূহ (Understanding and Confusion নির্ধারণের)			

CoRe এ বৃহৎ ধারণাগুলো মূলত বোঝায়, একটি বিষয়বস্তুর বিভিন্ন অংশ যেগুলো শিক্ষক শিক্ষার্থীদের জন্য প্রয়োজনীয় মনে করেন। যেমনঃ নয়ম শ্রেণির শিক্ষার্থীদের জন্যে বল অধ্যায়ের বৃহৎ ধারণা হতে পারে ‘বল’ ‘জড়তা’, ‘ভরবেগ’ প্রভৃতি। CoRe এর ১নং প্রশ্নটি-বৃহৎ ধারণা সম্পর্কে শিক্ষক শিক্ষার্থীকে কী তথ্য দিতে চান সেটি তুলে ধরে। যদিও আমাদের দেশের context এ আমরা সবসময় বইয়ে প্রদত্ত তথ্যসমূহ মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকি তবুও একটি বিষয়ের পূর্ণাঙ্গ ধারণা প্রদানের জন্য শিক্ষককে তথ্যের পরিধি বাড়াতে বা কমাতে হতে পারে। ২নং প্রশ্নটি, এ তথ্যগুলো শিক্ষার্থীদের জানানোর প্রয়োজনীয়তার উপর গুরুত্ব আরোপ করে। সাধারণত শিক্ষাক্রমে কিছু উদ্দেশ্য উল্লেখ করা থাকে কিন্তু অনেক সময়েই বিষয়বস্তুর সাথে শিক্ষার্থীর জীবন ঘনিষ্ঠতার বিষয়টি ঠিকমতো প্রকাশ পায় না। শিক্ষক যাতে ঐ জায়গাটি চিহ্নিত করে বিষয়টি শিক্ষার্থীর জীবনের সাথে সংযোগগুলো তুলে ধরতে পারেন এ প্রশ্নটি মূলত এটিকে ফোকাস করে থাকে। ৩নং প্রশ্নটি শিক্ষকের content depth বা বিষয়বস্তুর জ্ঞানের গভীরতা প্রকাশ করে। ৪ ও ৬ নং প্রশ্ন দুটি শিক্ষকের ঐ বিষয়টি শিক্ষণের অভিজ্ঞতার উপর ফোকাস করে থাকে, একজন শিক্ষক কিভাবে পূর্ব অভিজ্ঞতার আলোকে বিষয়টি শিক্ষার্থীদের নিকট তুলে ধরার প্রস্তুতি নিয়ে থাকেন সেটি প্রকাশ পায়। ৫ নং প্রশ্নটি শিক্ষক তার শিক্ষার্থীদের সম্পর্কে কতটা সচেতন সেটি প্রকাশ করে, যা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। ৭ নং প্রশ্ন, শিক্ষকের শিক্ষণপদ্ধতির জ্ঞান এবং CoRe এ প্রদত্ত পূর্বের তথ্যসমূহের আলোকে শিক্ষক কেন নির্দিষ্ট কোনো শিক্ষণপদ্ধতি বিষয়টি শিক্ষার্থীর কাছে উপস্থাপনের জন্য সবচেয়ে উপযোগী মনে করেছেন সেটি প্রকাশ করে। আর ৮ নং অর্থাৎ শেষ প্রশ্নটি শিক্ষার্থীদের মূল্যায়নের মাপকাঠি এবং মূল্যায়নের সবচেয়ে উপযোগী পদ্ধতি বাছাইয়ের সুযোগ করে দেয়।

### CoRe এবং PCK-এর সম্পর্ক

CoRe-এর প্রশ্নসমূহ লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এগুলো PCK এর উপাদানগুলোর সাথে গভীরভাবে সম্পর্কিত এবং CoRe হতে প্রাপ্ত তথ্যসমূহকে বিশ্লেষণ করলে, একজন শিক্ষকের PCK Level সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়। ১, ২ ও ৩নং প্রশ্ন শিক্ষকের বিষয়বস্তুর জ্ঞান, ৭ নং ও ৮ নং প্রশ্ন শিক্ষকের pedagogy সম্পর্কে জ্ঞান, ৪নং আংশিক এবং ৬ নং প্রশ্ন শিক্ষকের শিখন পরিবেশ সম্পর্কে জ্ঞান, ৫ নং প্রশ্ন শিক্ষার্থীদের সম্পর্কে জ্ঞান এবং সর্বোপরি সবগুলো প্রশ্ন থেকে শিক্ষকের ঐ বিষয়টি শিক্ষণের orientation কতটা আধুনিক ও কার্যকরী কেমন সেটি প্রকাশ পায়। এছাড়াও CoRe –এ সকল তথ্যগুলোকে



বিবেচনা করে বিষয়টি শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপনের জন্য শিক্ষকের ভাবনার যে বিকাশ এবং প্রাসঙ্গিক যুক্তিগুলো চমৎকারভাবে তুলে ধরতে সাহায্য করে। অর্থাৎ CoRe একজন শিক্ষকের বিষয়ভিত্তিক অন্তর্নিহিত PCK ভাষায় প্রকাশের মাধ্যমে ঐ শিক্ষকের জন্য এর স্বরূপ তুলে ধরে, যা থেকে ঐ শিক্ষক নিজে এবং অন্যেরাও শিখন-শেখানো অনুশীলন (practice) সম্পর্কে গুরুত্বপূর্ণ অন্তর্দৃষ্টি (insight) লাভ করতে পারেন।

## বার্ষিক পরিকল্পনা

নির্দিষ্ট পাঠ্যবিষয় সারা বৎসরের জন্য শিক্ষক নির্ধারিত শিখনফল অর্জনের করণীয়সমূহ কখন, কোনো পছন্দ ও কী পরিমাণ সম্পাদন করা হবে তার সুচিন্তিত অনুক্রমিক তালিকাকে বলা হয় ঐ বিষয়ের বার্ষিক পরিকল্পনা। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে সারা বৎসরের অধ্যয়নভিত্তিক পাঠ সংখ্যা নির্ধারণ, সাময়িক ও বার্ষিক পরীক্ষায় কতটি অধ্যয়ন ও কতটি পাঠে শ্রেণি কার্যক্রমে সমাঙ্গ করতে হবে, কীভাবে শেখাবে ও কীভাবে মূল্যায়ন করা হবে তা নির্ধারণ করা। এসবে একটি পূর্ণাঙ্গ রূপরেখা তৈরি করাই হলো পদার্থবিজ্ঞানের বার্ষিক পরিকল্পনা।

জাতীয় শিক্ষাক্রম ২০১২ এ নবম ও দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে ১৪টি অধ্যয়ন রয়েছে। প্রতিটি অধ্যয়নে বেঞ্জামিন ব্রুমের তত্ত্ব অনুসরণে শিখনফল নির্ধারণ করা হয়েছে। এ শিখনফল তিনটি ভাগে বিভক্ত যেমন- বুদ্ধিবৃত্তীয় বা জ্ঞানসম্বন্ধীয়, মনোপেশিজ বা দক্ষতা ও তার প্রয়োগ ও আবেগীয় বা অনুভূতিমূলক। প্রতিটি অধ্যয়নের শিখনফল অর্জনের জন্য বিষয়বস্তু, শিখন-শেখানো কার্যক্রম ও মূল্যায়নের নির্দেশনা রয়েছে। যা ইউনিট-১ এ উদাহরণ হিসাবে দেওয়া আছে।

### বার্ষিক পরিকল্পনা প্রণয়ণে বিবেচ্য বিষয়সমূহ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ২০১২ এ শিক্ষাক্রমের ছকে বর্ণিত অধ্যয়নভিত্তিক পাঠ বিভাজন, শিখনফল, বিষয়বস্তু, শিখন-শেখানো ও মূল্যায়ন নির্দেশনা অনুসরণ করতে হবে। যেমন-

অধ্যয়নের ক্রম	অধ্যয়নের নাম	ব্যবহারিকসহ মোট পাঠ বা পিরিয়ড সংখ্যা	ব্যবহারিক বা অনুসন্ধানমূলক কাজ পাঠ সংখ্যা
<b>শ্রেণি : নবম</b>			
প্রথম অধ্যয়ন	ভৌত রাশি এবং পরিমাপ	১৫	০২
দ্বিতীয় অধ্যয়ন	গতি	১৪	০৩
তৃতীয় অধ্যয়ন	উল	১৭	০১
চতুর্থ অধ্যয়ন	কাজ ক্ষমতা শক্তি	১৪	০২
পঞ্চম অধ্যয়ন	পদার্থের অবস্থা ও চাপ	১৮	০১
ষষ্ঠ অধ্যয়ন	বস্তুর উপর তাপের প্রভাব	২০	০২
সপ্তম অধ্যয়ন	তরঙ্গ ও শব্দ	১৪	-
অষ্টম অধ্যয়ন	আলোর প্রতিফলন	১৪	০১
	মোট	১২৬	১২
<b>শ্রেণি : দশম</b>			
নবম অধ্যয়ন	আলোর প্রতিসরণ	১৫	০২
দশম অধ্যয়ন	স্থির তড়িৎ	১৪	০১
একাদশ অধ্যয়ন	চল তড়িৎ	২০	০১
দ্বাদশ অধ্যয়ন	তড়িৎের চৌম্বক ক্রিয়া	১২	-
ত্রয়োদশ অধ্যয়ন	আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান ও ইলেকট্রনিক্স	১৪	-
চতুর্দশ অধ্যয়ন	জীব বাঁচাতে পদার্থবিজ্ঞান	১৪	-
	মোট	৮৯	০৪

নবম শ্রেণিতে আটটি অধ্যয়নে ব্যবহারিক/ অনুসন্ধানমূলক কাজ ১২টি পাঠসহ মোট পাঠ সংখ্যা ১২৬টি। দশম শ্রেণিতে ছয়টি অধ্যয়নে ব্যবহারিক/ অনুসন্ধানমূলক কাজ ৪টি পাঠসহ মোট পাঠ সংখ্যা ৮৯টি।

- সরকারি ছুটি, পরীক্ষা দিবস ও সহশিক্ষা কার্যক্রম দিবস চিহ্নিত করার জন্য বর্ষপঞ্জি। যেমন- ২০১৭ সালের ক্যালেন্ডার।
- মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের জন্য সরকারিভাবে প্রণীত ছুটির তালিকা। যেমন- ২০১৭ সালে সরকার কর্তৃক অনুমোদিত ৮৫ দিনের ছুটির তালিকা।
- সাপ্তাহিক ক্লাস রুটিনে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে নির্ধারিত শ্রেণি কার্য দিবস। যেমন- পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের জন্য ১০০ নম্বরের বরাদ্দ রাখা হয়েছে। সপ্তাহে তিনটি করে দুই বছরে মোট ২১৬টি পিরিয়ড বরাদ্দ রাখা হয়েছে। প্রতিটি পিরিয়ড সময় ৫০ মিনিট। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে শিখন ফল এবং বিষয়বস্তু এমনভাবে প্রণয়ন করা হয়েছে যেন বরাদ্দকৃত নবম শ্রেণিতে ১২৬টি এবং দশম শ্রেণিতে ৮৯টি সর্বমোট ২১৬টি পিরিয়ড শিক্ষার্থীর সবগুলো বর্ণিত শিখন ফল অর্জন করতে পারে।
- প্রতিষ্ঠানের বিভিন্ন কর্মসূচি সংবলিত বার্ষিক কর্ম পরিকল্পনা। যেমন- বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতা, মিলাদ, সাহিত্য ও সংস্কৃতি এবং বিভিন্ন দিবস ইত্যাদি। তবে এসব কার্যাদি উদযাপনে বিদ্যালয় শ্রেণি কার্যক্রম যাতে বিঘ্ন না হয় সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে।
- অর্ধ-বার্ষিক ও বার্ষিক বা প্রাক-নির্বাচনী পরীক্ষার সময় সূচি ও কার্যাদির জন্য বরাদ্দকৃত মাস ও দিবস সংখ্যা। যেমন- ২০১৭ সালের সরকার অনুমোদিত ছুটির তালিকা, পরীক্ষার সময়সূচি নিম্নরূপ :

পরীক্ষার নাম	তারিখ	দিন সংখ্যা
অর্ধ-বার্ষিক/প্রাক নির্বাচনী পরীক্ষা	০৬ জুলাই, থেকে ২২ জুলাই, ২০১৭ পর্যন্ত	১৪ দিন
নির্বাচনী পরীক্ষা	১১ অক্টোবর থেকে ২৮ অক্টোবর, ২০১৭ পর্যন্ত	১৪ দিন
বার্ষিক পরীক্ষা	২৮ নভেম্বর থেকে ১৩ ডিসেম্বর, ২০১৭ পর্যন্ত	১৪ দিন

নির্বাচনী পরীক্ষার সময় শ্রেণির কার্যক্রম বন্ধ থাকবে না।

- বার্ষিক কার্য দিবস : ২০১৭ সালের ছুটির তালিকা অনুসারে বিদ্যালয়ে বন্ধ দিবস সংখ্যা হলো = ৮৫ দিন। অর্ধ বার্ষিক ও বার্ষিক পরীক্ষার দিবস = ২৮ দিন এবং শুক্রবার = ৫২ দিনসহ মোট ১৬৫ দিন শ্রেণি কার্যক্রম বন্ধ থাকবে। বার্ষিক মোট শ্রেণির কার্য দিবস (৩৬৫ - ১৬৫) = ২০০ দিন।
- ২০১৭ সালের ছুটির তালিকা অনুসারে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শ্রেণির সম্ভাব্য কার্য দিবস নিচের ছক মোতাবেক বের করা যেতে পারে।

মাসের নাম	দিন সংখ্যা	শুক্রবারসহ সরকারি ও অন্যান্য ছুটির দিন সংখ্যা	মোট কার্য দিবস সংখ্যা	পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে কার্য দিবস	মন্তব্য
জানুয়ারি	৩১	০৭	২৪	১২	
ফেব্রুয়ারি	২৮	০৮	২০	১০	
মার্চ	৩১	০৭	২৪	১২	
এপ্রিল	৩০	০৭	২৩	১২	
মে	৩১	১৪	১৭	১০	
জুন	৩০	৩০	-	-	পবিত্র রমজানের ছুটি
অর্ধ-বার্ষিক	১৮১	৩০	১০৮	৫৪	
জুলাই	৩১	২৩	০৮	০৪	পরীক্ষা
আগস্ট	৩১	০৫	২৬	১৩	
সেপ্টেম্বর	৩০	১৬	১৪	০৮	
অক্টোবর	৩১	০৯	২২	১০	
নভেম্বর	৩০	০৮	২২	১০	
ডিসেম্বর	৩১	৩১	-	-	বার্ষিক পরীক্ষা ও ছুটি
	১৮৪	৯২	৯২	৪৫	
সর্বমোট	৩৬৫	১৬৫	২০০	৯৯	

উপরোক্ত বিবেচ্য বিষয়গুলো বিবেচনা করে বার্ষিক পরিকল্পনা প্রণয়ন করা যেতে পারে।

## বার্ষিক পরিকল্পনার প্রয়োজনীয়তা

- পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য অর্জনের সহায়তার জন্য
- নির্দিষ্ট সময়ের শিখন-শেখানো কার্যক্রম সমাপ্ত এবং শিক্ষাক্রম বাস্তবায়ন করা যায়
- প্রতিটি অধ্যয় পাঠ বিভাজন করার ফলে শিখন-শেখানো নিয়ন্ত্রিত, সংগঠিত ও ধারাবাহিক বজায় থাকে
- পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রম কার্যকর, আনন্দদায়ক ও ফলপ্রসূ অগ্রগতিতে বার্ষিক পরিকল্পনা অত্যন্ত প্রয়োজন
- শ্রেণি কার্যক্রম সার্থকভাবে সফল করার লক্ষ্যে শিক্ষকের যথাযথ প্রস্তুতি গ্রহণের জন্য
- পদার্থবিজ্ঞানে হাতে-কলমে কাজ ও ব্যবহারিক কাজ আকর্ষণীয় করার লক্ষ্যে প্রয়োজনীয় ভৌত সম্পদ ও উপকরণের চাহিদা নিরূপণ এবং ব্যবহার নিশ্চিত করার জন্য
- শিক্ষকের পাঠদানে সক্ষমতা, সৃজনশীলতা ও উদ্ভাবনী শক্তি বৃদ্ধি পায়
- পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষার্থীদের আগ্রহ, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি ও সৃজনশীলতা বৃদ্ধির জন্য
- প্রতিষ্ঠানের কার্যক্রম সুষ্ঠুভাবে সম্পাদন ও শিক্ষার গুণগত মান বৃদ্ধি করার জন্য এবং
- এ পরিকল্পনাটি বিজ্ঞানসম্মত এতে শিক্ষকের আত্মবিশ্বাস গড়ে ওঠে।

## ৬.২ একক (ইউনিট) পরিকল্পনা : প্রয়োজন ও প্রণয়নের ধাপসমূহ

নির্দিষ্ট শ্রেণির সমগ্র পাঠ্যবিষয়কে কতগুলো অধ্যয় বা এককে বিভাজন করা হয়। এই বিভাজিত অংশগুলো এক একটি একক (ইউনিট) নামে অভিহিত করা হয়। প্রতিটি এককে রয়েছে বিষয়বস্তু। শিক্ষাক্রম অনুযায়ী নবম-দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে ১৪টি একক বা অধ্যয় নির্ধারিত। শ্রেণি শিক্ষণে বিষয় শিক্ষক শিখনের বিষয়বস্তু, শিক্ষার্থীর কাছে উপস্থাপনের জন্য প্রতিটি একককে কয়েকটি পাঠে বিভাজন এবং কোনো এককে কত সময় প্রয়োজন তা নির্ধারণে রূপরেখা তৈরি করতে হয়। এতে শিখন বিষয়ের উদ্দেশ্য বা শিখনফল, শিখন-শেখানো পদ্ধতি ও কৌশল, উপকরণ ও মূল্যায়ন পর্যায় বিবেচনা করতে হয়। একক হলো কোনো অধ্যয়কে কেন্দ্র করে কয়েক সপ্তাহ ব্যাপী শিক্ষা প্রক্রিয়া তথা পাঠের জন্য পরিকল্পিত অনুক্রম বা ধারাবাহিক কার্যক্রম।

একক পরিকল্পনা হলো- নির্দিষ্ট শ্রেণির নির্দিষ্ট পাঠ্যবিষয় নির্দিষ্ট সময়ে কার্যকর শিখন সম্পূর্ণ করার জন্য পরস্পর সম্পর্কযুক্ত কয়েকটি পাঠ একত্র করে শিখন-শেখানোর প্রয়োজনীয় নির্দেশনাসহ একটি সংক্ষিপ্ত রূপরেখা তৈরি করা। একক গঠনের মূল উপাদান হলো শিখনের বিষয়বস্তু এবং শিক্ষার্থীদের কাছে যথাযথভাবে উপস্থাপন করা।

বসিং এর মতে- “একক পরিকল্পনায় শিক্ষার্থীকে পরস্পর সম্বন্ধযুক্ত সার্থক কর্মধারা অনুসরণ করতে হয়, যার ফলে উদ্দেশ্য ভালোভাবে আয়ত্ব করা সম্ভব হয়। শিখন অভিজ্ঞতা সঞ্চয় হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে তার আচরণের পরিবর্তন হয়।

হোবার-এর মতে- একক পরিকল্পনা হলো একগুচ্ছ শিখন অভিজ্ঞতা ও শিখন নির্দেশনা পরস্পর সম্পর্কের ধারণা। সাধারণত একক পরিকল্পনা ৩ সপ্তাহ থেকে ৬ সপ্তাহ পর্যন্ত প্রণয়ন করা উত্তম। একক পরিকল্পনা যাতে শিক্ষার্থীর জ্ঞান পরিপূর্ণ বিকাশ প্রসারিত হয় এ জন্য ধারাবাহিকভাবে বজায় রাখা।

## একক পরিকল্পনার প্রয়োজনীয়তা

- পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য সম্পর্কে শিক্ষকের নিকট সুস্পষ্ট হয়। এতে এককের শিখনফল অর্জনে শ্রেণি শিক্ষকের দায়িত্ব, আগ্রহ ও উৎসাহ অটুট থাকে।
- শিক্ষার্থীর বিষয়বস্তু সম্পর্কে সুস্পষ্ট ধারণা, মানসিক নৈপুণ্য, রসানুভূতি, জ্ঞান, বিশেষ উপলব্ধি ও দৃষ্টিভঙ্গি বোঝার সক্ষমতা অর্জনে একক পরিকল্পনা প্রণয়ন একান্ত প্রয়োজন।
- একক পরিকল্পনা বিষয়বস্তুকে কেন্দ্র করে পরস্পর সম্বন্ধে শিখন-শেখানো কার্যক্রম সংগঠিত হয় এতে শিক্ষকের শ্রেণি পাঠদান সহজতর হয়।

- বিভিন্ন শিখন অভিজ্ঞতার সঙ্গে শিখন-শেখানো সমন্বয় করে কার্যকর ও ফলপ্রসূ শিখন সম্ভব। এতে শিক্ষকের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।
- একক পরিকল্পনা শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক পাঠদানে সুযোগ বেশি। শিক্ষার্থীরা শিখন কর্মকাণ্ডের দায়িত্ব নিজেরা গ্রহণ করতে শেখে এবং তাদের চিন্তাভাবনা প্রকাশ করতে সক্ষম হন। এ পদ্ধতি বিজ্ঞান ও মনোবিজ্ঞান সম্মত ফলে উত্তম শিক্ষণ সম্ভব।
- পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবিষয়ে নির্দিষ্ট সময়ে প্রতিটি একক বা অধ্যয়কে মোট শ্রেণি কার্যদিবসে অনুসারে পিরিয়ডের সংখ্যা বাড়িয়ে বা কমিয়ে পুরো বৎসরে সমাপ্ত করার লক্ষ্যে পরিকল্পনা প্রস্তুত করা হয়। এতে নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে শ্রেণি পাঠদান সমাপ্তি সুযোগ ঘটে।
- শিক্ষক পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবিষয় বিভিন্নমাত্রা বা সমগ্র অংশের মধ্যে সামঞ্জস্য করার সক্ষমতা অর্জনের জন্য একক পরিকল্পনা প্রণয়ন একান্ত প্রয়োজন।
- একটি একক সমাপ্ত করতে এক বা একাধিক সপ্তাহ প্রয়োজন হয়। এতে শিক্ষার্থীর সবল ও দুর্বল দিক শনাক্ত করে তা নিরাময় এবং কার্যকর শিখন-শেখানোর কৌশল প্রয়োগে শিক্ষকের অধিকতর স্বাধীনতা থাকে।
- একক পরিকল্পনা শিক্ষক-শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত যোগাযোগ, বিষয়বস্তু সম্পর্কে আগ্রহ বৃদ্ধি পায়। যার ফলে শিক্ষার্থী-শিক্ষার্থী এবং শিক্ষক-শিক্ষার্থী সাথে খাপ খাওয়ানোর সুযোগ পান।
- একক পরিকল্পনা সামগ্রিকভাবে একটি ধারণা বা বিষয় উপস্থাপিত হয়। এতে শিক্ষার্থী সামগ্রিক পাঠ থেকে ঈশিত মূল্যবোধ ও সমাজের প্রতি সচেতনতা সৃষ্টি সম্ভব হয়।

## একক পরিকল্পনা প্রণয়নের ধাপ

একক পরিকল্পনা তৈরি করতে হলে কতকগুলো ধাপ অনুসরণ করতে হবে। ধাপগুলো নিম্নে আলোচনা করা হলো-

### প্রথম ধাপ : পাঠভিত্তিক শিখনফল বিভাজন

এই ধাপের প্রথম পর্যায়ে একজন শিক্ষক নির্ধারিত অধ্যয়নের জন্য শিক্ষাক্রমে কয়টি পাঠ সুপারিশ করা হয়েছে তা দেখে নিবেন। এরপর শিখনফলগুলোকে পাঠের সাথে মিল রেখে বিভিন্ন পাঠের মধ্যে বিভাজন করতে হবে। এক্ষেত্রে মনে রাখতে হবে যে, একটি শিখনফল অর্জনের জন্য কখনো কখনো ২-৩টি পাঠও লাগতে পারে। এ ধরনের ক্ষেত্রে শিখনফলকে বিভাজন করে বিভাজিত শিখনফল লিখতে হবে। পাশাপাশি শিখনফলটি কোন ধরনের (অনুধাবন/উচ্চতর দক্ষতা ইত্যাদি) তা সুনির্দিষ্ট করতে হবে। এ শিখনফলের সাথে আবেগিক বা মনোপেশিজ সম্পর্কিত কোন সম্পর্ক আছে কি না তা খেয়াল রাখতে হবে।

### দ্বিতীয় ধাপ : বিষয়বস্তু সংগঠন

এই ধাপে শিখন ফল বা বিভাজিত শিখন ফল অর্জনের জন্য শিক্ষাক্রম অনুসারে কী কী বিষয়বস্তু দরকার তা সনাক্ত করতে হবে। এই বিষয়বস্তু নির্ধারণের সময় অবশ্যই প্রতি পাঠের সময়ের দিকে খেয়াল রাখতে হবে।

### তৃতীয় ধাপ : শিখন-শেখানো কৌশল নির্ধারণ

এই ধাপে নির্ধারিত বিষয়বস্তুর মাধ্যমে শিখনফল অর্জনের সহায়তা প্রদানের জন্য শিখন শেখানো কার্যাবলির কৌশল নির্ধারণ করা হয়। শিখন-শেখানো কৌশল নির্ধারণে শিক্ষককে মনে রাখতে হবে যেন কৌশলগুলো গঠনবাদের ধারণার ভিত্তিতে হয়। এমনকি এই ধরনের কৌশলের মাধ্যমে কীভাবে শিখনফল নির্ধারিত স্তরে (অনুধাবন/উচ্চতর দক্ষতা ইত্যাদি) পৌঁছতে পারবে তাও খেয়াল রাখতে হবে।

### চতুর্থ ধাপ : শিখন উপকরণ নির্ধারণ

এই ধাপে শিখন-শেখানো কার্যক্রমে প্রয়োজনীয় সহায়তা প্রদান করার জন্য প্রয়োজনীয় শিখন উপকরণ সুনির্দিষ্ট করতে হবে। প্রয়োজনীয় শিখন উপকরণের সংখ্যার ব্যাপারে লিখে রাখা দরকার।

### পঞ্চম ধাপ : মূল্যায়ন কৌশল

এই ধাপে মূলত কী ধরনের মূল্যায়ন কৌশলের মাধ্যমে নির্ধারিত শিখনফল অর্জিত হবে তা সুনির্দিষ্ট করতে হবে।

**ষষ্ঠ ধাপ : বিশেষ নির্দেশনা**

এই ধাপে প্রয়োজনীয় মন্তব্য লিখে রাখতে হবে। যেমন- উপকরণের জন্য প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা বা প্রস্তুতি; মূল্যায়ন পদ্ধতির জন্য পূর্ব প্রস্তুতি কিংবা কোনো ধরনের শিখন-শেখানো কৌশল বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় কোন নির্দেশনা থাকবে।

একক পরিকল্পনার একটি নমুনা ও উদাহরণ দেওয়া হলো-

**একক পরিকল্পনা ‘নমুনা’**

বিষয়	:	পদার্থবিজ্ঞান	শ্রেণি	:	নবম
একক	:	০২	এককের নাম	:	গতি
পাঠসংখ্যা	:	১৪টি	পাঠের সময়	:	৫০ মিনিট
সময়কাল	:	ফেব্রুয়ারি-মার্চ, ২০১৮			

তারিখ	শিখনফল	বিষয়বস্তু	শিখন-শেখানো কৌশল/ পদ্ধতি	শিখন উপকরণ	মূল্যায়ন	পিরিয়ড সংখ্যা
১০/২	১। স্থিতি এবং গতি ব্যাখ্যা করতে পারবে। (অনুধাবন স্তর)	স্থিতি, গতি	- দলগত কাজ - প্রশ্নোত্তর ভিত্তিক - পি ও ই	থামা ঘড়ি স্কেল, ল্যাপটপ, মাল্টিমিডিয়া	সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন	১টি
১৩/২	২। বিভিন্ন প্রকার গতির মধ্যে পার্থক্য করতে পারবে। (অনুধাবন স্তর)	বিভিন্ন প্রকার গতি	- একক কাজ - পি ও ই - ভূমিকাভিনয় (দলগত কাজ)	থামা ঘড়ি, পেপার ওয়েট, কম্পনশীল সুরশলাকা	গতির বৈশিষ্ট্য সঠিকতা যাচাই। সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন	১টি
১৪/২	৩। স্কেলার এবং ভেক্টর রাশি ব্যাখ্যা করতে পারবে। (অনুধাবন স্তর)	স্কেলার ও ভেক্টর রাশি	- একক কাজ - পি ও ই (দলগত কাজ)	মিটার স্কেল খেলনা গাড়ি	সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও স্কেলার ও ভেক্টর রাশি চিহ্নিতকরণের সঠিকতা।	১টি
১৮/২  ১৯/২	৪। গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারবে। (উচ্চতর চিন্তন দক্ষতা) বিভাজিত শিখন ফল : ক) গতির বিভিন্ন রাশি সমূহ বিশ্লেষণ করতে পারবে। খ) নতুন পরিস্থিতিতে রাশি সমূহের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারবে।	গতি সংক্রান্ত বিভিন্ন রাশি- দূরত্ব, সরণ, গতি, বেগ, গড় বেগ, ত্বরণ ও মন্দন এদের গাণিতিক সমীকরণ	- একক কাজ - দলীয় কাজ (পি ও ই) - সমস্যা সমাধান	খেলনা গাড়ি	সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন, গাণিতিক সমস্যা - সমাধান, ফর্মুলার সঠিক ব্যবহার, রাশি সমূহকে সঠিক এককে প্রকাশ।	২টি

তারিখ	শিখনফল	বিষয়বস্তু	শিখন-শেখানো কৌশল/ পদ্ধতি	শিখন উপকরণ	মূল্যায়ন	পিরিয়ড সংখ্যা
২০/২	৫। বাধাহীন ও মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর গতি ব্যাখ্যা করতে পারবে। (অনুধাবন স্তর)	পড়ন্ত বস্তুর গতি, অভিকর্ষজ ত্বরণ	- দলগত কাজ - প্রদর্শন (পি ও ই)	পাথরের টুকরা, পাথরের চেয়ে কম ভরের বস্তু, থামাগাড়ি	সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন, উচ্চতর চিন্তন প্রশ্ন	১টি
২৫/২ ২৬/২	লেখচিত্রের সাহায্যে গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের মধ্যে সম্পর্ক (মান, প্রকৃতি, অবস্থান) বিশ্লেষণ করতে পারবে। (উচ্চতর চিন্তন দক্ষতা) বিভাজিত শিখন ফল : ক) দূরত্ব-সময় লেখচিত্র অংকন এবং মান, প্রকৃতি ও অবস্থান বিশ্লেষণ করতে পারবে। খ) সময়-বেগ লেখচিত্র অংকন এবং মান, প্রকৃতি ও অবস্থান বিশ্লেষণ করতে পারবে।	৬। গতি ও লেখচিত্র দূরত্ব-সময় লেখচিত্র সময়-বেগ লেখচিত্র	- প্রশ্নোত্তর ভিত্তিক - দলগত কাজ (পি ও ই) - একক কাজ	কাঠ পেন্সিল, গ্রাফ কাগজ, স্কেল, রাবার, রঙিন কাগজ	লেখচিত্র অংকন ও রাশির অবস্থান নির্ণয়ের সঠিকতা। সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন চিন্তনমূলক প্রশ্ন	২টি
২৮/২ ও ২৯/২	৭। একটি ঢালু তক্তার উপরে মার্বেল গড়িয়ে পড়তে দিয়ে দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারবে। (অনুধাবন)	গড় দ্রুতি নির্ণয়	দলগত কাজ অনুসন্ধানমূলকমূলক কাজ/ পরীক্ষণ	তক্তা, মিটার স্কেল মার্বেল ও থামাগাড়ি	গড় দ্রুতি হিসাব বের করার সঠিকতা। ফলাফল বিশ্লেষণ। চিন্তনমূলক প্রশ্ন।	২টি
৪/৩ ও ৫/৩	৮। শিক্ষার্থীর ১০০ মিটার দৌড় প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে নিজেদের দ্রুতি নির্ণয় এবং লেখচিত্রে তা বিশ্লেষণ করতে পারবে। (উচ্চতর চিন্তন) <b>মনোপেশিজ</b> দৌড় প্রতিযোগিতায় সময় ও দূরত্ব সঠিকভাবে নির্ণয় করতে পারবে। <b>আবেগীয়</b> আমাদের জীবনে গতির প্রভাব উপলব্ধি করতে পারবে।	দ্রুতি নির্ণয়, লেখচিত্র অংকন	- দলগত কাজ - অনুসন্ধানমূলক	মিটার স্কেল, থামা ঘড়ি দড়ি বা মাপ ফিতা গ্রাফ কাগজ, কাঠ পেন্সিল, রাবার	থামাগাড়ি ও মাপ ফিতার সঠিক ব্যবহার। লেখচিত্র অংকনের সঠিকতা, চিন্তনমূলক প্রশ্ন	২টি ১টি

বি.দ্র.: বিষয়বস্তুর ধরণ ও বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী শিক্ষক প্রয়োজনে এ ছকটি পরিবর্তন বা সংস্কার করতে পারবেন।

## একক পরিকল্পনার সাথে CoRe-এর সম্পর্ক

একক পরিকল্পনা ও CoRe ধারণাগত দিক থেকে একই রকম। শুধু কী কী বিষয় বিবেচনা করা হবে সেদিক থেকে কিছু ভিন্নতা রয়েছে, যদিও অধিকাংশ বিবেচনা একই। প্রকৃতপক্ষে, একক পরিকল্পনা বিষয়বস্তুকে ভিত্তি করে, অন্যদিকে CoRe বিষয় সংশ্লিষ্ট ধারণাকে ভিত্তি করে প্রণয়ন করা হয়।

## ৬.৩ পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন

শিখন-শেখনোর কার্যক্রমকে আকর্ষণীয়, ফলপ্রসূ ও দীর্ঘস্থায়ী করতে হলে শিক্ষককে প্রথমে কোনো পাঠের বিষয়বস্তু কতটুকু পড়াবেন, পাঠের শিখনফল কী হবে, শিক্ষার্থীরা কখন, কোথায়, কীভাবে অংশগ্রহণ করবে, কত সময় ধরে শ্রেণি কার্যক্রম চলবে, কোনো পদ্ধতি ও কৌশল অবলম্বন করবে, কী উপকরণ ব্যবহার করবে এবং কীভাবে মূল্যায়ন করা হবে ইত্যাদি সুনির্দিষ্ট করতে হয়। শিক্ষকের এই প্রস্তুতির জন্য পাঠদানের পূর্বেই এ সবার একটি রূপরেখা ধারাবাহিকভাবে তৈরি করতে হয়। একটি অধ্যায়ের বিষয়বস্তুকে ৫০ মিনিট উপযোগী কয়েকটি পাঠে ভাগ করে নিতে হয় এবং দৈনন্দিন পাঠ পরিচালনা করতে হয়। এতে শিক্ষার্থীর বিষয়বস্তুর জ্ঞান, দক্ষতা ও দৃষ্টিভঙ্গির পরিবর্তন করতে সক্ষম হয়। পাঠ পরিকল্পনা হলো সুষ্ঠুভাবে দৈনন্দিন শ্রেণি শিখন-শেখানো কার্যক্রমে নির্দিষ্ট শ্রেণিতে শিক্ষার্থীর কাছে উপস্থাপনযোগ্য বিষয়বস্তু নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে পরিচালনা করার বিস্তারিত একটি লিখিত রূপরেখা।

## পদার্থবিজ্ঞান পাঠ পরিকল্পনার প্রয়োজনীয়তা

- পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শিখনফল নির্ধারণ এবং বাস্তবায়নের সহায়তার জন্য
- পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানোর কার্যক্রম সুনির্দিষ্ট ও সঠিকভাবে পরিচালনা করা যায়
- পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানোর কার্যক্রমের ধারাবাহিকতা বজায় রাখার জন্য
- কর্মপদ্ধতির সুষ্ঠু বিন্যস্তকরণে সহায়তা করে
- শিক্ষার্থীদের পাঠে স্বতঃস্ফূর্ত অংশগ্রহণ এবং তাদের আগ্রহ সৃষ্টি নিশ্চিত করা যায়
- পদার্থবিজ্ঞান বিষয় শিখন-শেখানো প্রক্রিয়া হাতে-কলমে কাজ, অনুসন্ধানমূলক কাজ, পরীক্ষণ ব্যবস্থা থাকায় শিক্ষার্থীদের সক্রিয় অংশগ্রহণ নিশ্চিত করা যায়
- শিক্ষার্থীদের মূল্যায়নের উপকরণ ও কৌশল নির্বাচনে সহায়তা করে
- পিছিয়ে পড়া শিক্ষার্থীদের নিরাময়ের ব্যবস্থা করা যায়
- এলোমেলো শিখন থেকে বিরত রেখে পদার্থবিজ্ঞানের পাঠকে আনন্দদায়ক, আকর্ষণীয়, উপলব্ধি ও হৃদয়গ্রাহী করে তোলে
- শিক্ষককে শিক্ষাদানে আত্মবিশ্বাসী করে তোলে ফলে শিখনে স্বাধীনচেতা গড়ে উঠতে সাহায্য করে

## পাঠ পরিকল্পনার ধাপসমূহ/উপাদান

**পরিচিতি :** পাঠ পরিকল্পনার প্রথমে থাকবে পরিচিতি। এতে প্রতিষ্ঠানের নাম, শিক্ষকের নাম, কোনো শ্রেণিতে পাঠদান করবেন, বিষয়, শ্রেণিতে শিক্ষার্থীর সংখ্যা, শিক্ষার্থীর গড় বয়স, সময় ও তারিখ উল্লেখ করতে হয়।

**শিখনফল :** পাঠ পরিকল্পনার এ অংশে আচরণিক উদ্দেশ্য/ শিখনফল উল্লেখ করতে হবে। উদ্দেশ্য/শিখনফল সুনির্দিষ্ট হতে হবে এবং শ্রেণিকক্ষে সরাসরি পরিমাপযোগ্য ও পর্যবেক্ষণযোগ্য হতে হবে। উদ্দেশ্য লেখার সময় কর্মসম্পাদনমূলক ক্রিয়াপদ ব্যবহার করতে হবে। যেমন-ব্যাখ্যা করবে, বিশ্লেষণ করবে, প্রয়োগ করবে, বর্ণনা করবে, উল্লেখ করবে, শনাক্ত করবে, নিরূপণ করবে, তুলনা করবে ইত্যাদি। পাঠ্যপুস্তকের অধ্যায়ের শুরুতে বর্ণিত শিখনফল অনুযায়ী পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন করতে হবে।

**ধারণা :** এ অংশে পাঠের অর্জিতব্য মূল ধারণাটি লেখা হয়। এই ধারণা পাঠের উদ্দেশ্য অর্জনের জন্য অপরিহার্য। ধারণা হবে অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত এবং পাঠের সাথে সম্পর্কযুক্ত। একটি উদ্দেশ্যের জন্য একটি ধারণা থাকতে পারে আবার একটি উদ্দেশ্যের জন্য একাধিক ধারণাও থাকতে পারে।

**উপকরণ :** পাঠ সহজ ও বোধগম্যকরণে যেসব উপকরণ ব্যবহার করা হবে তার তালিকা থাকবে। যেমন- চক, ডাস্টার, পাঠ্যপুস্তক, কর্মপত্র, চার্ট, ম্যাপ ইত্যাদি।

**পদ্ধতি/কৌশল :** শিক্ষার্থীদের পাঠে আগ্রহী, মনোযোগী ও সক্রিয় করে তোলার জন্য পাঠ উপস্থাপনের জন্য যথাযথ পদ্ধতি বা কৌশল উল্লেখ করতে হবে।

**প্রস্তুতি :** এই সোপানের উদ্দেশ্য হলো শিক্ষার্থীকে নতুন পাঠের উপযোগী করে তোলা। শ্রেণিকক্ষে প্রবেশ করে শিক্ষার্থীদের সাথে কুশল বিনিময়, বাড়ির কাজ আদায় ও শ্রেণিবিন্যাস এই পর্বের অন্তর্গত। এই পর্বে নতুন বিষয়বস্তুর সাথে খাপ খাওয়ানোর জন্য পূর্ববর্তী পাঠের সাথে সংযোগ স্থাপন করতে হবে। শিক্ষার্থীর পূর্ব অভিজ্ঞতা ও আগ্রহ যাচাই করে পাঠ ঘোষণা দিতে হবে।

**উপস্থাপন :** এই পর্বে মূল বক্তব্য বা মূল বিষয়বস্তু শিক্ষক কীভাবে শ্রেণিকক্ষে শেখাবেন তার একটি পূর্ণাঙ্গ কার্যপ্রণালি প্রদান করতে হয়। শিক্ষকের শিক্ষণফলের সাথে মিল রেখে বিভিন্ন পদ্ধতি বা কৌশলের ধারাবাহিক ব্যাখ্যা দিতে হয়। এই পর্বে শিক্ষার্থীর নতুন জ্ঞান, ধারণা, সূত্র বা তত্ত্ব, দৃষ্টিভঙ্গি, মূল্যবোধ এবং দক্ষতা অর্জনে বিভিন্ন কৌশল প্রয়োগ করতে হয়। আকর্ষণীয়ভাবে বিষয়বস্তু উপস্থাপনের জন্য পাঠটিকে কয়েকটি ভাগে ভাগ করে ধারাবাহিকভাবে পাঠদানে অগ্রসর হতে হয়। এজন্য শিক্ষার্থীর চাহিদা, বয়স, মেধা, পরিবেশ পরিস্থিতির উপর লক্ষ্য রাখতে হয়। উপস্থাপনের শেষে সারাংশ তৈরি করতে হয়।

**মূল্যায়ন :** এই পর্বে পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা কতটুকু জ্ঞান, দক্ষতা ও দৃষ্টিভঙ্গি অর্জন করতে পেরেছে তা যাচাই করা হয়। এজন্য পাঠের শিখনফলের সাথে মিল রেখে প্রশ্ন বা অভীক্ষা প্রণয়নের মাধ্যমে যাচাই করতে হয়।

**বাড়ির কাজ :** এটি মূল্যায়নের অংশ। এতে পাঠদানের বিষয়বস্তু সম্পর্কিত জ্ঞানের বৃদ্ধি ও বিকাশের জন্য চিন্তামূলক কাজ প্রদান করা হয়।

**পাঠ সমাপ্তি :** এই পর্বে পাঠের নির্ধারিত সময় শেষ হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে উপকরণ গুছিয়ে শিক্ষার্থীদের ধন্যবাদ জানিয়ে পাঠ সমাপ্তির ঘোষণা দেওয়া হয়।

## পাঠ পরিকল্পনার মূল ধাপ

পাঠ পরিকল্পনার অনেকগুলো উপাদান থাকলেও এর মূলধাপের সংখ্যা কম। মূলধাপ বলতে পাঠ পরিকল্পনার সেই অংশটিকে বুঝায় যে অংশে শিক্ষক শিখন-শেখানো কার্যক্রম পরিচালনা করেন। শিক্ষা বিজ্ঞানী হার্বার্ট ৫টি ধাপ উল্লেখ করেছেন। এগুলো হলো- ১। আয়োজন বা প্রস্তুতি, ২। উপস্থাপন, ৩। তুলনা বা বিমূর্তকরণ, ৪। সামান্যিকরণ, ৫। অভিযোজন বা প্রয়োগ। পরবর্তীকালে হার্বার্টের অনুগামী রেনি ও জিলার এই পঞ্চ সোপান নীতির সংস্কার করেন। এ নতুন সংস্করণে তিনটি সোপান রাখা হয়। তা হলো- ১। আয়োজন বা প্রস্তুতি, ২। উপস্থাপন, ৩। প্রয়োগ। এক্ষেত্রে উপস্থাপন পর্যায়ে পূর্বের তুলনা বা বিমূর্তকরণ ও সামান্যিকরণ একীভূত করা হয়েছে। বর্তমানে সহজ প্রয়োগযোগ্যতার বিষয়টিকে গুরুত্ব দিয়ে ৩ ধাপবিশিষ্ট পাঠ পরিকল্পনাকে প্রধান্য দেওয়া হয়। এগুলো হলো- ১। প্রস্তুতি, ২। উপস্থাপন এবং ৩। মূল্যায়ন। এ ধাপগুলোর মধ্যে পাঠ পরিকল্পনার উপাদানগুলোকে বিন্যাস করা হয়েছে থাকে। বাড়ির কাজকে এ ক্ষেত্রে মূল্যায়নের অংশ হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

## পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নের বিবেচ্য বিষয়

- পাঠ পরিকল্পনা শ্রেণি উপযোগী হতে হবে।
- সময়ের দিকে লক্ষ্য রেখে পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন করতে হবে। অর্থাৎ প্রতি পাঠের জন্য ৫০ মিনিট সময় বিভিন্ন কার্যক্রমের (প্রস্তুতি, উপস্থাপন ও মূল্যায়ন) জন্য সময় বন্টন করে দিতে হবে।
- শিক্ষা সহায়ক উপকরণের ব্যবহার প্রাসঙ্গিক ও যথাযথ হতে হবে।
- বিভিন্ন প্রশ্ন, বিভিন্ন পদ্ধতির ব্যবহার, উদাহরণ, সূত্র ইত্যাদি কোথায় কীভাবে ব্যবহৃত হবে পাঠ পরিকল্পনায় তার উল্লেখ থাকবে।
- পাঠ পরিকল্পনা হবে অংশগ্রহণমূলক, কর্মকেন্দ্রিক এবং মিথস্ক্রিয়াভিত্তিক অর্থাৎ শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর সক্রিয় অংশগ্রহণের প্রতিফলন থাকবে।
- পাঠের প্রয়োজনে সহজলভ্য শিক্ষা উপকরণ ব্যবহারের সুযোগ রাখতে হবে।
- তথ্য ও প্রযুক্তি আধুনিক নির্ভর (আইসিটি) উপকরণ ব্যবহারের ব্যবস্থা করা।
- পাঠ পরিকল্পনা শিখন অর্জন যাচাইয়ে চিন্তামূলক প্রশ্ন বা কাজ থাকবে।
- হাতে কলমে কাজ, অনুসন্ধানমূলক কাজ, প্রজেক্ট শিক্ষার্থীদের কর্তৃক সম্পাদনের ব্যবস্থা রাখতে হবে।



পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের সুপারিশসমূহ হচ্ছে :

পরিকল্পিত শিখন শেখানো কার্যক্রম শিক্ষাক্রম বাস্তবায়নের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ। শিখনফলের চাহিদা মোতাবেক সঠিক, নির্ভুল ও সযত্নে তৈরিকৃত পাঠ পরিকল্পনা শিখনকে সহজ ও দীর্ঘস্থায়ী করে।

পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের প্রতিটি অধ্যায়ে বুদ্ধিবৃত্তীয় শিখনফলের পাশাপাশি আবেগীয় ও মনোপেশিজ ক্ষেত্রের শিখনফল বর্ণিত আছে। বর্ণিত এই তিনটি ক্ষেত্রের শিখনফলকে অন্তর্ভুক্ত করে পাঠপরিকল্পনা প্রণয়ন করার নির্দেশনা পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে রয়েছে।

পাঠপরিকল্পনা প্রণয়নের সময় বুদ্ধিবৃত্তীয় শিখনফলের সাথে সংশ্লিষ্ট ও সম্পর্কিত আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফলকে সমন্বিত করে পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন করতে হবে। একইভাবে মনোপেশিজ ক্ষেত্রের শিখনফলকে চাহিদা অনুসারে বুদ্ধিবৃত্তীয় ও আবেগীয় শিখনফলের সাথে সমন্বয় করে পাঠপরিকল্পনা প্রণয়ন করা প্রয়োজন।

কোনো অধ্যায় শুরুর পূর্বে সে অধ্যায়ের জন্য বরাদ্দকৃত পিরিয়ডসমূহকে শিখনফলের চাহিদা অনুসারে বণ্টন করতে হবে। এক্ষেত্রে বুদ্ধিবৃত্তীয় শিখনফলের স্তরসমূহ (অনুধাবন, প্রয়োগ, উচ্চতর দক্ষতা) চিহ্নিত করা প্রয়োজন।

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক শিখন-শেখানো কার্যক্রম পরিচালনার সুপারিশ করেছে। তাই পাঠ পরিকল্পনায় শিক্ষার্থীর অংশগ্রহণ নিশ্চিত করা খুবই প্রয়োজন।

পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নের সময় শিক্ষককে অনেকগুলো বিষয় সূক্ষ্ম বিবেচনায় রাখতে হয়। শিখনফলের চাহিদা অনুসারে পাঠ কীভাবে শুরু হবে তা ঠিক করা। এটি হতে পারে কোনো ঘটনার বর্ণনা করে অথবা কোনো কিছু প্রদর্শনের মাধ্যমে বা শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা ব্যবহার করে। তবে সূচনাটা এমন হওয়া উচিত যেন এটি শিক্ষার্থীর মনোযোগ আকর্ষণ করতে এবং পাঠের লক্ষ্য নির্ধারণে সক্ষম হয়।

এছাড়া শিখনফলের চাহিদা অনুসারে উপকরণ ব্যবহার করা, শিক্ষার্থীর অতীত শিখন-অভিজ্ঞতার সাথে সংশ্লিষ্ট বিষয়বস্তুর ধারণাকে স্পষ্টরূপে যুক্ত করা এবং বিষয়বস্তুর ধারণা স্পষ্ট করার জন্য নানা ধরনের কৌশল (যেমন- হাতে কলমে কাজ, প্রদর্শন, ছবির ব্যবহার ইত্যাদি) ব্যবহার করাকে গুরুত্ব প্রদান করতে হবে।

শিক্ষার্থীর হাতে কলমে কাজের অনুশীলনের জন্য উপকরণ ব্যবহারের সুযোগ করে দিতে হবে। শিখনফলের চাহিদা অনুসারে সমগ্র পাঠ জুড়ে জ্ঞান থেকে উচ্চতর দক্ষতা পর্যন্ত সব ধরনের প্রশ্ন ব্যবহার করা আবশ্যিক। প্রশ্ন করার পর শিক্ষার্থীর নিকট থেকে সাবলীল ও যথাযথ উত্তর পাওয়ার জন্য তাকে পর্যাপ্ত সময় দেওয়া প্রয়োজন।

একক, জোড়ায় এবং দলগত কাজের মাধ্যমে মূল ধারণা পরিষ্কার করার জন্য প্রচুর সুযোগ দিতে হবে। ক্লাসের বেশির ভাগ সময় জুড়ে শিক্ষার্থীকে কাজে ব্যাপ্ত করা উচিত।

শিক্ষার্থীর কাজ মূল্যায়ন করতে হবে এবং কাজের উপর নিয়মিত শিখন সহায়তা দিতে হবে। পাঠশেষে শিক্ষক সমাপ্তি বক্তব্য দিতে পারেন। সমাপ্তি বক্তব্যে থাকতে পারে পাঠের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ, এ থেকে কী শেখা হলো, এটি কীভাবে পরবর্তী পাঠে সাহায্য করবে কিংবা কোনো বিশেষ কাজের নির্দেশনা ইত্যাদি। সমগ্র পাঠপরিকল্পনার তথা কার্যক্রমের মধ্যে ধারাবাহিকতা ও সঙ্গতি বজায় রাখতে হবে।

শ্রেণিকক্ষে বিভিন্ন দক্ষতার (different abilities) শিক্ষার্থী থাকে। এদের মধ্যে বুদ্ধিবৃত্তিক, শারীরিক, মানসিক এবং দৈহিক সীমাবদ্ধতা সম্পন্ন শিক্ষার্থী থাকার সম্ভাবনা থাকে। তাই শ্রেণিকক্ষের সকল শিক্ষার্থীর শেখার সমান সুযোগের প্রতি লক্ষ্য রাখতে হবে। পাঠ চলাকালীন শিক্ষার্থীদের সাথে বন্ধুত্বপূর্ণ আচরণ প্রদর্শন করতে হবে। শিক্ষার্থী বান্ধব পরিবেশ যেন শ্রেণিকক্ষে থাকে তা নিশ্চিত করতে হবে। শিক্ষার্থী যেন শিখন কার্যক্রমে স্বতঃস্ফূর্ত অংশগ্রহণ করতে পারে তা নিশ্চিত করতে হবে। শ্রেণিকক্ষে শিখন কার্যক্রমে শিক্ষার্থীকে কোনোরূপ ভয়ভীতি প্রদর্শন করা যাবে না। শ্রেণিতে শিক্ষক সহায়তাকারীর ভূমিকা পালন করবেন। পরিকল্পিত শিখন-শেখানো কার্যক্রম দ্বারা শিক্ষক শিক্ষার্থী উভয়েই উপকৃত হয়। একজন শিক্ষক কার্যকর পাঠপরিকল্পনার মাধ্যমে সময়ের সঠিক ব্যবহার করে তার লক্ষ্যে পৌঁছাতে সক্ষম হন। এতে শিক্ষার্থীর শিখন সহজ ও দীর্ঘস্থায়ী হয়। শিক্ষকের সফলতা

বা ব্যর্থতা মূল্যায়নের সঠিক বিচারক হচ্ছে শিক্ষার্থী। পরিকল্পিত উপায়ে পাঠদানকে শিক্ষার্থী প্রশংসা করে এবং শিক্ষক সম্পর্কে উচ্চ ধারণা পোষণ করে। পাঠ পরিকল্পনা তৈরির (তত্ত্বীয় ও ব্যবহারিক) কাঠামো ছক নিম্নে দেওয়া হলো:

বিদ্যালয়ের নাম :		বিষয় : পদার্থবিজ্ঞান				
শ্রেণি :		অধ্যায়ের নাম :				
মোট শিক্ষার্থী :		পাঠ শিরোনাম :				
শিক্ষকের নাম :		সময় :				
		তারিখ :				
শ্রেণীসভার/শিক্ষার্থীদের প্রস্তুতকরণ/ওরিয়েন্টেশন :						
শিখনফল	পূর্বজ্ঞান যাচাই (কৌশল ও নমুনা প্রশ্ন)	বিষয়বস্তুর ধারণা	সময়	কৌশল ও উপকরণ	শিক্ষার্থীর কাজ	শিক্ষকের সহায়ক ভূমিকা
মূল্যায়ন কৌশল :						
মূল্যায়নের মানদণ্ড :						
নমুনা প্রশ্ন :						
বাড়ির কাজ :						

**পাঠ পরিকল্পনার কাঠামো (তত্ত্বীয়)  
ব্যবহারিক কাজের পাঠ পরিকল্পনা কাঠামো**

শ্রেণি:	বিষয়:	অধ্যায়:	সময়:
শিখনফল:			
অনুসন্ধানমূলক সমস্যা/প্রশ্ন :			

**শিখন শেখানো কার্যক্রম**

১. পূর্বজ্ঞান যাচাই/প্রস্তুতকরণ :
২. পরিকল্পনা প্রণয়ন :  
পরিকল্পনা :  
প্রয়োজনীয় উপকরণ :  
সতর্কতা :
৩. পরিকল্পনা বাস্তবায়ন/তথ্যসংগ্রহ :  
(পরিকল্পনা অনুযায়ী)
৪. তথ্য বিশ্লেষণ ও ফলাফল :
৫. সিদ্ধান্ত :
৬. মূল্যায়ন : পরিকল্পনা প্রণয়নের দক্ষতা ও বিভিন্ন মানদণ্ড

## ৬.৪ গঠনবাদের ভিত্তিতে পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন (তৃতীয়)

পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু শিক্ষার্থীর নিকট সহজভাবে উপস্থাপনে হাতে কলমে করে শেখা এবং সমস্যা সম্পর্কিত কাজ এর উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। অর্থাৎ কোনো সমস্যা সমাধানে যুক্তি ও বিজ্ঞানে সামঞ্জস্য পদ্ধতি ও কৌশল প্রয়োগ করলে শিক্ষার্থীরা পরবর্তী অনুরূপ সমস্যা নিজেরা সমাধান করতে পারবে। শিক্ষার্থীরা কীভাবে পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু শিখবে ও নতুন ধারণা গঠনে শিক্ষকের করণীয়সমূহ স্থির করতে হবে। পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যপুস্তক প্রতিটি অধ্যায়ে তৃতীয় বিষয়বস্তু বাস্তব জীবনের সাথে সম্পর্ক রেখে হাতে-কলমে কাজ, সহজলভ্য শিক্ষা উপকরণ, উদাহরণ, দৃষ্টান্ত, ব্যাখ্যা, বিশ্লেষণ ও সমস্যা সমাধানে আকারে উপস্থাপন করা হয়েছে। অর্থাৎ শিক্ষার্থীরা তাদের পূর্ব অভিজ্ঞতা ও ধারণার সাথে নতুন ধারণাকে প্রতিষ্ঠিত করতে নতুন বিষয়ের তথ্য বিচার, পরীক্ষণ, ব্যাখ্যা ও বিশ্লেষণ করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে পারে। তবে নতুন ধারণাটি পূর্ববর্তী ধারণার সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ হলে শিক্ষার্থীরা গ্রহণ করে বা গ্রহণ নাও করতে পারে। এ জন্য শিক্ষককে শিক্ষার্থীর পূর্ব ধারণার সাথে নতুন ধারণা সম্পর্ক স্থাপনের জন্য শিখন-শেখানো কার্যক্রমে জীবনধর্মী নতুন নতুন উদাহরণ, চিত্র, ছবি প্রয়োজনে ভিডিও ও আধুনিক তথ্য ও প্রযুক্তি শিক্ষা নির্ভর উপকরণ ব্যবহার করে নতুন ধারণাটি প্রতিষ্ঠিত করার সহায়তা করতে হবে। এতে যদি শিক্ষার্থীদের প্রত্যাশা পূরণ না হয় বা ফাঁক থাকে তখন শিক্ষককে এ ফাঁক বা শূন্যতা পূরণের জন্য পূর্বের ধারণার সাথে নতুন ধারণা সম্পর্ক স্থাপনে যথার্থভাবে যুক্তি প্রমাণে নতুনত্ব শিখন কৌশল প্রয়োগ করবে। মনে রাখতে হবে শিক্ষকের ভূমিকা হচ্ছে সহায়তাকারীর। অর্থাৎ শিক্ষার্থীদের পূর্ব অভিজ্ঞতা উপর ভিত্তি করে নতুন জ্ঞান সংযোজিত হয় এ ধরনের শিখনের মতবাদই গাঠনিক মতবাদ। গাঠনিক মতবাদ অনুযায়ী সংগঠিত শিখন ফলের বৈশিষ্ট্য হলো- অরৈখিক, উনুক্ত ও বৈচিত্র্যময়। গাঠনিক মতবাদের প্রবক্তা হলেন অসবোর্নও উইট্রক। তাছাড়া রাশিয়ার মনোবিজ্ঞানী ভাইগোটসকী সামাজিক গঠনবাদের প্রবক্তা। তার মতে, শিক্ষার্থীদের শিখন সামাজিক জ্ঞানের উপর ভিত্তি করে নতুন জ্ঞান বা শিখন অর্জিত হয়। অর্থাৎ শিক্ষার্থীরা সমাজ থেকে কোনো ঘটনা বা বস্তু সম্পর্কে ভাবনা চিন্তা বহন করে আনে। তারা তার ব্যাখ্যা করতে পারে না। শিক্ষক তাদের সেই চিন্তার বিষয়টিকে উপকরণ, পরীক্ষণ এবং ব্যাখ্যার মাধ্যমে নতুন ধারণা স্পষ্ট করবে। গঠনবাদীদের শিখনের মতবাদ অনুযায়ী পাঠ পরিকল্পনায় শিক্ষককে নিচের বিষয়গুলো বিবেচনা আনতে হবে।

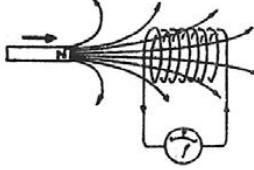
- নতুন বিষয়বস্তুর সাথে সঙ্গতি রেখে পূর্ব অভিজ্ঞতা বা কোনো ঘটনা বা কোনো বস্তুর সাথে মিল রেখে পাঠ শুরু করা।
- পূর্বানুমান-পর্যবেক্ষণ- ব্যাখ্যাকরণ (POE) কৌশলটি প্রয়োগ করা। এক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের কোনো ঘটনা পর্যবেক্ষণ করলে কেমন হতে পারে তা পূর্বানুমান করতে বলা। পর্যবেক্ষণে শিক্ষার্থীর কোনো ভ্রান্ত ধারণা আছে কিনা তা বুঝতে পারা। পর্যবেক্ষণের সাথে অনুমানের মিল বা অমিল চিহ্নিত করে নতুন ধারণাটি ব্যাখ্যা দিতে পারা। এ কাজটি দলীয় বা এককভাবে সম্পন্ন করা যায়।
- শিক্ষার্থীদের দলীয় কাজ প্রদান ও দলীয় কাজে সক্রিয় অংশগ্রহণ নিশ্চিত করা।
- দলীয় কাজে পরীক্ষণ, পিওই উভয়ই হতে পারে।
- শিক্ষার্থীরা দলগত কাজ ও আলাপ আলোচনার মাধ্যমে বিষয়বস্তু ধারণা স্পষ্ট করার পরিবেশ তৈরি, চিন্তার খোরাক জোগানো ও সহযোগিতা প্রদানে সক্রিয় থাকা।
- হাতে কলমে শেখার প্রতি গুরুত্ব রেখে পরীক্ষণের ব্যবস্থা করা।

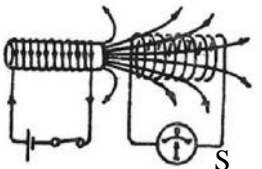
সর্বোপরি শিক্ষকের কাজ হবে শিক্ষার্থীদের হাতে-কলমে কাজ, দলগত কাজের চিন্তার ক্ষেত্র তৈরি, সমস্যা-সমাধানে একক কাজ, পরীক্ষণ, আলোচনা ক্ষেত্র তৈরি, ইতিবাচক মনোভাব প্রকাশ, শিক্ষার্থীর চিন্তা বা বক্তব্যের প্রতি সমর্থন, উৎসাহ প্রদান, প্রশংসা করা, ব্যাখ্যা ও উদাহরণের মাধ্যমে শিক্ষণীয় বিষয়বস্তু ধারণা স্পষ্ট করা এবং পাঠকে আনন্দদায়ক করা। এসবের দিকে লক্ষ্য রেখে পাঠ-পরিকল্পনা প্রণয়ন করলে কার্যকর শিখন সম্ভব। তাছাড়া পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নে সময় বিজ্ঞানের প্রক্রিয়াকরণ দক্ষতা সন্নিবেশ করা খুবই প্রয়োজন। বিজ্ঞানে দক্ষতা এর প্রয়োগ রাখা দরকার যেমন- অনুমান, পর্যবেক্ষণ, পরিমাপ, শ্রেণিকরণ, পরীক্ষণ, অনুমিত সিদ্ধান্ত ও সম্ভাব্য ব্যাখ্যা দান। উল্লেখ্য যে, পূর্ববর্তী আলোচিত পাঠ পরিকল্পনার বিবেচ্য বিষয়সমূহের প্রতি লক্ষ্য রেখে পাঠ পরিকল্পনা তৈরি করতে হবে।

পাঠ পরিকল্পনার উদাহরণ-১

বিদ্যালয়ের নাম	:	ক	বিষয়	:	পদার্থবিজ্ঞান
শ্রেণী	:	নবম	অধ্যায়	:	তড়িতের চৌম্বক ক্রিয়া
			পাঠ শিরোনাম	:	তড়িতচৌম্বক আবেশ: ফ্যারাডের পরীক্ষা
মোট শিক্ষার্থী	:	খ	সময়	:	৫০ মিনিট
শিক্ষকের নাম	:	গ	তারিখ	:	ঘ

প্রেষণা সম্ভার/শিক্ষার্থীকে প্রস্তুতকরণ/ওরিয়েন্টেশন : তোমরা মোবাইল সেটকভার ব্যবহার করতে দেখেছো কী? কভার সেটটি বন্ধ করার সময় কোনো বস্তু আকর্ষণ করে কী? চৌম্বক বলরেখা ক্রিয়াশীল থাকলে তাকে কী বলে? কোনো তারের মধ্যদিয়ে তড়িতপ্রবাহ চালালে এর চারপাশে কী সৃষ্টি হয়? তড়িত চৌম্বক আবেশ কী? বা নিচের লিংকে ক্লিক করে ভিডিওটি প্রদর্শন করতে পারেন:  
<https://www.youtube.com/watch?v=hajIIGHPeuU>

শিখনফল	পূর্বজ্ঞান যাচাই কৌশল ও প্রশ্ন	বিষয়বস্তু/ধারণা	সময়	কৌশল ও উপকরণ	শিক্ষার্থীর কাজ	শিক্ষকের সহায়ক ভূমিকা
তড়িতচৌম্বক আবেশ ব্যাখ্যা করতে পারবে।	- মৌখিক প্রশ্ন: ১। তড়িত প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া কী? ২। তড়িতচৌম্বক কী? ৩। সলিনয়েড কী? ৪। সলিনয়েডের প্রাণাল্য কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়? -৫ মিনিট	১৮৩১ সালে ইংল্যান্ডের মাইকেল ফ্যারাডে আবিষ্কার করেন যে, কোনো বদ্ধ কুণ্ডলীতে কোনো ক্ষেত্রের হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটলেই তড়িত প্রবাহের সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ একটা চৌম্বক বা তড়িতবাহী বর্তনীর সাহায্যে অন্য একটা আবদ্ধ বর্তনীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িতচালক শক্তি বা তড়িত প্রবাহ সৃষ্টি করা যায়। এই ক্ষণস্থায়ী তড়িতচালক বা তড়িত প্রবাহকে আবিষ্ট তড়িতচালক বল বা আবিষ্ট তড়িত প্রবাহ বলা হয় এবং এই ঘটনাকে বলা হয় তড়িতচৌম্বক আবেশ। তড়িতচৌম্বক আবেশ আবিষ্কারের জন্য ফ্যারাডে দুইটি পরীক্ষা	১৫ মিনিট	পরীক্ষণ ও দলীয় কাজ : (POE)  - চোঙা আকৃতির কাঠবোর্ড - অন্তরীত তার - দণ্ড চুম্বক - গ্যালভানোমিটার।	কাজ : -১ তড়িতচৌম্বক আবেশ কী? পূর্বধারণা বা শিক্ষকের আলোচনার আলোকে উত্তর দিতে চেষ্টা করবে।   বর্তনী - ১  প্রত্যেক দল বর্তনী -১এর মতো করে চোঙা আকৃতির কাঠবোর্ডে অন্তরীত তার পেঁচিয়ে এবং তারের দুই প্রান্তে অপরিবাহী আবরণ খুলে গ্যালভানোমিটারের সাথে যুক্ত করে পরীক্ষাটি সাজাবে। এবার দণ্ড চুম্বকের দক্ষিণ মেরুকে দ্রুত চোঙের ভিতরে প্রবেশ বা বের করলে কী ঘটে তা পর্যবেক্ষণ করবে এবং নীচের প্রশ্নের উত্তর খাতায় নোট করবে। ক. গ্যালভানোমিটারের কাঁটার পরিবর্তন হচ্ছে কী? খ. দণ্ড চুম্বকটি বের করলে কাঁটার কী পরিবর্তন ঘটে?	- শিক্ষার্থীদের সুবিধামতো দল গঠনের বৈশিষ্ট্য অনুসরণ করে কয়েকটি দলে ভাগ করে দিবেন। - প্রত্যেক দলকে উপকরণ সরবরাহ নিশ্চিত করবেন। - গ্যালভানোমিটার যুক্ত সলিনয়েডের নিকটে দণ্ড চৌম্বক বা তড়িত কুণ্ডলী আনা নেওয়া করে তড়িতচৌম্বক আবেশ ক্রিয়া সম্পর্কিত প্রশ্ন করবেন। বা ভিডিওটি দেখিয়ে প্রাথমিক ধারণা দিতে পারেন। <a href="https://www.youtube.com/watch?v=KGTZPTnZBFE">https://www.youtube.com/watch?v=KGTZPTnZBFE</a> & <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8za6EQQDNzk">https://www.youtube.com/watch?v=8za6EQQDNzk</a> - পরীক্ষা সাজাতে সহায়তা করবেন। পরীক্ষণ- পর্যবেক্ষণ

		<p>করেছিলেন। পরীক্ষা দুইটি থেকে গ্যালভানোমিটারে র বিক্ষেপ বর্তনীতে তড়িত প্রবাহের অস্তিত্ব পাওয়া যায়।</p>	<p>১৫ মিনিট</p>	<p>পরীক্ষণ ও দলগত কাজ: (POE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- অন্তরীত তামার তারের দু'টি বন্ধ কুণ্ডলী।</li> <li>- ব্যাটারি</li> <li>- পরিবর্তনশীল রোধ</li> <li>- টেপা-চাবি</li> <li>- গ্যালভানোমিটার</li> </ul>	<p>গ) চুম্বকটিকে স্থির রেখে এবার যদি গ্যালভানোমিটারসহ কুণ্ডলীটিকে চুম্বকের দিকে দ্রুত নেওয়া হয় তবে গ্যালভানোমিটারে কাঁটার কী পরিবর্তন ঘটে?</p> <p>ঘ) আর যদি দূরে সরিয়ে নিলে কী ঘটে এবং কেন?</p> <p>ঙ) তড়িত চৌম্বক আবেশ ব্যাখ্যা কর।</p> <p>কাজ: ২</p>  <p>বর্তনী - ২</p> <p>বর্তনী ২ এর মতো করে মুখ্য কুণ্ডলীতে ব্যাটারি এবং গৌণ কুণ্ডলীর সাথে গ্যালভানোমিটার সংযুক্ত করে পরীক্ষাটি সাজাবে এবং প্রশ্নের উত্তর খাতায় নোট করবে।</p> <p>ক. মুখ্য কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ (ব্যাটারি থেকে) চালালে গৌণ কুণ্ডলীতে কী ঘটে?</p> <p>খ. গ্যালভানোমিটারের কাঁটার অবস্থান কিরূপ?</p> <p>গ. তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করে দিলে গ্যালভানোমিটার কাঁটার অবস্থান কিরূপ এবং কেন? এই পর্যবেক্ষণের আলোকে ১ম ও ২য় পরীক্ষণটির মিল ও অমিল খুঁজবে।</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- তড়িতচৌম্বক আবেশ ব্যাখ্যা কর।</li> <li>- পরীক্ষণ দুটির ফলাফলের প্রতিবেদন তৈরি এবং উপস্থাপন করবে।</li> </ul>	<p>এর সময় প্রত্যেক দলের কাজ ঘুরে ঘুরে দেখবেন এবং সহযোগিতা করবেন।</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- উপকরণ সরবরাহ নিশ্চিত করবেন।</li> <li>- মুখ্য কুণ্ডলীর সাথে ব্যাটারির সংযোগ এবং গৌণ কুণ্ডলীর মধ্যে গ্যালভানোমিটার যুক্তের কারণ ব্যাখ্যা করবেন।</li> <li>- পরীক্ষা সাজাতে সহযোগিতা করবেন এবং ইঙ্গিতমূলক প্রশ্ন করবেন।</li> <li>- দলীয়ভাবে পরীক্ষণ কাজ সঠিকভাবে করে কিনা তা নিবিড় পর্যবেক্ষণে রাখবেন।</li> <li>- ফলাফল ও প্রতিবেদন তৈরিতে সহযোগিতা করবেন।</li> <li>- দলের উপস্থাপনের উপর ফলাফল দিবেন।</li> <li>- শিক্ষার্থীর সহযোগিতায় পাঠের সারাংশ তৈরি করবেন।</li> </ul>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## শিক্ষক শিক্ষাক্রম নির্দেশিকা ২০১৭ প্রণীত অনুসরণে

### পাঠ পরিকল্পনার উদাহরণ-২

শ্রেণি- নবম, অষ্টম অধ্যায় : আলোর প্রতিফলন পাঠ-২ আলোর প্রতিফলন ও প্রতিফলনের সূত্র সময় : ৫০মি.

শিখনফল	শিখন-শেখানো কার্যক্রম	শিখন যাচাই	শিক্ষা উপকরণ
আলোর প্রতিফলনের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারবে।	পাঠ প্রস্তুতি ০৫ মি. * কোনো বস্তু কেন দেখতে পাই? * কোনো শক্তির সাহায্যে বস্তুটি দেখতে পাই? * বস্তুর নিজস্ব আলো নেই তবুও দেখতে পাই কেন? * শূন্যস্থানে আলোর বেগ কত? পাঠ উপস্থাপন : ১০ মি. টর্চ লাইট ও মোমবাতি (জলন্ত) আলো কীভাবে ছড়ায় তা শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলা এবং প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে দীপ্তিমান বস্তু, দীপ্তিহীন বস্তু ও আলোর প্রতিফলন আলোচনা করা। * জলন্ত মোমবাতি থেকে আলো কীভাবে ছড়ায়? * একে কী বলে? * গাছপালা, টেবিল, চেয়ারে নিজস্ব আলো আছে কী? * একে কী বলে? * এই ঘটনাকে কী বলা যায়? ব্যাখ্যা কর। দলগত কাজ : ২৫ মি. * শিক্ষার্থীরা দলগতভাবে আলপিনের সাহায্যে আয়নার আলোর প্রতিফলনের ঘটনা পর্যবেক্ষণ করবে এবং আলোক রশ্মির ছবি এঁকে আলোর প্রতিফলনের সূত্র ব্যাখ্যা করবে। * প্রতিটি দলের কাজ উপস্থাপনের পর ফলাবর্তন দিয়ে ধারণা সুস্পষ্টকরণ।	প্রশ্নঃ ৫মি. * দীপ্তিমান বস্তুর উদাহরণ দাও। * দীপ্তিহীন কয়েকটি বস্তুর নাম বল। * প্রতিফলন বলতে কী বুঝায়? * চিত্র অংকনের সঠিকতা। প্রতিফলক পৃষ্ঠ কী? চিত্তামূলক প্রশ্ন ৫মি. আলো প্রতিফলিত প্রতিফলক পৃষ্ঠের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে কেন? ব্যাখ্যা কর।	টর্চলাইট মোমবাতি দিয়াশলাই আয়না/ দর্পণ পিন।
অন্যান্য বিবেচ্য বিষয় : আলো নিয়মিত প্রতিফলনের জন্য সমতল দর্পণ ব্যবহার করা যেতে পারে। অনিয়মিত প্রতিফলনের জন্য চারপাশে বস্তুর উদাহরণ দেওয়া।		শিক্ষকের আত্মপ্রতিফলন : (পাঠদান শেষে লিখতে হবে) যেমন- ভিডিও ক্লিপ ব্যবহার করা যেতে পারে। তারিখ:	

কাজ : দুইটি উদাহরণ সম্পর্কে প্রশিক্ষার্থীর মতামত যাচাই করুন। যে কোনো একটি পাঠের উপর পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন করুন।

## ৬.৫ ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন

ব্যবহারিক কাজ বলতে হাতে-কলমে পরীক্ষা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে তত্ত্বীয় জ্ঞান ও ধারণার বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন। পদার্থবিজ্ঞানের যে সব তত্ত্বীয় ধারণা দেওয়া হয়েছে তৎসঙ্গে প্রতিটি অধ্যায়ে ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান হিসেবে অনুসন্ধানমূলক কাজ দেওয়া আছে। অর্থাৎ ব্যবহারিক কাজের জন্য আলাদাভাবে কোনো বিষয়বস্তু দেওয়া নেই। প্রতিটি অধ্যায়ের বিষয়ের তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক অংশের মধ্যে সমন্বয় সাধন এবং শিক্ষাকে জীবন ও বাস্তবমুখী করার লক্ষ্যে অনুসন্ধান প্রক্রিয়ার ব্যবস্থা করা হয়েছে। প্রতিটি তত্ত্ব, সূত্র ও নীতি শিক্ষার সাথে সাথে ব্যবহারিক কাজ সম্পন্ন করার সুযোগ রয়েছে। অর্থাৎ পাঠ্যপুস্তক পাঠ্যাংশের বিভিন্ন অংশে বস্তুর করে শিক্ষার্থীদের জন্য কাজ বা নিজে কর বা অনুসন্ধান শিরোনামে ব্যবহারিক কাজ নির্ধারণ করা হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজ শিক্ষার্থীদের শিখনফল অর্জনে সহায়ক। এজন্য পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে প্রতিটি অধ্যায়ে মনোপেশিজ বা দক্ষতা অর্জনে ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি অর্জনে শিখনফল চিহ্নিত করা হয়েছে। এতে শিক্ষার্থীর কোনো ঘটনা, বা সমস্যা বা কোনে তত্ত্বের সত্যতা যাচাইয়ে দলীয়ভাবে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করার পরিকল্পনা ও বাস্তবায়নে তাদের সক্রিয়তার উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। বিজ্ঞান শিখন-শেখানোর গঠনবাদী দৃষ্টিকোণ থেকে ব্যবহারিক কাজ শিক্ষার্থীদের ব্যক্তিগত ধারণা এবং তত্ত্বসমূহের পূর্ণগঠনে একটি উপায় হিসেবে দেখা হচ্ছে। গঠনবাদের মূল কথা হচ্ছে সমস্যা-সমাধান। পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজ অনুসন্ধানমূলক পদ্ধতির মাধ্যমে নির্দেশিত পরীক্ষণ ও সমস্যা-সমাধানে কোনো কিছুর সন্ধান করা, পরীক্ষণ করে সত্যতা যাচাই, অনুমান সিদ্ধান্তের সাথে মিল ও অমিল খুঁজে সিদ্ধান্ত গ্রহণ বা সমাধানে উত্তর পাওয়ার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি ও কৌশল প্রয়োগ করা। এসব শিখনের সকল পদ্ধতির সাথে গঠনবাদের সমন্বয় করা যেতে পারে।

পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে অনুসন্ধান শিরোনামে ব্যবহারিক কাজ নির্ধারণ করা হয়েছে। এতে শিক্ষার্থীদের অনুসন্ধানের সমস্যা, উপকরণ, কার্যপদ্ধতি এবং সমস্যার সম্ভাব্য উত্তর দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা শুধু উত্তর নিরীক্ষণ করতে হয়। অনুসন্ধানের এ স্তরকে বলা হয় নিরীক্ষণ স্তর। আবার অনুসন্ধানের বিষয়, উপকরণ এবং কার্য পদ্ধতি বলে দেওয়া থাকে। শিক্ষার্থীরা কার্য পদ্ধতি ও উপকরণ ব্যবহার করে নিজেরাই সমস্যা সমাধান করে। এ স্তরকে নির্দেশিত অনুসন্ধান বলা হয়। এ দুই ধরনের অনুসন্ধানমূলক কাজ বর্তমান পাঠ্যবিষয় নির্ধারণ করা হয়েছে। এসব আলোকে ব্যবহারিক পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নে কতকগুলো সুনির্দিষ্ট ধারাবাহিক ধাপে সম্পন্ন হয়। সেগুলো হলো-

**প্রথম ধাপ :** সমস্যা বা শিখনফল নির্ধারণ। এ ধাপে পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্য বিষয়ে প্রতিটি অধ্যায়ের শেষে অনুসন্ধান শিরোনামে সমস্যা নির্ধারিত। পাঠের শিখনফল নির্ধারণ করা আছে। তৃতীয় পাঠ পরিকল্পনার পাশাপাশি ব্যবহারিক পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়ন করে ধারাবাহিকভাবে শ্রেণি কার্যক্রম সম্পন্ন করতে হবে। ব্যবহারিক কাজ এমনভাবে পরিকল্পনা করা হয়েছে যাতে শ্রেণিকক্ষের ও শ্রেণিকক্ষের বাইরে সম্পন্ন করা যায়।

**দ্বিতীয় ধাপ :** পরিকল্পনা প্রণয়ন

এ পর্যায়ে সমগ্র কার্যক্রমের জন্য পরিকল্পনা প্রণয়ন করতে হবে। শিখনফল অর্জনের জন্য কী কী করতে হবে, কোনটি, কীভাবে, কী দিয়ে ও কখন করতে হবে- এ সবই পরিকল্পনা থাকবে। এ পর্যায়ে প্রয়োজনীয় উপকরণ ও সতর্কতা অন্তর্ভুক্ত করতে হবে।

**তৃতীয় ধাপ :** তথ্য সংগ্রহ / বাস্তবায়ন

এ পর্যায়ে সমস্যা সমাধানে প্রয়োজনীয় তথ্য সংগ্রহ এবং বাস্তবায়নে কার্যক্রম বা কৌশল নির্ধারণ করতে হবে।

**চতুর্থ ধাপ :** তথ্য বিশ্লেষণ ও ফলাফল

পরীক্ষণ কার্যক্রম শেষে ডাটা থেকে প্রাপ্ত তথ্য তত্ত্ব বা সূত্র অনুসারে হিসাব করতে হবে। গৃহীত ফলাফল বিশ্লেষণ করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে হবে।

**পঞ্চম ধাপ :** প্রতিবেদন তৈরি এবং মূল্যায়ন

শিক্ষার্থীরা প্রয়োজন অনুসারে কাজের একটি প্রতিবেদন তৈরি করবে। এতে শিখনফলের সাথে সঙ্গতি রেখে ফলাফল বিশ্লেষণ করতে হবে। আলোচনার মাধ্যমে সিদ্ধান্তসমূহ লিপিবদ্ধ করতে হবে। ব্যবহারিক কাজে যন্ত্রপাতি ব্যবহার দক্ষতা, পরিকল্পনা প্রণয়নের দক্ষতা, তত্ত্ব ও সূত্র সম্পর্ক স্থাপনে সক্ষমতা, হিসাবের সঠিকতা, ফলাফল পর্যালোচনা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণের দক্ষতা এবং শিক্ষার্থীর সক্রিয় অংশগ্রহণ ও সহযোগিতামূলক আচরণ ইত্যাদি মানদণ্ডের উপর মূল্যায়ন করতে হবে।

### ব্যবহারিক পাঠ পরিকল্পনার উদাহরণ-১

শ্রেণী : ৯ম বিষয়: পদার্থবিজ্ঞান অধ্যায় : ভৌত রাশি ও পরিমাপ সময় : ২ পিরিয়ড

শিখনফল: একটি বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করতে পারবে।

শিখন- শেখানো কার্যক্রম :

১. পূর্বজ্ঞান যাচাই/ প্রস্তুতকরণ : প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে

- সরু তারের ব্যাস কীভাবে মাপা যায়?
- পিচ কী?
- লঘিষ্ঠ গণন কীভাবে নির্ণয় করা যায়?
- যান্ত্রিক ত্রুটি কী?

১. অনুসন্ধান মূলক প্রশ্ন/সমস্যা নির্বাচন : জুগজ ব্যবহার করে তারের ব্যাস নির্ণয়।

২. পরিকল্পনা প্রণয়ন : জুগজ ব্যবহার করে একটি বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট তারের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা দরকার। এর জন্য তারের ব্যাস নির্ণয়ের প্রয়োজন। এ রাশির সাথে ক্ষেত্রফলের কী সম্পর্ক? এ রাশিটির মান কীভাবে নির্ণয় করবে। শিক্ষার্থীরা কাজটি কীভাবে করবে তার পরিকল্পনা ও স্বপক্ষে যুক্তি শুনে পরিকল্পনা চূড়ান্ত করবে।

পরিকল্পনাটি হলো-

- জুগজ ব্যবহার করে প্রথমে তারের ব্যাস নির্ণয় করা।
- তারের প্রস্থচ্ছেদ ক্ষেত্রফলের সূত্র ব্যবহার করে তারের প্রস্থচ্ছেদেও ক্ষেত্রফল হিসাব করা।
- দলীয় ভাবে পাঠ নেওয়া ও রেকর্ড করা।

### প্রয়োজনীয় উপকরণ :

- জুগজ, তার

### সতর্কতা :

- যন্ত্রের যান্ত্রিক ক্রটি আছে কিনা দেখতে হবে এবং থাকলে তা সতর্কতার সাথে নির্ণয় করতে হবে।
- কীলক ও জুকে আলতোভাবে তারের গায়ে স্পর্শ করতে হবে।
- বৃত্তাকার ও রৈখিক স্কেলের পাঠ তির্যকভাবে না দেখে লম্বভাবে দেখতে হবে।

### ৪. পরিকল্পনা বাস্তবায়ন/ তথ্য সংগ্রহ :

- শিক্ষক প্রশিক্ষার্থীদের সুবিধামতো কয়েকটি দলে ভাগ করে দিবেন এবং প্রত্যেক দলকে একটি করে জুগজ ও তার সরবরাহ করবেন। (শিক্ষক আগেই সব কয়টি তারের ব্যাস নির্ণয় করবেন এবং তার রেকর্ড লিপিবদ্ধ করে রাখবেন।)
- জুগজের রৈখিক স্কেলের এক ভাগের মান ও বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা দেখে  $LC = \frac{S}{n}$  ব্যবহার করে লঘিষ্ঠ গণন বের করতে সহায়তা করা। (LC = Least Count)
- পরীক্ষাধীন তারটিকে জুগজের স্থায়ী দণ্ড ও স্কুর মাঝখানে রেখে জুটিকে একদিকে বার বার ঘুরিয়ে কীলক ও জুকে আলতোভাবে তারের গায়ে স্পর্শ করে রাখা।
- রৈখিক স্কেলের পাঠ ও বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যার পাঠ সংগ্রহ করে নিচের ছক অনুযায়ী তারের ব্যাস বের করতে সহায়তা করা।
- এভাবে তারের আপাত পাঁচটি ভিন্ন জায়গায় পাঠ নিয়ে ছকে স্থাপন করতে সহায়তা করা।

পর্যবেক্ষণ	রৈখিক স্কেলের পাঠ	বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা	লঘিষ্ঠ গণন	বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ	আপাত ব্যাস	গড় আপাত ব্যাস	যান্ত্রিক ক্রটি	প্রকৃত ব্যাস
	Lmm	C	LCmm	F=CxLc mm	d=(L+F) mm	d mm	±emm	d= d-(±e) mm
১								
২								
৩								
৪								
৫								

### ৫. তথ্য বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ :

হিসাব তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A = \frac{1}{4} \pi d^2 = \dots\dots\dots mm^2 = \dots\dots\dots \times 10^{-6} m^2$

**ফলাফল পর্যালোচনা :** শিক্ষার্থীরা শিক্ষক কর্তৃক পরিমাপকৃত মানের সাথে প্রতিটি দলের ফলের তুলনা করে ফলাফলের পার্থক্যের সম্ভাব্য কারণ আলোচনা করবে।

শিক্ষক ফলাফলের নির্ভুলতা ও যথার্থতা রাখার কৌশল বিশ্লেষণ করার মাধ্যমে সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা।

### মূল্যায়ন :

নিচের মানদণ্ডগুলোর উপর ভিত্তি করে মূল্যায়ন করবে।

- পরিকল্পনা প্রণয়নে দক্ষতা।
- অনুসৃত প্রক্রিয়ার যথার্থতা।
- পাঠ গ্রহণে রৈখিক স্কেল ও বৃত্তাকার স্কেলের সম্পর্ক স্থাপনের সক্ষমতা।
- যন্ত্রপাতির যথাযথ ব্যবহার।
- হিসাবের সঠিকতা।
- ফলাফল পর্যালোচনা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণের সক্ষমতা।
- সক্রিয় অংশগ্রহণ ও দলের সদস্যদের প্রতি সহযোগিতামূলক আচরণ প্রদর্শন।



শিক্ষক শিক্ষাক্রম নির্দেশিকা ২০১৭ প্রণীত অনুসরণে

ব্যবহারিক কাজের পাঠ পরিকল্পনার উদাহরণ-২

শ্রেণি- নবম

তৃতীয় অধ্যায় : বল পাঠ-১৩ কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল পরিমাপ

সময়ঃ ১০০মি.

শিখনফল	শিখন-শেখানো কার্যক্রম	শিখন যাচাই	শিক্ষা উপকরণ																								
সহজ পরীক্ষণের সাহায্যে বল পরিমাপ করতে পারবে।	<p>পাঠ প্রস্তুতি ১৫ মি.</p> <p>* বল কী?</p> <p>* অভিকর্ষ বল কখন বস্তুর ওজনের সমান হয়?</p> <p>* কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে কী সৃষ্টি হয়? কেন?</p> <p>পাঠ উপস্থাপন : ৭০মি.</p> <p>পরিকল্পনা প্রণয়ন</p> <p>সহজ পরীক্ষণের সাহায্যে বল পরিমাপ করতে হলে বস্তুর ভর পরিমাপ করতে হবে এবং এ রাশির সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণের কী সম্পর্ক তা নির্ণয় করতে হবে। এই কাজটি কিভাবে সম্পন্ন করবে তার পরিকল্পনা হলো-</p> <p>* ঝুলন্ত অবস্থা বস্তুর পরিমাপ করতে এর ভরের সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণ-এর গুণফল বের করতে হবে।</p> <p>* বস্তুর ভর স্প্রিংনিজ্জি বা ভর মাপার যন্ত্র সাহায্যে বস্তুর বল নির্ণয় করবে।</p> <p>* শিক্ষার্থীরা দলীয়ভাবে পাঠ নেওয়া ও ছকে রেকর্ড করা।</p> <p>প্রয়োজনীয় উপকরণ : এ কাজ করার জন্য কী কী উপকরণ প্রয়োজন তা শিক্ষার্থীরা বলবে।</p> <p>সতর্কতা : স্প্রিংনিজ্জি পাঠ নেওয়ার সময় নিরাপদ দূরত্ব অবস্থানে থাকা।</p> <p>পরিকল্পনা বাস্তবায়ন</p> <p>* শিক্ষার্থীরা তাদের পরিকল্পনা অনুযায়ী উপকরণ নিয়ে দলে কাজ করবে। নিউটন এককে দাগাঙ্কিত স্প্রিং নিজ্জি দেয়ালে ঝুলিয়ে বস্তুর নিজ্জি ছকে ঝুলাবে। এবার বস্তুর ওজন নিচে ছকে লিপিবদ্ধ করবে। এভাবে তিনবার পাঠ নিবে।</p> <p>* তারপর বিভিন্ন ভরের বস্তুর নিয়ে কয়েকবার পরীক্ষণ সমাপ্ত করবে।</p> <p style="text-align: center;">ওজন পরিমাপের ছক</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>বস্তুর ক্রম সংখ্যা</th> <th>পাঠ সংখ্যা</th> <th>বস্তুর ওজন (নিউটন)</th> <th>গড় ওজন (নিউটন)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">১</td> <td style="text-align: center;">১</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">২</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">৩</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">২</td> <td style="text-align: center;">১</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">২</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">৩</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">তথ্য বিশ্লেষণ ও ফলাফল :</p> <p style="text-align: center;">হিসাব : <math>W = mg = F</math></p> <p style="text-align: center;">সিদ্ধান্ত : ১নং প্রযুক্ত বল = --- নিউটন</p> <p style="text-align: center;">২নং বস্তুর বল = --- নিউটন</p> <p style="text-align: center;">৩নং -----</p> <p style="text-align: center;">ফলাফল বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ।</p>	বস্তুর ক্রম সংখ্যা	পাঠ সংখ্যা	বস্তুর ওজন (নিউটন)	গড় ওজন (নিউটন)	১	১			২			৩			২	১			২			৩			<p>নিচের মানদণ্ডের ভিত্তিতে যাচাই করা</p> <p>* কাজের প্রক্রিয়ার যথার্থতা</p> <p>* স্প্রিং নিজ্জিতে পাঠ নিতে সামর্থ্য।</p> <p>* হিসাবের সঠিকতা</p> <p>* ফলাফল বিশ্লেষণের দক্ষতা</p> <p>* যন্ত্রপাতি ব্যবহারের সঠিকতা</p> <p>চিন্তনমূলক প্রশ্ন ১৫মি.</p> <p>* ৫ কেজি ভরের একটি বস্তুর ঝুলিয়ে দিলে এর উপর প্রযুক্ত বল কত হবে? বস্তুর ওজনই বল নির্দেশ করে কেন? ব্যাখ্যা কর।</p>	<p>* স্প্রিং নিজ্জি</p> <p>* বিভিন্ন ভরের বস্তুর</p>
বস্তুর ক্রম সংখ্যা	পাঠ সংখ্যা	বস্তুর ওজন (নিউটন)	গড় ওজন (নিউটন)																								
১	১																										
	২																										
	৩																										
২	১																										
	২																										
	৩																										
পাঠের অন্যান্য বিবেচ্য বিষয় : সময় বেশি প্রয়োজন হলে ছুটির পূর্ব মুহূর্ত পর্যন্ত সমন্বয় করতে হবে।	শিক্ষকের আত্ম প্রতিফলন : (পাঠ সমাপ্ত পরে লিখতে হবে) তারিখ :																										

কাজ : যে কোনো একটি ব্যবহারিক কাজের পাঠ পরিকল্পনা তৈরি করুন।

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. PCK কী?
২. বার্ষিক পরিকল্পনার প্রণয়নে বিবেচ্য বিষয়সমূহ লিখুন।
৩. একক পরিকল্পনা বলতে কী বোঝায়?
৪. একক পরিকল্পনা ধাপসমূহ উল্লেখ করুন।
৫. পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নে বিবেচ্য বিষয়সমূহ উল্লেখ করুন।
৬. পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নে গঠনবাদের মূল বক্তব্য লিখুন।

### রচনামূলক প্রশ্ন

১. বার্ষিক পরিকল্পনার প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করুন।
২. মানসম্মত শিক্ষক তৈরিতে PCK কীভাবে সমৃদ্ধ করে তা বিশ্লেষণ করুন।
৩. জাতীয় শিক্ষাক্রম- ২০১২ এর পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ্যসূচিতে বিভাজিত পাঠসংখ্যা অনুসরণে শ্রেণি কার্যক্রম বাস্তবায়নে কতটুকু কার্যকর বলে আপনি মনে করেন? স্বপক্ষে আপনার মতামত দিন।
৪. একক পরিকল্পনা প্রণয়নের মাধ্যমে শিখন-শেখানো কার্যক্রম ত্বরান্বিত হয় এবং উত্তম শিক্ষণ সম্ভব- এর স্বপক্ষে আপনার মতামত যুক্তি দিয়ে উপস্থাপন করুন।
৫. পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নের প্রচলিত কাঠামোর উপযোগিতা যাচাই করুন।
৬. গঠনবাদের ভিত্তিতে পাঠ পরিকল্পনা প্রণয়নে শিক্ষার্থীর চাহিদা পূরণে কতটুকু কার্যকর বলে আপনি মনে করেন- যথার্থতা বিচার করুন।
৭. শ্রেণি উল্লেখপূর্বক নিচের বিষয়বস্তুর উপর পাঠ পরিকল্পনা তৈরি করুন।
  - ক) গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব (তত্ত্বীয়)
  - খ) প্যাসকেলের সূত্র (তত্ত্বীয়)
  - গ) সিঁড়ি দিয়ে উঠে শিক্ষার্থীর ক্ষমতা নির্ণয় (ব্যবহারিক)
  - ঘ) উত্তল লেন্স ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন (ব্যবহারিক)

### তথ্যসূত্র

জাতীয় শিক্ষাক্রম (২০১২), এনসিটিবি, মতিঝিল, ঢাকা, বাংলাদেশ।

শিক্ষক শিক্ষাক্রম নির্দেশিকা (বিজ্ঞান), এনসিটিবি, মতিঝিল, ঢাকা, বাংলাদেশ।

বিজ্ঞান শিক্ষণ, মাধ্যমিক শিক্ষা উন্নয়ন প্রকল্প, মাধ্যমিক ও উচ্চ অধিদপ্তর, ঢাকা ২০০০

পদার্থবিজ্ঞান প্রশিক্ষণ ম্যানুয়াল, টিকিআই-২, মাধ্যমিক ও উচ্চ শিক্ষা অধিদপ্তর, ঢাকা ২০১৫

Aman Rao, Teaching of Physics, Anamol Publications New Delhi 1993

Jouni Enqvist, Pedagogical Content Knowledge, www.hamk.fi/aokk.

## ইউনিট-৭ : পদার্থবিজ্ঞানে শিখন-শেখানোর উপকরণ

পদার্থবিজ্ঞান বিজ্ঞানের একটি অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। পদার্থবিজ্ঞানে শিখন-শেখানো কার্যক্রমের অন্যতম প্রধান লক্ষ্য টেকসই শিখনফল অর্জন ও এর মাধ্যমে শিক্ষার্থীর সৃজনশীল ও উদ্ভাবনীয় দক্ষতার বিকাশ ঘটানো। সমসাময়িক গবেষণায় দেখা যায় যে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে উপযুক্ত উপকরণ ব্যবহার করলে এর অনেক জটিল ও বিমূর্ত বিষয় শিক্ষার্থীর নিকট সহজবোধ্য ও সাবলীলভাবে উপস্থাপন করা যায়। এতে পাঠদান অনেক কার্যকর, আকর্ষণীয় ও চিত্তাকর্ষক হয় এবং উপরোল্লিখিত লক্ষ্যসমূহ অর্জন অনেকটাই সহজ হয়ে যায়। এজন্য ভবিষ্যতের শিক্ষকদের পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শিখন-শেখানোর উপকরণ ও এর ব্যবহার কৌশল সম্পর্কে সুস্পষ্ট ধারণালাভ এবং উপকরণ ব্যবহারে প্রাথমিক দক্ষতা অর্জন অত্যন্ত জরুরি। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শিখন-শেখানোর জন্য উপকরণের ধারণা, নির্বাচন, সংগ্রহ, তৈরি, ব্যবহার ও সংরক্ষণ, তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির ব্যবহার, ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির নিয়মাবলি ও শ্রেণিকক্ষে পাঠদানে এর ব্যবহার কৌশল সম্পর্কে দুই ভাগে আলোচনা করা হলো।

- ৭.১ ধারণা ও প্রকারভেদ, পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে উপকরণ নির্বাচন ও ব্যবহারের নীতি, স্বল্পমূল্যের ও বিনামূল্যের উপকরণ তৈরি ও সংগ্রহ, স্বল্পমূল্যের ও বিনামূল্যের উপকরণ তৈরি ও ব্যবহারের মূল্য ও উপকরণ সংরক্ষণের নীতি ও কৌশল।
- ৭.২ পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তথ্যপ্রযুক্তি: শিক্ষকের প্রস্তুতি, ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির নিয়মাবলি ও শ্রেণিকক্ষে পাঠ উপস্থাপনে এর ব্যবহার কৌশল।

### ৭.১ ধারণা ও প্রকারভেদ, পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে উপকরণ নির্বাচন ও ব্যবহারের নীতি, স্বল্পমূল্যের ও বিনামূল্যের উপকরণ তৈরি ও সংগ্রহ, স্বল্পমূল্যের ও বিনামূল্যের উপকরণ তৈরি ও ব্যবহারের মূল্য ও উপকরণ সংরক্ষণের নীতি ও কৌশল

#### শিখন-শেখানো উপকরণের ধারণা

পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের পাঠ পরিকল্পনায় শিক্ষক শিক্ষার্থীদের জন্য সুনির্দিষ্ট শিখনফল অর্জনের অঙ্গীকার ব্যক্ত করেন। এ অঙ্গীকার পালনের জন্য শিক্ষককে পাঠদানে উপযুক্ত শিখন-শেখানো উপকরণ ব্যবহারে সর্বাত্মক সচেতন হতে হয়। এ কাজে সার্থক ও কুশলী হওয়ার জন্য শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের শিক্ষা উপকরণ সম্পর্কে সুস্পষ্ট ধারণা থাকা আবশ্যিক।

- **উপকরণ**  
উদ্দেশ্য- শিখন-শেখানো কার্যক্রমকে সহজ করা।  
উদাহরণ- বস্তুগত ও অবস্তুগত উপাদানসমূহ।
- **পাঠদানে ব্যবহার করা যায় এমন রিসোর্স উপাদান**  
উদ্দেশ্য- শিখন-শেখানো কার্যক্রমকে সহজ করা।  
উদাহরণ- জীবন যাপনে ব্যবহারযোগ্যতা ও যার আর্থিক মূল্য আছে এবং আমাদের চারপাশে পাওয়া যায় এমন কিছু, যেমন-প্লাস্টিক, ধাতব পদার্থ, কাচ, ভোজ্য ফলফলাদি ইত্যাদি।
- **শিখন-শেখানো উপাদান**  
উদ্দেশ্য- শিক্ষা কার্যক্রমে নির্দেশ প্রদান ও শিক্ষার্থীকে শিখন প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ, যুক্ত ও মুগ্ধ করা। শিক্ষার্থীর কল্পনা, চিন্তন, সৃজনশীল, প্রয়োগ ও উদ্ভাবনীয় দক্ষতা মূল্যায়ন এবং বৃদ্ধিতে সহায়তা করা। সর্বোপরি শিক্ষার্থীকে সাফল্য অর্জনে সাহায্য করা।  
উদাহরণ-পাঠ্যবই, রেফারেন্স বুক, জার্নাল, চক, ডাস্টার, ব্লাকবোর্ড, ম্যাপ, চার্ট, ইন্টারনেট, ওয়েবসাইট, ইত্যাদি।  
বিশেষ চাহিদা সম্পন্ন শিক্ষার্থীর জন্য ব্যবহার আবশ্যিক এবং শিক্ষক নিজ উদ্যোগে তৈরি ও ব্যবহার করেন এমন কিছু।

উপরোক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে শিক্ষা উপকরণের একটি ধারণা নিম্নে প্রদান করা হলো।

পদার্থবিজ্ঞান পাঠদানে শিক্ষার্থীর শিখন টেকসই করা ও মননশীলতা বিকাশের লক্ষ্যে এবং পাঠ্য বিষয়কে সহজ, সাবলীল ও আকর্ষণীয়ভাবে উপস্থাপনের উদ্দেশ্যে যে সকল বস্তুগত ও অবস্তুগত উপাদান ব্যবহার করা হয় তাই শিখন-শেখানো উপকরণ।

## শিখন-শেখানো উপকরণের প্রকারভেদ

উদাহরণসহ শিখন-শেখানো উপকরণের প্রকারভেদ নিম্নে দেওয়া হলো :

দর্শনভিত্তিক-পাঠ্যপুস্তক, মডেল, চার্ট, ফ্লিপচার্ট, ছবি, হোয়াইট বোর্ড, বুলেটিন বোর্ড, ম্যাপ ইত্যাদি।

শ্রবণভিত্তিক- রেডিও, ভয়েস রেকর্ডার ইত্যাদি।

শ্রবণ ও দর্শনভিত্তিক- টেলিভিশন, ডিভিডি, কম্পিউটার ইত্যাদি।

কর্মসম্পাদনমূলক- মার্কার, পোস্টার পেপার, গ্লু, ইত্যাদি

অনুসন্ধানমূলক- বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি, রাসায়নিক দ্রব্যাদি, ক্যামেরা ইত্যাদি।

তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তিভিত্তিক- মাল্টিমিডিয়া প্রজেক্টর, টেলিটেক্সট, ই-মেইল, অডিও ও ভিডিও কনফারেন্স ইত্যাদি।

চিত্রযুক্ত উদাহরণের মাধ্যমে শিখন-শেখানো উপকরণের সাধারণ প্রকারভেদ নিম্নে প্রদান করা হলো :



## পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে উপকরণ নির্বাচন

পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে উপযুক্ত উপকরণ নির্বাচন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এ কাজটি সহজ ও দক্ষতার সাথে করার জন্য গুরুত্বপূর্ণ পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে শিক্ষা উপকরণ ব্যবহারের ক্ষেত্রসমূহ চিহ্নিত করতে হবে। এরপর উপকরণ ব্যবহারের ক্ষেত্র অনুসারে উপকরণের তালিকা তৈরি করা একান্ত প্রয়োজন। কাজের সুবিধার্থে নিম্নে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে উপকরণ ব্যবহারের সম্ভাব্য কিছু ক্ষেত্র উল্লেখ করা হলো :

- গতি, বল, অভিকর্ষ, কাজ, শক্তি, ক্ষমতা, সরল দোলক, আর্কিমিডিসের সূত্র ইত্যাদি
- তাপ, তাপমাত্রা, এবং তাপের ফলে পদার্থের সংকোচন ও প্রসারণ ইত্যাদি
- আলো, আলোর গতি, প্রতিবিম্ব, রংধনু ইত্যাদি
- তরঙ্গ, শব্দ, শব্দের গতি, প্রতিফলন, প্রতিধ্বনি ইত্যাদি
- চুম্বক, বলরেখা ইত্যাদি
- চার্জ, বিদ্যুৎ, বিদ্যুৎ প্রবাহ, ইত্যাদি

এজন্য চার্ট, মডেল, চিত্র এবং বৈজ্ঞানিক সরঞ্জামের একটি তালিকা প্রস্তুত করতে হবে।

## উপকরণ ব্যবহারের নীতি

- পাঠ্য বিষয়ের সাথে শিক্ষা উপকরণের সরাসরি সংযোগ থাকতে হবে
- উপকরণ সকল শিক্ষার্থীর নিকট সমানভাবে দৃষ্টিযোগ্য হতে হবে
- উপকরণ প্রাসঙ্গিকভাবে ও উপযুক্ত সময়ে ব্যবহার করতে হবে
- শিক্ষার্থী যাতে উপকরণ পর্যবেক্ষণ করে শিখতে পারে সেজন্য নির্দিষ্ট সময় বরাদ্দ করতে হবে ও
- উপকরণ ও সময়ের সঠিক ব্যবহারের মধ্যে সমন্বয় সাধন করতে হবে

## স্বল্পমূল্যের ও বিনামূল্যের উপকরণ তৈরি ও সংগ্রহ

### স্বল্পমূল্যের উপকরণ

সহজে ও সস্তায় পাওয়া যায় এবং স্থানীয় পর্যায়ের রিসোর্স হতে সহজে তৈরি করা যায় এবং যা শিখনকে সহজ ও ত্বরান্বিত করে তাই স্বল্পমূল্যের শিক্ষা উপকরণ। যেমন- মার্কার পেন, ছবি, ক্যালকুলেটর, টেক্সটবুক, আর্টপেপার ইত্যাদি।

### বিনামূল্যের উপকরণ

ফেলে দেওয়া, নষ্ট হয়ে যাওয়া, সংগ্রহে কোন মূল্য নেই এবং সচরাচর ব্যবহার করা হয় না এমন কিছু দিয়ে তৈরি যা শিখন-শেখানোকে সহজ, আকর্ষণীয় ও ত্বরান্বিত করে তাই বিনামূল্যের শিক্ষা উপকরণ। যেমন- ফেলে দেওয়া কাঠের গুড়ি, পুরাতন ক্যালেন্ডার, নষ্ট হয়ে যাওয়া রেডিও, ব্যাটারি, জু, হোল্ডার, ফিউজ, টেলিভিশন ও কম্পিউটারের যন্ত্রাংশ, অব্যবহৃত চুম্বক ও লৌহদণ্ড ইত্যাদি।

### উপকরণ সংগ্রহ

শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ নিজ নিজ বাসা হতে স্বল্প ও বিনামূল্যের রিসোর্স উপাদান যা পদার্থবিজ্ঞান পাঠে উপকরণ হিসেবে বা উপকরণ তৈরিতে ব্যবহার করা যেতে পারে তা সংগ্রহ করতে মনোযোগী হবেন। এছাড়া শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ এক বা দুই দিনের দিনের ক্যাম্প আয়োজনের মাধ্যমে প্রতিষ্ঠান সংশ্লিষ্ট কমিউনিটির নিকট হতে পদার্থবিজ্ঞান পাঠে ব্যবহার করা যায় এমন রিসোর্স উপাদান সংগ্রহের উদ্যোগ গ্রহণ করতে পারেন। শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ রিসোর্স সংগ্রহের উল্লিখিত পদ্ধতিসমূহ কর্মকালীন স্কুলে শিক্ষার্থীদের সম্পৃক্ত করে প্রয়োগের বিষয়ে উৎসাহী হবেন।

### উপকরণ তৈরি

পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে ব্যবহার করা হবে এমন শিক্ষা উপকরণ তৈরির কাজটি শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ হাতে কলমে করবেন। এজন্য নিম্নরূপ পদ্ধতি অনুসরণ করা যেতে পারে :

- দল গঠন
- উপকরণ তৈরির রূপরেখা প্রণয়ন
- কাজের সার্বিক পরিকল্পনা গ্রহণ
- উপকরণ তৈরির সময় নির্ধারণ
- কাজের অগ্রগতি পর্যবেক্ষণ ও প্রয়োজনে সহায়তা গ্রহণ এবং
- প্রদর্শন, উপস্থাপন ও সংশোধন

## স্বল্প ও বিনামূল্যের শিক্ষা উপকরণ তৈরি ও ব্যবহারের গুরুত্ব

### শিক্ষা উপকরণ তৈরির গুরুত্ব/মূল্য

- অপচয় রোধ
- রিসোর্সের সঠিক ও উপযুক্ত ব্যবহার নিশ্চিতকরণ
- শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের জন্য বিষয়ভিত্তিক জ্ঞান বাস্তবে প্রয়োগের সুযোগ সৃষ্টি
- উপকরণ তৈরিতে দক্ষতা অর্জন এবং
- উপকরণ সরবরাহের সরকারি ব্যয় হ্রাস

## শিক্ষা উপকরণ ব্যবহারের গুরুত্ব/ মূল্য

### (ক) শিক্ষকের জন্য

- পাঠ পরিকল্পনার সাথে সামঞ্জস্য রেখে বৈচিত্রপূর্ণভাবে পাঠদান করতে পারেন
- দীর্ঘ বর্ণনা পরিহার করে অনেক জটিল, দুর্বোধ্য ও দেখা যায় না এমন বিষয় সহজে উপস্থাপন করতে পারেন।
- দৃষ্টিসীমার অন্তর্গত ও বাইরের বিষয় সম্পর্কে ধারণা স্পষ্ট করার জন্য ব্যবহার করতে পারেন
- জটিল বিষয় সম্পর্কিত পাঠে শিক্ষার্থীকে সহজে আকৃষ্ট করিয়ে অধিকতর অনুসন্ধান মনোনিবেশ করাতে পারেন
- শিক্ষার্থীকে নিজপাঠের দায়িত্ব গ্রহণে অধিকতর উৎসাহী ও আত্মনির্ভর করে তুলতে পারেন
- শিক্ষার্থীর শিখনফল যাচাই করতে পারেন
- শিক্ষক শিক্ষার্থীর সাথে বন্ধুত্বপূর্ণ ও বিশ্বাসযোগ্য সম্পর্ক স্থাপন করতে পারেন এবং
- সময়ের সঠিক ব্যবহার নিশ্চিত করতে পারেন

### (খ) শিক্ষার্থীর জন্য

- শিক্ষার্থী পাঠে আগ্রহী ও সচল হয়ে ওঠে
- পাঠ্যবিষয়ের সাথে বাস্তবজীবনের ঘটনা প্রবাহের সংযোগ ঘটাতে আগ্রহী ও সক্ষম হয়ে ওঠে
- বিমূর্ত কল্পনাসমহকে বাস্তবের ঘটনাপ্রবাহের সাথে মিলিয়ে প্রকাশের উপায় খুঁজে পায়
- চিন্তা ও প্রয়োগের নতুন ক্ষেত্র খুঁজে পায়
- চিন্তাশীলতা বাড়ে এবং এতে শিক্ষার্থী ক্রমাগত সৃজনশীল ও বিচক্ষণ হয়ে ওঠে
- পঞ্চ ইন্দ্রিয়ের নিরবচ্ছিন্ন ব্যবহারে দক্ষতা অর্জন করে এবং এতে প্রত্যুৎপন্নমতিতা বৃদ্ধি পায়
- কাঠামোবদ্ধভাবে কাজ করা ও সমস্যা সমাধানের অভ্যাস গড়ে ওঠে
- পাঠে সকল ধরনের শিক্ষার্থীর সক্রিয় অংশগ্রহণ নিশ্চিত হয় এতে সহযোগিতার মনোভাব গড়ে ওঠে ও শিক্ষার্থী আত্মনির্ভরশীল হওয়ার সুযোগ পায় এবং
- শিখনফল দীর্ঘস্থায়ী হয় ও শিক্ষার্থীদের মধ্যে বন্ধুত্বপূর্ণ ও বিশ্বাসযোগ্য সম্পর্ক গড়ে ওঠে

## উপকরণ সংরক্ষণের নীতি ও কৌশল

- উপকরণ সংরক্ষণের জন্য একটি নির্দিষ্ট স্থান বা কক্ষ নির্বাচন
- নির্দিষ্ট উপকরণের জন্য কক্ষের অভ্যন্তরে নির্দিষ্ট স্থান নির্বাচন যাতে অন্যরা সহজে তা পেতে পারে
- ধারণাভেদে উপকরণ বুলিয়ে অথবা কোনো আলমারিতে রাখা যেতে পারে
- পচনশীল ও সহজে নষ্ট হয়ে যেতে পারে এমন উপকরণ নির্দিষ্ট সময় অন্তর পরীক্ষা করা
- পর্যাপ্ত আলো বাতাসের ব্যবস্থা রাখা
- বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ক্ষেত্রে সংযোগ বিছিন্ন করে রাখা
- নাম ট্যাগ ব্যবহার করা
- প্রয়োজ্য ক্ষেত্রে মেয়াদ উত্তীর্ণের তারিখ লিপিবদ্ধ করা
- সর্বোপরি উপকরণ সংরক্ষণের একটি রেজিস্টার খোলা

## ৭.২ পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তথ্যপ্রযুক্তি : শিক্ষকের প্রস্তুতি, ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির নিয়মাবলি ও শ্রেণিকক্ষে পাঠ উপস্থাপনে এর ব্যবহার কৌশল।

জাতীয় উন্নয়ন ও বৈশ্বিক অর্থনৈতিক প্রেক্ষাপট বিবেচনায় বিজ্ঞান শিক্ষার বিভিন্ন পর্যায়ে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির (আইসিটি) সংশ্লেষ এবং ব্যবহার বর্তমান সময়ের অন্যতম প্রধান চাহিদা। সময়ের এ চাহিদা বিবেচনা করে এবং জাতীয় অর্থনৈতিক উন্নয়নের ধারাকে অব্যাহত রাখতে বাংলাদেশ জাতীয় শিক্ষানীতি ২০১০ এ বিজ্ঞানমনস্ক নাগরিক গড়ে তোলার অঙ্গীকার ব্যক্ত করা হয়েছে। এ অঙ্গীকার বাস্তবায়নের জন্য শিক্ষানীতিতে মাধ্যমিক শিক্ষার সকল স্তরে শিক্ষার্থীদের জন্য তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তিকে বিষয় হিসেবে এবং শিক্ষকগণের জন্য শিখন-শেখানো কার্যক্রমে ইন্ট্রাকশনাল পেডাগজি হিসেবে ব্যবহারের নির্দেশনা প্রদান করা হয়েছে। বিজ্ঞানের বিষয় হিসেবে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তিকে ইন্ট্রাকশনাল পেডাগজি হিসেবে ব্যবহারের অমিত সম্ভাবনা রয়েছে। এ পাঠে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি ব্যবহারের বিভিন্ন দিক সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

### তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি : ধারণা ও গুরুত্ব

এক কথায় তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির সংজ্ঞা প্রদান করা বেশ কঠিন। তথ্যের আদান-প্রদান ও পারস্পরিক যোগাযোগের জন্য প্রযুক্তি ব্যবহারের সমন্বিত রূপটিকে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি হিসেবে আখ্যায়িত করা যেতে পারে। তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির সংক্ষিপ্ত রূপ হিসেবে আইসিটি শব্দটি ব্যবহার করা হয়। এতে যোগাযোগের কেন্দ্রীয় মাধ্যম হিসেবে টেলিকমিউনিকেশন প্রযুক্তির ব্যবহার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। যোগাযোগ প্রযুক্তির অন্যান্য সুবিধা যেমন-ওয়ারলেস নেটওয়ার্ক, ইন্টারনেট, মোবাইল ফোন, ভিডিও, স্কাইপ, জুম ইত্যাদিও তথ্য আদান-প্রদান, সংরক্ষণ ও প্রক্রিয়াকরণের কাজে ব্যবহার করা হয়। পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির ব্যবহার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এর মাধ্যমে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীগণ একদিকে যেমন পদার্থবিজ্ঞানের গবেষণালব্ধ নতুন আবিষ্কার সম্পর্কে জানতে পারেন তেমনি বিশ্বের বিভিন্ন প্রান্তের শিক্ষকগণ এটিকে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষায় কিভাবে প্রয়োগ করছেন সে সম্পর্কেও ধারণা লাভ করতে পারেন। অধিকন্তু, পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমের উন্নয়ন সাধনের জন্য গবেষণা পরিচালনার বিভিন্ন দিক সম্পর্কে জানতে শিক্ষকগণ তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির সুবিধাসমূহ ব্যবহার করতে পারেন।

### পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তথ্যপ্রযুক্তি

পদার্থবিজ্ঞান বিজ্ঞানের একটি অন্যতম প্রধান মৌলিক বিষয়। তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির অভূতপূর্ব উন্নয়নের ফলে মাধ্যমিক পর্যায়ে পদার্থবিজ্ঞান পাঠদানের চিরাচরিত ধারণাসমূহে ব্যাপক পরিবর্তন সাধিত হয়েছে। এ পরিবর্তনের প্রধান দিক হলো পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক দিক সম্পর্কে শিক্ষার্থীর মনে জানার আগ্রহ সৃষ্টি করা ও স্বশিখনে তাদের দক্ষ করে গড়ে তোলা। এ লক্ষ্য অর্জনের জন্য পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির কৌশলগত ব্যবহার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এ জন্য একবিংশ শতাব্দির শিক্ষক হিসেবে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণকে আইসিটি সম্পর্কিত জ্ঞান ও শিখন-শেখানো কার্যক্রমে তা ব্যবহারের কৌশলগত দক্ষতা অর্জন করতে হবে। আইসিটি সম্পর্কিত জ্ঞান ও প্রাত্যহিক চর্চায় তা ব্যবহারের কৌশলগত দক্ষতা অর্জনের ভিত্তি নিম্নরূপ হতে পারে:

- (ক) সকল বিজ্ঞান শিক্ষার্থীর জন্য বৈজ্ঞানিক লিটারেসির দক্ষতা অর্জনের সুযোগ সৃষ্টি করা। এ জন্য তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন শিখন উদ্দেশ্য সম্পর্কে ধারণা থাকা জরুরি;
- (খ) প্রাতিষ্ঠানিক পর্যায়ে বিজ্ঞান শিক্ষার জন্য আইসিটি উপকরণ ব্যবহারের ও পারস্পরিক সহযোগিতার সংস্কৃতি গড়ে তোলা;
- (গ) আইসিটিকে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের উপায় হিসেবে দেখা এবং বিজ্ঞান শিক্ষার গুণগত মান নিশ্চিত করা;
- (ঘ) আইসিটিকে শিক্ষকের পেশাগত দক্ষতা অর্জনের কৌশল হিসেবে গ্রহণ করা;
- (ঙ) আইসিটি ব্যবহার করে পদার্থবিজ্ঞান পাঠদানে সকল শিক্ষার্থীর অংশগ্রহণ ও Engagement নিশ্চিত করা অর্থাৎ আইসিটি ব্যবহারে শিখনের সামাজিক গঠনবাদী নীতির কৌশলগত প্রয়োগ নিশ্চিত করা এবং
- (চ) আইসিটি সম্পর্কিত জ্ঞান ও দক্ষতা নবায়ন।

## শিক্ষকের প্রস্তুতি

পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে আইসিটির ব্যবহার ও প্রয়োগে শিক্ষকের প্রস্তুতি প্রয়োজন। শিক্ষকের প্রস্তুতি গ্রহণের তিনটি প্রধান ক্ষেত্র রয়েছে। প্রথমটি হলো তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির বিভিন্ন যন্ত্রপাতি ও ডিভাইস সম্পর্কে পরিচিতি লাভ ও এগুলো পরিচালনার জ্ঞান ও দক্ষতা অর্জন। দ্বিতীয় ক্ষেত্রটি হলো পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে পাঠদানের জন্য ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির জ্ঞান ও দক্ষতা অর্জন। প্রথম ক্ষেত্রের অর্জিত জ্ঞান ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরিতে সহায়ক হবে। তৃতীয় ক্ষেত্রটি হলো শ্রেণিকক্ষে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে ডিজিটাল কনটেন্ট ও তথ্য এবং যোগাযোগ প্রযুক্তির কৌশলগত ব্যবহার ও প্রয়োগ নিশ্চিত করা। বিএড কোর্সের অংশ হিসেবে আইসিটি বিষয় অধ্যয়নকালে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ প্রস্তুতি গ্রহণের প্রথম ক্ষেত্র সম্পর্কে বিস্তারিত জ্ঞান ও দক্ষতা অর্জন করবে। তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির বিভিন্ন যন্ত্রপাতি ও ডিভাইস সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা লাভের জন্য এখানে একটি তালিকা প্রদান করা হলো।

তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তিতে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতি, সফটওয়্যার, নেটওয়ার্ক ডিভাইস ও সাধারণ অপারেশন		
যন্ত্রপাতি ও সফটওয়্যার	নেটওয়ার্ক ডিভাইস	সাধারণ অপারেশন
কম্পিউটার, সিপিইউ, মনিটর, মাউস, কীবোর্ড, প্রিন্টার, স্ক্যানার, স্পিকার, ওয়েব ক্যামেরা, পেন ড্রাইভ, মাল্টিমিডিয়া প্রজেক্টর, ল্যাপটপ ইত্যাদি। অপারেটিং সফটওয়্যার যেমন- উইন্ডোজ, এপ্লিকেশন সফটওয়্যার যেমন- এমএস অফিস, গ্রাফিক্স প্রোগ্রাম যেমন- ফটোশপ, ব্রাউজিং সফটওয়্যার যেমন-গুগল ক্রোম ইত্যাদি।	মডেম, হাব, রাউটার, সুইচ, গেটওয়ে, নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস কার্ড ইত্যাদি।	সঠিকভাবে কম্পিউটার অন ও অফ করা, বিভিন্ন ধরনের ফাইল ওপেন করা, টাইপ করা, সংরক্ষণ করা, কপি ও পেস্ট করা, প্রিন্ট করা, স্ক্যান করা ইত্যাদি।

## ডিজিটাল কনটেন্ট : ধারণা ও গুরুত্ব

সাধারণভাবে ডিজিটাল কনটেন্ট বলতে এমন কোনো তথ্য বুঝায় যা ভার্চুয়াল স্পেস বা ইলেকট্রনিক মিডিয়াতে সংরক্ষিত থাকে এবং ব্যবহারের জন্য ডাউনলোড ও প্রবেশ করা যায়। ডিজিটাল কনটেন্ট টেক্সট, অডিও, ভিডিও, গ্রাফিক্স, এনিমেশন, ছবি ইত্যাদি বিভিন্ন রূপের হতে পারে বা এর সবগুলোর সমন্বয়ে ডিজিটাল কনটেন্ট হতে পারে। আমরা যখন ই-মেইল, ফেসবুক, ওয়েবসাইট ইত্যাদিতে কাজ করি তখন বিভিন্ন ধরনের ডিজিটাল কনটেন্ট পর্যবেক্ষণ করি। বর্তমান সময়ে বিভিন্ন ধরনের বই ইলেকট্রনিক আকারে পাওয়া যায় যা ডিজিটাল কনটেন্ট এর প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

শিক্ষাক্ষেত্রে গুণগত পরিবর্তন বর্তমান যুগের জন্য সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ও অগ্রাধিকারের বিষয়। সকলের জন্য মানসম্মত, আধুনিক ও যুগোপযোগী বিজ্ঞানশিক্ষা লাভ এবং তা আয়ত্ত ও প্রয়োগ করার দক্ষতা অর্জন সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ হিসেবে বিবেচিত। মানসম্মত বিজ্ঞানশিক্ষা নিশ্চিত করতে মাল্টিমিডিয়া ক্লাসরুম ও ডিজিটাল বিজ্ঞানশিক্ষা কনটেন্টের ভূমিকা আজ সর্বজনস্বীকৃত। শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানশিক্ষার পরিবেশ, পাঠদান পদ্ধতি ও বিষয়বস্তু আকর্ষণীয় ও আনন্দময় করে তোলা অতি জরুরি। মুখস্থ বিদ্যার পরিবর্তে বিকশিত চিন্তাশক্তি, কল্পনাশক্তি এবং অনুসন্ধিৎসু মননের অধিকারী হয়ে শিক্ষার্থীরা যাতে বিজ্ঞানশিক্ষার প্রতিস্বরে মানসম্পন্ন প্রান্তিক যোগ্যতা অর্জন করতে পারে তা নিশ্চিত করতে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষায় ডিজিটাল কনটেন্টের ব্যবহার অত্যাবশ্যিক।

## ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির নিয়মাবলি

পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে ব্যবহারের জন্য ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির অন্যতম প্রধান ও প্রথম শর্ত হলো সঠিক পরিকল্পনা গ্রহণ করা। এরপর পরিকল্পনা মোতাবেক ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির জন্য উপযুক্ত তথ্য সংগ্রহ, বিশ্লেষণ ও কনটেন্ট তৈরি করা এবং পাঠদানে তার ব্যবহার নিশ্চিত করা। পাঠদান শেষে কনটেন্ট মূল্যায়ন ও পরিমার্জন করা। কনটেন্ট তৈরির পর্যায়ে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণকে বিষয়ভিত্তিক জ্ঞান, পেডাগজিক্যাল জ্ঞান ও প্রযুক্তিগত জ্ঞানের মধ্যে শক্তিশালী সংযোগ স্থাপন করতে হবে। শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ নিম্নরূপ নিয়মাবলি অনুসরণ করার মাধ্যমে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে পাঠদানের প্রয়োজনীয় ডিজিটাল কনটেন্ট প্রস্তুত করতে পারেন।



## শিখন ম্যাটেরিয়াল প্রণয়ন ও রিসোর্স ব্যবস্থাপনা

- পদার্থবিজ্ঞান বিষয় সংশ্লিষ্ট সুনির্দিষ্ট, জ্ঞানের বিভিন্ন স্তরভিত্তিক ও অর্জনযোগ্য শিখন উদ্দেশ্য লেখা
- শিখন উদ্দেশ্য অনুযায়ী পাঠের স্ক্রিপ্ট পড়া, লেখা, সম্ভব হলে সহকর্মীর মতামত গ্রহণ ও প্রয়োজনে সম্পাদনা করা
- প্রাসঙ্গিক সকল শিখন ম্যাটেরিয়াল-এর ব্যবস্থা রাখা
- শিক্ষার্থীর জন্য দর্শন ও অনুধাবনযোগ্য পাওয়ার পয়েন্ট স্লাইড ডিজাইন করা এবং
- ম্যাটেরিয়াল প্রণয়ন ও রিসোর্স ব্যবস্থাপনায় সময়ের উপযুক্ত ব্যবহার নিশ্চিত করার প্রয়াস গ্রহণ

## শিখন ব্যবস্থাপনা পদ্ধতির সংশ্লেষ

- শিখন-শেখানো কার্যাবলি ও শিক্ষার্থীর সক্রিয় অংশগ্রহণের মধ্যে সংযোগ স্থাপন
- শিখন-শেখানোর প্রয়োজনীয় পদ্ধতি ও কলা কৌশলের সংশ্লেষ ঘটানো
- শিক্ষার্থীর জানার স্তর সম্পর্কে ধারণা লাভের জন্য চলমান মূল্যায়নের ব্যবস্থা সংযুক্ত করা
- আইসিটি সম্পর্কিত কারিগরি জ্ঞানের প্রয়োগ
- পাঠের বিষয় ও চাহিদা বিবেচনায় ছবি, ভিডিও ক্লিপ, অডিও, এনিমেশন, থ্রিডি, সমীকরণ, সূত্র, চার্ট ইত্যাদি সংযুক্ত করা
- প্রয়োজনীয় তথ্য অনুসন্ধানের রেফারেন্স প্রদান করা
- হাইপার লিংকের মাধ্যমে শিক্ষামূলক ওয়েবসাইট বা প্ল্যাটফর্মের সাথে সংযোগ ও স্বশিক্ষণের সুযোগ রাখা
- পদার্থবিজ্ঞানের কোন জটিল তত্ত্ব বা সূত্র বা মতবাদ সহজভাবে উপস্থাপনের জন্য প্রয়োজনে সফটওয়্যার ব্যবহার
- শিক্ষার্থীর জীবন ঘনিষ্ঠ ঘটনাবলি ও উদাহরণের সাথে পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবিষয়ের সংযোগ ঘটানো এবং
- শিখন ব্যবস্থাপনায় ধর্মীয়, সাংস্কৃতিক ও অন্যান্য এথিকাল বিষয়ের প্রতি সম্মান প্রদর্শন করা

## শ্রেণিকক্ষে পাঠ উপস্থাপনে ডিজিটাল কনটেন্ট-এর ব্যবহার কৌশল

ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরিতে যেমন শিক্ষককে content, pedagogical ও technological জ্ঞানের সমন্বয় ঘটাতে হয় তেমনি শ্রেণিকক্ষে পাঠ উপস্থাপনের ক্ষেত্রেও ডিজিটাল কনটেন্ট ব্যবহারে উল্লিখিত তিনটি উপাদানের সমন্বিত প্রয়োগ নিশ্চিত করা প্রয়োজন। এজন্য ডিজিটাল কনটেন্ট ব্যবহারের কৌশল হিসেবে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের প্রথম অবশ্য করণীয় হবে পাওয়ার পয়েন্ট এ স্লাইড তৈরি করা।

## পাওয়ার পয়েন্ট স্লাইড তৈরির বিবেচ্য বিষয়

- প্রাথমিক ধারণা লাভ, ফাইল ও ফোল্ডার তৈরি
- বিষয়ভিত্তিক তথ্য ও উপাত্ত উপস্থাপন এবং ফরম্যাট করা
- বিষয়ভিত্তিক ছবি অঙ্কন বা স্থাপন এবং প্রয়োজনীয় চিত্র, টেবিল ও চার্ট সংযোজন
- প্রয়োজনীয় এনিমেশন প্রয়োগ
- প্রয়োজনে অডিও ও ভিডিও ক্লিপ বা লিংক সংযোজন এবং এডিটিং এবং
- ডিজিটাল কনটেন্ট ব্যবহার করে শ্রেণিকক্ষ পাঠদানের অনুশীলন

ডিজিটাল কনটেন্ট ব্যবহারের কৌশল হিসেবে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের দ্বিতীয় অবশ্য করণীয় হবে পাওয়ার পয়েন্ট স্লাইড-এর মাধ্যমে এটি ব্যবহারে দক্ষতা অর্জন। এজন্য অব্যাহত চর্চা প্রয়োজন এবং সেইসাথে ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির সময় শিখন ব্যবস্থাপনার যে সকল পদ্ধতির সংশ্লেষ ঘটানো হয়েছিল শ্রেণিকক্ষে পাঠদানের সময় তা অনুসরণ করা।

## শিখন ব্যবস্থাপনা পদ্ধতি অনুসরণ

শিখন ব্যবস্থাপনা পদ্ধতি অনুসরণের অংশ হিসেবে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের জন্য নবম শ্রেণির তরঙ্গ ও শব্দ অধ্যায় থেকে ডিজিটাল কনটেন্ট ব্যবহার করে একটি পাঠ উপস্থাপনের উদাহরণ প্রদান করা হলো।

শ্রেণি: নবম, বিষয়: পদার্থবিজ্ঞান, অধ্যায়: তরঙ্গ ও শব্দ

সময়: ৫৫ মিনিট (পূর্বজ্ঞান যাচাই, পাঠ ঘোষণা ও শিখন ফোকাস নির্ধারণ-১০ মিনিট, পাঠ উপস্থাপন-৩৫ মিনিট ও মূল্যায়ন-১০ মিনিট)

নমুনা পাঠ : পর্যাবৃত্ত গতি ও সরল ছন্দিত স্পন্দন

## শিখন উদ্দেশ্য

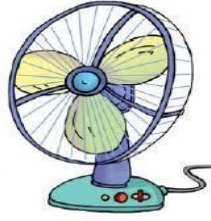
- পর্যাবৃত্ত গতি ব্যাখ্যা করতে পারবে
- সরল ছন্দিত গতি ব্যাখ্যা করতে পারবে
- পর্যাবৃত্ত গতি ও সরল ছন্দিত গতির মধ্যে পার্থক্য বিশ্লেষণ করতে পারবে

## পাঠের রূপরেখা

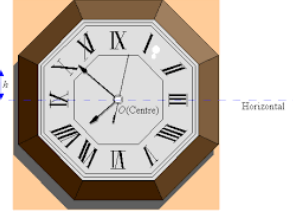
পাঠের রূপরেখায় আলোচ্য বিষয়, শিক্ষার্থী অংশগ্রহণ পদ্ধতি ও মূল্যায়ন সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বর্ণনা থাকবে। এটি শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ নিজের ব্যবহারের জন্য করবেন।

## পূর্বজ্ঞান যাচাই, পাঠ শিরোনাম ঘোষণা ও শিখন ফোকাস নির্ধারণ

শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ পুকুরের পানিতে টিল নিক্ষেপ করলে কি ঘটে এবং ধানক্ষেতে বাতাস প্রবাহের ফলে কি ঘটে সে সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের পূর্ব ধারণা যাচাই করবেন। পূর্বজ্ঞানের উপর ভিত্তি করে তাঁরা পাঠের বিষয় সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করবেন। আলোচনাকালে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ শিক্ষার্থীদের নিচের ছবিগুলো দেখিয়ে বৃত্তাকার বা ঘূর্ণন গতি সম্পর্কে একটি মানসিক অবস্থার সৃষ্টি করবেন এবং পাঠ শিরোনাম ঘোষণা করবেন।



চিত্র-১ : বৈদ্যুতিক পাখার গতি



চিত্র-২ : ঘড়ির কাঁটার গতি

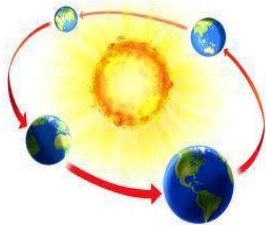
এরপর শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ শিক্ষার্থীদের প্রশ্ন করবেন যে তারা বৃত্তাকার গতি সম্পর্কে কে কি জানতে চায়। এখানে শিক্ষার্থীদের নিকট থেকে নিম্নরূপ প্রশ্ন আসতে পারে।

- বৃত্তাকার গতি কী?
- এটি কীভাবে এবং কেন তৈরি হয়?
- এটিকে কীভাবে ব্যাখ্যা করা যায়?
- এটি ব্যাখ্যা করতে কোন গাণিতিক রাশির প্রয়োজন হবে কী না- ইত্যাদি

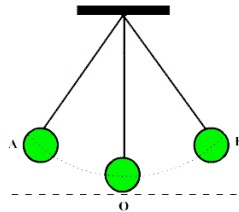
এ পর্যায়ে শিক্ষক নিজেও কিছু প্রশ্ন যোগ করে পাঠ ঘোষণা ও শিখন ফোকাস নির্ধারণ করবেন। এখানে শিক্ষকের বিশেষ দক্ষতা প্রয়োজন যাতে শিখন ফোকাস ডিজিটাল কনটেন্টের আওতার মধ্যে থাকে। এজন্য শিক্ষক প্রয়োজনে বোর্ডে ছবি আঁকবেন বা অন্য প্রাসঙ্গিক উপকরণ ব্যবহারের প্রস্তুতি রাখবেন। শিক্ষক শিখন ফোকাস ঠিক রেখে আলোচনা ও উদাহরণ বিস্তৃত করবেন।

## পাঠ উপস্থাপন

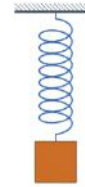
পাঠ উপস্থাপনের প্রারম্ভে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ শিক্ষার্থীদের নিম্নোক্ত তিনটি চিত্রের দিকে দৃষ্টি আকর্ষণ করবেন। এরপর তাঁরা



চিত্র-৩ : সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি



চিত্র-৪ : সরল দোলকের গতি



চিত্র-৫ : স্প্রিং-এর গতি

ধারাবাহিকভাবে শিখন ফোকাসের সকল বিষয় আলোচনা করবেন। আলোচনায় শিক্ষার্থীদের একক, দলীয় ও জোড়ায় অংশগ্রহণ নিশ্চিত করতে শিখন ফোকাসের বিভিন্ন দিকের উপর কাজ প্রদান করতে হবে। এজন্য শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ প্রয়োজনের নিরিখে বিষয়ভিত্তিক জ্ঞান, শিখন-শেখানো কলাকৌশল এবং প্রযুক্তি জ্ঞান সমন্বিতভাবে প্রয়োগ করবেন। এটি প্রয়োগের একটি উপায় হতে পারে ইউনিট-৪ এ আলোচিত POE (predict, observe, explain) কৌশলের সঠিক ও সময়োচিত ব্যবহার। অধিকন্তু, আলোচনাকালে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ ধারাবাহিক মূল্যায়নের সকল কৌশল প্রয়োগ করে শিখন উদ্দেশ্য অর্জনের সর্বোচ্চ প্রচেষ্টা গ্রহণ করবেন। উল্লেখ্য ডিজিটাল কনটেন্ট ব্যবহারের এ উদাহরণে শুধু স্থির চিত্র ব্যবহার করা হয়েছে। বাস্তবে স্থির চিত্র, ভিডিও ও অডিও লিংক বা ক্লিপ, চার্ট, টেবিল ইত্যাদি অনেক কিছু এবং প্রয়োজ্য ক্ষেত্রে বাস্তব উপকরণ ব্যবহার করার প্রয়োজন হতে পারে।

### মূল্যায়ন, পাঠ পর্যালোচনা, ও সমাপ্তি

শিখন উদ্দেশ্যের সাপেক্ষে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণশিক্ষার্থীদের দলীয়ভাবে পর্যাবৃত্ত ও সরল ছন্দিত গতির মধ্যে পার্থক্য বিশ্লেষণ করতে বলবেন। এরপর পাঠ থেকে অর্জিত জ্ঞান যাতে শিক্ষার্থীরা তরঙ্গ সম্পর্কিত আলোচনায় প্রয়োগ করতে পারে সে বিষয়ে বাড়ির কাজ প্রদান করবেন। বাড়ির কাজ প্রদানের পর শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ নিজে ও শিক্ষার্থীদের মাধ্যমে পাঠ পর্যালোচনা করবেন। পর্যালোচনার সময় তাঁরা শিক্ষার্থীদের মতামত আগ্রহ নিয়ে শুনবেন এবং প্রয়োজনে ডিজিটাল কনটেন্ট পরিমার্জনের উদ্যোগ গ্রহণ করবেন। সবশেষে ধন্যবাদ জ্ঞাপনের মাধ্যমে পাঠের সমাপ্তি ঘোষণা করবেন।

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. শিখন-শেখানো উপকরণ বলতে কী বুঝায়?
২. শিখন-শেখানো উপকরণের প্রকারভেদ উল্লেখ করুন।
৩. স্বল্পমূল্যের তিনটি শিখন-শেখানো উপকরণের নাম লিখুন।
৪. তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি কী?
৫. তিনটি নেটওয়ার্ক ডিভাইসের নাম লিখুন।
৬. ডিজিটাল কনটেন্ট বলতে কী বুঝায়?

### রচনামূলক প্রশ্ন

১. উদাহরণসহ শিখন-শেখানো উপকরণের ধরন উল্লেখ করুন।
২. পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শিখন-শেখানো উপকরণ ব্যবহারের ক্ষেত্রসমূহ উল্লেখ করুন।
৩. স্বল্প ও বিনামূল্যের শিখন-শেখানো উপকরণ বলতে কী বুঝায়?
৪. শিখন-শেখানো উপকরণ সংগ্রহ ও তৈরির কৌশল উল্লেখ করুন।
৫. শিখন-শেখানো উপকরণ ব্যবহারের গুরুত্ব উল্লেখ করুন।
৬. শিখন-শেখানো উপকরণ সংরক্ষণের গুরুত্ব ও কৌশল উল্লেখ করুন।
৭. পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে আইসিটি ব্যবহারের দক্ষতা অর্জনের ভিত্তিসমূহ আলোচনা করুন।
৮. পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে পাঠদানের জন্য ডিজিটাল কনটেন্ট তৈরির উপায়সমূহ উল্লেখ করুন।
৯. পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে পাঠদানের জন্য আইসিটি ও ডিজিটাল কনটেন্ট-এর গুরুত্ব আলোচনা করুন।
১০. নবম শ্রেণির পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে একটি পাঠের জন্য ডিজিটাল কনটেন্ট প্রস্তুত করুন।

### তথ্যসূত্র

মাধ্যমিক শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের ভবিষ্যৎ প্রধানদের প্রশিক্ষণ, টিকিউআই-২ প্রকল্প, ২০১৬।  
 পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম ২০১২, জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্য পুস্তক বোর্ড, ঢাকা।  
 কলেজ পর্যায়ের বিজ্ঞান শিক্ষকদের প্রশিক্ষণ ম্যানুয়াল, ডিজিটাল কনটেন্ট প্রণয়ন, শ্রেণিকক্ষে উপস্থাপন, সফটওয়্যার ও হার্ডওয়্যার ট্রাবল স্যুটিং এবং আইসিটি ল্যাব অপারেশন মাউশি অধিদপ্তর, ২০১৬।  
 জাতীয় শিক্ষা নীতি -২০১০, শিক্ষা মন্ত্রণালয়।  
 নবম-দশম শ্রেণির শিক্ষকগণের বিষয়ভিত্তিক সিপিডি প্রশিক্ষণ ম্যানুয়াল-পদার্থবিজ্ঞান, টিকিউআই-২ প্রকল্প, ২০১৬।

## ইউনিট-৮ : পদার্থবিজ্ঞানে মূল্যায়ন

পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমের একটি গুরুত্বপূর্ণ দিক হচ্ছে মূল্যায়ন। মূল্যায়নের মাধ্যমে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের উদ্দেশ্যের সাপেক্ষে শিক্ষার্থীর শিখন অগ্রগতি পর্যবেক্ষণ, যাচাই, পর্যালোচনা এবং শিক্ষার্থীকে চূড়ান্ত মূল্যায়নের জন্য প্রস্তুত করা যায়। মূল্যায়ন শুধু শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞান যাচাইয়ের মধ্যে সীমাবদ্ধ নয়; এটি দ্বারা শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানবিষয়ক দক্ষতা, চিন্তন ক্ষমতা, সৃজনশীলতা এবং মানবিক গুণাবলির বিকাশ শিক্ষার্থীর মধ্যে হচ্ছে কিনা তা যাচাই করাও বোঝায়। মূল্যায়ন সম্পর্কে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণকে ধারণা প্রদানের জন্য এ ইউনিটে মূল্যায়নের বিষয়বস্তু, মূল্যায়নের ধরন ও কৌশল এবং মূল্যায়ন বাস্তবায়নের উপায় সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। মূল্যায়ন সম্পর্কিত সকল আলোচনা নিম্নলিখিত তিনটি পাঠের মাধ্যমে সম্পন্ন করা হয়েছে।

- ৮.১ শ্রেণিকক্ষে পদার্থবিজ্ঞান শিখন মূল্যায়ন কৌশল হিসেবে গাঠনিক ও সামষ্টিক মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা
- ৮.২ তত্ত্বীয় পদার্থবিজ্ঞানে শিখন মূল্যায়ন : বহুনির্বাচনি ও রচনামূলক সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতি-প্রণয়ন ও নম্বর প্রদান
- ৮.৩ ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানে শিখন মূল্যায়ন- মনোপেশিজ ও আবেগীয় শিখন মূল্যায়ন এবং ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়ন কৌশল

### ৮.১ শ্রেণিকক্ষে পদার্থবিজ্ঞান শিখন মূল্যায়ন কৌশল হিসেবে গাঠনিক ও সামষ্টিক মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা

শিক্ষায় মূল্যায়ন বলতে একটি প্রক্রিয়া বোঝায় যার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর জ্ঞান, দক্ষতা, ও মূল্যবোধ পরিমাপযোগ্য উপায়ে প্রকাশ করা হয়। আবার অনেকে মূল্যায়নকে অভীক্ষা ও পরীক্ষা থেকে তথ্য সংগ্রহের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর শিখন অগ্রগতি পরিমাপের উপায় ও কৌশল হিসেবে বর্ণনা করেন। যে কোনো শিক্ষা ব্যবস্থায় মূল্যায়ন যেমন গুরুত্বপূর্ণ তেমনি মূল্যায়নের সময়কাল অর্থাৎ কখন মূল্যায়ন অনুষ্ঠিত হচ্ছে সেই সময়টাও সমানভাবে গুরুত্বপূর্ণ। শিক্ষকগণ পরিস্থিতি ও সময় বিবেচনায় বিভিন্নভাবে শিক্ষার্থীর শিখন মূল্যায়ন করতে পারেন। এই পাঠে পদার্থবিজ্ঞান শিখন মূল্যায়নের নিম্নলিখিত প্রধান দুটি ধারা নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

১. ধারাবাহিক মূল্যায়ন ও
২. সামষ্টিক মূল্যায়ন

### পদার্থবিজ্ঞান শিখনে ধারাবাহিক/ গাঠনিক মূল্যায়ন

শিক্ষা ব্যবস্থা ও শিখন-শেখানো কার্যক্রমে ধারাবাহিক মূল্যায়নকে শিখনের জন্য মূল্যায়ন হিসেবে আখ্যায়িত করা হয়। ধারাবাহিক মূল্যায়নের মূল লক্ষ্য হলো শিক্ষার্থীর Learning achievement-এর ক্রম উন্নয়নে সহায়তা করা। শিক্ষক শ্রেণিকক্ষে পাঠদানকালে বছরজুড়ে শিখন ফলের ভিত্তিতে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শিক্ষার্থীর ক্রম অগ্রগতি যাচাই করতে পারেন বিধায় একে ধারাবাহিক বা গাঠনিক মূল্যায়ন বলা হয়। ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে শিক্ষক শিক্ষার্থীর দুর্বলতা চিহ্নিত করে চূড়ান্ত মূল্যায়নের জন্য তাঁদের উপযুক্ত করে গড়ে তুলতে পারেন এবং এর মাধ্যমে শিক্ষক নিজেও তাঁর শেখানোর কৌশল ও প্রয়োজনীয় রিসোর্সের ব্যবহারে পরিবর্তন এনে অধিক সফলতা অর্জন করতে পারেন। ধারাবাহিক মূল্যায়নে শিক্ষক ও শিক্ষার্থী একে অপরকে ফিডব্যাক প্রদান করতে পারেন। ধারাবাহিক মূল্যায়নের অব্যাহত চর্চার মাধ্যমে শিক্ষক ও শিক্ষার্থী ক্রমশ Self-assessment এর দক্ষতা অর্জন করতে পারেন।

পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত শ্রেণিকক্ষে আনুষ্ঠানিক বা অনানুষ্ঠানিক দু'ভাবেই শিখনের ধারাবাহিক মূল্যায়ন করা যায়। কোনো একটি অধ্যায় শেষে অভীক্ষা তৈরি করে পূর্ব ঘোষণার মাধ্যমে শ্রেণি অভীক্ষা নেয়া এবং শিক্ষার্থীর কৃতিত্বের রেকর্ড সংরক্ষণ করা হয়। তাছাড়া শ্রেণির কাজ, বাড়ির কাজ, মৌখিক প্রশ্ন, কুইজ, অনুসন্ধানমূলক কাজ, পর্যবেক্ষণ নানাবিধ

উপায়ে ধারাবাহিকভাবে শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান শিখন মূল্যায়ন করা যায়। এই মূল্যায়ন দ্বারা শিক্ষার্থীর তাৎক্ষণিক পাশ, ফেল, গ্রেড বা র্যাংক নির্ধারণ করা হয় না। তবে, এ মূল্যায়নের শতকরা একটি অংশ চূড়ান্ত মূল্যায়নে প্রাপ্ত নম্বরের সাথে যোগ হয়ে গ্রেড নির্ধারিত হয়। শিক্ষকের মানসম্মত পাঠদান এবং শিক্ষার্থীর কাজিত শিখনলাভ উভয়ের জন্যই ধারাবাহিক মূল্যায়নের গুরুত্ব অপরিসীম। নিচে পদার্থবিজ্ঞান শিখনে ধারাবাহিক মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তাসমূহ তুলে ধরা হলো :

- পদার্থবিজ্ঞান পাঠদানে শিক্ষকের পেশাগত দক্ষতা উন্নয়নে ধারাবাহিক মূল্যায়ন গুরুত্বপূর্ণ;
- ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে শিক্ষক পদার্থবিজ্ঞান শিখনে শিক্ষার্থীর দুর্বলতা চিহ্নিত করতে পারেন;
- ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে শিক্ষক-শিক্ষার্থী ও শিক্ষার্থীদের পরস্পরের মধ্যে বিশ্বাস ও আস্থার সম্পর্ক গড়ে ওঠে;
- ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে পদার্থবিজ্ঞান শিখনে শিক্ষক শিক্ষার্থীকে জ্ঞান, আবেগীয় ও মনোপেশিজ ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্য অর্জনে সহায়তা করতে পারেন;
- ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে পদার্থবিজ্ঞান শিখনে শিক্ষার্থীর আগ্রহ, চিন্তন দক্ষতা, নেতৃত্ব, সহযোগিতার মনোভাব, আস্থা, বিশ্বাস, কাজের প্রতি শ্রদ্ধা ইত্যাদির উন্নয়ন ঘটে;
- সর্বপরি পদার্থবিজ্ঞান শিখনে ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে ক্রিয়েটিভ ও ক্রিটিকাল চিন্তার প্রসার ঘটিয়ে শিক্ষার্থীর মধ্যে বিজ্ঞানমনস্ক ভাবনার উন্মেষ ঘটানো যেতে পারে। এতে শিক্ষার্থী গণতান্ত্রিক মূল্যবোধের প্রতি আস্থাশীল হয়ে ওঠে।

## ধারাবাহিক মূল্যায়নের ক্ষেত্রসমূহ

এই পাঠের প্রারম্ভে ব্লুমের ট্যাক্সনমি সম্পর্কিত আলোচনায় বুদ্ধিবৃত্তীয়, মনোপেশিজ ও আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহকে ধারাবাহিক মূল্যায়নের ক্ষেত্র হিসেবে উল্লেখ করা হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের উদ্দেশ্যের সাথে সঙ্গতি রেখে বর্ণিত তিনটি ক্ষেত্রের শিখনফল অর্জনের লক্ষ্যে ধারাবাহিক মূল্যায়ন কার্যক্রম পরিচালনা করা জরুরি।

পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের সিলেবাসের আওতাভুক্ত বিভিন্ন কার্যক্রমের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর জ্ঞানমূলক বা বুদ্ধিবৃত্তীয় ও মনোপেশিজ ক্ষেত্রের শিখনফল ধারাবাহিকভাবে মূল্যায়ন করা প্রয়োজন। ধারাবাহিক মূল্যায়নে বুদ্ধিবৃত্তীয় ও মনোপেশিজ ক্ষেত্রের জন্য বিস্তারিত নম্বর বরাদ্দ শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ কারিকুলাম বাস্তবায়ন নির্দেশনা থেকে জেনে নিবেন। পদার্থবিজ্ঞান সিলেবাসের আওতাভুক্ত যে সকল কার্যক্রমের সাহায্যে শিক্ষার্থীকে ধারাবাহিকভাবে মূল্যায়ন করা যেতে পারে সেগুলো হচ্ছে :

- শ্রেণির কাজ
- বাড়ির কাজ ও অনুসন্ধানমূলক কাজ
- শ্রেণি অভীক্ষা

২০১২ সালের কারিকুলাম মোতাবেক শ্রেণির কাজের জন্য বরাদ্দকৃত নম্বর ১০। বাড়ির কাজ ও অনুসন্ধানমূলক কাজের জন্য বরাদ্দকৃত নম্বর ৫। শ্রেণি অভীক্ষার জন্য বরাদ্দকৃত নম্বর হচ্ছে ৫। শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের অনুশীলনের জন্য ধারাবাহিক মূল্যায়নের এ নম্বর বণ্টন এখানে উল্লেখ করা হলো। সময়ের সাথে নম্বরের এ বণ্টন পরিবর্তন হতে পারে।

### শ্রেণির কাজ

পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রম চলাকালীন শিক্ষার্থীর সম্পাদিত সকল কাজ শ্রেণির কাজ হিসাবে বিবেচিত হবে। শ্রেণির কাজের উদ্দেশ্য হবে শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান সংশ্লিষ্ট চিন্তন দক্ষতা ও সৃজনশীলতা বিকাশ করা এবং ব্যক্তিক আচরণ ও বিজ্ঞানভিত্তিক মূল্যবোধের উন্নয়ন ঘটানো। শ্রেণিকক্ষে শিক্ষার্থী একক বা দলগতভাবে শিক্ষকের নির্দেশনার আলোকে পদার্থবিজ্ঞানের নানা ধরনের কাজ সম্পাদন করবে। এ কাজসমূহ হতে পারে কোনো প্রশ্নের উত্তর বলা বা লেখা, কোনো কিছু অঙ্কন (চিত্র/ছবি, সারণি, মানচিত্র, লেখচিত্র), আলোচনার মাধ্যমে সিদ্ধান্তে আসা, বিতর্কে অংশগ্রহণ, চরিত্রাভিনয়, কোনো কিছুর প্রদর্শন, কোনো কিছু তৈরি/প্রস্তুত করা, ব্যবহারিক কাজ ইত্যাদি। শ্রেণির কাজ চলাকালীন শিক্ষার্থীদের কাজ পর্যবেক্ষণ করা, শিক্ষার্থীকে সক্রিয় করা এবং প্রয়োজনে কাজ সম্পাদনে সহায়কের ভূমিকা পালন করা প্রয়োজন। বৃহৎ শ্রেণিতে একই দিনে সকল শিক্ষার্থীর শ্রেণির কাজ মূল্যায়ন না করে বিভিন্ন দিনে তা মূল্যায়ন করা যেতে পারে। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শ্রেণির কাজ

মূল্যায়নের নম্বর বণ্টন ও রেকর্ড সংরক্ষণের ধারণা শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ কারিকুলাম বাস্তবায়ন নির্দেশিকা থেকে গ্রহণ করতে পারেন। শ্রেণির কাজ মূল্যায়নের মানদণ্ড হতে পারে নিম্নরূপ :

কাজের ধরন	মূল্যায়নের মানদণ্ড
লিখিত কাজ	সঠিক বা যথার্থ উত্তর উত্তরের ধারাবাহিকতা

### বাড়ির কাজ

শিক্ষার্থী বাড়িতে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমভিত্তিক যে কাজগুলো সম্পন্ন করে তাই বাড়ির কাজ। বাড়ির কাজ শিক্ষার্থী এককভাবে সম্পন্ন করবে এটাই প্রত্যাশিত। তবে বিশেষক্ষেত্রে তা দলীয় হতে পারে। বাড়ির কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ক চিন্তন দক্ষতা এবং বিজ্ঞানভিত্তিক আচরণ ও মূল্যবোধ মূল্যায়ন করতে হবে। বাড়ির কাজ মূল্যায়ন করে শিক্ষক শিক্ষার্থীদেরকে প্রয়োজনীয় শিখন সহায়তা দিবেন। পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমের শিখনফলের চাহিদার উপর ভিত্তি করে বাড়ির কাজ প্রদান করতে হবে। বাড়ির কাজ যেন শিক্ষার্থী মুখস্থ করায় উৎসাহিত না করে সেদিকে খেয়াল রাখা জরুরি। বাড়ির কাজ এমন হতে হবে যেন শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান সংক্রান্ত চিন্তন দক্ষতা বিকাশের এবং সৃজনশীলতা প্রকাশের সুযোগ থাকে। শ্রেণিকক্ষে পদার্থবিজ্ঞানের অর্জিত ধারণাসমূহ চিন্তা ও কাজে প্রয়োগ করার সুযোগ যেন বাড়ির কাজে থাকে তা নিশ্চিত করা প্রয়োজন। বাড়ির কাজ যেন শিক্ষার্থীকে সৃজনশীল প্রশ্নের প্রস্তুতিতে সাহায্য করে সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে। অনুশীলনের জন্য শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ শিক্ষাক্রম বাস্তবায়ন নির্দেশিকায় বাড়ির কাজের নমুনা দেখে নিতে পারেন। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের বাড়ির কাজগুলো এমন হবে যা শিক্ষার্থী ৩০ মিনিটের মধ্যে সম্পাদন করতে পারে। বাড়ির কাজ যেন শিক্ষার্থীর জন্য বাড়তি চাপ না হয়ে আনন্দের বিষয় হয় তা নিশ্চিত করা প্রয়োজন। বাড়ির কাজের রেকর্ড সংরক্ষণের জন্য কারিকুলাম বাস্তবায়ন নির্দেশিকায় প্রদত্ত ছক ব্যবহার করা যেতে পারে। বাড়ির কাজ মূল্যায়নের মানদণ্ড হবে নিম্নরূপ:

- সঠিক বা যথার্থ উত্তর
- নির্ধারিত দিনে কাজ শেষ করা

### অনুসন্ধানমূলক কাজ

অনুসন্ধানমূলক কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান সংক্রান্ত সমস্যা সমাধান দক্ষতা এবং চিন্তন দক্ষতা যাচাই করা যায়। পদার্থবিজ্ঞানে অনুসন্ধানমূলক কাজের জন্য কয়েক ঘণ্টা থেকে কয়েক দিনের সময় প্রয়োজন হতে পারে। এটি পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষক আলোচনা সাপেক্ষে নির্ধারণ করবেন। নির্ধারিত ধাপ অনুসরণ করে পদার্থবিজ্ঞানে অনুসন্ধানমূলক কাজ সম্পন্ন করতে হবে। সমস্যা চিহ্নিতকরণ, পরিকল্পনা প্রণয়ন ও তথ্য সংগ্রহের পর্যবেক্ষণ টুলস, শিডিউল, প্রশ্নমালা প্রণয়নে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সহায়তা প্রদান করবেন। তথ্য সংগ্রহ অনুসন্ধান কাজের একটি মৌলিক বৈশিষ্ট্য যা শিক্ষার্থী নিজেই সম্পন্ন করবে এবং এক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর নিরাপত্তার বিষয়টি বিবেচনা করতে হবে। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের জন্য তথ্যসংগ্রহ ক্ষেত্রবিশেষে গবেষণাগারে পরীক্ষণের মাধ্যমে হতে পারে। পদার্থবিজ্ঞানে অনুসন্ধানমূলক কাজের প্রক্রিয়া শিক্ষার্থীকে সঠিকভাবে বুঝিয়ে দিতে হবে। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি উৎস হতে পদার্থবিজ্ঞানের অনুসন্ধানমূলক কাজের তথ্য সংগ্রহ করা যেতে পারে। শিক্ষার্থী তথ্য বিশ্লেষণের মাধ্যমে ফলাফল প্রণয়ন এবং ফলাফলের উপর মতামত প্রদান করবে। সমগ্র কার্যক্রমের উপর একটি প্রতিবেদন রচনা করতে হবে। প্রতিবেদনে সম্পন্ন কাজের বর্ণনা থাকবে। শিক্ষক প্রতিবেদন প্রণয়নের নির্দেশনা দিবেন। অনুসন্ধানমূলক কাজ শিক্ষার্থীরা দলগতভাবে সম্পন্ন করবে। তবে তথ্য বিশ্লেষণ, ফলাফল প্রণয়ন, ফলাফলের উপর মতামত প্রদান এবং রিপোর্ট প্রণয়ন শিক্ষার্থী এককভাবে সম্পন্ন করবে। এ কাজের মূল্যায়ন হবে একক মূল্যায়ন। অনুসন্ধানমূলক কাজের নম্বর বণ্টন ও রেকর্ড সংরক্ষণ ছক শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ কারিকুলাম বাস্তবায়ন নির্দেশিকা থেকে দেখে নিতে পারেন অথবা নিজেই তৈরি করে নিতে পারেন। অনুসন্ধানমূলক কাজ মূল্যায়নের মানদণ্ড হবে নিম্নরূপ :

- অনুসৃত পদ্ধতির যথার্থতা
- তথ্য বিশ্লেষণের সঠিকতা
- প্রতিবেদন প্রণয়ন

## শ্রেণি অভীক্ষা

শ্রেণি অভীক্ষা শ্রেণিতে অনুষ্ঠিত স্বল্প সময়ের জন্য একটি পরীক্ষা। এটি শিক্ষার্থীর একক কাজ। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের কোনো অধ্যায় বা অধ্যায়ের অংশ শেষে শিক্ষার্থীদের অগ্রগতি যাচাই করার জন্য শ্রেণি অভীক্ষা নেওয়া প্রয়োজন। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের চাহিদা অনুযায়ী শ্রেণি অভীক্ষা লিখিত ও ব্যবহারিক হতে পারে। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শ্রেণি অভীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর চিন্তন দক্ষতা এবং সমস্যা সমাধান দক্ষতা পরিমাপ করা হয়। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে লিখিত শ্রেণি অভীক্ষার প্রশ্ন এমন হওয়া প্রয়োজন যেন শিক্ষার্থীর সৃজনশীলতা বিকাশের সুযোগ থাকে। শিক্ষার্থীদের সাথে আলোচনা সাপেক্ষে শ্রেণি অভীক্ষার তারিখ ও সময় নির্ধারণ করা জরুরি। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শ্রেণি অভীক্ষার নম্বর বণ্টন ও রেকর্ড সংরক্ষণ সম্পর্কে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ কারিকুলাম বাস্তবায়ন নির্দেশিকা থেকে ধারণা গ্রহণ করবেন এবং প্রযোজ্য ক্ষেত্রে অভিযোজন করে নিবেন। শ্রেণি অভীক্ষার উত্তরপত্র/প্রতিবেদন শিক্ষক নিজে মূল্যায়ন করবেন। শিক্ষক এক শিক্ষার্থীর উত্তরপত্র অন্য শিক্ষার্থীকে দিয়েও মূল্যায়ন করতে পারেন। এক্ষেত্রে শিক্ষককে নম্বরের নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করতে হবে। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শ্রেণি অভীক্ষা মূল্যায়নের মানদণ্ড হবে নিম্নরূপ :

ক্ষেত্র	মূল্যায়নের মানদণ্ড
শ্রেণি অভীক্ষা (লিখিত)	<ul style="list-style-type: none"><li>সঠিক বা যথার্থ উত্তর</li><li>পরিভাষা ও সংকেতের যথার্থ ব্যবহার</li></ul>
শ্রেণি অভীক্ষা (ব্যবহারিক)	<ul style="list-style-type: none"><li>অনুসৃত ধারা/ প্রক্রিয়ার সঠিকতা</li><li>উপকরণ/ যন্ত্রপাতির যথার্থতা</li><li>ফলাফলের সঠিকতা</li></ul>

## আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফলের ধারাবাহিক মূল্যায়ন

পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফল ধারাবাহিকভাবে মূল্যায়নের জন্য বছরজুড়ে বিদ্যালয়ে সংগঠিত পদার্থবিজ্ঞান সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন কার্যক্রমের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানভিত্তিক আচরণ ও সামাজিক মূল্যবোধ পর্যবেক্ষণ করা প্রয়োজন। বাংলাদেশ মাধ্যমিক ও উচ্চ মাধ্যমিক কারিকুলামে আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফল ধারাবাহিকভাবে মূল্যায়নের জন্য কোন নম্বর বরাদ্দ নেই। শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ কারিকুলাম বাস্তবায়ন নির্দেশিকায় উল্লিখিত সুনির্দিষ্ট মানদণ্ডের উপর ভিত্তি করে অথবা নিজেরা মানদণ্ড নির্ধারণপূর্বক পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে শিক্ষার্থীর আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফল ধারাবাহিকভাবে মূল্যায়নে উদ্যোগ গ্রহণ করবেন।

### বিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান সংশ্লিষ্ট কার্যক্রমে শিক্ষার্থীদের আচরণ ও মূল্যবোধ

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিক ও বিজ্ঞানভিত্তিক মনোভাব এবং আচরণিক উন্নয়নের উপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে। একজন শিক্ষার্থী শুধু মেধাবী হলেই হবে না তাকে ভালো ডাক্তার, বিজ্ঞানি ও প্রকৌশলীও হতে হবে। একজন শিক্ষার্থী ভালো বিজ্ঞানি বা ডাক্তার বা প্রকৌশলী হয়ে গড়ে উঠছে কিনা তা জানতে হলে তার বিজ্ঞানভিত্তিক আচরণ ও দৃষ্টিভঙ্গি মূল্যায়ন করতে হবে। ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানভিত্তিক আচরণ ও দৃষ্টিভঙ্গি মূল্যায়ন করা যেতে পারে। বিদ্যালয়ে শিক্ষার্থীদের পদার্থবিজ্ঞানভিত্তিক আচরণ ও সামাজিক মূল্যবোধ কোনো একটি ঘটনা বা ইস্যু দিয়ে তাৎক্ষণিকভাবে মূল্যায়ন করা যায় না। শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন কর্মকাণ্ডের মধ্য দিয়ে দীর্ঘ পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে তাদের আচরণ ও মূল্যবোধ সম্পর্কে একটি নির্ভরযোগ্য মূল্যায়নে আসা যায়। এজন্য শিক্ষাক্রমে আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফল মূল্যায়নের আওতায় আনা হয়েছে। এক্ষেত্রে যে গুণাবলি ও মূল্যবোধ পরিমাপের আওতায় আনা হয়েছে সেগুলো হলো নিয়মানুবর্তিতা, দেশপ্রেম, নেতৃত্ব, সততা, শৃঙ্খলা, সহযোগিতা, সক্রিয় অংশগ্রহণ, সহমর্মিতা, সচেতনতা ও সময়ানুবর্তিতা।

বিদ্যালয়ে শিক্ষার্থীরা শ্রেণির কাজের পাশাপাশি পদার্থবিজ্ঞান সংশ্লিষ্ট সহশিক্ষাক্রমিক কার্যক্রমে অংশগ্রহণ করবে। এ সকল কার্যক্রমের মাধ্যমে বর্ণিত গুণাবলি ও মূল্যবোধ শিক্ষার্থী কতটুকু অর্জন করলো তা ধারাবাহিক পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে পরিমাপ করতে হবে। প্রত্যাশিত মানের মূল্যবোধ অর্জনের জন্য শিক্ষার্থীকে ফিডব্যাক প্রদান করা জরুরি। শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানভিত্তিক আচরণ ও মূল্যবোধের রেকর্ড সংরক্ষণের জন্য শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ কারিকুলাম বাস্তবায়ন নির্দেশিকা থেকে ধারণা গ্রহণ করবেন অথবা নিজেরা রেকর্ড সংরক্ষণ ছক প্রস্তুত করবেন।

## পদার্থবিজ্ঞান শিখনে সামষ্টিক মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা

শিক্ষা ব্যবস্থা ও শিখন-শেখানো কার্যক্রমে সামষ্টিক মূল্যায়নকে শিখনের মূল্যায়ন হিসেবে আখ্যায়িত করা হয়। পদার্থবিজ্ঞান শিখনে সামষ্টিক মূল্যায়নের মূল লক্ষ্য হলো কারিকুলাম বাস্তবায়ন শেষে শিক্ষার্থীর চূড়ান্ত Learning achievement পরিমাপ করা এবং শিক্ষার্থী, অভিভাবক ও শিক্ষা প্রশাসকগণকে এ বিষয়ে প্রতিবেদন প্রদান করা। একটি কোর্স, সেমিস্টার বা একাডেমিক বছর শেষে সামষ্টিক মূল্যায়ন পরিচালিত হয়। এ মূল্যায়নের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর চূড়ান্ত Learning achievement সম্পর্কে পাশ অথবা ফেল জাতীয় জাজমেন্ট প্রদান করা হয় এবং গ্রেড প্রদান করা হয়। সামষ্টিক মূল্যায়নে কৃতকার্য শিক্ষার্থীদের সনদপত্র প্রদান করা হয়। পরীক্ষা, অভীক্ষা, এসাইনমেন্ট ইত্যাদি বিভিন্ন ফর্মে সামষ্টিক মূল্যায়ন পরিচালিত হয়। সামষ্টিক মূল্যায়নের সমালোচনা হলো যে এর মাধ্যমে আবেগীয় ও মনোপেশিজ শিখন উদ্দেশ্যের অর্জনসমূহ সঠিকভাবে মূল্যায়ন করা যায় না। এতে শিক্ষার্থী ভুল সংশোধনের সুযোগ পায় না এবং অকৃতকার্য হলে পুনরায় একটি কোর্স শুরু করতে হয়। নিচে পদার্থবিজ্ঞান শিখনে সামষ্টিক মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তাসমূহ তুলে ধরা হলো :

- পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার গুণগতমান সম্পর্কে ধারণা লাভের জন্য সামষ্টিক মূল্যায়ন গুরুত্বপূর্ণ;
- পদার্থবিজ্ঞান শিখনে প্রাতিষ্ঠানিকভাবে সফল হবার জন্য সামষ্টিক মূল্যায়ন প্রয়োজনীয়;
- সামষ্টিক মূল্যায়নের মাধ্যমে স্কুল কারিকুলামে পরিবর্তনের দিকনির্দেশনা পাওয়া যায়;
- পদার্থবিজ্ঞান পাঠদানে শিক্ষকের পেশাগত দক্ষতা উন্নয়নের জন্য সামষ্টিক মূল্যায়ন গুরুত্বপূর্ণ;
- সামষ্টিক মূল্যায়নের ফলাফল থেকে শ্রেণিকক্ষে পদার্থবিজ্ঞান পাঠদানের পদ্ধতি ও বিষয়বস্তু মূল্যায়নের সুযোগ তৈরি হয়;
- সামষ্টিক মূল্যায়নের মাধ্যমে ধারাবাহিক মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা জোরালোভাবে অনুভূত হয়;
- সামষ্টিক মূল্যায়নের ফলাফল থেকে ধারাবাহিক মূল্যায়নের ত্রুটি বিচ্যুতি অনুধাবন করা যায় ফলে তা সংশোধনের ব্যবস্থা গ্রহণ করা যায়;
- সর্বোপরি সামষ্টিক মূল্যায়নের মাধ্যমে সম্পূর্ণ শিক্ষা ব্যবস্থা সম্পর্কে নতুন ভাবনার সৃষ্টি হয়;

সামষ্টিক মূল্যায়ন সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা পরবর্তী পাঠে করা হয়েছে।

## পাঠ-৮.২ : তত্ত্বীয় পদার্থবিজ্ঞানে শিখন মূল্যায়ন : সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতি- বহুনির্বাচনী ও রচনামূলক প্রশ্ন প্রণয়ন ও নম্বর প্রদান

### সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতি

পদার্থবিজ্ঞান শিখনে সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতি বলতে কী বোঝায়? ব্লুমের ট্যাক্সনমির জ্ঞানমূলক ক্ষেত্রের আলোচনা থেকে অনুশীলনের মাধ্যমে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ এ প্রশ্নের ব্যাপকভিত্তিক উত্তর অনুধাবনে নিশ্চয়ই সচেষ্ট হবেন। তদুপরি তাঁদের চিন্তার সুবিধার্থে উল্লিখিত প্রশ্নের একটি সহজ ও সাধারণ উত্তর এভাবে দেওয়া যেতে পারে। পদার্থবিজ্ঞান কারিকুলামের বিভিন্ন বিষয়ে শিক্ষার্থীর জ্ঞানমূলক দক্ষতা, বিজ্ঞানভিত্তিক মনোভাবের উন্নয়ন এবং জ্ঞান ও ইতিবাচক মনোভাবের সমন্বয়ে ব্যবহারিক কাজে কর্মকুশলতা অর্জন যে কাঠামোবদ্ধ প্রশ্নের মাধ্যমে যাচাই করা যায় তাই সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতি। এখানে উল্লেখ্য যে, কাঠামোবদ্ধ প্রশ্নপদ্ধতির অপর নাম বা বাংলাদেশি সংস্করণই হলো সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতি। নাম যাই হোক না কেন এ প্রশ্নপদ্ধতির অন্তর্নিহিত তত্ত্বগত বা দার্শনিক ধারণাটি এসেছে মূলত ব্লুমের ট্যাক্সনমি থেকে। আর এ দার্শনিক ধারণার একটা বাস্তব ও অর্জনসাধ্য দিক হচ্ছে শিক্ষায় গুণগতমান অর্জন ও জাতীয় উন্নয়নের জন্য কর্মকুশলী নাগরিক তৈরি। সম্ভবত এখান থেকেই শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতির গুরুত্ব অনুধাবন শুরু করতে পারেন।

সৃজনশীল প্রশ্ন পদ্ধতি কেন গুরুত্বপূর্ণ? এ প্রশ্নটি পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষায় গুণগতমান অর্জনের সাথে সরাসরি সম্পৃক্ত। শিক্ষায় গুণগতমান শুধুমাত্র ভালো পাঠদান বা উচ্চ মূল্যের শিক্ষা উপকরণ ব্যবহার করে অর্জন করা সম্ভব নয়। এর জন্য প্রয়োজন শ্রেণিকক্ষ পাঠদান ও মূল্যায়ন ব্যবস্থার মধ্যে সংযোগ স্থাপন। আমরা যখন ব্লুমের ট্যাক্সনমির আলোকে শ্রেণিকক্ষে পাঠদান ও মূল্যায়ন ব্যবস্থার বিষয়ে ভাবি তখনই কাঠামোবদ্ধ প্রশ্নপদ্ধতি আমাদের উল্লিখিত সংযোগ স্থাপনের দিকনির্দেশনা প্রদান করে। ধারাবাহিক ও সামষ্টিক মূল্যায়নে সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতির প্রয়োগযোগ্যতা এটিকে আরো বেশি গুরুত্বপূর্ণ করে তুলেছে।



শিক্ষায় গুণগতমান অর্জনের লক্ষ্যে ২০০০ সালের ১ম দশকের শেষ পর্যায়ে এসে বাংলাদেশ সরকার মাধ্যমিক ও উচ্চ মাধ্যমিক পর্যায়ে শিক্ষার্থী মূল্যায়ন ব্যবস্থাকে বিশ্বাসযোগ্য ও নির্ভরযোগ্য করার জন্য সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতির সূচনা করেছিল। সূচনালগ্ন থেকে শিক্ষাক্রমের উদ্দেশ্যের সাথে মিল রেখে সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতির রূপরেখা প্রণীত হয়েছিল। সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতির সবচেয়ে বড় সুবিধা হলো যে এর সাহায্যে শিক্ষার্থীর চিন্তন দক্ষতার বিভিন্ন স্তরে জ্ঞানার্জন পরিমাপ করা যায়। এছাড়া শিক্ষার্থীর সামর্থ্য ও দক্ষতা অনুসারে ধারাবাহিক ও চূড়ান্তভাবে শিখন অগ্রগতি পর্যালোচনা ও শিখন অবস্থান নির্ণয় করা যায়। অধিকন্তু, সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতির মাধ্যমে বিষয়ভেদে নম্বর প্রদানের তারতম্য অনেকক্ষেত্রেই দূর করা সম্ভব হয়েছে। এখন প্রশ্ন হলো পদার্থবিজ্ঞান শিখন মূল্যায়নে কাঠামোবদ্ধ প্রশ্নপদ্ধতি কীভাবে প্রণয়ন করা যেতে পারে?

তত্ত্বীয় পদার্থবিজ্ঞানে শিক্ষার্থী মূল্যায়নের জন্য সৃজনশীল প্রশ্নের তত্ত্বগত ভিত্তি ব্লুমের ট্যাক্সনমির জ্ঞানমূলক অধিক্ষেত্র থেকে পাওয়া যায়। সুতরাং বলা যায়, তত্ত্বীয় পদার্থবিজ্ঞানের শিখন মূল্যায়নের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন প্রণয়নের মূল ভিত্তিই হচ্ছে ব্লুমের ট্যাক্সনমির জ্ঞানমূলক ক্ষেত্র। সৃজনশীল প্রশ্ন বহুনির্বাচনী ও রচনামূলক হতে পারে। নিচে আলাদাভাবে বহুনির্বাচনী ও রচনামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন প্রণয়ন ও নম্বর বণ্টন সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

## বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সাধারণভাবে বহুনির্বাচনী প্রশ্নে শিক্ষার্থীর জন্য একটি উদ্দীপক ও উদ্দীপকের বিপরীতে উত্তরগুচ্ছ প্রদান করা হয়। উত্তরগুচ্ছ একটি সঠিক উত্তর থাকে। অথবা অপর উত্তরগুলো সঠিক উত্তরের খুব কাছাকাছি থাকে। বিষয় সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা না থাকলে শিক্ষার্থীর জন্য সঠিক উত্তর নির্বাচন খুব কষ্টসাধ্য হয়ে পড়ে। বহুনির্বাচনী প্রশ্নের অসুবিধা হলো যে, শিক্ষার্থী শুধুমাত্র অনুমানের উপর ভিত্তি করে উত্তর প্রদানের মাধ্যমে নম্বর পেতে পারে। এজন্য এখন প্রতিযোগিতামূলক পরীক্ষায় বহুনির্বাচনী প্রশ্নে ভুল উত্তরের জন্য নম্বর কর্তনের বিধান চালু করা হয়েছে। বহুনির্বাচনী প্রশ্নে ১টি প্রশ্নের জন্য সাধারণত ১ নম্বর বরাদ্দ করা হয়। বহুনির্বাচনী প্রশ্নে ভগ্নাংশ নম্বর প্রদানের কোন সুযোগ নাই।

### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন গঠন কাঠামো ও বৈশিষ্ট্য

- বহুনির্বাচনী প্রশ্নের দুটি অংশ। প্রথম অংশ উদ্দীপক। উদ্দীপকে সমস্যার বর্ণনা থাকে। দ্বিতীয় অংশ উত্তরগুচ্ছ (distractor)। উত্তরগুচ্ছে ১টি সঠিক ও একাধিক বিকল্প উত্তর থাকে। বিকল্প উত্তরগুলোকে বিক্ষেপক বলা হয়;
- বহুনির্বাচনী প্রশ্নপত্রে উদ্দীপক অংশে সমস্যার বর্ণনা সরাসরি, প্রশ্ন, অসমাপ্ত বাক্যাংশ ইত্যাদির মাধ্যমে করা হয়;
- স্পষ্ট ধারণার অভাবে বহুনির্বাচনী প্রশ্নের বিক্ষেপকগুলো শিক্ষার্থীকে ভুল উত্তরের দিকে ধাবিত করে;
- শুধুমাত্র অনুমানের ভিত্তিতে উত্তর প্রদানের মাধ্যমে বহুনির্বাচনী প্রশ্নের উত্তর প্রদান করা যায়; এবং
- ধারাবাহিক ও সামষ্টিক মূল্যায়নে বহুনির্বাচনী প্রশ্নের প্রয়োগযোগ্যতা রয়েছে।

### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন প্রণয়নের নিয়মাবলি

- বহুনির্বাচনী প্রশ্নে শিক্ষার্থীর চিন্তন দক্ষতার বিভিন্ন স্তর মূল্যায়নের সুযোগ থাকতে হবে;
- প্রশ্নে অপ্রাসঙ্গিক তথ্য প্রদান করা যাবে না;
- প্রশ্নের মধ্যে সঠিক উত্তর প্রদানের তথ্য সহজ ভাষায় প্রদান করতে হবে এবং নেতিবাচক শব্দ পরিহার করতে হবে।
- প্রশ্নের কোনো শব্দগুচ্ছের সাথে সঠিক উত্তরের মিল না থাকাই শ্রেয়; এবং
- উত্তরগুচ্ছ সংক্ষিপ্ত ও সমধর্মী হওয়া বাঞ্ছনীয়।

### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন প্রকারভেদ

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন ৩ প্রকারের হতে পারে। যেমন—

- সাধারণ বহুনির্বাচনী প্রশ্ন;
- বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন; এবং
- অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন।

নিচে তিন ধরনের বহুনির্বাচনী প্রশ্নের তিনটি উদাহরণ প্রদান করা হলো :

#### সাধারণ বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

১. এমকেএস পদ্ধতিতে বলের একক কোনটি?

- (ক) নিউটন-মিটার/সে (খ) গ্রাম-সেমি/সে<sup>২</sup> (গ) কিলোগ্রাম-মিটার/সে<sup>২</sup> (ঘ) পাউন্ড-ফুট/সে<sup>২</sup>

২. বেগের পরিবর্তনের হার ধণাত্মক হলে কী ঘটে?  
(ক) ভরবেগ হ্রাস পায় (খ) বেগ হ্রাস পায় (গ) ভর হ্রাস পায় (ঘ) বেগ বৃদ্ধি পায়
৩. বেগের পরিবর্তনের হার ঋণাত্মক হলে কী ঘটে?  
(ক) ভর বৃদ্ধি পায় (খ) বেগ হ্রাস পায় (গ) বেগ বৃদ্ধি পায় (ঘ) ভরবেগ বৃদ্ধি পায়

#### বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

১. বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের-  
(i) সমানুপাতিক (ii) ব্যস্তানুপাতিক (iii) বর্গের সমানুপাতিক  
নিচের কোনটি সঠিক?  
(ক) i (খ) i ও ii (গ) i ও iii (ঘ) ii ও iii

#### অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদ পড় এবং ১ ও ২নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর ওপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করে, তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শ তলে গতির বিরুদ্ধে বাধা সৃষ্টিকারী যে বলের উদ্ভব হয় তাকে ঘর্ষণ বল বলে। ঘর্ষণের উৎপত্তি হয় মসৃণ বা অমসৃণ তল হতে।

১। ঘর্ষণের ফলে কী সুবিধা হয় ?

- ক. দেওয়ালে মই লাগানো  
খ. গাড়ি চালানো  
গ. শক্তির অপচয় রোধ  
ঘ. হারানো শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়

২। ঘর্ষণের ফলে কী অসুবিধা হয় ?

- ক. মেশিনের যন্ত্রাংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়  
খ. গতিশক্তি বেড়ে যায়  
গ. হাঁটা-চলা করা যায়  
ঘ. গাড়ি থামানো যায়

#### রচনামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন-কাঠামো ও নম্বর বণ্টন

রচনামূলক সৃজনশীল প্রশ্নের শুরুতে একটি নতুন পরিস্থিতিযুক্ত উদ্দীপক এবং উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট ৪টি প্রশ্ন থাকে। প্রশ্ন ৪টি ক্রমান্বয়ে জ্ঞানমূলক স্তর থেকে জ্ঞানের উচ্চতর দক্ষতার স্তর থেকে প্রণয়ন করা হয়। সৃজনশীল প্রশ্নের চারটি অংশের জন্য মোট ১০ নম্বর বরাদ্দ থাকে। একটি সৃজনশীল প্রশ্নের চারটি অংশ ও বিভিন্ন অংশের জন্য নম্বর বরাদ্দ নিচের ছকে প্রদান করা হল।

টেবিল-২ : কাঠামো ও নম্বর বণ্টন

প্রশ্নের অংশ	কগনিটিভ প্রসেস স্তর	নম্বর বণ্টন
১ম অংশ	জ্ঞান স্তর-স্মরণ করা	১
২য় অংশ	অনুধাবণ স্তর-ব্যাখ্যা করা	২
৩য় অংশ	প্রয়োগ স্তর-ভিন্ন পরিস্থিতিতে অর্জিত জ্ঞান প্রয়োগ	৩
৪র্থ অংশ	উচ্চতর দক্ষতা- অর্জিত জ্ঞান বিশ্লেষণ, সংশ্লেষণ, ও মূল্যায়ন	৪

#### সৃজনশীল প্রশ্ন প্রণয়নের নীতিমালা

- (ক) পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের শিক্ষাক্রমে উল্লিখিত শিখন উদ্দেশ্য ও পাঠ্যবিষয় মোতাবেক প্রশ্ন প্রণয়ন করতে হবে;  
(খ) পাঠ্যপুস্তকের জ্ঞানের আলোকে ভিন্ন পরিস্থিতিযুক্ত উদ্দীপক প্রণয়ন করতে হবে;  
(গ) উদ্দীপক সংক্ষিপ্ত ও আকর্ষণীয় হবে যাতে তা শিক্ষার্থীকে চিন্তায় উদ্দীপ্ত করে;  
(ঘ) জ্ঞানের সকল স্তরে শিক্ষার্থীর দক্ষতামান যাচাই করার সুযোগ উদ্দীপকে থাকতে হবে; এবং  
(ঙ) উদ্দীপকের মধ্যে উত্তর প্রদানের কোনো নমুনা বা চিহ্ন রাখা যাবে না।

**সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ**

রহিম তাঁর বন্ধু করিমকে স্কুলের বিজ্ঞানাগারে রক্ষিত একটি চৌবাচ্চার কাছে নিয়ে গেল। চৌবাচ্চায় একটি ছোট নৌকা ছিল। নৌকায় ৭.৮ আপেক্ষিক গুরুত্বের একটি লোহার গোলক ছিল। রহিম লোহার গোলকটি চৌবাচ্চার পানিতে ফেলে দিল।

- (ক) প্লবতা কী? ১  
 (খ) নিমজ্জিত বস্তু তার আয়তনের সমান তরল অপসারণ করে-ব্যাখ্যা কর। ২  
 (গ) পাথর খণ্ডটির ঘনত্ব নির্ণয় কর। ৩  
 (ঘ) পাথর খণ্ড নৌকা থেকে ফেলে দেয়ার ফলে চৌবাচ্চার পানি স্তরের পরিবর্তন আর্কিমিডিসের সূত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

**টেবিল-৩ : নমুনা উত্তরপত্রের ছক**

বিষয়-	শ্রেণি-	সেট-	ডোমেইন-	
মোট নম্বর-				
১	২	৩	৪	৫
প্রশ্ন নং	শিক্ষার্থীর কৃতিত্ব মূল্যায়নের দক্ষতা স্তর/ কগনিটিভ প্রসেস স্তর	প্রমাণক-পরীক্ষার্থীর প্রত্যাশিত উত্তর	পরীক্ষকের জাজমেন্ট প্রদানের ভিত্তি	নম্বর
১	জ্ঞান	নির্দিষ্ট তথ্য বা স্টেটমেন্ট বা কনসেপ্ট উল্লেখ করবে	পরীক্ষকের জাজমেন্ট প্রদানের প্রধান ভিত্তি হবে বিষয়ভিত্তিক জ্ঞান, অভিজ্ঞতা ও নমুনা উত্তর।	১
২	অনুধাবন	কনসেপ্ট ব্যাখ্যা করবে	নমুনা উত্তর- কলাম ২ ও ৩ এর মূল্যায়ন নির্দেশকের সাপেক্ষে প্রত্যাশিত আদর্শ উত্তর প্রদান। উত্তর বর্ণনামূলক ও সরাসরি কোনো সমস্যার সমাধান হতে পারে।	২
	জ্ঞান	প্রশ্ন সংশ্লিষ্ট ইনফরমেশনটি সংযোগ করতে পারবে		১
৩	প্রয়োগ	ভিন্ন পরিস্থিতিতে অর্জিত জ্ঞান প্রয়োগ করে সমস্যা সমাধান করতে পারবে	নমুনা উত্তর- কলাম ২ ও ৩ এর মূল্যায়ন নির্দেশকের সাপেক্ষে প্রত্যাশিত আদর্শ উত্তর প্রদান। উত্তর বর্ণনামূলক ও সরাসরি কোনো সমস্যার সমাধান হতে পারে।	৩
	অনুধাবন	অর্জিত জ্ঞানের মাধ্যমে ভিন্ন পরিস্থিতিতে উল্লিখিত সমস্যা ব্যাখ্যা করতে পারবে		২
	জ্ঞান	ভিন্ন পরিস্থিতির জন্য প্রয়োজনীয় সংশ্লিষ্ট ইনফরমেশনটি সংযোগ করতে পারবে		১
৪	উচ্চতর দক্ষতা-অর্জিত জ্ঞান দ্বারা বিশ্লেষণ, সংশ্লেষণ, ও মূল্যায়ন	উদ্দীপকের পরিস্থিতি বিচার বিশ্লেষণপূর্বক নিজের অবস্থান সম্পর্কে মতামত প্রদান করতে পারবে	নমুনা উত্তর- কলাম ২ ও ৩ এর মূল্যায়ন নির্দেশকের সাপেক্ষে প্রত্যাশিত আদর্শ উত্তর প্রদান। উত্তর বর্ণনামূলক ও সরাসরি কোনো সমস্যার সমাধান হতে পারে।	৪
	প্রয়োগ	ভিন্ন পরিস্থিতিতে অর্জিত জ্ঞান প্রয়োগ করে সমস্যা সমাধান করতে পারবে		৩
	অনুধাবন	অর্জিত জ্ঞানের মাধ্যমে ভিন্ন পরিস্থিতিতে উল্লিখিত সমস্যা ব্যাখ্যা করতে পারবে		২
	জ্ঞান	ভিন্ন পরিস্থিতির জন্য প্রয়োজনীয় সংশ্লিষ্ট ইনফরমেশনটি সংযোগ করতে পারবে		১

**নমুনা উত্তরের গুরুত্ব**

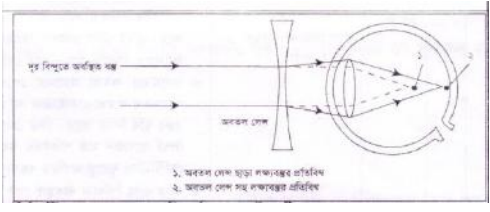
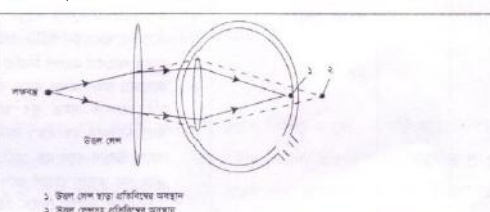
মূল্যায়ন ব্যবস্থাকে অধিকতর বিশ্বাসযোগ্য ও নির্ভরযোগ্য করার জন্য নমুনা উত্তরপত্র প্রণয়ন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নমুনা উত্তরপত্র পরীক্ষকের জন্য সহায়ক নির্দেশিকা হিসেবে কাজ করে। নমুনা উত্তরের মাধ্যমে একজন মূল্যায়নকারী শিক্ষার্থীর উত্তর নির্ধারিত আদর্শমানের শর্ত পূরণে সক্ষম হয়েছে কি না তা অনুধাবন করতে পারেন। এছাড়া নমুনা উত্তর ও শিক্ষার্থীর উত্তরের মধ্যে তুলনামূলক বিশ্লেষণের মাধ্যমে পরীক্ষক গ্রহণযোগ্যভাবে নম্বর প্রদান করতে পারেন। অধিকন্তু, নমুনা উত্তরের মাধ্যমে প্রশ্নের ক্রটি পরিলক্ষিত হতে পারে, এতে প্রশ্ন সংশোধনের সুযোগ সৃষ্টি হয়, প্রশ্ন প্রণয়নকারীর পেশাগত দক্ষতা ও অভিজ্ঞতার উন্নয়ন ঘটে এবং প্রশ্ন প্রণয়নকারী ও মডারেটরগণের সক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

সৃজনশীল প্রশ্ন উত্তরের নমুনার উদাহরণ

স্বাভাবিক চোখ অসীম দূরত্ব হতে ২৫ সেন্টিমিটার দূরত্বে অবস্থিত বস্তু পরিষ্কারভাবে দেখতে পায়। কিন্তু চোখ যখন নিকট বিন্দু হতে দূর বিন্দুর মধ্যে অবস্থিত বস্তু দেখতে পায় না তখন আমরা একে দৃষ্টির ত্রুটি বলে থাকি। ক্যামেরাতেও এই ধরনের সমস্যা থাকে এবং ক্যামেরাকে ইলেকট্রনিক চোখ বলা হয়।

- (ক) দৃষ্টি বলতে কী বুঝায়? ১
- (খ) আলো কীভাবে দৃষ্টিতে সহায়তা করে তা ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) লেন্স ব্যবহার করে কীভাবে চোখের দূর বিন্দু এবং নিকট বিন্দুর দৃষ্টির সংশোধন করা যায় তা চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) কীভাবে ক্যামেরাকে ইলেকট্রনিক চোখ হিসেবে দাবি করা যায় তা বিশ্লেষণ কর। ৪

উদাহরণ :

ক	১	জ্ঞান	তথ্য স্মরণ/মনে করতে পারা	কোনো একটি নির্দিষ্ট স্থান হতে কোনো বস্তুকে সুস্পষ্টভাবে দেখার ক্ষমতাকে চোখের দৃষ্টি বলে।
খ	২	অনুধাবন	অনুধাবন করেছে তা প্রকাশ করতে পারা	যখন কোনো আলোকিত বস্তু হতে আলো সরাসরি আমাদের চোখে পড়ে তখন আমরা বস্তুকে দেখতে পাই। আলো যখন কোনো বস্তুতে আপতিত হয়ে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে আমাদের চোখে পড়ে তখন ও আমরা বস্তুকে দেখতে পাই।
	১	জ্ঞান	তথ্য স্মরণ/মনে করতে পারা	চোখের নিজস্ব আলো নেই। আলো যখন চোখে প্রবেশ করে কেবল তখনই আমরা দেখতে পাই
গ	৩	প্রয়োগ	কোনো বিষয় অনুধাবন করে তা নতুন পরিস্থিতিতে প্রয়োগ করতে পারা	 <p><b>দীর্ঘ দৃষ্টি :</b> চোখের মাংসপেশি দুর্বল হলে এই ত্রুটি চোখে দেখা যায়। সাধারণত বয়স বৃদ্ধির সাথে সাথে মাংসপেশি দুর্বল হয়। চক্ষু লেন্সের চার পাশের মাংসপেশি পর্যাপ্ত পরিমাণ সংকুচিত হতে পারে না ফলে লেন্স নিকট দূরত্বে অবস্থিত বস্তুকে লেন্সের সামনে ফোকাস করতে পারে না। ফলশ্রুতিতে নিকট বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুর প্রতিবিম্ব রেটিনার পেছনে গঠিত হয়।</p> <p><b>সংশোধন :</b> যথাযথ ফোকাস দৈর্ঘ্যের অভিসারী লেন্স (উত্তল লেন্স) চোখের সামনে স্থাপন করে এই ত্রুটি দূর করা যায়। উত্তল লেন্স আগত আলোক রশ্মিসমূহকে একত্রিত করে রেটিনার সামনে প্রতিবিম্ব সৃষ্টিতে সহায়তা করে।</p>  <p><b>ক্ষীণ দৃষ্টি :</b> চোখের মাংসপেশির দৃঢ় বা কাঠিন্যের কারণে এই ত্রুটি হয়। ক্ষীণ দৃষ্টি সম্পন্ন চোখ দূর বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুকে দেখতে পায় না কারণ চক্ষু লেন্সের চার পাশের মাংসপেশির দৃঢ়তার কারণে লেন্স পর্যাপ্ত সংকুচিত হতে পারে না। ফলে দূর বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুর বিম্ব রেটিনার সামনে গঠিত হয়।</p>

				সংশোধন: যথাযথ ফোকাস দৈর্ঘ্যের অপসারী লেন্স (অবতল লেন্স) ব্যবহার করে এ ক্রটি সংশোধন করা যায়। এই লেন্স আগত আলোক রশ্মিসমূহ লেন্স প্রতিসরণের পর রেটিনার সামনে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করে।
	২	অনুধাবন	অনুধাবন করেছে তা প্রকাশ করতে পারা	দৃষ্টির ক্রটি সৃষ্টি হয় যখন চক্ষু লেন্স রেটিনায় বিম্ব তৈরিতে ব্যর্থ হয়। দীর্ঘ দৃষ্টি সম্পন্ন একটি চোখ অসীমে অবস্থিত বস্তুকে দেখতে পায় কিন্তু নিকট বিন্দু বা ২৫সেন্টিমিটার বা তার চেয়ে নিকটের বস্তুকে দেখতে পায় না। ক্ষীণ দৃষ্টি সম্পন্ন চোখ নিকট বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুকে দেখতে পায় কিন্তু দূর বিন্দুর বস্তুকে দেখতে পায় না।
	১	জ্ঞান	তথ্য স্মরণ/মনে করতে পারা	দৃষ্টির ক্রটি প্রধানত দুটি ক. দীর্ঘ দৃষ্টি খ. ক্ষীণ দৃষ্টি
৩ঘ	৪	উচ্চতর দক্ষতা	পরিস্থিতি বিশ্লেষণ/সংশোধন/যাচাই করে সিদ্ধান্ত/সমাধান করতে পারা	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ আলো ক্যামেরায় প্রবেশ করলে ক্যামেরা লেন্স একটি বাস্তব, খর্বিত এবং উল্টো প্রতিবিম্ব তৈরি করে। একই ঘটনা চোখের ক্ষেত্রেও ঘটে। আগত আলোর রশ্মিকে চক্ষু লেন্স অপসারী আলোতে পরিণত করে। এতে রেটিনায় বাস্তব এবং উল্টো প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়।</li> <li>❖ ক্যামেরার ক্ষমতা ক্যামেরা লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে। বিভিন্ন ক্যামেরার ক্ষমতাও তাই এক নয়। একটি ক্যামেরা তার ফোকাস দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ দূরত্বে বস্তুর ছবি নিতে পারে। কিন্তু চোখের একটি প্রধান বৈশিষ্ট্য হচ্ছে চোখের ফোকাস দৈর্ঘ্য প্রয়োজন মত পরিবর্তন করতে পারে। তাই স্বাভাবিক চোখ অসীম হতে ২৫ সেন্টিমিটার দূরত্বে অবস্থিত বস্তুকে দেখতে পারে।</li> <li>❖ র‍্যাক এবং পিনিয়ন ব্যবস্থায় লেন্স এবং ফিল্মের মধ্যবর্তী দূরত্ব সমন্বয় করে দূর এবং নিকট বিন্দুতে অবস্থিত বস্তু ফোকাস করা হয়। চক্ষু লেন্সের দূরত্ব পরিবর্তন করে চোখের ফোকাস করা হয়। যখন পেশী সম্প্রসারিত হয় চক্ষু লেন্স সরু হয় এবং তখন চোখ কাছের বস্তু দেখতে পায়। পেশী সংকুচিত হলে চক্ষু লেন্স মোটা হয় এবং চোখ দূরের বস্তু দেখতে পায়।</li> <li>❖ ক্যামেরা এবং চোখ উভয় ক্ষেত্রে প্রতিবিম্ব লেন্সের পেছনে গঠিত হয়।</li> </ul>
	৩	প্রয়োগ	কোনো বিষয় অনুধাবন করে তা নুতন পরিস্থিতিতে প্রয়োগ করতে পারা	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ ক্যামেরার লেন্স এবং চোখের লেন্স উভই উত্তল লেন্স।</li> <li>❖ একটি ছোট ছিদ্রের মাধ্যমে আলো ক্যামেরায় প্রবেশ করে। এই ছিদ্রকে রন্ধ্র বলে। পক্ষান্তরে, চোখের মণির মাধ্যমে চোখে আলো প্রবেশ করে।</li> <li>❖ ক্যামেরার ডায়াফ্রাম রন্ধ্রের আকৃতি পরিবর্তন করে। এতে করে ফিল্মের আলোর তীব্রতার পরিবর্তন ঘটে। আইরিশ চোখের মণির আকৃতি পরিবর্তন করে। এতে করে চোখের আলোর প্রবেশ নিয়ন্ত্রিত হয়।</li> <li>❖ ক্যামেরা যখন অলস থাকে তখন শাটার ক্যামেরায় আলোর প্রবেশ প্রতিরোধ করে। ছবি তোলার সময় খুব অল্প সময়ের (সেকেন্ডের ভগ্নাংশ) জন্য খোলে এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ হয়। ক্যামেরার বাহিরে আলো অনুকূল হলে রন্ধ্র বড় হয়</li> </ul>

				এবং আলো উজ্জ্বল হলে রক্ত ছোট হয়। আইরিশ সম্প্রসারিত হলে চোখের মণি ছোট হয় এবং বেশি আলো চোখে প্রবেশ করে। অনুজ্জ্বল আলোতে চোখের মণি ছোট হয় এবং উজ্জ্বল আলোতে চোখের মণি বড় হয়।
	২	অনুধাবন	অনুধাবন করেছে তা প্রকাশ করতে পারা	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ ক্যামেরা একটি প্রয়োজনীয় বাস্তু যেখানে একটি উত্তল লেন্স ক্যামেরার খোলামুখে থাকে। লেন্সে আলোর প্রতিসরণ ঘটে এবং ফিল্মে বাস্তব বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।</li> <li>❖ মানব চোখ প্রায় ক্যামেরার মতো। চোখে আলো প্রবেশ করলে সে আলো চক্ষু লেন্সে প্রতিসারিত হয়ে রেটিনায় বাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করে।</li> </ul>
	১	জ্ঞান	তথ্য স্মরণ/মনে করতে পারা	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ ক্যামেরা একটি আলোকীয় যন্ত্র যা ছবি তোলার কাজে ব্যবহৃত হয়। চোখ মানুষের শরীরের একটি অংগ যা দৃষ্টিকে সহায়তা করে।</li> </ul>

## পাঠ-৮.৩: ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানে শিখন মূল্যায়ন-মনোপেশীজ ও আবেগীয় শিখন মূল্যায়ন এবং ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়ন কৌশল

### পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের যৌক্তিকতা ও গুরুত্ব

পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের গুরুত্ব অনুধাবনের প্রারম্ভে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের পদার্থবিজ্ঞান পাঠের প্রধান দুটি purpose<sup>1</sup> সম্পর্কে ধারণা থাকা প্রয়োজন। প্রথম purposeটি হচ্ছে জীবনঘনিষ্ঠ ঘটনা বা অভিজ্ঞতাগুলোকে পদার্থবিজ্ঞান কনটেন্ট এর সাথে সম্পৃক্ত করে পাঠদানের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক সত্তার লালন পালন। দ্বিতীয় purposeটি প্রথম purpose এর মধ্যেই অন্তর্নিহিত আছে। প্রথমটির অব্যাহত চর্চার মাধ্যমে সকল বিজ্ঞান শিক্ষার্থীর জন্য জীবন নির্ভর scientific literacy<sup>2</sup>র নিশ্চয়তা বিধান। সুতরাং তত্ত্বীয় পদার্থবিজ্ঞান শিখনের মূল লক্ষ্য যদি হয় শিক্ষার্থীকে এর অন্তর্গত বিভিন্ন জ্ঞান অনুধাবণে সাহায্য করা তাহলে জ্ঞান অনুধাবণে পদ্ধতিগত প্রক্রিয়ার প্রশ্নটি আমাদের সামনে চলে আসে। আর এ পদ্ধতিগত প্রক্রিয়ার মধ্যেই পদার্থবিজ্ঞান শিখনে ব্যবহারিক কাজের ভূমিকা, যৌক্তিকতা ও গুরুত্ব অন্তর্নিহিত।

পদার্থবিজ্ঞান শিখনে ব্যবহারিক কাজের ভূমিকা, যৌক্তিকতা ও গুরুত্ব দুটি বৃহৎ পরিসরে ভাবা যেতে পারে। প্রথমটি হচ্ছে enquiry process এবং দ্বিতীয়টি হচ্ছে institutional practice। ব্যবহারিক কাজের উল্লিখিত পরিসর দুটি পরস্পর সম্পর্কযুক্ত। প্রথমত ব্যবহারিক কাজের মধ্যে enquiry process এর বিভিন্ন উপাদান যেমন- সমস্যা চিহ্নিতকরণ, পর্যবেক্ষণ, তথ্য সংগ্রহ, বিশ্লেষণ ও মতামত প্রদান ইত্যাদি থাকে। enquiry process এর মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা-

- বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান চালানোর উপায় ও উপাদান সম্পর্কে ধারণা পেতে পারে;
- অনুসন্ধানলব্ধ জ্ঞান উপস্থাপনের উপায় সম্পর্কে ধারণা পেতে পারে;
- বৈজ্ঞানিক তথ্য যুক্তিসঙ্গতভাবে বিশ্লেষণের বিভিন্ন উপায় সম্পর্কে কৌশলগত জ্ঞান ও দক্ষতা অর্জন করতে পারে;
- তত্ত্বগত ধারণা ও জ্ঞানের প্রয়োগযোগ্যতা যাচাই এবং তত্ত্বগত জ্ঞান পুনর্গঠন বা পরিমার্জন করতে পারে;
- উদ্ভাবিত জ্ঞান সম্পর্কে অন্যের মতামত গ্রহণ করতে পারে; এবং
- enquiry process ও ফলাফল মূল্যায়ন করতে পারে।

উল্লিখিত উদ্দেশ্যসমূহের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা পদার্থবিজ্ঞান সম্পর্কে অর্জিত জ্ঞানের স্বপক্ষে তাঁদের যুক্তি উপস্থাপনে অধিকতর আগ্রহী হয়ে উঠবে।

ব্যবহারিক কাজের মাধ্যমে enquiry সম্পন্ন করার প্রাতিষ্ঠানিক চর্চার দিকটিকে শিক্ষাবিশারদগণ অনেক সময় social enterprise বা social practice হিসেবে উল্লেখ করে থাকেন। এর একটি গুরুত্বপূর্ণ দিক হচ্ছে যে এর মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের বিশ্বাসযোগ্যতা ও নির্ভরযোগ্যতা যাচাই, পরিমার্জন ও পুনর্গঠন করতে পারেন। জ্ঞানের বিশ্বাসযোগ্যতা ও নির্ভরযোগ্যতা যাচাই করার মধ্যেই ব্যবহারিক কাজের সাংস্কৃতিক, সামাজিক ও মানবিক মূল্যবোধের গুরুত্ব ও যৌক্তিকতা নিহিত। যেমন অনেকের মধ্যে পর্যবেক্ষণলব্ধ বৈজ্ঞানিক জ্ঞান পরিস্থিতি ও প্রেক্ষাপট বিবেচনা না করেই সাধারণিকরণের প্রবণতা লক্ষ্য করা যায়। ব্যবহারিক কাজ শিক্ষার্থীকে সাধারণিকরণের extent সম্পর্কে ধারণা প্রদান করে।

উল্লেখ্য যে, social practice -এর সাথে পদার্থবিজ্ঞান শিখনের সামাজিক গঠনবাদী নীতির সংযোগ রয়েছে। এ সম্পর্কে ইউনিট-৪ এ আলোচনা করা হয়েছে। এখানে পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের ধারণাটিকে শুধু প্রাতিষ্ঠানিক বিজ্ঞানাগারের কার্যক্রমের মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখা হয়নি। বৈজ্ঞানিক লিটারেসির বিভিন্ন ক্ষেত্রে, যেমন- বৈজ্ঞানিক ধারণা, দৃষ্টিভঙ্গি ও চিন্তা, এবং অনুসন্ধান ইত্যাদি, শিক্ষার্থীর কৌশলগত জ্ঞান ও দক্ষতা উন্নয়নে শিখন-শেখানো কার্যক্রমের যে কোনো পর্যায়ে ব্যবহারিক কাজের ধারণাটিকে প্রয়োগ করা যেতে পারে। এতে শিক্ষার্থী বিজ্ঞানাগারের অভ্যন্তরে ও বাইরে পদার্থবিজ্ঞানের কোনো ঘটনা পর্যবেক্ষণ ও ঘটনাসংশ্লিষ্ট ধারণা, চলক এবং উপাদানসমূহ ম্যানুপুলেট করে নতুন জ্ঞান অন্বেষণের সুযোগ পেতে পারে।

পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে ব্যবহারিক কাজের ধারণা প্রয়োগের জন্য প্রতিটি টাস্কের বিপরীতে সুস্পষ্ট শিখন উদ্দেশ্য নির্ধারণ করা। শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের জন্য ব্যবহারিক উদ্দেশ্য নির্ধারণের একটি নমুনা নিচে প্রদান করা হয়েছে।

পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের মাধ্যমে বুদ্ধিবৃত্তিক, মনোপেশিজ ও আবেগীয় শিখন সুযোগ আছে। বর্তমান পাঠের আমরা ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানে মনোপেশিজ ও আবেগীয় শিখন মূল্যায়ন আলোচনা করা হবে।

### ব্যবহারিক কাজের শিখন মূল্যায়ন ক্ষেত্রসমূহ

ব্যবহারিক কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের বুদ্ধিবৃত্তিক, মনোপেশিজ ও আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফল মূল্যায়ন করা সম্ভব। মূল্যায়নের জন্য শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ নিম্নরূপ মানদণ্ড ব্যবহার করতে পারেন। প্রত্যেক মানদণ্ডের বিপরীতে মন্তব্যসহ নম্বরের বন্টন শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ কারিকুলাম বাস্তবায়ন নির্দেশিকা থেকে দেখে নিবেন -

#### বুদ্ধিবৃত্তিক শিখন মূল্যায়ন ক্ষেত্রসমূহ

- পর্যবেক্ষণলব্ধ ফলাফলের ভিত্তিতে তত্ত্বীয় ধারণা গঠন
- তথ্য বিশ্লেষণ ও ফলাফল ব্যাখ্যাকরণ
- নতুন পরিস্থিতিতে গঠনকৃত ধারণার পরিবর্তন

#### জমনোপেশিশিখন মূল্যায়ন ক্ষেত্রসমূহ

- বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতির সঠিক ব্যবহার
- নিরাপত্তা ঝুঁকি চিহ্নিত করে যন্ত্রপাতির নিরাপদ ব্যবহার
- যন্ত্রপাতি সংগঠন/এসেম্বল
- যন্ত্রপাতি অপারেটিং দক্ষতা
- কার্যপদ্ধতি সঠিকভাবে অনুসরণ করে ব্যবহারিক কাজ সম্পাদন
  - নির্দেশনা অনুসরণ করতে পারা
- নির্ভুল ও সূক্ষ্মভাবে পর্যবেক্ষণ করে পাঠ নেওয়া
  - নির্ভুল ও সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করা/পাঠ নেওয়া
  - পর্যবেক্ষণের সঠিকতা
- ডাটা/তথ্য বিন্যস্তকরণ
- তথ্য বিশ্লেষণ ও ইন্টারপ্রিটেশন : (তথ্যের মধ্যে গতিধারা ও প্যাটার্ন সনাক্তকরণ, চলকসমূহের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়, বিজ্ঞানের জ্ঞান ব্যবহার করে সনাক্তকৃত গতিধারা, প্যাটার্ন ও সম্পর্ক ব্যাখ্যা করা)

## আবেগীয় শিখন মূল্যায়ন ক্ষেত্রসমূহ

- কাজে আগ্রহ, উদ্যম ও মনোযোগ
- সহযোগিতামূলক মনোভাবে দলগত কাজে অংশগ্রহণ
- বুদ্ধিবৃত্তিক সততা (তথ্য রেকর্ড ও ব্যবহারে সততা)
- যাচাইপ্রবণতা (কোন কিছু গ্রহণ করার আগে যাচাই করে নেওয়ার মানসিকতা)
- পরিচ্ছন্নতা বজায় রাখা ও যন্ত্রপাতির সংরক্ষণে শিক্ষককে সহায়তা
- খোলামনস্কতা (নতুন জ্ঞান ও মতামত গ্রহণের মানসিকতা)
- নিরাপদে ব্যবহারিক কাজ সম্পাদন
  - নিরাপত্তা ঝুঁকি চিহ্নিত করা
  - নিরাপত্তা সচেতনতা, উপকরণ ও যন্ত্রপাতির নিরাপদ ব্যবহার
- পরিচ্ছন্নতা বজায় রাখা
- কাজে আগ্রহ, উদ্যম ও মনোযোগ
- সহযোগিতামূলক মনোভাব, দলগত কাজে অংশগ্রহণ
- খোলামনস্কতা - নতুন জ্ঞান ও মতামত গ্রহণের মানসিকতা
- যাচাইপ্রবণতা - কোনো কিছু গ্রহণ করার আগে যাচাই করে নেওয়ার মানসিকতা
- বুদ্ধিবৃত্তিক সততা - ব্যবহারিক কাজে তথ্য রেকর্ড ও ব্যবহারে সততা

## ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানে শিখন মূল্যায়ন- মনোপেশিজ ও আবেগীয় ক্ষেত্র

ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানে শিখন মূল্যায়ন হিসেবে মনোপেশিজ ও আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যের মধ্যে সংযোগ নিচে আলোচনা করা হয়েছে।

### আবেগীয় অধিক্ষেত্র (Affective Domain)

অনুভূতিমূলক ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহ শিক্ষার্থীর আবেগ, অনুভূতি ও আচরণিক উন্নয়নের সাথে সম্পৃক্ত। পদার্থবিজ্ঞানের কোনো পাঠশেষে শিক্ষার্থী নতুন জ্ঞান লাভ করবে এটাই স্বাভাবিক। কিন্তু শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের জন্য জানার গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো পদার্থবিজ্ঞানের নতুন অর্জিত জ্ঞান শিক্ষার্থী তাঁর বিজ্ঞানমনস্ক অনুভূতি, চিন্তা, মূল্যবোধ, উৎসাহ, উদ্দীপনা ও আচরণিক উন্নয়নে কীভাবে ব্যবহার করছে। আর এটি জানার মাধ্যমেই শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ অনুভূতিমূলক ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহ মূল্যায়নে সচেষ্ট হতে পারেন। অনুভূতিমূলক ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহকে ৫টি স্তরে ভাগ করা হয়েছে। নিম্নে তা সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো:

- গ্রহণ করা (Receiving) : জানা ও বোঝার আগ্রহ নিয়ে পদার্থবিজ্ঞানের কোনো তত্ত্ব পড়া ও কোনো তত্ত্ব সম্পর্কে অন্যের বক্তব্য শ্রদ্ধার সাথে শোনা।
- প্রতিক্রিয়া ব্যক্ত করা (Responding) : শ্রেণিকক্ষে পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়ভিত্তিক আলোচনায় সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ ও প্রশ্ন করার মাধ্যমে স্বীয় ধারণার পরিবর্তন, পরিবর্ধন ও পরিমার্জন করা।
- মূল্যবোধের প্রতি গুরুত্ব প্রদান বা প্রতিশ্রুতি ব্যক্ত করা (Giving importance to value system) : নিউটনের গতি সম্পর্কীয় আলোচনায় ভিন্ন মতের প্রতি আস্থা ও সংবেদনশীলতা প্রকাশ করা। উদ্ভূত সমস্যা সমাধানে প্রতিশ্রুতি, তৎপরতা, ও সাহস প্রদর্শন এবং উদ্যোগ গ্রহণ করা।
- মূল্যবোধের সংগঠন ও অগ্রাধিকার নির্বাচন করা (Organizing) : স্বীয় আগ্রহ, প্রবণতা, ও বিশ্বাস মোতাবেক পদার্থবিজ্ঞান পাঠের পরিকল্পনা প্রণয়ন ও অগ্রাধিকার নির্বাচন করে তা বাস্তবায়নের প্রয়াস গ্রহণ করা। নীতিগত আদর্শের প্রতি আস্থাশীল থাকা।



- ব্যক্তিগত, সামাজিক ও আবেগীয় মূল্যবোধ আত্মস্থ করা (Internalizing values) : পদার্থবিজ্ঞানের কোনো বিষয় নিয়ে এককভাবে আত্মবিশ্বাসের সাথে কাজ করা। দলীয় কাজ ও অর্জনে আগ্রহ প্রকাশ এবং পদার্থবিজ্ঞানের কোনো তত্ত্ব নিয়ে নিজস্ব ধারণা ও মতামত সম্পর্কে নতুনভাবে ভাবতে শেখা।

নিচের ছক দুটিতে শিক্ষার্থীর আচরণ ও মূল্যবোধের (আবেগীয় শিখনফল) ধারাবাহিক রেকর্ড কীভাবে সংরক্ষণ করতে হয় তা দেখানো হলো।

**ছক : শিক্ষার্থীর আচরণ ও মূল্যবোধের (আবেগীয় শিখনফল) ধারাবাহিক রেকর্ড সংরক্ষণ ছক**

প্রথম সাময়িক পরীক্ষা												প্রাপ্ত নম্বর	মন্তব্য
রোল নম্বর	শিক্ষার্থীর নাম	নিয়মানুবর্তিতা	দেশপ্রেম	সততা	নেতৃত্ব	শৃঙ্খলা	সহযোগিতা	সক্রিয় অংশগ্রহণ	সহিষ্ণুতা	সচেতনতা	সময়ানুবর্তিতা		
১													
২													
৩													

**ছক : শিক্ষার্থীর আচরণ ও মূল্যবোধের (আবেগীয় শিখনফল) ধারাবাহিক রেকর্ড সংরক্ষণ ছক**

দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষা												প্রাপ্ত নম্বর	মন্তব্য
রোল নম্বর	শিক্ষার্থীর নাম	নিয়মানুবর্তিতা	দেশপ্রেম	সততা	নেতৃত্ব	শৃঙ্খলা	সহযোগিতা	সক্রিয় অংশগ্রহণ	সহিষ্ণুতা	সচেতনতা	সময়ানুবর্তিতা		
১													
২													
৩													
৪													

নির্দেশনাঃ আচরণ ও মূল্যবোধের ধারাবাহিক মূল্যায়নে একজন শিক্ষার্থী প্রতিটি আচরণ ও মূল্যবোধের জন্য ৩ (অতি উত্তম) বা ২ (ভালো) বা ১ (অগ্রগতি প্রয়োজন) পেতে পারে। ১০টি আচরণ ও মূল্যবোধের জন্য একজন শিক্ষার্থী সর্বোচ্চ ৩০ এবং সর্বনিম্ন ১০ পেতে পারে। শিক্ষার্থীর আচরণ ও মূল্যবোধ মূল্যায়নে চার স্তরের পৃথক গ্রেড প্রদান করা হবে। নিচে নম্বরের সীমার জন্য নির্ধারিত গ্রেড দেওয়া হলো :

নম্বরের সীমা	ধারাবাহিক মূল্যায়নের গ্রেড
২৬-৩০	অতি উত্তম
২১-২৫	উত্তম
১৬-২০	ভালো
১০-১৫	অগ্রগতি প্রয়োজন

- শিক্ষার্থীর আচরণ ও মূল্যবোধের ভালো দিকগুলো এবং কোন কোন ক্ষেত্রে অগ্রগতি প্রয়োজন তা উল্লেখপূর্বক বিদ্যালয়ে শিক্ষার্থীর কৃতিত্বের চূড়ান্ত প্রতিবেদনে মন্তব্য করতে হবে।

### মনোপেশীজ অধিক্ষেত্র (Psychomotor Domain)

মনোপেশীজ ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহ শিক্ষার্থীর কর্মসম্পাদন দক্ষতা অর্জনের সাথে সম্পর্কিত। বাস্তবক্ষেত্রে কর্ম সম্পাদনের জন্য শারীরিক ও মানসিক শক্তি এবং তত্ত্বগত জ্ঞানের সঠিক প্রয়োগ ঘটাতে হয়। এতে সক্ষমতা অর্জনের জন্য অব্যাহত চর্চা প্রয়োজন। আর কর্মসম্পাদন দক্ষতা পরিমাপ করা হয় কাজ সম্পাদনে ব্যয়িত সময়, কার্যপ্রণালী, সমন্বয়, কাজের গুণগত মান, এবং প্রয়োগ কৌশলের মাধ্যমে। যেমন- সরল দোলকের ১০টি পূর্ণ দোলন সংখ্যার সময় নির্ণয়ের জন্য ঠিক কখন স্টপ ওয়াচ

চালু ও বন্ধ করতে হবে তার জন্য শিক্ষার্থীকে তার সেনসরি ক্ষমতা প্রয়োগের উপলব্ধি ও পটুতা দেখাতে হবে। আবার ওহমের সূত্র পরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণের সময় বর্তনিত বিদ্যুতের প্রবাহ কক্ষিত মানে না থাকলে ভিন্নভাবে তা করার চেষ্টা করা। শিক্ষকের নির্দেশে গতি সম্পর্কীয় কোনো বাস্তব সমস্যার সমাধান করতে পারে। এটি শিক্ষার্থীর জন্য অধিকতর জটিল কর্মদক্ষতা অর্জনের প্রথম ধাপ। এ পর্যায়ে শিক্ষার্থী অনুকরণ, অনুসরণ ও ট্রায়াল এবং এর মাধ্যমে কর্মকুশলতা অর্জন করে। অব্যাহত চর্চার মাধ্যমে কর্মকুশলতা শিক্ষার্থীর অভ্যাসে পরিণত হয় এবং এতে শিক্ষার্থী কর্মসম্পাদনে আরও আস্থা ও ব্যুৎপত্তি অর্জন করতে পারে। এরপর শিক্ষার্থী স্বতঃস্ফূর্ত ও দ্বিধাহীনভাবে পদার্থবিজ্ঞানের আরও জটিল পরীক্ষা সম্পাদনে আগ্রহী হয়ে উঠে এবং প্রয়োজনে পূর্ব অর্জিত দক্ষতা বিশেষ পরিস্থিতিতে অভিযোজন করে। এভাবেই শিক্ষার্থী পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ক মনোপেশীজ ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যের উচ্চতর দক্ষতা স্তরে প্রবেশ করে, অর্থাৎ কর্মে সৃষ্টিশীলতা অর্জন করতে পারে।

### পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের আবেগীয় ও মনোপেশীজ ক্ষেত্রের শিখনফল মূল্যায়ন কৌশল

পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের শিখনফল মূল্যায়ন কৌশল একজন শিক্ষার্থীর শ্রেণিকক্ষে ও বিজ্ঞানাগারে বা বিজ্ঞানাগারের বাইরে ব্যবহারিক কাজে অংশগ্রহণ, ব্যবহারিক কাজে বৈজ্ঞানিক মূল্যবোধ ও দৃষ্টিভঙ্গির প্রতিফলন, এবং কাজ সম্পাদনে ব্যয়িত সময়, কার্যপ্রণালী, সমন্বয়, কাজের গুণগত মান, ও প্রয়োগকৌশল ইত্যাদি নিরূপণে সাহায্য করে। শিখনফল মূল্যায়নের কৌশল হিসেবে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণের জন্য নিচে একটি মূল্যায়ন রিসোর্স প্রদান করা হলো। মূল্যায়ন রিসোর্সটি নিউজিল্যান্ডের ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান মূল্যায়ন ব্যবস্থা থেকে এই পাঠের উপযোগী করে উপস্থাপন করা হয়েছে। বিস্তারিত জানার জন্য ফুটনোটের লিংকে ব্রাউজ করা যেতে পারে। শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ পদার্থবিজ্ঞান কারিকুলাম, পাঠ্যবই, শিক্ষার্থীর চাহিদা ও তাঁদের প্রাথমিক চর্চার প্রেক্ষাপট বিবেচনায় রিসোর্সটি অবশ্যই উপযোজন করে নিবেন।

### ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান মূল্যায়ন রিসোর্স বা পোর্টফোলিও

টাইটেল-একটি স্লপ বেয়ে একটি মার্বেলের গড়িয়ে পড়ার সময় ও অতিক্রান্ত দূরত্বের মধ্যে গাণিতিক সম্পর্ক স্থাপনের পরীক্ষা সম্পন্ন করা।

নম্বর: ২৫

বিশ্বাসযোগ্য ও সংগতিপূর্ণ মূল্যায়নের জন্য শিক্ষক/শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ নিম্নলিখিত নির্দেশিকা অনুসরণ করবেন। শিক্ষার্থীকে সফলভাবে মূল্যায়নের জন্য যাবতীয় শর্তাদি স্পষ্টভাবে উল্লেখ করতে হবে।

মূল্যায়নের জন্য শিক্ষার্থীর করণীয় : এই মূল্যায়নের জন্য শিক্ষার্থীকে সময় ও অতিক্রান্ত দূরত্ব পরিমাপ করতে হবে। নির্ভুল পরিমাপের কৌশল প্রয়োগ করতে হবে, তথ্য বিশ্লেষণ করবে, লেখচিত্র অংকন করবে, লেখচিত্র থেকে বা তথ্য থেকে সময় ও দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক সূচক সমীকরণটি প্রতিপাদন করবে এবং একটি প্রতিবেদনের মাধ্যমে প্রাপ্ত ফলাফল বর্ণনা ও মূল্যায়ন করবে।

পরীক্ষা সম্পন্ন করার পরিবেশ : শিক্ষকের তত্ত্বাবধানে ২ ঘণ্টা সময় পরিসরে প্রত্যেক শিক্ষার্থী এককভাবে পরীক্ষাটি সম্পন্ন এবং প্রতিবেদন প্রস্তুত করবে। প্রতিবেদন ফরম্যাট নিয়ে শিক্ষার্থীর সাথে পূর্ব আলোচনা করা যেতে পারে। বিশ্লেষণ কৌশল যেমন- ম্যানুয়াল বিশ্লেষণ, ক্যালকুলেটর ব্যবহার, কম্পিউটার ব্যবহার ইত্যাদি নির্ধারণ করতে হবে।

প্রয়োজনীয় উপকরণ : স্লপ নির্মানের জন্য কাঠ, স্ট্যান্ড, ক্লাম্প, মার্বেল, স্কেল, স্টপ ওয়াচ ইত্যাদি।

তত্ত্ব বা সমীকরণ : পরীক্ষা সম্পাদনের পূর্বে তত্ত্ব বা গাণিতিক সমীকরণ সম্পর্কে ধারণা প্রদান করতে হবে। এ উদাহরণে উল্লিখিত পরীক্ষার জন্য নিম্নরূপ সমীকরণের প্রয়োজন হবে।

$$s = v_0t + 1/2 at^2, a = g\sin\alpha, s = \text{দূরত্ব}, v_0 = \text{প্রারম্ভিক দ্রুতি}, a = \text{স্লপ বরাবর মার্বেলের ত্বরণ}, g = \text{অভিকর্ষীয় ত্বরণ}, \text{ ও } \alpha = \text{স্লপ ও অনুভূমিকের মধ্যে কোণ}$$

### শিক্ষার্থীর জন্য নির্দেশিকা

কাজ : একটি স্লপ বরাবর গড়িয়ে চলা মার্বেলের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশক সমীকরণ নির্ণয়ের পরীক্ষা।

সময় : ২ ঘণ্টা

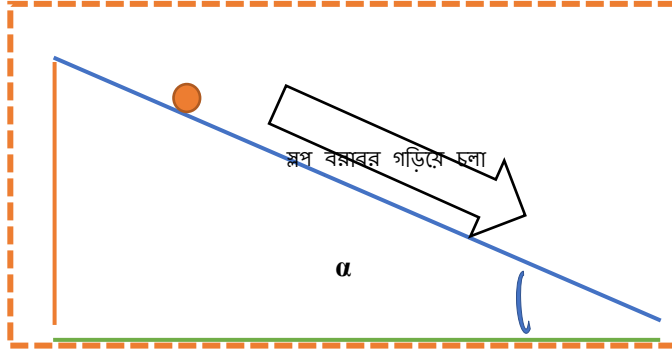
## মূল্যায়ন তফসিল

সন্তোষজনকভাবে পরীক্ষা সম্পন্ন	অধিকতর যোগ্যতার সাথে পরীক্ষা সম্পন্ন	উচ্চমান কৃতিত্বের সাথে পরীক্ষা সম্পন্ন
একটি স্লপ বরাবর গড়িয়ে চলা মার্বেলের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশক সমীকরণ নির্ণয়ের পরীক্ষা।	একটি স্লপ বরাবর গড়িয়ে চলা মার্বেলের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশক সমীকরণ নির্ণয়ের পূর্ণাঙ্গ পরীক্ষা।	একটি স্লপ বরাবর গড়িয়ে চলা মার্বেলের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশক সমীকরণ নির্ণয়ের বিস্তৃত ও পুঙ্খানুপুঙ্খ পরীক্ষা।

উল্লিখিত মূল্যায়ন তফসিলের সাপেক্ষে শিক্ষার্থীগণ কৃতিত্বমান অর্জন করেছে কিনা তা জানার জন্য শিক্ষকগণ একটি নমুনা উত্তর প্রস্তুত করবেন। এই নমুনা উত্তরে শিক্ষার্থীদের কোন একসেস থাকবে না। অধিকতর সাবধানতার জন্য বাস্তবে ব্যবহারিক কাজ প্রদানের সময় শিক্ষকগণ টাইটেল ও শর্তাদি পরবর্তন করে দিবেন যাতে শিক্ষার্থীরা সরাসরি memorize করে কোনো কিছু না লিখে। ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন পরিষ্কার জন্য শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ নমুনা উত্তর প্রস্তুত করার অনুশীলন করবেন।

**শর্তাদি :** এককভাবে তথ্য সংগ্রহ, বিশ্লেষণ ও প্রতিবেদন প্রস্তুত ও জমাদান। প্রতিবেদন ফরম্যাট ও তথ্য বিশ্লেষণ কৌশল শিক্ষকের সাথে আলোচনার মাধ্যমে নির্ধারণ।

**স্লপ নির্মাণ ও তথ্য সংগ্রহ:** চিত্র মোতাবেক সরবরাহকৃত উপকরণ ব্যবহার করে স্লপ নির্মাণ ও সময় এবং দূরত্ব পরিমাপ। নির্ধারিত ছকে ও প্রয়োজনীয় একক ব্যবহার করে তথ্য সংরক্ষণ। স্বাধীন ও নির্ভরশীল চলক চিহ্নিতকরণ এবং স্লপ বরাবর মার্বেলের গতিতে প্রভাব ফেলতে পারে এমন চলক চিহ্নিত ও নিয়ন্ত্রণ। লেখচিত্র অংকনের জন্য পর্যাপ্ত সংখ্যক পরিমাপ পরিচালনা এবং পরিমাপে বিশ্বাসযোগ্যতা অর্জনে প্রয়োজনমতো পরিমাপ ও পরীক্ষা পদ্ধতি সংশোধন।



**তথ্য বিশ্লেষণ :** দূরত্ব বনাম সময় লেখচিত্র অংকন ও লেখচিত্র থেকে চলক দুটির মধ্যে সম্পর্কের ধরন নির্ধারণ। সরল রৈখিক লেখচিত্র অংকনের জন্য তথ্য প্রক্রিয়াকরণ ও লেখচিত্র অংকন। লেখচিত্র হতে দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে গাণিতিক সম্পর্ক নির্ধারণ।  
**প্রতিবেদন তৈরি :** প্রতিবেদনে প্রাপ্ত ফলাফল ব্যাখ্যা এবং ফলাফল সম্পর্কে মূল্যায়নমূলক আলোচনা। আলোচনায় যা থাকা আবশ্যিকীয়:

- স্বাধীন ও নিরপেক্ষ চলকের বর্ণনা
- অপেক্ষাকৃত নির্ভুল তথ্য পরিমাপে যে কৌশল ব্যবহৃত হয়েছে তার বর্ণনা
- যথাযথ টেবিলে সঠিক একক ব্যবহার করে সংগৃহীত ও প্রক্রিয়াজাত তথ্য ও উপাত্ত উপস্থাপন
- সংগৃহীত তথ্যের মাধ্যমে দূরত্ব-সময় লেখচিত্র অংকন
- প্রক্রিয়াজাত তথ্যের সাহায্যে সরল রৈখিক লেখচিত্র অংকন এবং দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সঠিক গাণিতিক সম্পর্ক নির্ধারণে চূড়ান্ত মন্তব্য প্রদান
- মন্তব্যের স্বপক্ষে আলোচনা
- কারণ ও উপায় উল্লেখসহ নিয়ন্ত্রিত চলকের ব্যাখ্যা
- পরিমাপে জটিলতা ও তা উত্তরণের উপায় বর্ণনা
- কোন অপ্রত্যাশিত ফলাফল থাকলে তার কারণ ব্যাখ্যা ও ফলাফল মূল্যায়নের উপর এর সম্ভাব্য প্রভাব সম্পর্কে আলোকপাত এবং
- প্রাপ্ত ফলাফল ও সংশ্লিষ্ট তত্ত্বগত ধারণার মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা।

## ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়ন কৌশল

ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়নের অন্যতম প্রধান উপায় হতে পারে এটিকে টিচিং ও লার্নিং-এর অবিচ্ছেদ্য অংশে পরিণত করা। ধারাবাহিক মূল্যায়নকে টিচিং ও লার্নিং-এর অবিচ্ছেদ্য অংশে পরিণত করার কৌশল হিসেবে এখানে একটি ধারণাগত মডেল প্রস্তাব করা হল। মডেলটির প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো যে, এটিতে ধারাবাহিক মূল্যায়নকে শিখন উদ্দেশ্য অর্জনের enquiry process হিসেবে দেখানো হয়েছে এবং এটি শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক। শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ শিক্ষার্থীর চাহিদা ও আগ্রহ, পদার্থবিজ্ঞান কারিকুলাম এবং প্রাতিষ্ঠানিক প্রেক্ষাপট বিবেচনা করে ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়নের জন্য মডেলটি অভিযোজন করবেন। নিচে মডেলটি সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো।

মডেলটির মধ্যে টেকসই উন্নয়ন লক্ষ্য-৪ এর সমতাভিত্তিক গুণগত শিক্ষা ও লাইফ লং লার্নিং-এর উদ্দেশ্য অর্জনের একটি সরাসরি সংযোগ লক্ষ্য করা যায়। এ সংযোগ থেকেই পদার্থবিজ্ঞান শিখনে বাংলাদেশের জন্য স্কুল পর্যায়ে ধারাবাহিক মূল্যায়ন ব্যবস্থা বাস্তবায়নের উদ্দেশ্য নির্ধারণ করা যেতে পারে। উদ্দেশ্য নির্ধারণের একটি বড় দিক হচ্ছে টিচিং ও লার্নিং প্রক্রিয়ায় ধারাবাহিক মূল্যায়নের সর্বোৎকৃষ্ট প্রণালীসমূহ প্রয়োগ করা এবং এর উপর শিক্ষকদের প্রতিনিয়ত বিশ্লেষণধর্মী আলোচনায় অংশগ্রহণ নিশ্চিত করা। এর মাধ্যমে শিক্ষকগণ যেমন- শিক্ষার্থীর শিখনকে প্রভাবিত করে এমন সব চ্যালেঞ্জ ও সুবিধাগুলো জানতে পারবে তেমনি পরবর্তী করণীয় ঠিক করতে পারবে। তাই বলা যায় উল্লিখিত মডেলটি থেকে শিক্ষক-শিক্ষার্থীগণ ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়নের প্রক্রিয়া সম্পর্কে ধারণা পেতে পারে। মডেলটিতে ৫টি পরস্পর সম্পর্কযুক্ত শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক মূল্যায়ন প্রক্রিয়া আছে। নিচে মডেলটি প্রদান করা হলো।



### অনুধাবন বা হৃদয়ঙ্গম করা

ধারাবাহিক মূল্যায়নের একটি উল্লেখযোগ্য অণুঘটক হলো পাঠদানরত অবস্থায় উদ্ভূত পরিস্থিতি হৃদয়ঙ্গম করা। যেমন- শিক্ষক শব্দের প্রতিধ্বনি ব্যাখ্যার পর কোনো শিক্ষার্থীকে জিজ্ঞাসা করলেন; প্রতিধ্বনি কী? শিক্ষার্থী উত্তর দিলেন শব্দের বেগ। এটি একটি উদ্ভূত পরিস্থিতি। এটি শিক্ষককে থামতে ও শিক্ষার্থীর লার্নিং সম্পর্কে ভাবতে সাহায্য করবে। এই ভাবনাকে সঠিক দিকে ধাবিত করতে শিক্ষক নিচের প্রশ্নগুলোর মাধ্যমে আত্মজিজ্ঞাসা শুরু করতে পারেন।

- কী ঘটল ?
- এটি কি প্রত্যাশিত শিখনফল?
- এটির পেছনে আসার ভূমিকা কী?
- এটি নিয়ে আমার কি গভীরভাবে ভাবা দরকার?

অন্যান্য উৎস থেকে প্রাপ্ত তথ্যও মূল্যায়নের অনুঘটক সম্পর্কে ধারণা প্রদান করতে পারে। এগুলো নিম্নরূপ:

- শ্রেণিকক্ষ পাঠদান পর্যবেক্ষণ ও এর উপর প্রতিফলন
- শিক্ষার্থী, স্টাফ, অভিভাবক সার্ভে
- একক বা দলীয়ভাবে গৃহীত অন্য বিষয়ে শিক্ষকের মতামত
- শিক্ষার্থীর সাথে ফোকাস গ্রুপ আলোচনা
- শিক্ষক, অভিভাবক ও স্কুল প্রধানদের সাথে সভা
- অভিভাবক অভিযোগ

এ ছাড়া অনানুষ্ঠানিক উৎস থেকেও মূল্যায়নের অনুঘটক সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যেতে পারে। এগুলো হলো:

- খেলার মাঠে, স্কুল যাওয়া আসার পথে বা শিক্ষক কমনরুমের আলোচনা
- স্বীয় অনুভূতি ও অভিজ্ঞতা
- অন্য স্কুলের প্রতিক্রিয়া

### অনুসন্ধান করা

মূল্যায়নের এ পর্যায়ে শিক্ষক শ্রেণিকক্ষের উদ্ভূত পরিস্থিতি সম্পর্কে আরও বৃহত্তর পরিসরে জানতে আগ্রহী হয়ে উঠেন। এজন্য কী এবং কীভাবে উত্তরণ ঘটানো যায় সে বিষয়ে সিদ্ধান্ত না নিয়ে উদ্ভূত পরিস্থিতির পেছনের কারণ জানার চেষ্টা করেন। এভাবে সমস্যার কারণ সম্পর্কে প্রমাণ সংগ্রহের মাধ্যমে শিক্ষক শিখন সমস্যাটি ব্যাপকভাবে জানা ও বোঝার চেষ্টা করেন। সমস্যার কারণ সম্পর্কে প্রমাণ সংগ্রহের কৌশল হিসেবে শিক্ষক শিক্ষার্থী, অভিভাবক ও অন্যান্য কলিগের সাথে আলোচনা করতে পারেন বা শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করতে পারেন বা শিক্ষার্থী কর্তৃক সম্পন্ন কোনো কাজ বিশ্লেষণ করতে পারেন। এ ছাড়া নিম্নলিখিত প্রশ্নের উত্তর খুঁজতে পারে:

- সমস্যাটির কারণ সম্পর্কে ইতোমধ্যে আমরা কী জানি?
- সমস্যাটির কারণ অনুধাবনে অতিরিক্ত কী জানা দরকার?
- কীভাবে কারণ জানা যেতে পারে?
- ভালো উদাহরণগুলো কী?

এছাড়া সমস্যার কারণ জানতে শিক্ষক মূল্যায়নের গবেষণা প্রতিবেদন বিশ্লেষণ করতে পারেন, বহিরাগত মূল্যায়ন বিশেষজ্ঞের পরামর্শ গ্রহণ করতে পারেন, ও মন্ত্রণালয়ের মূল্যায়ন নির্দেশকগুলো স্কুল পরিস্থিতির আলোকে বিচার বিশ্লেষণ করতে পারেন। আর এভাবেই স্কুল বা শিক্ষক শিক্ষার্থীর শিখন অগ্রগতি সম্পর্কে নির্ভরযোগ্য ধারণা পেতে পারেন।

### দলগতভাবে সমস্যা অনুধাবন

দলগত বিশ্লেষণ অনুসন্ধানেরই উচ্চতর ধাপ। এ পর্যায়ে শিখন সমস্যার কারণ সম্পর্কে বিভিন্ন দৃষ্টিভঙ্গির অবতারণা হয় এবং শিখন পরিস্থিতির জটিলতা সম্পর্কে শিক্ষকগণ আরও স্পষ্ট ধারণা পেতে পারেন। দলগতভাবে সমস্যা অনুধাবনে শিক্ষকগণ নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর খুঁজতে সচেষ্ট হতে পারেন:

- সমস্যার কারণ সম্পর্কে সংগৃহীত তথ্য আমাদের কার কাছে কী অর্থ বহন করে?
- সংগৃহীত তথ্য শিখন সমস্যা সম্পর্কে কী অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে?
- সমস্যা অনুধাবনে এটি কী যথেষ্ট?
- আর কী অন্তর্দৃষ্টি করা যেতে পারে?

এভাবে স্কুল বা শিক্ষক তাদের সামর্থ্য ও দুর্বলতা জেনে উন্নয়নের ক্ষেত্র চিহ্নিত করতে পারে এবং এটি তাদের সম্ভাব্য করণীয় কি হবে তা সমৃদ্ধ করতে পারে।

### কাজের অধাধিকার নির্বাচন

আমরা জানি যে, সকল শিখন সমস্যা একসাথে বা এককভাবে সমাধান করা সম্ভব নয়। এর জন্য অর্থ, জ্ঞান ও দক্ষতা প্রয়োজন হতে পারে। আবার কোন ক্ষেত্রে টিচিং কৌশল বা এসেসমেন্ট প্রসেস পরিবর্তনেরও প্রয়োজন হতে পারে। তাই ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়নের একটি বড় দিক হচ্ছে অধাধিকার নির্বাচন। এখানে খেয়াল রাখা প্রয়োজন যে, সীমিত সম্পদ দ্বারা

মূল্যায়নে বড় ধরনের পরিবর্তন একলাফে আনা সম্ভব নয়। ধীর কিন্তু স্থির পরিবর্তনের পরিকল্পনা গ্রহণ করাই শ্রেয়। এজন্য প্রাধিকার নির্বাচনে নিচের প্রশ্নগুলি খুব গুরুত্বপূর্ণ।

- কী করা প্রয়োজন এবং কেন করা প্রয়োজন?
- মূল্যায়ন পরিকল্পনা বাস্তবায়নযোগ্য কি না?
- সামর্থ্যের ক্ষেত্রগুলো কী কী?
- কী ধরনের সহায়তা দরকার হতে পারে?

উল্লিখিত প্রশ্নগুলোর মাধ্যমে ধারাবাহিক মূল্যায়নের সুনির্দিষ্ট লক্ষ্য যেমন- পাঠদানে শিক্ষকের পেশাগত দক্ষতার উন্নয়ন এবং শিক্ষার্থীর উচ্চ শিখনফল অর্জন ইত্যাদি নির্ধারণ করা সম্ভব। এরপর অগ্রাধিকারের ভিত্তিতে স্কুল বা শিক্ষক বাস্তবায়ন কাজে মনোনিবেশ করবেন।

### তত্ত্বাবধান ও মূল্যায়ন

ধারাবাহিক মূল্যায়নের মাধ্যমে পরিবর্তনের যে পরিকল্পনা করা হয় তা টিচিং ও লার্নিং এ কি ধরনের প্রভাব ফেলছে জানার জন্য বাস্তবায়ন প্রক্রিয়া তত্ত্বাবধান ও অর্জিত ফলাফল মূল্যায়ন অত্যন্ত জরুরি। তত্ত্বাবধান ও মূল্যায়নের জন্য নিচের প্রশ্নগুলো গুরুত্বপূর্ণ:

- ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়নের ফলে স্কুলে বা শ্রেণিকক্ষে নতুনভাবে কী ঘটছে?
- শ্রেণিকক্ষে টিচিং ও লার্নিং পরিস্থিতির উন্নয়ন বা অগ্রগতির স্বপক্ষে তথ্য বা প্রমাণ কী কী?
- যা অর্জিত হয়েছে তা কী যথেষ্ট?
- কী ধরনের সমন্বয় প্রয়োজন?
- কী অভিজ্ঞতা অর্জন করলাম?

মূল্যায়নের উল্লিখিত ৫টি প্রক্রিয়া বাস্তবায়নের ফলে কাজক্ষিত ফলাফল অর্জিত হচ্ছে কিনা স্কুল বা শিক্ষক তা জানতে পারেন।

অধিকন্তু, নিম্নলিখিত নির্দেশকসমূহের মাধ্যমে শিক্ষক গাঠনিক মূল্যায়নে সম্পৃক্ত কিনা তা জানতে পারেন:

- শিক্ষার্থীর সাথে শিখন উদ্দেশ্য নির্ধারণ করেন
- শিক্ষার্থীর সাথে শিখন অর্জনের মানদণ্ড নির্বাচন করেন
- প্রশ্ন করার কার্যকর কৌশল ব্যবহার করেন
- শিক্ষার্থীকে লিখিত ফিডব্যাক প্রদান করেন
- শিখন উন্নয়নের পরবর্তী ক্ষেত্র চিহ্নিত করেন
- শিক্ষার্থীর self learning ability'র বিকাশ ঘটান

নিচের ছকের মাধ্যমে শ্রেণিকক্ষে ধারাবাহিক মূল্যায়নের পর রেকর্ড সংরক্ষণ করে রাখা যায়।

ছক- : ধারাবাহিক মূল্যায়নের রেকর্ড সংরক্ষণ ছক

শ্রেণি: ষষ্ঠ - দশম		বিষয়:																								
রোল নম্বর	শিক্ষার্থীর নাম	প্রথম সাময়িক পরীক্ষা						দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষা						মোট গড় নম্বর												
		শ্রেণির কাজ (ব্যবহারিক কাজ)			বাড়ির কাজ ও অনুসন্ধানমূলক কাজ			শ্রেণি অভীক্ষা (লিখিত/ ব্যবহারিক)			শ্রেণির কাজ (ব্যবহারিক কাজ)				বাড়ির কাজ ও অনুসন্ধানমূলক কাজ			শ্রেণি অভীক্ষা (লিখিত/ ব্যবহারিক)								
		১০	১০	১০	৫	৫	৫	৫	৫	৫	৬০	২০	১০		১০	১০	৫	৫	৫	৫	৫	৫	৬০	২০	২০	
১																										
২																										
৩																										

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. ধারাবাহিক মূল্যায়ন কী?
২. গাঠনিক মূল্যায়ন কী?
৩. ধারাবাহিক মূল্যায়নের ক্ষেত্রসমূহের নাম কী?
৪. অনুভূতিমূলক ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহকে কতটি স্তরে ভাগ করা হয়েছে?
৫. মনোপেশিজ ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহ শিক্ষার্থীর কোনো দক্ষতা অর্জনের সাথে সম্পর্কিত?
৬. ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়নের ধারণাগত মডেলটিতে কতটি প্রক্রিয়া আছে?
৭. বহুনির্বাচনী প্রশ্নের প্রকারভেদ উল্লেখ করুন।
৯. রচনামূলক সৃজনশীল প্রশ্নে কতটি অংশ থাকে।
১০. বাংলাদেশে সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতি প্রবর্তনের মূল উদ্দেশ্য কী ছিল?

### রচনামূলক প্রশ্ন

১. মনোপেশিজ ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহ বর্ণনা করুন।
২. আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখন উদ্দেশ্যসমূহ বর্ণনা করুন।
৩. পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের যৌক্তিকতা ও গুরুত্ব আলোচনা করুন।
৪. পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজ মূল্যায়নের একটি রিসোর্স প্রস্তুত করুন।
৫. ধারাবাহিক মূল্যায়ন বাস্তবায়নের ৫টি প্রক্রিয়া উদাহরণসহ আলোচনা করুন।
৬. বুদ্ধিবৃত্তীয় ও মনোপেশিজ ক্ষেত্রের শিখনফলের ধারাবাহিক মূল্যায়নের উপায়সমূহ আলোচনা করুন।
৭. আবেগীয় ক্ষেত্রের শিখনফলের ধারাবাহিক মূল্যায়নের উপায় সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করুন।
৮. ধারাবাহিক ও সামষ্টিক মূল্যায়নের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা উপস্থাপনপূর্বক এদের গুরুত্ব উল্লেখ করুন।
৯. সৃজনশীল প্রশ্নপদ্ধতির ধারণা ও গুরুত্ব পর্যালোচনা করুন।
১০. শিক্ষার্থী মূল্যায়নে বহুনির্বাচনী প্রশ্নের গুরুত্ব উল্লেখ করুন।
১১. মধ্যমিক পদার্থবিজ্ঞানের যে কোনো অধ্যায় থেকে একটি রচনামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন প্রণয়ন করুন।

### তথ্যসূত্র

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম ২০১২, জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্য পুস্তক বোর্ড, ঢাকা।

মাধ্যমিক শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের ভবিষ্যৎ প্রধানদের প্রশিক্ষণ, টিকিউআই-২ প্রকল্প, ২০১৬।

পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম ২০১২, জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, ঢাকা।

প্রশিক্ষণ ম্যানুয়াল, সৃজনশীল প্রশ্ন প্রণয়ন, পরিশোধন ও উত্তরপত্র মূল্যায়ন, এসিএসডিপি, ২০১২।

Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain

নবম-দশম শ্রেণির শিক্ষকগণের বিষয়ভিত্তিক সিপিডি প্রশিক্ষণ ম্যানুয়াল-পদার্থবিজ্ঞান, টিকিউআই-২ প্রকল্প, ২০১৬।

Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. andbook I: Cognitive Domain

Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook II: TheAffective Domain

## ইউনিট-৯ : মাধ্যমিক পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু আলোচনা- ২

যে কোনো বিষয়ে পাঠদান করার জন্য বিষয়বস্তুর উপর গভীর জ্ঞান অর্জন একজন শিক্ষকের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। তাই এ ইউনিটকে ৬টি সেশনে ভাগ করে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষার ক্ষেত্রে বিষয়টির কিছু বিষয়ের উপর আলোচনা করা হয়েছে। যেমন- প্রতিবিম্ব, দর্পণে প্রতিবিম্ব; দর্পণ ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন, চোখের গঠন, ত্রুটি ও প্রতিকার; চোখের স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব ও ব্যবহারযোগ্য চশমা সনাক্তকরণ, তড়িৎ বল, তড়িৎ ক্ষেত্র, তড়িৎ বিভব, তড়িৎ ধারক, তড়িৎ চৌম্বক ক্রিয়া, তড়িতচৌম্বক আবেশ, তড়িৎ প্রবাহী তারের উপর চুম্বকের প্রভাব, তড়িৎ মোটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার ইত্যাদি।

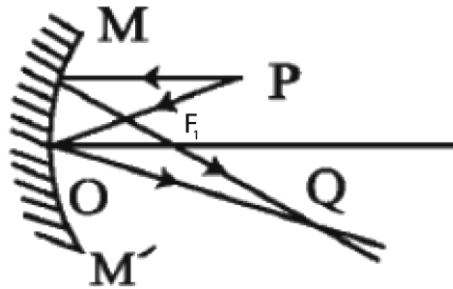
- ৯.১ প্রতিবিম্ব, দর্পণে বস্তুর প্রতিবিম্ব; দর্পণ ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন
- ৯.২ চোখের গঠন, ত্রুটি ও প্রতিকার; চোখের স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব ও ব্যবহারযোগ্য চশমা সনাক্তকরণ
- ৯.৩ তড়িৎ বল, তড়িৎ ক্ষেত্র, তড়িৎ বিভব, তড়িৎ ধারক
- ৯.৪ তড়িৎ চৌম্বক ক্রিয়া, তড়িতচৌম্বক আবেশ, তড়িৎ প্রবাহী তারের উপর চুম্বকের প্রভাব
- ৯.৫ তড়িৎ মোটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার
- ৯.৬ পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজ; পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজের জন্য শিক্ষকের প্রস্তুতি ও পরিকল্পনা; পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজ পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি নির্বাচন এবং সংগ্রহ ও সংরক্ষণ

### ৯.১ প্রতিবিম্ব, দর্পণে প্রতিবিম্ব; দর্পণ ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন

#### প্রতিবিম্ব

আমরা যখন কোনো আয়নার দিকে তাকাই, তখন আমার প্রতিচ্ছবি দেখতে পাই। আমাদের প্রতিচ্ছবি কি আয়নায় না আয়নার পিছনে মনে হয়? শুধু আয়না কেন, আমরা যদি পুকুর বা নদীর পাড় দিয়ে হেঁটে যাই তখনও পানির মধ্যে নিজের প্রতিচ্ছবি ভেসে ওঠে। এই প্রতিচ্ছবিই হলো প্রতিবিম্ব। যখন কোনো বস্তু থেকে আলোকরশ্মি আয়নায় প্রতিফলিত হয়ে আমার চোখে আসে তখনই প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়।

কোনো বস্তু থেকে প্রতিফলিত আলোকরশ্মি যখন সরাসরি আমাদের চোখে প্রবেশ করে তখন আমরা সেই বস্তুটি দেখতে পাই। আবার বস্তু থেকে আলোকরশ্মি যদি সরাসরি আমাদের চোখে না এসে অন্য কোনো মাধ্যমে প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয়ে চোখে প্রবেশ করে তখনও আমরা বস্তুটিকে দেখতে পাই। তখন মনে হয় যেন বস্তুটি তার আগের অবস্থানে নেই। যখন আয়নায় প্রতিচ্ছবি দেখি, তখন মনে হয় যেন আমরা আয়নার পিছনে আছি। প্রকৃত পক্ষে আয়নার সামনেই আছি। আয়নার উপস্থিতির জন্য নতুন অবস্থানে আমরা বস্তুর যে প্রতিচ্ছবি দেখতে পাই তাই হলো বস্তুর প্রতিবিম্ব।

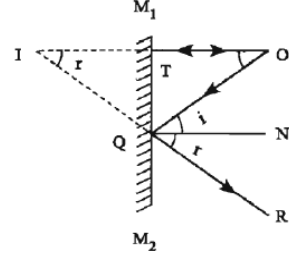


চিত্র ৯.১ : প্রতিফলনের জন্য বাস্তব প্রতিবিম্ব।

চিত্রে ৯.১-এ অবতল দর্পণের সম্মুখে P একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু। P হতে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল রশ্মি PM দর্পণে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাস দিয়ে MFQ পথে প্রতিফলিত হয়। PO রশ্মি দর্পণের মেরুবিন্দু O-তে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর OQ পথে যায়। প্রতিফলিত রশ্মি দুটি Q বিন্দুতে ছেদ করে। এই Q বিন্দুই হলো P বিন্দুর প্রতিবিম্ব।



চিত্রে ৯.২-এ O সমতল দর্পণের সামনে অবস্থিত একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু। O হতে OT রশ্মি অভিলম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং TO পথে প্রতিফলিত হয়। OQ রশ্মি তির্যকভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং QR পথে প্রতিফলিত হয়। এ রশ্মি দুটি অপসারী হওয়ায় রশ্মিগুলোকে পিছনের দিকে বর্ধিত করলে এগুলো O বিন্দুতে মিলিত হয়। অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মিগুলো দর্পণের পিছনে। বিন্দু থেকে অপসারিত হচ্ছে বলে হয়। এই I বিন্দুই হলো O বিন্দুর প্রতিবিম্ব। একটি বস্তু হলো অসংখ্য বিন্দুর সমষ্টি। ফলে বিন্দুর ন্যায় বস্তুরও প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।



চিত্র ৯.২: প্রতিফলনের জন্য অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

কোনো বিন্দু হতে নির্গত আলোকরশ্মিগুচ্ছ কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হওয়ার পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু হতে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয়, তখন ঐ দ্বিতীয় বিন্দুটিকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে।

### প্রতিবিম্বের প্রকারভেদ

যখন আয়নায় আমরা চেহারা দেখি, তখন আয়নার পিছনে আমরা প্রতিবিম্ব দেখতে পাই। আলোর প্রতিফলনের জন্য এমনটি ঘটে। আয়নায় দেখা এরূপ প্রতিবিম্বে সত্যিকার অর্থে আলো মিলিত হয় না। এ ধরনের প্রতিবিম্বকে বলে অবাস্তব প্রতিবিম্ব। আর যে সকল প্রতিবিম্বে আলো সত্যিকার অর্থে মিলিত হয় (যেমন— সিনেমার পর্দায় ফেলা কোনো দৃশ্য) সেগুলোকে বলা হয় বাস্তব প্রতিবিম্ব। ডিজিটাল ক্যামেরার পর্দায় ভেসে ওঠা ছবি হলো বাস্তব প্রতিবিম্ব। বাস্তব প্রতিবিম্ব পর্দায় ফেলা যায় কিন্তু অবাস্তব প্রতিবিম্ব পর্দায় ফেলা যায় না। অর্থাৎ প্রতিবিম্ব দুই প্রকারের হয়—

(ক) বাস্তব প্রতিবিম্ব

(খ) অবাস্তব প্রতিবিম্ব

(ক) বাস্তব প্রতিবিম্ব : কোনো বিন্দু হতে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হওয়ার পর যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয় তাহলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুটিকে প্রথম বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব বলে। চিত্র ৯.১ হলো প্রতিফলনের জন্য বাস্তব প্রতিবিম্ব।

(খ) অবাস্তব প্রতিবিম্ব : কোনো বিন্দু হতে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হওয়ার পর যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয়, তবে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুটিকে প্রথম বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব বলে। চিত্র ৯.২ হলো প্রতিফলনের জন্য সৃষ্ট অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

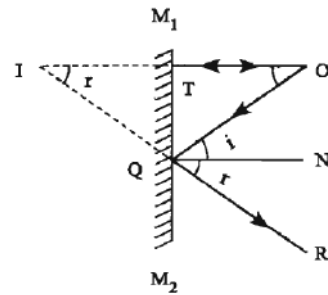
### দর্পণে বস্তুর প্রতিবিম্ব

আমরা জানি দর্পণ দুই প্রকার। (ক) সমতল দর্পণ এবং (খ) গোলায় দর্পণ। সমতল এবং গোলায় দর্পণে কীভাবে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয় তা আমরা আলোচনা করবো।

সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব

(ক) বিন্দু লক্ষ্যবস্তু

চিত্র ৯.৩এ M সমতল দর্পণের সামনে O একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু। প্রতিফলনের জন্য দর্পণের পিছনে বস্তুটির প্রতিবিম্ব I গঠিত হয়। O থেকে OT রশ্মি অভিলম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং TO পথে ফিরে আসে। OQ রশ্মি দর্পণে তির্যকভাবে আপতিত হয় এবং QR পথে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মি QR এবং TO পিছনে বর্ধিত করলে এরা I বিন্দুতে মিলিত হয়। অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মি দুটি যেন দর্পণের পিছনে অবস্থিত I বিন্দু থেকে আসছে। অতএব, এই I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।



চিত্র ৯.৩ : সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব

$Q$  বিন্দুতে  $QN$  অভিলম্ব আঁকা হলো।

চিত্রে  $TO$  এবং  $QN$  সমান্তরাল।

$$\therefore \angle TOQ = \angle OQN = \angle i \quad (৯.১)$$

আবার,  $OI$  এবং  $QN$  সমান্তরাল,  $RQI$  সরলরেখা এদের ছেদক।

$$\therefore \angle TIQ = \angle NQR = \angle r \quad (৯.২)$$

আমরা জানি,  $i = r$

$\therefore$  (৯.১) ও (৯.২) সমীকরণ হতে পাই,

$$\angle TOQ = \angle TIQ$$

এখন,  $\Delta QOT$  এবং  $\Delta QIT$ -এর মধ্যে,

$$\angle TOQ = \angle TIQ, TQ \text{ সাধারণ বাহু,}$$

$$\text{এবং } \angle QTO = \angle QTI = 90^\circ$$

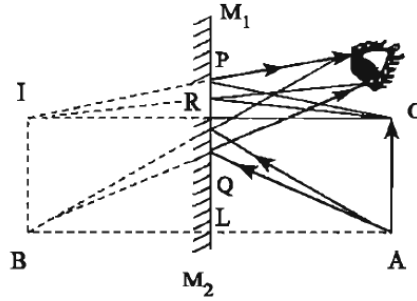
সুতরাং, ত্রিভুজদ্বয় সর্বসম।

$$\text{সুতরাং, } OT = TI$$

অর্থাৎ, লক্ষ্যবস্তু দর্পণের যত সামনে অবস্থিত, প্রতিবিম্ব ও দর্পণের ঠিক ততটা পিছনে গঠিত হয়।

(খ) বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু

বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর ন্যায় বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তুর জন্যও প্রতিবিম্ব আঁকা যায়। এক্ষেত্রে, বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তুকে অসংখ্য বিন্দুর সমষ্টি হিসেবে গণ্য করতে হবে। এক্ষেত্রে, প্রত্যেক বিন্দুর জন্য দর্পণের পিছনে অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয় [চিত্র ৯.৪]।



চিত্র ৯.৪ : বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব

চিত্রে  $OA$  লক্ষ্যবস্তু এবং এর প্রতিবিম্ব  $IB$  দেখানো হয়েছে।  $O$  এবং  $A$  হতে  $M_1M_2$  দর্পণের উপর লম্ব টানা হলো। এরা দর্পণকে যথাক্রমে  $R$  এবং  $L$  বিন্দুতে ছেদ করে। এখন  $OR$  এবং  $AL$ -কে পিছনের দিকে যথাক্রমে  $I$  এবং  $B$  পর্যন্ত বর্ধিত করা হলো যেন  $OR = IR$  এবং  $AL = BL$  হয়।  $I$  ও  $B$  যোগ করা হলো। তাহলে  $IB$ -ই হলো সমতল দর্পণে গঠিত  $OA$  লক্ষ্যবস্তুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের আকার লক্ষ্যবস্তুর আকারের সমান হয়।

সমতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য

সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের নিম্নলিখিত ধর্মগুলো রয়েছে:

১. সমতল দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব ও প্রতিবিম্বের দূরত্ব সমান।
২. প্রতিবিম্বের আকার লক্ষ্যবস্তুর আকারের সমান।
৩. প্রতিবিম্ব অবাস্তব অর্থাৎ প্রতিবিম্ব পর্দায় গঠন করা যায় না এবং সোজা।
৪. প্রতিবিম্বের পারস্পরিক পরিবর্তন ঘটে। অর্থাৎ প্রতিবিম্বের বামপাশ এবং ডানপাশ পরস্পর বিনিময় করেছে বলে মনে হয়।

## দর্পণ ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন

অনুসন্ধান : অবতল দর্পণ ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন

উদ্দেশ্য : ল্যাবরেটরিতে অবতল দর্পণ ব্যবহার এবং বাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি।

যন্ত্রপাতি : একটি অবতল দর্পণ।

কাজের ধারা :

১. সুবিধাজনক ফোকাস দূরত্বের একটি অবতল দর্পণ নিতে হবে।
২. দর্পণটি নিয়ে তোমার ল্যাবরেটরির দরজা অথবা জানালার নিকট দাঁড়াতে হবে।
৩. এবার দর্পণটিকে বাইরের কোনো দৃশ্য যেমন- গাছপালা, দালান ইত্যাদির দিকে ধরতে হবে।
৪. দর্পণটিকে ডানে বামে নড়াচড়া করে খুব নিকটবর্তী মসৃণ দেয়ালে ঐ দৃশ্যের প্রতিবিম্ব তৈরি করতে হবে।
৫. প্রতিবিম্বটিকে স্পষ্ট করার জন্য দর্পণটিকে দেয়াল হতে সামনে বা পিছনে সরাতে হবে।
৬. কোনো একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে তুমি বস্তুর স্পষ্ট প্রতিবিম্ব দেয়ালে দেখা যাবে।
৭. এভাবে দূরের বস্তুর স্পষ্ট প্রতিবিম্ব দেয়ালে প্রদর্শন করা যায়।

## ৯.২ চোখের গঠন, ত্রুটি ও প্রতিকার; চোখের স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব ও ব্যবহারযোগ্য চশমা সনাক্তকরণ

### চোখের গঠন, ত্রুটি ও প্রতিকার

#### চোখের গঠন

অক্ষিগোলক (Eye-ball) : চোখের কোটরের মধ্যে অবস্থিত এর গোলাকার অংশকে অক্ষিগোলক বলে। এর সামনে ও পিছনের অংশ খানিকটা চ্যাপ্টা। এটি চোখের কোটরের মধ্যে একটা নির্দিষ্ট সীমার চারদিকে ঘুরতে পারে।

২. শ্বেতমণ্ডল (Sclerotic) : এটি শক্ত, সাদা, অস্বচ্ছ তন্তু দিয়ে তৈরি অক্ষিগোলকের বাইরের আবরণ (চিত্র ৯.৫)। এটি চোখের আকৃতি ঠিক রাখে এবং বাইরের নানা প্রকার অনিষ্ট হতে চোখকে রক্ষা করে।

৩. কর্নিয়া (Cornea) : এটি শ্বেতমণ্ডলের সামনের অংশ। শ্বেতমণ্ডলের এ অংশ স্বচ্ছ এবং বাইরের দিকে কিছুটা উত্তল।

৪. কৃষ্ণমণ্ডল (Choroid) : শ্বেতমণ্ডলের ভিতরের গায়ে কালো রঙের একটি আস্তরণ থাকে যাকে কৃষ্ণমণ্ডল বলে। এই কালো আস্তরণের জন্য চোখের ভিতরে অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হয় না।

৫. আইরিস (Iris) : কর্নিয়ার ঠিক পিছনে অবস্থিত একটি অস্বচ্ছ পর্দাকে আইরিস বলে। আইরিসের রং বিভিন্ন লোকের বিভিন্ন রকমের হয়। সাধারণত এর রং কালো, হালকা নীল বা গাঢ় বাদামী হয়। আইরিস চক্ষু লেন্সের উপর আপতিত আলোর পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করে।

৬. চোখের মণি ও তারারন্ধ্র (Pupil) : আইরিসের মাঝখানে একটি ছোট ছিদ্র থাকে। একে চোখের মণি বা তারারন্ধ্র বলে। তারারন্ধ্রের মধ্য দিয়ে আলো চোখের ভিতরে প্রবেশ করে।

৭. চক্ষুলেঙ্গ (Eye Lens) : চোখের মণির ঠিক পিছনে অবস্থিত এটি চোখের

সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এটি স্বচ্ছ জৈব পদার্থের তৈরি। লেন্সের পিছনের দিকের বক্রতা সামনের দিকের বক্রতার চেয়ে কিছুটা বেশি। লেন্সটি অক্ষিগোলকের সাথে সিলিয়ারি মাংসপেশি ও সাসপেন্সরি লিগামেন্ট দ্বারা আটকানো থাকে। এই মাংসপেশি ও লিগামেন্টগুলোর সংকোচন ও প্রসারণের ফলে চক্ষু লেন্সের বক্রতা পরিবর্তিত হয় ফলে লেন্সের ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে। দূরের বা কাছের জিনিস দেখার জন্য চক্ষু লেন্সের ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন করার প্রয়োজন হয়।



চিত্র ৯.৫

**৮. রেটিনা (Retina) :** চক্ষু লেন্সের পেছনে অবস্থিত অক্ষিগোলকের ভিতরের পৃষ্ঠের গোলাপী রঙের ঈষদচ্ছ আলোক সংবেদন আবরণকে রেটিনা বলে। এটি রড ও কোণ (rods & cones) নামে কতকগুলো স্নায়ুতন্ত্র দ্বারা তৈরি। এই তন্ত্রগুলো চক্ষু স্নায়ুর সাথে সংযুক্ত থাকে। রেটিনার উপর আলো পড়লে তা ঐ স্নায়ুতন্ত্রতে এক প্রকার উত্তেজনা সৃষ্টি করে ফলে মস্তিষ্কে দর্শনের অনুভূতি জাগে।

**অ্যাকুয়াস হিউমার ও ভিট্রিয়াস হিউমার (Aqueous humour and Vitreous humour) :** কর্নিয়া ও চক্ষু লেন্সের মধ্যবর্তী স্থান যে স্বচ্ছ লবণাক্ত জলীয় পদার্থে পূর্ণ থাকে তাকে অ্যাকুয়াস হিউমার বলে। রেটিনা ও চক্ষু লেন্সের মধ্যবর্তী স্থান যে জেলি জাতীয় পদার্থে পূর্ণ থাকে তাকে ভিট্রিয়াস হিউমার বলে।

**চোখের উপযোজন :** একটি উত্তল লেন্সের সামনে ফোকাস দূরত্বের বাইরে কোনো বস্তু রাখলে লেন্সের পিছনে বস্তুটির একটি বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। লেন্সের পিছনে একট পর্দা রাখলে পর্দার উপর বস্তুটির একটি উল্টো প্রতিবিম্ব দেখা যায়। পরীক্ষা করলে দেখা যায় যে, পর্দাটির একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে প্রতিবিম্ব সবচেয়ে পরিষ্কার হয়। একটি বস্তুকে যদি লেন্সের নিকটে আনা হয় বা লেন্স থেকে দূরে সরিয়ে নেওয়া হয় তাহলে পরিষ্কার প্রতিবিম্ব পাওয়ার জন্য পর্দাটিকে সামনে বা পিছনে সরতে হয়। এখন আমরা যদি পর্দার পূর্ব অবস্থানে পরিষ্কার বিম্ব পেতে চাই তাহলে ভিন্ন ফোকাস দূরত্বের লেন্স ব্যবহার করতে হবে।

চোখের ক্ষেত্রে ঠিক একই রকম ঘটনা ঘটে। কর্নিয়া, অ্যাকুয়াস হিউমার, চক্ষু লেন্স ও ভিট্রিয়াস হিউমার একত্রে একটি অভিসারী লেন্সের কাজ করে। চোখের সামনে কোনো বস্তু থাকলে সেই বস্তুর বিম্ব যদি রেটিনার উপর পড়ে তাহলে মস্তিষ্কের দর্শনের অনুভূতি জাগে এবং আমরা সেই বস্তু দেখতে পাই। আমরা চোখের সাহায্যে বিভিন্ন দূরত্বের বস্তু দেখি। চোখের লেন্সের একটি বিশেষ গুণ হচ্ছে এর আকৃতি প্রয়োজন মতো বদলে যায় ফলে ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে। ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তনের ফলে লক্ষবস্তুর যে কোনো অবস্থানের জন্য লেন্স থেকে একই দূরত্বে অর্থাৎ, রেটিনার উপর স্পষ্ট বিম্ব গঠিত হয়। যে কোনো দূরত্বের বস্তু দেখার জন্য চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নিয়ন্ত্রণ করার এই ক্ষমতাকে চোখের উপযোজন বলে।

**দর্শনানুভূতির স্থায়িত্বকাল :** চোখের সামনে কোনো বস্তু রাখলে রেটিনায় তার প্রতিবিম্ব গঠিত হয় এবং আমরা বস্তুটি দেখতে পাই। এখন যদি বস্তুটিকে চোখের সম্মুখ থেকে সরিয়ে নেওয়া হয় তাহলে সরিয়ে নেওয়ার ০.১ সেকেন্ড পর্যন্ত এর অনুভূতি মস্তিষ্কে থেকে যায়। এই সময়কে দর্শনানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে।

**দু'টি চোখ থাকার সুবিধা :** দু'টি চোখ দিয়ে একটি বস্তু দেখলে আমরা কেবলমাত্র একটি বস্তুই দেখতে পাই। যদিও প্রত্যেকটি চোখ আপন আপন রেটিনায় প্রতিবিম্ব গঠন করে, কিন্তু মস্তিষ্ক দুটি ভিন্ন প্রতিবিম্বকে একটি প্রতিবিম্বে পরিণত করে। দুটি চোখ থাকার জন্য দূরত্ব নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায়। তাই একটি চোখ বন্ধ রেখে সুইয়ে সুতা পরাতে খুবই অসুবিধা হয়। তাছাড়া বস্তুর তুলনায় দুটি চোখের বিভিন্ন অবস্থানের জন্য ডান চোখ ডান দিকটা বেশি এবং বাম চোখ বাম দিকটা বেশি দেখে। দুই চোখ দিয়ে বস্তু দেখলে দু'টি ভিন্ন প্রতিবিম্বের উপরিপাত ঘটবে এবং বস্তুকে ভালোভাবে দেখা যাবে।

### চোখের ত্রুটি ও তার প্রতিকার

স্বাভাবিক চোখের দৃষ্টির পাল্লা 25 cm থেকে অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত অর্থাৎ, স্বাভাবিক চোখ 25 cm থেকে অসীম দূরত্বের মধ্যে যে কোনো বস্তু স্পষ্ট দেখতে পায়। যদি কোনো চোখ এই পাল্লার মধ্যে কোনো বস্তুকে স্পষ্ট দেখতে না পায় তাহলে সেই চোখ ত্রুটিপূর্ণ বলে ধরা হয়। চোখে প্রধানত দুই ধরনের ত্রুটি দেখা যায়। যথা :

১. হ্রস্ব দৃষ্টি বা মাইওপিয়া (Short sight or Myopia)
২. দীর্ঘ দৃষ্টি বা হাইপারমেট্রোপিয়া (Long sight or Hypermetropia)

১. হ্রস্ব দৃষ্টি বা মাইওপিয়া : এই ক্রটিগ্রস্ত চোখ দূরের জিনিস ভালোভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায়। এমনকি এই চোখের নিকট বিন্দু 25 cm এরও কম হয়। সুতরাং চোখের নিকটবিন্দু 25 cm এরও কম হলে সেটাও হ্রস্ব দৃষ্টি।

কারণ : অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ, অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এই ক্রটি দেখা দেয় [৯.৬ (ক)]।

ক্রটির ফল : এক্ষেত্রে অনেক দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে I বিন্দুতে মিলিত হয় [চিত্র ৯.৬ (ক)] ফলে লক্ষবস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। এই চোখের দূরবিন্দু অসীমের পরিবর্তে F বিন্দুতে হয় যা অনেক সময় এক মিটার বা তার চেয়ে কম দূরত্বে অবস্থিত হয়। তাই এই চোখ F এর বেশি দূরের কোনো বস্তু স্পষ্ট দেখতে পায় না [চিত্র ৯.৬ (খ)]

প্রতিকার : চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাওয়ার জন্য এই ক্রটির উদ্ভব হয়। দৃষ্টির এ ক্রটি সংশোধন করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয় চিত্র ৯.৬ (গ)।

তাছাড়া একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও আবাস্তব বিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। এই লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষবস্তুর বিম্ব ক্রটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে [চিত্র ৯.৬ (গ)]। আমরা জানি অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষবস্তুর বিম্ব ফোকাসে গঠিত হয়। সুতরাং অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ক্রটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুর দূরত্বের সমান হতে হবে।

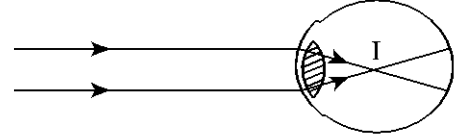
২. দীর্ঘদৃষ্টি বা হাইপারমেট্রোপিয়া : এই ক্রটিগ্রস্ত চোখ দূরের জিনিস দেখতে পায় কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায় না।

বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেড়ে গেলে অর্থাৎ, অভিসারী ক্ষমতা কমে গেলে চোখে এ ধরনের ক্রটি দেখা দেয় [চিত্র ৯.৭(ক)]।

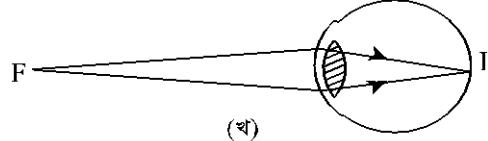
ক্রটির ফল : এক্ষেত্রে চোখের সামনে লক্ষবস্তু থেকে আগত আলোক রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার পেছনে I বিন্দুতে মিলিত হয় [চিত্র ৯.৭ (ক)]। ফলে লক্ষবস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। [এই চোখের নিকট বিন্দু N থেকে দূরে সরে O বিন্দুতে চলে যায় যা 25cm চেয়ে অনেক বেশি। তাই এ চোখে O-এর চেয়ে নিকটবর্তী স্থানের বস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না [চিত্র ৯.৭ (খ)]।

প্রতিকার : চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার দরুন এ ক্রটির উদ্ভব হয়। তাই এ ক্রটি দূর করতে চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এজন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

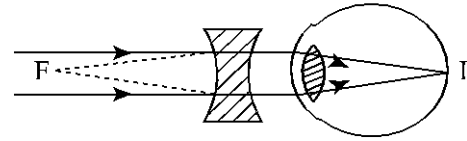
তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা আবাস্তব বিম্ব গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N-এ স্থাপিত লক্ষবস্তুর বিম্ব ক্রটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O-তে গঠন করে [চিত্র ৯.৭(গ)]।



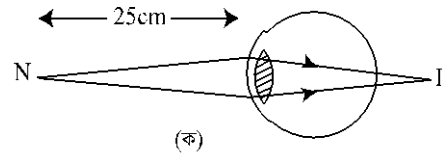
(ক)



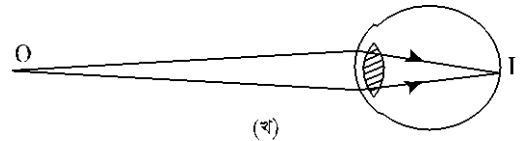
(খ)



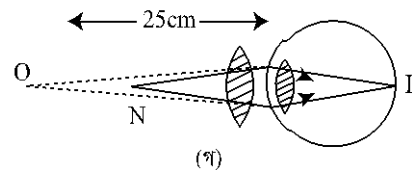
(গ)



(ক)



(খ)



(গ)

চিত্র ৯.৭

### চোখের স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব

আমাদের দৈনন্দিন জীবনের অভিজ্ঞতা থেকে আমরা দেখতে পাই যেকোনো বস্তুকে চোখের যত নিকটে নিয়ে আসা যায় বস্তুটিও তত স্পষ্ট দেখা যায়। কিন্তু কাছে আনতে আনতে এমন একটা দূরত্ব আসে যখন আর বস্তুটি খুব স্পষ্ট দেখা যায় না। যে ন্যূনতম দূরত্ব পর্যন্ত চোখ সহজে স্পষ্ট দেখতে পায় তাকে স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব বলে। স্বাভাবিক চোখের জন্য স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব প্রায় 25 সেন্টিমিটার। চোখ থেকে 25 সেন্টিমিটার দূরবর্তী বিন্দুকে চোখের নিকট বিন্দু বলে। কোনো বস্তু 25 সেন্টিমিটারের কম দূরত্বে থাকলে তাকে স্পষ্ট দেখা যায় না।

সবচেয়ে বেশি যে দূরত্বে কোন বস্তু থাকলে তা স্পষ্ট দেখা যায় তাকে চোখের স্পষ্ট দর্শনের দূরতম দূরত্ব বলে। একে চোখের দূরবিন্দুও বলে। স্বাভাবিক চোখের জন্য দূরবিন্দু অসীম দূরত্বে অবস্থিত হয়। অর্থাৎ স্বাভাবিক চোখ বহুদূর পর্যন্ত স্পষ্ট দেখতে পায়।

### ব্যবহারযোগ্য চশমা সনাক্তকরণ

উপকরণ : খবরের কাগজ অথবা বই

কাজের ধারা

১. চশমা পরে এমন পাঁচ জন সহকর্মীকে বাছাই করতে হবে
২. বাছাই করা একজনকে খবরের কাগজ অথবা বইটি পড়তে দিতে হবে
৩. তিনি খবরের কাগজটি যে অবস্থানে রেখে ভালোভাবে পড়তে পারে সে অবস্থান চিহ্নিত করতে হবে
৪. এবার স্কেল ব্যবহার করে খবরের কাগজ অথবা বইটির অবস্থান পরিমাপ করতে হবে, এটাই স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব
৫. একইভাবে পাঁচজনের স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় করতে হবে এবং ছকে লিখতে হবে
৬. স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব যাচাই করে প্রয়োজনীয় চশমা সুপারিশ করা যেতে পারে
৭. স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব ব্যক্তি বিশেষে আলাদা হওয়ার কারণ আলোচনা করতে হবে।

ব্যক্তির নাম	আনুমানিক বয়স	স্পষ্টদর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব	সুপারিশকৃত চশমা

## ৯.৩ তড়িৎ বল, তড়িৎ ক্ষেত্র, তড়িৎ বিভব, তড়িৎ ধারক

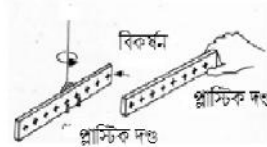
### তড়িৎ বল

বলের প্রকৃতি : একটি ধনাত্মক আধানে আহিত প্লাস্টিক দণ্ডকে নাইলনের সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে দেওয়া হলো ( চিত্র ৯.৮ ক )। এবার একটি ঋণাত্মক আধানে আহিত পলিথিনের দণ্ডকে এর নিকটে আনা হলো। কি দেখা যাবে? প্লাস্টিকের দণ্ডটি পলিথিনের দণ্ডের দিকে ঘুরে যাবে। এ থেকে বুঝা যায়, দুটি বিপরীত আধানে আহিত বস্তু পরস্পরকে আকর্ষণ করে।

এবার একটি ধনাত্মক আধানে আহিত প্লাস্টিক দণ্ডকে ঝুলান ধনাত্মক আধানে আহিত প্লাস্টিকের দণ্ডের দিকে নিয়ে এলে (চিত্র ৯.৮ খ) কি দেখা যাবে? ঝুলান দণ্ডটি দ্রুত দূরে সরে যাবে। অর্থাৎ সমজাতীয় আধান পরস্পরকে বিকর্ষণ করে।



(ক)



(খ)

চিত্র : ৯.৮

**কুলম্বের সূত্র :** আমরা দেখলাম, দুটি বিপরীত জাতীয় আধান পরস্পরকে আকর্ষণ করে, দুটি সমজাতীয় আধান পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। দুটি আধানের মধ্যবর্তী এই আকর্ষণ বা বিকর্ষণের বলের মান নির্ভর করে ,

১. আধান দুটির পরিমানের উপর।
২. আধান দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর।
৩. আধান দুটি যে মাধ্যমে অবস্থিত তার প্রকৃতির উপর।

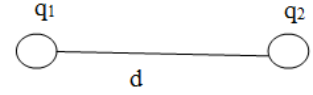
দুটি আধানের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল সম্পর্কে বিজ্ঞানী কুলম্ব একটি সূত্র বিবৃত করেন। একে কুলম্বের সূত্র বলে।

**সূত্র :** নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু আধানের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক, মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এই বল এদের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

ধরা যাক, দুটি আধানের পরিমাণ যথাক্রমে  $q_1$  ও  $q_2$  এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d$  (চিত্র ১০.৯)। এদের মধ্যবর্তী ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল  $F$  হলে, কুলম্বের সূত্রানুসারে ,

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$\text{বা, } F = C \frac{q_1 q_2}{d^2} \quad (১.৩)$$



চিত্র : ১.৯

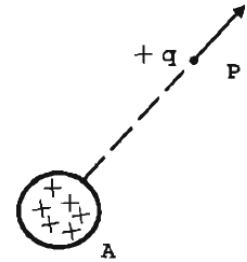
এখানে  $C$  একটি সমানুপাতিক প্রবক। শূন্যস্থানের জন্য এর মান  $9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ । একে অনেক সময় কুলম্বের প্রবক বলা হয়।

**আধানের একক :** আধানের একক হচ্ছে কুলম্ব (C)। এটি একটি লব্ধ একক। অ্যাম্পিয়ারের সাহায্যে এর সংজ্ঞা দেওয়া হয়।

কোনো পরিবাহকের মধ্য দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার (1 A) প্রবাহ এক সেকেন্ড (1 s) ধরে চললে এর যে কোনো প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে এক কুলম্ব (1 C) বলে।

## তড়িৎ ক্ষেত্র

ধরা যাক, A একটি ধনাত্মক আধানে বস্তু। এখন P বিন্দুতে (চিত্র ৯.১০) যদি একটি আধান  $+q$  রাখা হয় তাহলে A বস্তুর আধানের জন্য  $+q$  আধানটি একটি বল অনুভব করবে। আমরা বলি P বিন্দুতে একটি তড়িৎ ক্ষেত্র বিরাজ করছে যার উৎস হচ্ছে আহিত বস্তু A। অর্থাৎ, একটি আহিত বস্তুর নিকটে অন্য একটি আহিত বস্তু আনলে সেটি আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল অনুভব করে। আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঞ্চল জুড়ে এই প্রভাব বিদ্যমান থাকে সেই অঞ্চলকেই এই বস্তুটির তড়িৎ ক্ষেত্র বলে।



চিত্র : ৯.১০

**তড়িৎ তীব্রতা :** কুলম্বের সূত্র থেকে দেখা যায় যে, P বিন্দুটি A বস্তুটির যত নিকটবর্তী হয় ঐ বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের সবলতাও তত বৃদ্ধি পায়। তড়িৎ ক্ষেত্রের সবলতাকে তীব্রতা বলা হয়। তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি যে বল অনুভব করে তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা বলে।

যদি P বিন্দুতে স্থাপিত আধানটি  $F$  বল লাভ করে তাহলে P বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা,

$$E = \frac{F}{q} \quad (৯.২)$$

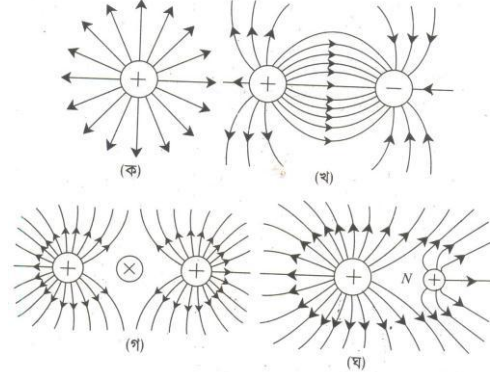
তড়িৎ তীব্রতা একটি ভেক্টর রাশি এবং এর দিক হচ্ছে তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপিত ধনাত্মক আধানের উপর ক্রিয়াশীল বলের দিকে।

তড়িৎ তীব্রতার একক হচ্ছে নিউটন/কুলম্ব ( $\text{N C}^{-1}$ )।

**তড়িৎ বলরেখা :** তড়িৎ ক্ষেত্র সম্পর্কে ধারণা পাওয়ার জন্য মাইকেল ফ্যারাডে তড়িৎ বলরেখার আবতারণা করেন।

কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে এটি বল লাভ করবে। যদি আধানটি মুক্ত হয় তবে সেটি এই বল লাভের ফলে স্থির না থেকে একটি নির্দিষ্ট পথে চলবে। তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে এটি যে পথে পরিভ্রমণ করে তাকে তড়িৎ বলরেখা বলে। বলরেখার বাস্তব কোনো অস্তিত্ব নেই। এই রেখাগুলো কাল্পনিক। তড়িৎ বলরেখা তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার পরিমাপ ও দিক ব্যাখ্যা করার জন্য ব্যবহার করা হয়। তড়িৎ ক্ষেত্রের বলরেখাগুলো এমন হয় যে, তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বলরেখার সাথে অংকিত স্পর্শক ঐ বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার দিক নির্দেশ করে। বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা তীব্রতার সমানুপাতিক। কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের বলরেখার চিত্রে বলরেখার মধ্যবর্তী ফাঁক তড়িৎ তীব্রতার মান নির্দেশ করে। তড়িৎ ক্ষেত্রের যে সব এলাকায় বলরেখাগুলো কাছাকাছি অবস্থিত, অর্থাৎ ঘন সন্নিবিষ্ট সেখানে E এর মান বেশি, আর যে সব এলাকায় বলরেখাগুলো দূরে দূরে অবস্থিত সে সব স্থানে E এর মান ছোট বা কম হয়।

আহিত বস্তুর বিভিন্ন অবস্থানের জন্য তড়িৎ ক্ষেত্রের বলরেখার প্রকৃতি ভিন্ন হয়। নিচে কয়েকটি তড়িৎ ক্ষেত্রের বলরেখা বর্ণনা করা হলো। আলোচনার সুবিধার্থে পরিবাহকগুলোকে গোলাকার ধরা হয়েছে।



চিত্র : ৯.১১

- (১) একটি পৃথক ধনাত্মক আধানের জন্য বলরেখার প্রকৃতি ৯.১১ (ক) চিত্রে দেখানো হলো। এক্ষেত্রে বলরেখাগুলো পরিবাহকের পৃষ্ঠ থেকে লম্ব বরাবর সুসমভাবে বের হয়েছে। বস্তুর আধানের পরিমাণ বাড়লে বলরেখার সংখ্যাও বাড়বে।
- (২) দুটি সমান ও বিপরীত জাতীয় আধান দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎ ক্ষেত্রের বলরেখা ৯.১১ (খ) চিত্রে দেখানো হলো। এক্ষেত্রে বলরেখাগুলো ধনাত্মক আধান থেকে বের হয়ে ঋণাত্মক আধানে প্রবেশ করে।
- (৩) সমান মানের দুটি ধনাত্মক আধান পাশাপাশি স্থাপন করলে এদের সৃষ্ট তড়িৎ ক্ষেত্রের বলরেখা ৯.১১ (গ) চিত্রে দেখানো হলো। এক্ষেত্রে বলরেখাগুলো পরস্পর থেকে দূরে সরে যাবে, ফলে দুই আধানের মাঝখানে কোন বলরেখা থাকে না। চিত্রে এই স্থানকে X চিহ্ন দিয়ে দেখানো হলো। এই স্থানে কোনো আধান স্থাপন করলে সেটি কোন বল লাভ করবে না। এই বিন্দুকে নিরপেক্ষ বিন্দু বলা হয়।
- (৪) দুটি অসমান ধনাত্মক আধানের জন্য সৃষ্ট তড়িৎ ক্ষেত্রের বলরেখা ৯.১১ (ঘ) চিত্রে দেখানো হল। এক্ষেত্রে নিরপেক্ষ বিন্দু N ক্ষুদ্রতর আধানের নিকটবর্তী হবে।

## তড়িৎ বিভব

তড়িৎ বিভব দ্বারা নির্ধারিত হবে তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি আধান কোন দিকে গতিশীল হবে বা দুটি পরিবাহক সংযুক্ত করলে কোন পরিবাহক থেকে কোন পরিবাহকে আধান প্রবাহিত হবে। তড়িৎ ক্ষেত্র সৃষ্টিকারী আহিত বস্তুর আধান ধনাত্মক হলে একটি ধনাত্মক আধানকে বস্তুর দিকে আনতে বিকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। সুতরাং, অসীম থেকে একটি একক ধনাত্মক আধানকে বস্তুর যত নিকটবর্তী কোনো বিন্দুতে আনতে হবে তত বেশি কাজ করতে হবে। তাই ধনাত্মকভাবে আহিত একটি বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যে একটি বিন্দু বস্তুর যত নিকটে হবে তার বিভবও তত বেশি হবে। ধনাত্মকভাবে আহিত একটি বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপিত একটি ধনাত্মক আধান যদি মুক্তভাবে চলতে পারে, তবে সেটি ধনাত্মকভাবে আহিত বস্তু থেকে দূরে সরে যাবে। সুতরাং বলা চলে ধনাত্মক আধান উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে চলে। অপরপক্ষে ঋণাত্মক আধান ধনাত্মকভাবে আহিত বস্তুর দিকে চলে। সুতরাং, ঋণাত্মক আধান নিম্নবিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে চলে। ক্ষেত্র সৃষ্টিকারী আহিত বস্তুটি ঋণাত্মকভাবে আহিত হলে একটি একক ধনাত্মক আধানকে ঐ বস্তুর দিকে আনতে আকর্ষণ বল দ্বারা কাজ সম্পন্ন হবে। ঋণাত্মকভাবে আহিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্রে অসীম থেকে ধনাত্মক আধান বস্তুর দিকে আসতে নিজেই কাজ করে। ফলে আধানটি শক্তি হারায় এবং তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভবকে ঋণাত্মক ধরা হয়।



**বিভবের পরিমাপ :** অসীম দূরত্ব থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে। আবার, অসীম থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে পরিবাহকের খুব নিকটে আনতে তড়িৎ বল দ্বারা বা তড়িৎ বলের বিরুদ্ধে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়, তাকে ঐ পরিবাহকের বিভব বলে।

অসীম থেকে ক্ষুদ্র আধান  $q$  কে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বা পরিবাহকের খুব নিকটে আনতে যদি সম্পন্ন কাজের পরিমাণ  $W$  হয়, তবে ঐ বিন্দুর বা পরিবাহকের বিভব  $V$  হবে।

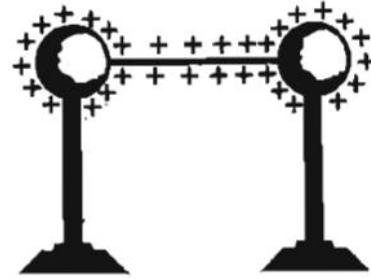
$$V = \frac{W}{q} \dots\dots\dots( ৯.৩)$$

দুটি আহিত পরিবাহককে তড়িৎগতভাবে যুক্ত করলে কোনো দিক দিয়ে আধান প্রবাহিত হবে তড়িৎ বিভব দ্বারা তা নির্ধারিত হয়।

দুটি আধানযুক্ত ধাতব গোলককে একটি পরিবাহক তার দ্বারা যুক্ত করলে ( চিত্র ৯.১২) নিচের যে কোনো একটা ঘটনা ঘটতে পারে।

১. বাম গোলক থেকে কিছু আধান ডান গোলকে যেতে পারে।
২. ডান গোলক থেকে কিছু আধান বাম গোলকে যেতে পারে।
৩. আধান যেমন ছিল তেমনই থাকতে পারে।

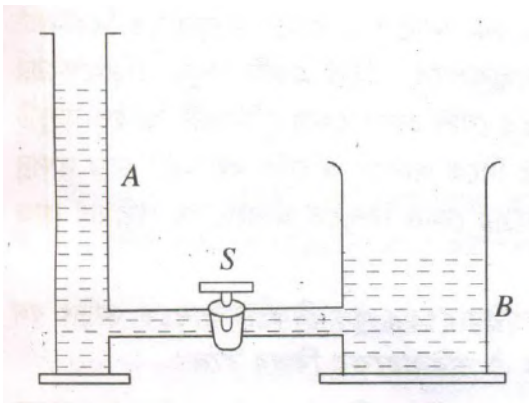
আধান কোন গোলক থেকে কোন গোলকে যাবে তা কিন্তু গোলকদ্বয়ে আধানের পরিমাণের উপর নির্ভর করে না। এটি নির্ভর করে যে বিষয়টির উপর তাকে তড়িৎ বিভব বলা হয়। যে গোলকের বিভব বেশি তা থেকে কম বিভবের গোলকে ধনাত্মক আধান প্রবাহিত হবে। দুটি গোলকের বিভব সমান না হওয়া পর্যন্ত আধানের এই প্রবাহ চলবে।



চিত্র :৯.১২

সুতরাং, বিভব হচ্ছে আহিত পরিবাহকের তড়িৎ অবস্থা যা নির্ধারণ করে ঐ পরিবাহকটি অন্য কোনো পরিবাহকের সাথে তড়িৎগতভাবে যুক্ত করলে আধান দেবে না নেবে।

**তাপমাত্রা ও তরলের মুক্ততলের সাথে বিভবের সাদৃশ্য :** তাপবিজ্ঞান ও উদস্থিতিবিদ্যায় যথাক্রমে তাপমাত্রা ও তরলের মুক্ততল যে ভূমিকা পালন করে থাকে স্থির তড়িৎবিদ্যায় বিভব ও সেই একই ভূমিকা পালন করে থাকে। আমরা জানি, দুটি বস্তুকে তাপীয়ভাবে সংযুক্ত করলে তাদের মধ্যে তাপের আদান-প্রদান হতে পারে। তাপের প্রবাহ বস্তুর ভর তথা তাপের পরিমাণের উপর নির্ভর করে না তাপের প্রবাহ নির্ভর করে তাপমাত্রার উপর। অত্যন্ত উত্তপ্ত একটি বস্তুকে তার চেয়ে অনেকগুণ ভারী কিন্তু কম তাপমাত্রাবিশিষ্ট অপর বস্তুর সাথে সংযুক্ত করলে তাপ ছোট বস্তু থেকে বড় বস্তুতে প্রবাহিত হবে, যদিও বড় বস্তুর তাপের পরিমাণ ছোট বস্তুর মধ্যস্থ তাপের পরিমাণের চেয়ে অনেক বেশি।



চিত্র :৯.১৩

একই আনুভূমিক তলে স্থাপিত দুটি পাত্র A ও B একটি নল দ্বারা স্টপ-কর্ক S এর মাধ্যমে যুক্ত আছে (চিত্র ১০.১৩)। স্টপ-কর্ক বন্ধ করে A ও B তে পানি ঢালা হলো যাতে A ও B উভয় নলে পানির উচ্চতা সমান হয়। B নলের ব্যাস A নলের ব্যাসের চেয়ে অনেক বড় হওয়ায় একই উচ্চতা পর্যন্ত পানিপূর্ণ করতে B নলের জন্য অনেক বেশি পানির প্রয়োজন হবে। এখন যদি স্টপ-কর্ক খুলে দেওয়া হয় তবে দেখা যাবে তাদের উচ্চতার কোনো পরিবর্তন হয় না, অর্থাৎ পানির প্রবাহ ঘটে না। দুই নলের মধ্যে পানির পরিমাণ ভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও উচ্চতা সমান থাকার জন্য পানির প্রবাহ হচ্ছে না। এখন যদি পুনরায় স্টপ-কর্ক বন্ধ করে A নলে সামান্য পরিমাণ পানি ঢালা হয় তবে A-তে পানির পরিমাণ B এর চেয়ে কমই থাকবে কিন্তু এর উচ্চতা অল্প বৃদ্ধি পাবে। এরপর স্টপ-কর্ক খুলে দেখা যায় যে A থেকে পানি B তে

প্রবাহিত হয় এবং পুনরায় A ও B -এর পানির স্তরের উচ্চতা সমান হয়। এ থেকে বুঝা যায়, পানির প্রবাহ অর্থাৎ আদান-প্রদান পানির পরিমাণের উপর নির্ভর করে না- উচ্চতার উপর নির্ভর করে।

ধরা যাক, দুটি পরিবাহক ধনাত্মকভাবে আহিত। প্রথম পরিবাহকের আধানের পরিমাণ দ্বিতীয় পরিবাহকের আধানের চেয়ে বেশি, কিন্তু প্রথমটির বিভব দ্বিতীয়টির চেয়ে কম। এখন পরিবাহক দুটিকে একটি পরিবাহক তার দিয়ে সংযুক্ত করলে দ্বিতীয় পরিবাহক থেকে প্রথম পরিবাহকে ধনাত্মক আধান প্রবাহিত হবে। আধানের পরিমাণ প্রথম পরিবাহকে বেশি হওয়া সত্ত্বেও বিভব কম হওয়ায় এটি আধান গ্রহণ করে। আধানের প্রবাহের ফলে যখন পরিবাহক দুটির বিভব সমান হবে তখন আধানের প্রবাহ বন্ধ হয়ে যাবে।

সুতরাং, বলা যায়, তাপবিজ্ঞানে তাপমাত্রার ভূমিকা, উদস্থিতিবিদ্যায় তরলের মুক্ততলের ভূমিকা আর স্থির তড়িৎবিদ্যায় বিভবের ভূমিকা একই।

**পৃথিবী বা ভূমির বিভব শূন্য :** পৃথিবী একটি তড়িৎ পরিবাহক। কোনো আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে বস্তুটি নিস্তড়িত হয়। ধনাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে ভূ-সংযুক্ত করলে পৃথিবী থেকে ইলেকট্রন এসে বস্তুকে নিস্তড়িত করে। আর ঋণাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে সংযুক্ত করলে বস্তু থেকে ইলেকট্রন ভূমিতে প্রবাহিত হয়, ফলে বস্তুটি নিস্তড়িত হয়। পৃথিবী এত বিরাট যে, এতে আধান যোগ-বিয়োগ করলে এর বিভবের পরিবর্তন হয় না। যেমন- সমুদ্র থেকে পানি তুলে নিলে বা সমুদ্রে পানি ঢালা হলে এর পানি তলের কোনো পার্থক্য হয় না। পৃথিবী বিভিন্ন বস্তু থেকে প্রতিনিয়ত আধান গ্রহণ করে আবার সাথে সাথে অন্য বস্তুকে আধান সরবরাহও করে, ফলে পৃথিবীকে আধানহীন মনে করা হয়। কোনো স্থানের উচ্চতা নির্ণয়ের সময় সমুদ্রের উপরিতলের উচ্চতাকে যেমন শূন্য ধরা হয় তেমনি বিভব নির্ণয়ের সময় পৃথিবীর বিভবকেও শূন্য ধরা হয়।

**শূন্য, ধনাত্মক ও ঋণাত্মক বিভব :** কোনো আধানহীন পরিবাহকের বিভবকে শূন্য ধরা হয়। কোনো আহিত পরিবাহককে পৃথিবীর সাথে সংযুক্ত করলে তার বিভবও শূন্য হয়। কেননা, সংযুক্ত অবস্থায় পৃথিবী ও পরিবাহক একত্রে একটি পরিবাহকে পরিণত হয়। ধনাত্মক আধানে আহিত পরিবাহকের বিভব ধনাত্মক আর ঋণাত্মক আধানে আহিত পরিবাহকের বিভব ঋণাত্মক।

**বিভবের একক ভোল্ট :** অসীম থেকে প্রতি কুলম্ব (1 C) ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যদি এক জুল (1 J) কাজ সম্পন্ন হয়, তবে ঐ বিন্দুর বিভবকে এক ভোল্ট (1 V) বলে।

তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব 20 V বলতে বুঝায় অসীম থেকে প্রতি কুলম্ব ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের ঐ বিন্দুতে আনতে 20J কাজ সম্পন্ন হয়।

**বিভব পার্থক্য :** ধরা যাক, তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যে অবস্থিত A ও B দুটি বিন্দু যাদের বিভব যথাক্রমে  $V_A$  ও  $V_B$  (চিত্র ৯.১৪)। অসীম থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে A বিন্দুতে আনতে কাজের পরিমাণ  $V_A$  এবং B বিন্দুতে আনতে কাজের পরিমাণ  $V_B$ । অতএব প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে B বিন্দু থেকে A বিন্দুতে আনতে কাজের পরিমাণ  $V_A - V_B$  অর্থাৎ এই দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য।

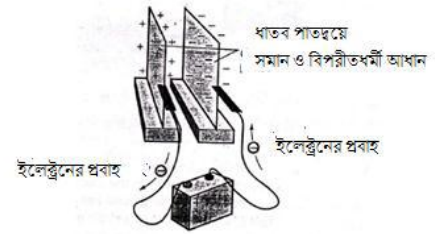
প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে সম্পন্ন কাজের পরিমাণকে এই দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলে। বিভব পার্থক্যের একক অবশ্যই ভোল্ট।



চিত্র : ৯.১৪

## তড়িৎ ধারক

তড়িৎ আধান রূপে শক্তি সঞ্চয় করার সামর্থ্যকে ধারকত্ব বলা হয়। ধারকত্ব বজায় রাখার জন্য উদ্ভাবিত যান্ত্রিক কৌশলই ধারক। কোনো উৎস থেকে যেমন তড়িৎ কোষ থেকে ধারক শক্তি সঞ্চয় করে তা পুনরায় ব্যবহার করা হয়। যে কোনো আকৃতির দুটি পরিবাহকের মধ্যবর্তী স্থানে কোনো অন্তরক পদার্থ যেমন- বায়ু, কাচ, প্লাস্টিক ইত্যাদি স্থাপন করে ধারক তৈরি করা হয়। সুতরাং, কাছাকাছি স্থাপিত দুটি পরিবাহকের মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক কৌশলকেই ধারক বলে।



চিত্র : ৯.১৫

একটি সরল ধারক তৈরি করা হয় দুটি অন্তরিত ধাতবপাতকে পরস্পর সমান্তরালভাবে রেখে। যখন একটি ব্যাটারিকে এর দুটি পাতের সাথে সংযুক্ত করা হয় ( চিত্র ৯.১৫), তখন ব্যাটারির ঋণাত্মক দণ্ড থেকে ইলেক্ট্রন একটি পাতে প্রবাহিত হয় এবং এটি ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। ধারকের অন্য পাত থেকে ইলেক্ট্রন ব্যাটারির ধনাত্মক দণ্ডে প্রবাহিত হয়, ফলে ঐ পাত ধনাত্মকভাবে আহিত হয়। পাতগুলোতে কত আধান জমা হবে তা ব্যাটারির ভোল্টেজের উপর নির্ভর করে।

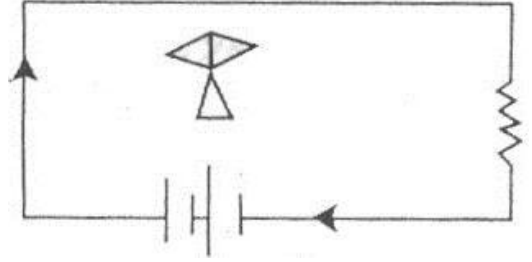
ধারক রেডিও, টেলিভিশন, রেকর্ড প্লেয়ার এবং অন্যান্য ইলেক্ট্রনিক যন্ত্রপাতি সংবলিত বর্তনীতে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

## ৯.৪ তড়িৎ চৌম্বক ক্রিয়া, তাড়িতচৌম্বক আবেশ, তড়িৎ প্রবাহী তারের উপর চুম্বকের প্রভাব

### তড়িৎ চৌম্বক ক্রিয়া

হ্যাস ক্রিস্টিয়ান ওয়েরস্টেড ১৯১৮ সালে তড়িৎ চৌম্বক ক্রিয়া বা প্রভাব আবিষ্কার করেন। তিনি যে পরীক্ষার মাধ্যমে তড়িৎ চৌম্বক ক্রিয়া প্রদর্শন করেছিলেন তা আমরাও করতে পারি।

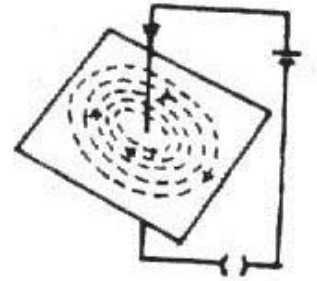
পরীক্ষাটির জন্য দরকার হবে কিছু তার, একটি ব্যাটারি, একটি সুইচ ও একটি কম্পাস। পাশের চিত্রের মতো করে একটি বর্তনী তৈরি করি। তারের নিচে একটি কম্পাসকে এমনভাবে রাখি যেন এর কাঁটা উত্তর-দক্ষিণে মুখ করে থাকে। এবার সুইচ অন কর। কম্পাস কাঁটাটির কী ঘটছে? সাথে সাথে কম্পাস কাঁটাটি একদিকে সরে যাচ্ছে বা বিসরিত হচ্ছে। এবার তড়িৎপ্রবাহের দিক পরিবর্তন করি। কী ঘটছে? কম্পাস কাঁটাটি উল্টো দিকে সরে যাচ্ছে।



চিত্র ৯.১৬

### পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের জন্য চৌম্বক প্রভাব

একটি তড়িৎপ্রবাহী তার যে কোনো শক্ত কাগজের ছিদ্র দিয়ে ঢোকাই এবং ঐ কাগজের উপর কিছু লোহার গুঁড়া ছড়িয়ে দেই। লোহার গুঁড়াগুলো চিত্র ৯.১৭ এর মতো নিজেদেরকে সাজিয়ে নেবে। কোনো ছোট কম্পাসের সাহায্যে ডট ংকে যোগ করলেও এরকম রেখা পাওয়া যাবে। প্রবাহের অভিমুখ বা দিক পরিবর্তন করলে কম্পাস কাঁটাটি বিপরীত দিক নির্দেশ করবে যা বিপরীত দিকে মুখ করে থাকবে। সুতরাং তড়িৎ প্রবাহ এর চারদিকে চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে।



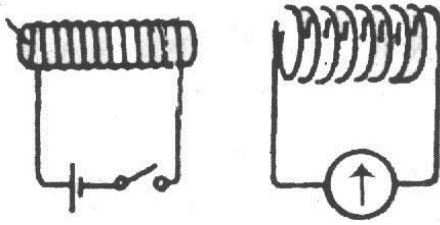
চিত্র ৯.১৭

### তাড়িত চৌম্বক আবেশ

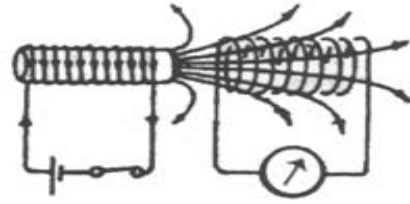
বিজ্ঞানী ওয়েরস্টেডের তড়িৎ চৌম্বক ক্রিয়া আবিষ্কারের পর অনেক বিজ্ঞানী কাজ করেছিলেন চৌম্বক ক্রিয়া আবিষ্কারের জন্য। চৌম্বকক্ষেত্র থেকে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করা যায় কি-না, এই নিয়ে যারা কাজ করছিলেন তাদের মধ্যে ইংল্যান্ডের মাইকেল ফ্যারাডে, আমেরিকায় জোসেফ হেনরি এবং রাশিয়াতে এইচ.এফ.ই.লেনজ তিনজনই পৃথক পৃথকভাবে সাফল্য লাভ করেন। কিন্তু ১৮৩১ সালে মাইকেল ফ্যারাডে তাঁর পরীক্ষালব্ধ ফলাফল প্রথম প্রকাশ করেন। তিনি তাই পৃথিবীর ইতিহাসে তাড়িত চৌম্বক আবেশের আবিষ্কারক হিসাবে খ্যাতি লাভ করেন। তিনি দেখান যে, একটি পরিবর্তনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র একটি ভোল্টেজ বা তড়িচ্চালকশক্তি আবিষ্ট করতে পারে যা একটি আবদ্ধ বর্তনী দিয়ে একটি আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহ চালাতে পারে। পরিবর্তনশীল চৌম্বকক্ষেত্রের দ্বারা কোনো বর্তনীতে তাড়িত ভোল্টেজ বা তড়িচ্চালকশক্তি আবিষ্ট হওয়ার ঘটনাকে তাড়িতচৌম্বক আবেশ বলে। তাড়িতচৌম্বক আবেশ আবিষ্কারের জন্য ফ্যারাডে দুইটি পরীক্ষা করেছিলেন। পরীক্ষাগুলো করা যেতে পারে।

**পরীক্ষা-১ :** কার্ড বোর্ডের একটি চোঙের গায়ে অন্তরিত তার পেঁচিয়ে তারের দুই প্রান্তে একটি সুবেদী গ্যালভানোমিটার যুক্ত করি। সংযোগ দেওয়ার সময় তারের প্রান্তের অপরিবাহী আবরণ খুলে ফেলতে হবে। এখন একটি দণ্ড চুম্বকের দক্ষিণ মেরুতে দ্রুত চোঙের ভিতর ঢুকাই। কী ঘটছে? গ্যালভানোমিটারের কাঁটার বিক্ষেপ ঘটছে। এবার চুম্বকটি বের করে নেই। কী ঘটছে? চুম্বক প্রবেশ করানোর সময় গ্যালভানোমিটারের কাঁটার বিক্ষেপণ যে দিকে হয়েছিল চুম্বককে বের করানোর সময় বিক্ষেপণ হয়েছে তার বিপরীত দিকে। চুম্বকটিকে স্থির রেখে এবার যদি গ্যালভানোমিটারসহ কুণ্ডলীটিকে চুম্বকের দিকে দ্রুত নেওয়া হয় তাহলেও গ্যালভানোমিটারে ক্ষণিক বিক্ষেপ দেখা যাবে। কুণ্ডলীটিকে চুম্বক থেকে দূরে সরিয়ে নিলে বিক্ষেপ বিপরীত দিকে দেখা যাবে।

**পরীক্ষা-২ :** এই পরীক্ষার জন্য অন্তরিত তামার তারের দু'টি বন্ধ কুণ্ডলী নিতে হবে। প্রথম কুণ্ডলীতে শুধু একটি সুবেদী গ্যালভানোমিটার সংযুক্ত করতে হবে। দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে একটি তড়িচ্চালক শক্তির উৎসরূপে একটি ব্যাটারি, একটি পরিবর্তনশীল রোধ ও একটি টেপা চাবি সংযুক্ত করতে হবে। যে কুণ্ডলীতে একটি তড়িচ্চালক শক্তির উৎস সংযুক্ত তাকে মুখ্য কুণ্ডলী বলে। আর যে কুণ্ডলীতে গ্যালভানোমিটার সংযুক্ত সেটি গৌণ কুণ্ডলী। মুখ্য কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ চালালে গৌণ কুণ্ডলীর গ্যালভানোমিটারে ক্ষণিক বিক্ষেপ দেখা যাবে। আবার তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করার সময়ও গ্যালভানোমিটারে বিক্ষেপ দেখা যাবে। তবে এবার বিক্ষেপ বিপরীত দিকে হয়।



চিত্র ৯.১৮ (ক)



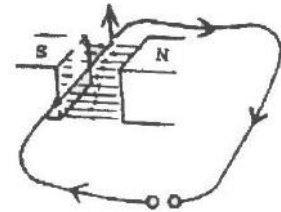
চিত্র ৯.১৮ (খ)

মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ ক্রমাগত পরিবর্তন করতে থাকলে গ্যালভানোমিটারে বিক্ষেপ দেখা যাবে। এক্ষেত্রে তড়িৎপ্রবাহ বৃদ্ধির সময় বিক্ষেপ যদি দিকে হবে তড়িৎ প্রবাহ হ্রাসের সময় বিক্ষেপ তার বিপরীত দিকে হবে। মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ স্থির রেখে যদি কুণ্ডলীদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরিবর্তন করা হয় তাহলেও গ্যালভানোমিটারে ক্ষণিক বিক্ষেপ দেখা যাবে। দূরত্ব বৃদ্ধি করলে বিক্ষেপ যদি দিকে হবে, দূরত্ব হ্রাস করলে বিক্ষেপ তার বিপরীত দিকে হবে। বিক্ষেপণের হার নির্ভর করবে কত দ্রুত কুণ্ডলীদ্বয়ের দূরত্ব পরিবর্তন করা হয়।

### তড়িৎ প্রবাহবাহী তারের উপর চুম্বকের প্রভাব

আমরা জানি যে, তড়িৎবাহী তার নিজস্ব একটি চৌম্বকক্ষেত্রের সৃষ্টি করে। শক্তিশালী চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয়ের মধ্যে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র এবং তড়িৎবাহী তারের চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া ঘটে।

আমরা এই ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া দেখতে পারি। চিত্রের মতো করে একটি শক্তিশালী চুম্বকের দুই প্রান্তের মধ্যে একটি তড়িৎবাহী তারকে রেখে এই তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করতে হবে। দেখা যাবে এটি উপরের দিকে লাফিয়ে উঠবে। এর ফলে বোঝা যায় যে, একটি বল এর উপর কাজ করছে। এই বল কোথা থেকে এল?

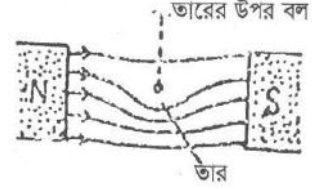


চিত্র ৯.১৯ : নিম্ন ভোল্টেজ তড়িৎ উৎস

যদি চিত্র ৯.২০(ক) এর দিকে তাকাই তাহলে চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলরেখাগুলো দেখা যাবে। তড়িৎপ্রবাহের দরুণ সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রটিও দেখানো হয়েছে। দুইটি ক্ষেত্রের সমন্বয়ে সৃষ্ট বলরেখাগুলোও ৯.২০(খ)-তে দেখানো হয়েছে। তারের নিচে তারের উপরের চেয়ে বলরেখা বেশি। এর কারণ হলো উভয় ক্ষেত্র একই অভিমুখে ক্রিয়া করছে। [চিত্র ৯.২০(ক) আবার দেখি]। তারের উপরে ক্ষেত্রদ্বয় পরস্পরের বিরোধিতা করছে, কয়েকটি বলরেখা একে অপরকে বাতিল করে দিচ্ছে ফলে সেখানে রেখার সংখ্যা কম। যেহেতু রেখাগুলো পরস্পরকে টান টান রাখতে চায় (স্থিতিস্থাপক রবার ব্যাণ্ডের মতো) তারা তারের উপর উর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ করে,



চিত্র ৯.২০ (ক)



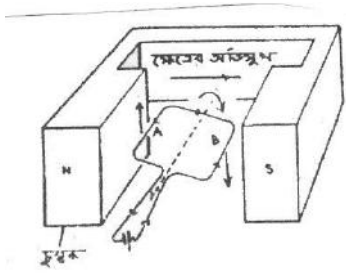
চিত্র ৯.২০ (খ)

তারটি মুক্ত অবস্থায় থাকলে উপরের দিকে লাফিয়ে উঠে। তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ বিপরীত করা হলে সেক্ষেত্রে তারটি নিচের দিকে যাবে।

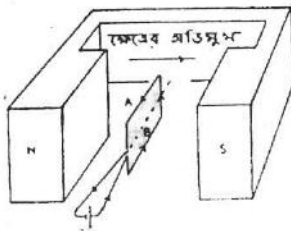
## ৯.৫ তড়িৎ মোটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার

### মোটর বা তড়িৎ মোটর

তড়িৎ মোটর বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে।



চিত্র ৯.২১ (ক)

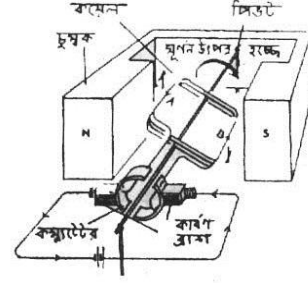


চিত্র ৯.২১ (খ)

ধরা যাক, চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মধ্যে একটি টান টান তার ব্যবহার না করে চিত্র ৯.২১ (ক) এর মতো আমরা তারের একটি লুপ বা কুণ্ডলী ব্যবহার করলাম। যেহেতু লুপটি A থেকে বেকে B-তে বিপরীত অভিমুখী হয়ে ফিরে এসেছে, লুপের দুই অর্ধেকের মধ্যে (যতক্ষণ পর্যন্ত চুম্বকটি আছে) পরস্পরের বিপরীতমুখী তড়িৎ কারেন্ট প্রবাহিত হবে। সুতরাং A-তে তারটি উপরের দিকে উঠবে এবং B-তে তারটি নিচের দিকে নামবে। এর ফলে তারটি দক্ষিণাবর্তে (ঘড়ির কাটার মতো) ঘুরবে। চিত্র : ৯.২১ (খ)-এর মত তারটি যখন খাঁড়া অবস্থায় থাকবে তখন এর উপর কোনো বল ক্রিয়া করবে না। ফলে এটি থেমে যাবে। লুপটিকে ঘূর্ণায়মান রাখার জন্য আমরা কম্যুটেটর নামক একটি কৌশল (Device) ব্যবহার করব। এটি সমান দুই অংশে বিভক্ত একটি তামার বলয় বা আংটি (চিত্র ৯.২২ দেখতে হবে)-এর প্রত্যেক অর্ধাংশ কয়েলের একটি প্রান্তের সাথে সংযুক্ত থাকে (যথাক্রমে A ও B তে)। বিভক্ত বলয়ের বাইরের প্রান্তটি একটি সুদৃঢ় কার্বন ব্রাশের দ্বারা তড়িৎ উৎসের সাথে সংস্পর্শ স্থাপন করে। বিভক্ত বলয়টি কয়েলের সাথে ঘুরে এবং যখন এর দুই অর্ধেকের মধ্যকার ফাঁক কার্বন ব্রাশের বিপরীতে থাকে তখন কোনো তড়িৎ

প্রবাহিত হবে না। কিন্তু তা সত্ত্বেও এর ঘূর্ণন গতির জড়তার কারণে ঘূর্ণন অব্যাহত থাকবে এবং পুনরায় ব্রাশের সংস্পর্শে এলে ঘূর্ণনের জন্য নতুনভাবে বল লাভ করবে। এভাবে ঘূর্ণন অবিরত চলতে থাকবে।

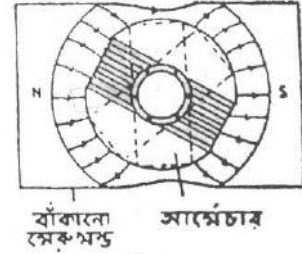
লক্ষণীয় যে, যদিও A ও B তাদের স্থান পরিবর্তন করেছে কম্যুটেটরের কারেন্টটি আগের মতোই লুপের ডান প্রান্ত দিয়ে প্রবেশ করবে এবং বাম প্রান্ত দিয়ে রেবিয়ে যাবে। (চিত্র ৯.২২ দেখতে হবে) এবং কয়েলটি দক্ষিণাবর্তেই ঘুরতে থাকবে। এটিই বৈদ্যুতিক মোটরের কার্যনীতি। বৈদ্যুতিক মোটরে তড়িৎ শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে পরিবর্তিত হয়। এর দ্রুতি ও ক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য বাড়াতে হবে।



চিত্র ৯.২২

চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য বিভিন্নভাবে বাড়ানো যেতে পারে। সেগুলো হলো-

- তড়িৎপ্রবাহ বৃদ্ধি করে
- কয়েল লুপ বা পেঁচের সংখ্যা বৃদ্ধি করে
- অধিকতর শক্তিশালী চুম্বক বা অধিক সংখ্যক পেঁচবিশিষ্ট তড়িৎ চুম্বক ব্যবহার করে
- কয়েলের দৈর্ঘ্য ও বেধ বাড়িয়ে যে বৈদ্যুতিক মোটর আমরা ব্যবহার করি তা এই নীতিতে কাজ করে। কিন্তু এদের ক্ষমতা ও ঘোরার মসৃণতা বৃদ্ধির জন্য এতে অতিরিক্ত উপাংশ যোগ করতে হয়। একমাত্র একটি কয়েল বা একটি লুপের পরিবর্তে অনেকগুলো কয়েল বা লুপ তৈরি করা হয় এবং কেন্দ্রীয় অক্ষের চারদিকে তাদের বৃত্তাকারে সাজানো হয়। এদের প্রত্যেকটিকে তার নিজ নিজ কম্যুটেটরের সাথে সংযুক্ত করা হয়। এটি নিরবচ্ছিন্ন ও মসৃণভাবে চলতে সহায়তা প্রদান করে।



চিত্র ৯.২৩

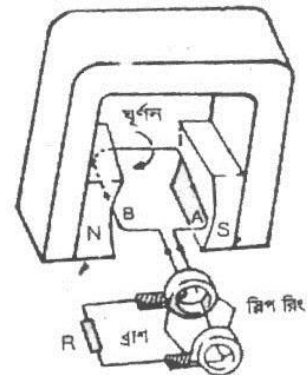
প্রতিটি কয়েল নরম লোহার টুকরার (যাকে আর্মেচার বলা হয়) উপর তারের শত শত পেঁচ দিয়ে তৈরি। এর ফলে তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ার সময় আর্মেচারটি চুম্বকায়িত হয় এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বৃদ্ধি করে। চিত্র ৯.২৩ তে তিনটি আর্মেচারের ২টি ভাঙা রেখা দ্বারা দেখানো হয়েছে। চুম্বককে বাঁকিয়ে মেরুগুলো কাছাকাছি এনেও ঘূর্ণনকে বৃদ্ধি করা যেতে পারে।

ব্যবহার : বৈদ্যুতিক পাখা, পাম্প, রোলিং মিল ইত্যাদিতে তড়িৎ মোটর ব্যবহৃত হয়।

## জেনারেটর

যে তড়িৎযন্ত্রে যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তাকে জেনারেটর বলে। তাড়িতচৌম্বক আবেশের উপর ভিত্তি করে এই যন্ত্রের মূল নীতি প্রতিষ্ঠিত। জেনারেটরও দুই প্রকার হতে পারে। যথা :

- ১। এসি জেনারেটর
- ২। ডি.সি জেনারেটর



চিত্র ৯.২৪

১। এসি জেনারেটর : এসি জেনারেটর অধিক প্রচলিত বিধায় এর গঠন ও খার্যপ্রণালী সম্পর্কে নিম্নে আলোচনা করা হলো :

**গঠন :** এতে একটি ক্ষেত্রচুম্বক NS থাকে। চুম্বকের মধ্যবর্তী স্থানে একটি কাঁচা লোহার পাতের উপর একটি তারের আয়তকারে কুণ্ডলী (চিত্রে AB) থাকে। কাঁচা লোহার পাতটিকে আর্মেচার বলে। আর্মেচারটিকে চুম্বকের দুই মেরুর মধ্যবর্তী স্থানে যান্ত্রিক উপায়ে সম দ্রুতিতে ঘুরানো হয়। আয়তকার কুণ্ডলীর দুই প্রান্ত দুইটি স্লিপরিং এর সাথে সংযুক্ত থাকে। স্লিপরিং দুইটি আর্মেচারের একই অক্ষ বরাবর ঘুরতে পারে। দুইটি কার্বন নির্মিত ব্রাশ এমনভাবে স্থাপন করা হয় যেন তারা যখন আর্মেচার ঘুরতে থাকে তখন স্লিপরিং দুইটিকে স্পর্শ করে থাকে। ব্রাশ দুইটির সাথে বহিবর্তনীর R রোধ সংযুক্ত থাকে।

**কার্যপ্রণালী :** যখন আর্মেচারটিকে ঘুরানো হয় তখন আর্মেচার কুণ্ডলী চৌম্বকক্ষেত্রের বলরেখাগুলোকে ছেদ করে এবং তাড়িতচৌম্বক আবেশের নিয়মানুযায়ী কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয়। এখন কুণ্ডলীটির দুই প্রান্ত বহিবর্তনীর সাথে সংযুক্ত থাকায় বর্তনীতে পর্যায়বৃত্ত তড়িৎপ্রবাহের উৎপত্তি হয়। আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহের মান প্রধানত চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য ও ঘূর্ণন বেগের উপর নির্ভর করে। কুণ্ডলীর একবার ঘূর্ণনের মধ্যে আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখও একবার পরিবর্তিত হয়। এভাবে যান্ত্রিক শক্তি থেকে পরিবর্তী প্রবাহ উৎপন্ন হয়।

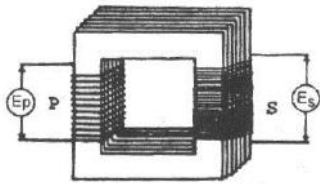
## ট্রান্সফর্মার

যে যন্ত্রের সাহায্যে পর্যায়বৃত্ত উচ্চ বিভবকে নিম্ন বিভবে বা পর্যায়বৃত্ত নিম্ন বিভবকে উচ্চ বিভবে রূপান্তরিত করা যায় তাকে ট্রান্সফর্মার বলে। তাড়িত চৌম্বক আবেশের উপর ভিত্তি করে এই যন্ত্র তৈরি করা হয়। এই যন্ত্রে একটি কয়েলে তড়িৎপ্রবাহ পরিবর্তন করে অন্য কয়েলে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি বা তড়িৎ উৎপাদন করা হয়। ট্রান্সফর্মার সাধারণত দুই প্রকারের হয়। যথা :

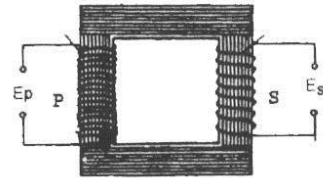
১. আরোহী বা স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার (Step up Transformer) : যে ট্রান্সফর্মার অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহকে অধিক বিভবের অল্প তড়িৎপ্রবাহে রূপান্তরিত করে তাকে আরোহী বা স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার বলে।

২. অবরোহী বা স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মার (Step down Transformer) : যে ট্রান্সফর্মার অধিক বিভবের অল্প তড়িৎপ্রবাহকে অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তরিত করে তাকে অবরোহী বা স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মার বলে।

**ট্রান্সফর্মারগঠন :** একটি কাঁচা লোহার আয়তাকার মজ্জা বা কোর নেয়া হয়। এর পরস্পর বিপরীত দুই বাহুতে অন্তরিত তার পেঁচিয়ে ট্রান্সফর্মার তৈরি করা হয় [চিত্র ৯.২৫]। আয়তাকার মজ্জার এক বাহুর কুণ্ডলীতে পরিবর্তী প্রবাহ বা বিভব প্রয়োগ করা হয়, একে মুখ্য কুণ্ডলী বলে। অপর যে বিপরীত বাহুর কুণ্ডলীতে পরিবর্তী বিভব আবিষ্ট হয় তাকে গৌণ কুণ্ডলী বলে। আরোহী বা স্টেপআপ ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুণ্ডলীর চেয়ে গৌণ কুণ্ডলীতে তারের পাক সংখ্যা বেশি থাকে। অবরোহী বা স্টেপডাউন ট্রান্সফর্মারে মুখ্য কুণ্ডলীর চেয়ে গৌণ কুণ্ডলীর তারের পাক সংখ্যা কম থাকে।



চিত্র ৯.২৫ (ক) উচ্চধাপী ট্রান্সফর্মার



চিত্র ৯.২৫ (খ) নিম্নধাপী ট্রান্সফর্মার

কোনো ট্রান্সফর্মারে  $n_p$  পেঁচ বিশিষ্ট মুখ্য কুণ্ডলীতে  $E_p$  পরিবর্তী বিভব প্রয়োগ করার ফলে এই কুণ্ডলীতে  $I_p$  প্রবাহ পাওয়া গেল। এই প্রবাহ মজ্জাটিকে চুম্বকিত করে চৌম্বক বলরেখা উৎপন্ন করে যা মুখ্য কুণ্ডলীতে একটি আবিষ্ট ভোল্টেজ বা তড়িচ্চালক শক্তি উৎপন্ন করে। চৌম্বক বলরেখার যদি কোনো ক্ষরণ না হয় তাহলে গৌণ কুণ্ডলীর প্রতি পাকেও একই সংখ্যক বলরেখা সংযুক্ত হবে। ফলে গৌণ কুণ্ডলীতেও ভোল্টেজ বা তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে। গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা  $n_s$  এবং গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট ভোল্টেজ বা তড়িচ্চালক শক্তি  $E_s$  হলে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ ও তারের পাকসংখ্যার সম্পর্ক হবে,

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (৯.৪)$$

যখন  $n_s > n_p$  , তখন ট্রান্সফর্মারটি আরোহী বা স্টেপআপ ট্রান্সফর্মার এবং যখন  $n_s < n_p$  , তখন ট্রান্সফর্মারটি অবরোহী বা স্টেপডাউন ট্রান্সফর্মার। কোনো ক্ষমতার অপচয় না ঘটলে মুখ্য কুণ্ডলীর প্রযুক্ত সকল ক্ষমতা গৌণ কুণ্ডলীতে সরবরাহ হবে।

সুতরাং,

মুখ্য কয়েলের ভোল্টেজ  $\times$  মুখ্য কয়েলের তড়িৎপ্রবাহ = গৌণ কয়েলের ভোল্টেজ  $\times$  গৌণ কয়েলের তড়িৎপ্রবাহ

অর্থাৎ  $E_P I_P = E_S I_S$

$$\frac{E_P}{E_S} = \frac{I_S}{I_P}$$

এর অর্থ এই যে, কোনো ট্রান্সফর্মার যে হারে ভোল্টেজ কমায় ঠিক সে হারে তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি করে যাতে ক্ষমতার পরিমাণ সমান বা ধ্রুব থাকে। সুতরাং ট্রান্সফর্মার ভোল্টেজ ও তড়িৎ প্রবাহ উভয়কেই রূপান্তর করে।

দূরদূরান্তে তড়িৎ প্রেরণের জন্য আরোহী বা স্টেপআপ ট্রান্সফর্মার ব্যবহৃত হয়। অবরোহী বা স্টেপডাউন ট্রান্সফর্মার ব্যবহৃত হয় নিম্ন ভোল্টেজ ব্যবহারকারীর যন্ত্রপাতি যেমন রেডিও, টেলিভিশন, টেপরেকর্ডার, ভিসিআর, ভিসিপি, ইলেকট্রিক ঘড়ি, ওয়াকম্যান ইত্যাদিতে।

## ৯.৬ পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজ, শিক্ষকের প্রস্তুতি, বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি সংগ্রহ ও সংরক্ষণ

পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবিষয়ে শুধু তত্ত্বীয় জ্ঞান অর্জন করলেই চলে না বরং পদার্থবিজ্ঞানের অনেক সূত্র, ধারণা ও নীতি পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করতে হয়। এজন্য মাধ্যমিক স্তরে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাক্রমে ব্যবহারিক কাজকে অনুসন্ধানমূলক কাজ হিসেবে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এ ব্যবহারিক কাজ বা অনুসন্ধানমূলক কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের কতকগুলো দক্ষতা অর্জন করানো হয়। বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠন, বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারের দক্ষতা, পর্যবেক্ষণের দক্ষতা অর্জন ইত্যাদি পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক অন্যতম কাজের উদ্দেশ্য।

### পদার্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক কাজ

পদার্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক কাজ বলতে বুঝায়- সূত্র ও নীতির হাতে কলমে পরীক্ষণ ও প্রমাণ। শিক্ষার্থীদের ব্যবহারিক বা অনুসন্ধানমূলক কাজে সক্রিয় অংশগ্রহণ করার সুযোগ করে দেয়। ফলে পাঠ আনন্দদায়ক এবং বিভিন্ন দক্ষতা ও অভিজ্ঞতা অর্জন সহায়ক হয়। পদার্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক কাজের জন্য একজন শিক্ষককে যা করতে হবে তা হলো:

- ব্যবহারিক কাজটি কী উদ্দেশ্য করা হবে তা সম্যকভাবে অনুধাবন করা
- সতর্কতার সাথে যথাযথ পদ্ধতি অনুসরণ করে কাজটি সম্পূর্ণ করা
- পরীক্ষণের সময় প্রাসঙ্গিক পর্যবেক্ষণ, পাঠগ্রহণ এবং রেকর্ড করা এবং
- পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল বিশ্লেষণ করে প্রকৃত সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া

ব্যবহারিক বা অনুসন্ধান কাজের মাধ্যমে তত্ত্বীয় জ্ঞান ও ধারণার বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন সম্ভব হয়। এতে তত্ত্বীয় ধারণা অনুধাবনের ক্ষেত্রে কোনো অস্পষ্টতা থাকলে তা ব্যবহারিক কাজের মাধ্যমে স্পষ্ট এবং প্রকৃত হৃদয়ঙ্গম হয়।

### বিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের গুরুত্ব

বিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজ শিক্ষার্থীদের শিখনফল অর্জনে সহায়ক। বিজ্ঞান গবেষণা ব্যবহারিক কাজের লক্ষ্যকে শিক্ষক কী অর্জন করতে চান তার সাধারণ বিবৃতি হিসেবে উল্লেখ করেন। ব্যবহারিক কাজের উদ্দেশ্যকে স্থির করার / সমন্বিত করার জন্য অনেক প্রচেষ্টা চালানো হয়েছে এবং সেগুলোর মধ্যে ব্যাপক সম্মতিতেও পৌঁছানো গেছে।



বিজ্ঞান গবেষকগণদের মতে, ব্যবহারিক কাজের উদ্দেশ্যগুলোকে প্রধানত চারটি ক্যাটাগরিতে ভাগ করা যায়। যথা :

### ১. শিক্ষার্থীদের ধারণামূলক শিখন এবং বিজ্ঞানের অনুধাবন এর উন্নয়ন (জ্ঞানমূলক উপাদান) :

ব্যবহারিক কার্যাবলি বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ও ধারণাসমূহকে বুঝতে, ব্যাখ্যা করতে ও সত্যতা যাচাই করতে প্রয়োজন এবং বৈজ্ঞানিক ঘটনাসমূহের বাস্তব আভিজ্ঞতা অর্জনে সহায়ক। ষাট ও সত্তরের দশকে বৈজ্ঞানিক জ্ঞান ও ধারণাসমূহ আবিষ্কারের ক্ষেত্রে ব্যবহারিক কার্যাবলি ব্যবহৃত হয়েছে। অতিসম্প্রতি, বিজ্ঞান শিখন-শেখানোর গঠনবাদী দৃষ্টিকোণ থেকে ব্যবহারিক কাজকে শিক্ষার্থীদের ব্যক্তিগত ধারণা এবং তত্ত্বসমূহের পুনর্গঠনের একটি উপায় হিসেবে দেখা হচ্ছে।

### ২. শিক্ষার্থীদের ম্যানিপুলেটিভ দক্ষতাসমূহ ও কৌশল এর উন্নয়ন (দক্ষতামূলক উপাদান) :

ব্যবহারিক কাজ শিক্ষার্থীদের ল্যাব-এর যন্ত্রপাতি নিপুণভাবে নাড়াচাড়া করার দক্ষতা ও কৌশলসমূহের উন্নয়ন ঘটায়, স্লাইড ক্যালিপার্স ও মিটার স্কেলের সাহায্যে কীভাবে দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায় এবং পাল্লার সাহায্যে কীভাবে নিখুঁতভাবে ওজন পরিমাপ করা যায় ইত্যাদি। এই দক্ষতাসমূহ যেমন সাধারণ ও কারিগরি ক্ষেত্রে ব্যবহারযোগ্য, তেমনি ভবিষ্যতে একজন বিজ্ঞানী হিসেবেও কাজ করতে উপযোগী।

### ৩. অনুসন্ধানমূলক দক্ষতাসমূহের উন্নয়ন :

ব্যবহারিক কাজের লক্ষ্য শিক্ষার্থীদের অনুসন্ধানমূলক দক্ষতার উন্নয়ন, যেখানে পরিকল্পনা ও অনুসন্ধান, অনুসন্ধান কার্য চালানো, ডেটা প্রক্রিয়াকরণ ও ব্যাখ্যাদান এবং ফলাফলের মূল্যায়ন অন্তর্ভুক্ত।

### ৪. শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানের প্রতি দৃষ্টিভঙ্গি এবং বিজ্ঞানসম্মত উপায়ে চিন্তন এর উন্নয়ন (অনুভূতিমূলক উপাদান) :

ব্যবহারিক কাজ বিজ্ঞানের প্রতি শিক্ষার্থীদের আগ্রহ, প্রেষণা, আনন্দ, পরিতৃপ্তি ও আস্থার উন্নয়ন ঘটায়। এটি বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি এবং মূল্যবোধ যেমন বস্তু নিরপেক্ষতা, প্রশ্ন করার মানসিকতা এবং যুক্তিনির্ভরতা ইত্যাদির উন্নয়ন ঘটায়, যা শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক উপায়ে কাজ করতে ও চিন্তা করতে সাহায্য করে।

শিক্ষার্থীদের যথাযথভাবে পদার্থবিজ্ঞান শেখাতে হলে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষককেও ল্যাবরেটরির পদ্ধতি অনুসরণ করতে হয় এবং প্রতিবেদন প্রস্তুত করার অনুশীলন করতে হবে। অনুসন্ধানমূলক পদ্ধতির অনুশীলনের দক্ষতাই একজন শিক্ষককে শ্রেণিকক্ষে সফল শিক্ষক হিসাবে প্রতিষ্ঠিত করতে পারে। অনুসন্ধানমূলক পদ্ধতির অনুশীলনের জন্য যা করতে হবে তাহলো:

- অনুসন্ধানমূলক পদ্ধতিতে পরীক্ষানিরীক্ষা সম্পন্ন করা।
- পরীক্ষানিরীক্ষার আনুপূর্বিক ঘটনাসমূহের রেকর্ড করা ও প্রতিবেদন তৈরি করা।

পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের প্রস্তুতি ও পরিকল্পনা গ্রহণ করার জন্য শিক্ষককে অনুসন্ধানমূলক শিখন প্রক্রিয়া অনুসরণ করতে হবে। যা নিচে আলোচনা করা হলো।

### ব্যবহারিক কাজে শিক্ষকের প্রস্তুতি ও পরিকল্পনা

অনুসন্ধানমূলক কাজ মূলত কর্মকেন্দ্রিক পদ্ধতি। ডিউইর সক্রিয়তা তত্ত্বের ভিত্তিতে পরিচালিত এ পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা এককভাবে বা দলগতভাবে নিজেদের প্রচেষ্টায় নিয়মতান্ত্রিক পদ্ধতিতে শিক্ষা লাভ করে থাকে। এ পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী কোনো বিষয় বা ঘটনা বা সমস্যার কারণ, ফলাফল, প্রতিক্রিয়া ইত্যাদি উদ্ঘাটন করে। নথিপত্র পর্যালোচনা, পরিদর্শন, পর্যবেক্ষণ, সাক্ষাৎকার গ্রহণ নানাভাবে অনুসন্ধান কাজ পরিচালনা করা যায়।

প্রত্যেকটি অনুসন্ধানের জন্য একটি বিষয় বা সমস্যা নির্বাচন করতে হয়। এ পদ্ধতিতে যাবতীয় কার্যক্রম প্রধানত পাঁচটি পর্যায়ে পরিচালিত হয়। পর্যায়গুলো হচ্ছে

ক. সমস্যা/উদ্দেশ্য নির্ধারণ

খ. পরিকল্পনা প্রণয়ন

গ. তথ্য সংগ্রহ

ঘ. তথ্য বিশ্লেষণ

ঙ. প্রতিবেদন প্রণয়ন

সর্ব প্রথমে কার্যক্রমের সমস্যা চিহ্নিত করা বা উদ্দেশ্য নির্ধারণ করতে হয়। দ্বিতীয় পর্যায়ে সমগ্র কার্যক্রমের জন্য পরিকল্পনা প্রণয়ন করতে হয়। উদ্দেশ্য অর্জনের জন্য কী কী করতে হবে, কোনটি কিভাবে কী দিয়ে কখন করতে হবে-এ সবই পরিকল্পনায় থাকে। তথ্য সংগ্রহ অনুসন্ধানমূলক কাজের একটি গুরুত্বপূর্ণ স্তর। প্রাইমারি বা সেকেন্ডারি উৎস হতে তথ্য সংগ্রহ করতে হবে। চতুর্থ পর্যায়ে তথ্য বিশ্লেষণ ও ফলাফল প্রণয়ন করতে হবে। সর্বশেষ শিক্ষার্থী সম্পূর্ণ অনুসন্ধানমূলক কাজের উপর একটি প্রতিবেদন প্রণয়ন করবে।

### বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান প্রক্রিয়া মডেল :

হ্যালিৎ এবং ফেয়ারব্রাদার (১৯৯৬), বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান প্রক্রিয়াকে ৪টি ধাপে ব্যাখ্যা করেছেন। প্রথম ধাপটি হলো- অনুসন্ধানের পরিকল্পনা প্রণয়ন করা। এই ধাপে, অনুসন্ধানের বিষয় সনাক্ত করার পর তার বিশ্লেষণ করা হয় এবং এর সাথে সম্পর্কিত চলকসমূহ সনাক্ত করা হয়। এরপর অনুসন্ধানের জন্য গবেষণা প্রশ্ন অথবা হাইপোথিসিস গঠন অথবা ফলাফল সম্পর্কে পূর্বানুমান করা হয়। চলকসমূহ operationalize করা, গবেষণার কৌশল এবং প্রক্রিয়া নির্ধারণ করা হয়। দ্বিতীয় ধাপে, অর্থাৎ, conducting ধাপে প্রথমে গবেষণা কৌশলের কার্যকারিতা যাচাইয়ের জন্য পরীক্ষামূলকভাবে পরীক্ষণটি সম্পন্ন করা হয়। প্রয়োজনবোধে গবেষণার কৌশল এবং পদ্ধতিকে পরিমার্জন করা হয়। এবং মূল পরীক্ষণটি সম্পন্ন করা হয়। পর্যবেক্ষণ ও পরিমাপের মাধ্যমে data বা তথ্য সংগ্রহ এবং সংরক্ষণ করা হয়। বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের তৃতীয় ধাপটি হলো- প্রক্রিয়াকরণ বা processing পরীক্ষণে প্রাপ্ত তথ্যকে সুবিন্যস্ত করা হয় এবং তা থেকে হিসাব করে গ্রাফ তৈরি করা হয়। পরবর্তিতে তথ্য বিশ্লেষণ করা হয়। অর্থাৎ, চলকগুলোর মাঝে pattern বা ধারা / প্রবণতা এবং সম্পর্ক খুঁজে বের করা হয়। বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের ভিত্তিতে তথ্যের এই ধারা, প্রবণতা অথবা সম্পর্কের ব্যাখ্যা দাঁড় করানো হয়। সর্বশেষ ধাপটি হলো- গবেষণা পদ্ধতি এবং ফলাফলের মূল্যায়ন। অনুসন্ধান সমস্যা, গবেষণা প্রশ্ন অথবা হাইপোথিসিসের আলোকে প্রাপ্ত ফলাফলের মূল্যায়ন করা হয়। ফলাফল সমস্যা, প্রশ্ন অথবা হাইপোথিসিসের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ না হলে সমস্যা অথবা হাইপোথিসিস পুনর্গঠন করা হয়।

সবশেষে, অনুসন্ধানের পরিকল্পনা এবং ব্যবহৃত কৌশল ও পদ্ধতির মূল্যায়ন করা হয়। প্রয়োজনে এই কৌশল ও পদ্ধতির পরিমার্জন করা হয় এবং গবেষণা প্রশ্ন, হাইপোথিসিস, অনুমান গঠন করে পুনরায় পুরো প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করা হয়।

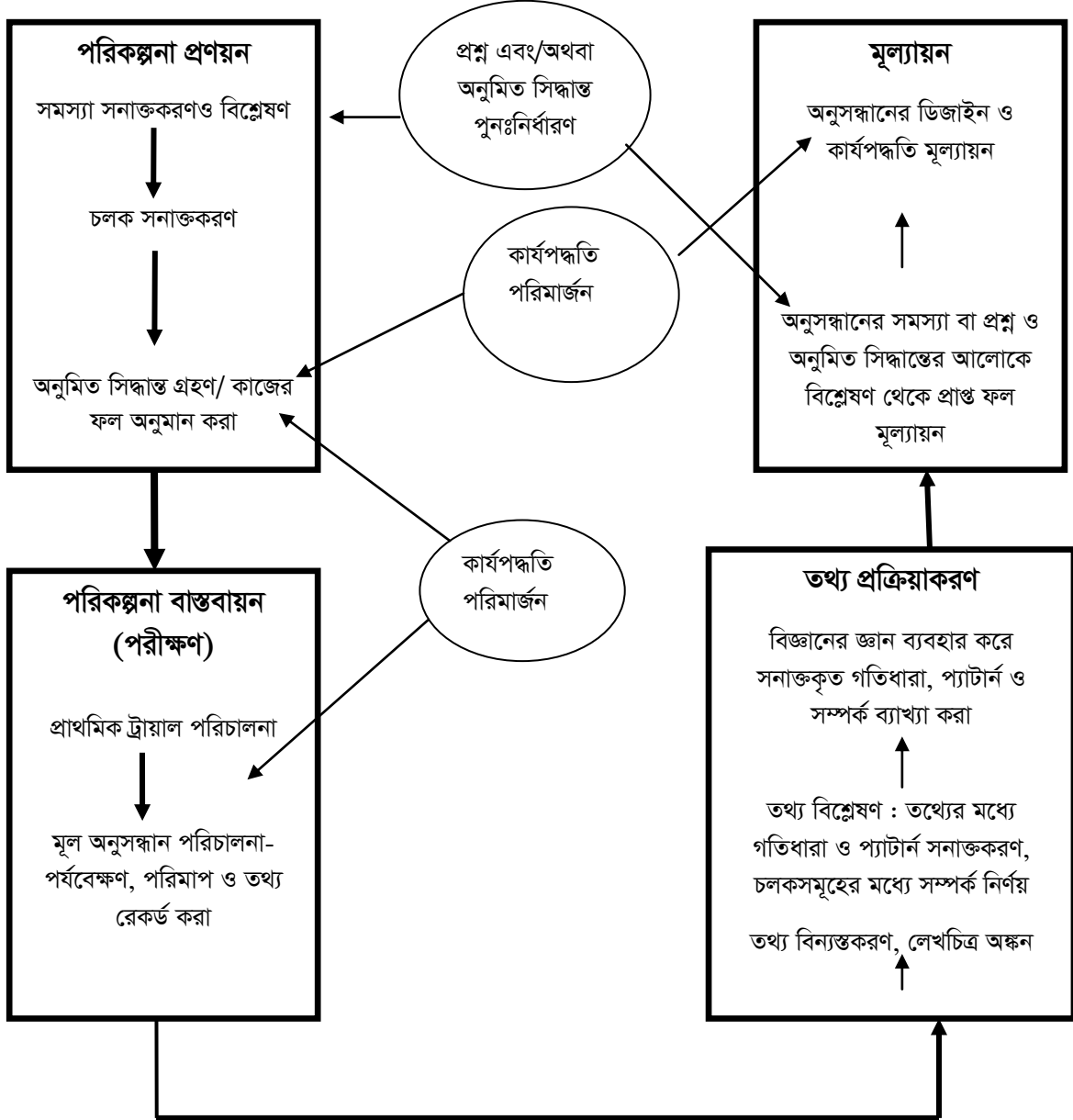
### ব্যবহারিক কাজে অনুসন্ধানের Level of Openness

ব্যবহারিক কাজে অনুসন্ধানের সমস্যা, উপকরণ, কার্যপদ্ধতি নির্বাচন ও উত্তর খুঁজে বের করার ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের অংশগ্রহণের কথা বিবেচনা করে অনুসন্ধানের level of openness -কে কয়েকটি স্তরে ভাগ করা হয়েছে।

একটি উদাহরণ দেওয়া যাক, যখন শিক্ষার্থী g এর মান নির্ণয় করে তখন এটিতে সমস্যা দেওয়া থাকে, উপকরণ ও কার্যপদ্ধতি দেওয়া থাকে। শিক্ষার্থীরা এগুলো কেবল এক এক করে কাজের ধারা অনুসরণ করে। আমাদের এখন লক্ষ্যই হলো, এর থেকে শিক্ষার্থীদের বের করে এনে ক্রমশ open inquiry এর দিকে নিয়ে যেতে হবে।

অনুসন্ধানের সর্বনিম্ন স্তরে শিক্ষার্থীদের অনুসন্ধানের সমস্যা, উপকরণ, কার্যপদ্ধতি, এবং সমস্যার উত্তর বলে দেওয়া থাকে। শিক্ষার্থীদের শুধু উত্তর নিরীক্ষণ (verification) করতে হয়। অনুসন্ধানের এই স্তরকে বলা হয় verification। অনুসন্ধানের পরবর্তী স্তরে শিক্ষার্থীদের অনুসন্ধানের বিষয়, উপকরণ এবং কার্যপদ্ধতি বলে দেওয়া থাকে। কার্যপদ্ধতি ও উপকরণ ব্যবহার করে শিক্ষার্থীদের নিজেদেরই সমস্যার সমাধান করতে হয়।

অনুসন্ধানের এ স্তরকে বলা হয় guided inquiry। অনুসন্ধানের পরবর্তী দু'টি স্তর হচ্ছে open guided inquiry যেখানে শিক্ষার্থীদের অনুসন্ধানের বিষয় এবং উপকরণ অথবা শুধু অনুসন্ধানের বিষয় বলে দেওয়া থাকে। শিক্ষার্থীদের নিজেদের উপকরণ, কার্যপদ্ধতি নির্বাচন করে উত্তর খুঁজে বের করতে হয়। অনুসন্ধানের সর্বোচ্চ স্তর হচ্ছে open inquiry যেখানে শিক্ষার্থীদের নিজেদের অনুসন্ধানের বিষয় নির্বাচন করতে হয় এবং সে অনুযায়ী উপকরণ ও কার্যপদ্ধতি নির্বাচন করে সম্ভাব্য উত্তর খুঁজে বের করতে হয়।



চিত্র: অনুসন্ধানের একটি মডেল (Hackling and Fairbrother, ১৯৯৬, পৃ. ২৭)

পর্যায়	সমস্যা	উপকরণ	পদ্ধতি	উত্তর	সাধারণ নাম
০	প্রদত্ত	প্রদত্ত	প্রদত্ত	প্রদত্ত	যাচাইকরণ
১	প্রদত্ত	প্রদত্ত	প্রদত্ত	উন্মুক্ত	নির্দেশিত অনুসন্ধান
২ক	প্রদত্ত	উন্মুক্ত	উন্মুক্ত	উন্মুক্ত	নির্দেশিত উন্মুক্ত অনুসন্ধান
২খ	প্রদত্ত	উন্মুক্ত	উন্মুক্ত	উন্মুক্ত	নির্দেশিত উন্মুক্ত অনুসন্ধান
৩	উন্মুক্ত	উন্মুক্ত	উন্মুক্ত	উন্মুক্ত	উন্মুক্ত অনুসন্ধান

### পদার্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক পাঠের জন্য প্রস্তুতি

ব্যবহারিক পাঠের জন্য সপ্তাহে যে সময় বরাদ্দ থাকে তা পুরোপুরি কাজে লাগানো প্রয়োজন। এজন্য শিক্ষক ও শিক্ষার্থীকে আগে থেকেই প্রস্তুতি নিতে হবে। শ্রেণিকক্ষে কোনো পরীক্ষাটি করতে হবে তা অন্তত এক সপ্তাহ আগে জেনে নিতে হবে। এক সপ্তাহের মধ্যে পরীক্ষাটি সম্পর্কে ভালোভাবে আয়ত্ব করে যতটা সম্ভব স্পষ্ট করে নিতে হবে। এজন্য যে সে বিষয়গুলো গুরুত্বসহ বিবেচনা করতে হবে সেগুলো হলো:

- পরীক্ষার তত্ত্ব ও শিখন ফল নির্ধারণ।
  - পরীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও উপকরণের বর্ণনা।
  - পরীক্ষাটি কীভাবে সম্পন্ন করতে হবে অর্থাৎ কাজের ধারা।
  - উপাত্ত কীভাবে সাজাতে হবে তার জন্য নির্দিষ্ট ছক বা টেবিল।
  - ব্যবহারিক কাজে উপকরণের উপর ভিত্তি করে এককভাবে বা দলগত কাজের জন্য দল গঠন করা।
  - সকল দলের জন্য পূর্ব থেকে সহায়ক সামগ্রী আলাদা করে রাখা।
  - দলীয় কাজের জন্য স্পষ্ট নির্দেশনা দেওয়া।
  - ব্যবহারিক কাজে যে সমস্ত দ্রব্যাদি স্বল্পমূল্যে বা বিনামূল্যে উপকরণ প্রয়োজন তা শিক্ষার্থীদের সংগ্রহ করে আনতে বলা।
  - বিভিন্ন দলের কাজ পর্যবেক্ষণ ও প্রয়োজনীয় সহায়তা প্রদান।
  - ফলাফল বিশ্লেষণ ও প্রতিবেদন তৈরিতে সহায়তা প্রদান।
  - পরীক্ষণের সময় যে কোনো দুর্ঘটনায় প্রাথমিক চিকিৎসা বা প্রতিকারের ব্যবস্থা করা এবং
  - স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা রক্ষার জন্য FIRST AID BOX এবং অগ্নি নির্বাপন যন্ত্র ব্যবস্থা করা।
- তাছাড়া অনুসন্ধানমূলক কাজের প্রকৃতি অনুসারে শিক্ষককে প্রস্তুতি নিতে হবে।

### বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি সংগ্রহ ও সংরক্ষণ

পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবিষয়ে ব্যবহারিক কাজের যন্ত্রপাতি সংগ্রহ এবং সংরক্ষণের পদ্ধতি ও কৌশল আলোচনা করা হলো-

বিষয় শিক্ষক কর্তৃক বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ও শিক্ষা উপকরণ তালিকা প্রণয়ন

পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যসূচী ও পাঠ্যপুস্তকের চাহিদার আলোকে যন্ত্রপাতি, রাসায়নিক দ্রব্যাদি ও শিক্ষাপকরণের তালিকা প্রস্তুত করবেন। তালিকা তৈরির সময় শিক্ষক বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি সরবরাহকারী সংস্থা কর্তৃক প্রকাশিত Catalogue বিভিন্ন কোম্পানি

কর্তৃক প্রকাশিত Catalogue বিজ্ঞানাগার সহায়ক গ্রন্থ ইত্যাদির সাহায্য নিতে পারেন। শিক্ষক তার প্রস্তুতকৃত তালিকা এবং ল্যাবরেটরিতে ইতোমধ্যে যে সব যন্ত্রপাতি আছে তার ক্রস চেক করবেন এবং প্রস্তুতকৃত তালিকা থেকে যে সব আইটেম প্রয়োজন নেই সেগুলো কেটে দিয়ে চূড়ান্ত তালিকা তৈরি করবেন। শ্রেণির ছাত্র/ছাত্রীর সংখ্যা ও আর্থিক সংগতির বিষয় বিবেচনা করে শিক্ষক পরিমাণ নির্ধারণ করবেন। প্রস্তুতকৃত চূড়ান্ত তালিকাটি তিনি প্রতিষ্ঠান প্রধানের নিকট জমা দেবেন।

### টেন্ডার কমিটি গঠন

তালিকাভুক্ত যন্ত্রপাতি ক্রয়ের জন্য প্রধান শিক্ষক একটি টেন্ডার কমিটি গঠন করবেন এবং যন্ত্রপাতি ক্রয়ের জন্য দরপত্র আহ্বান করে দৈনিক পত্রিকায় বিজ্ঞপ্তি প্রকাশ করবেন। টেন্ডার কমিটি দরপত্র যাচাই বাছাই করে যন্ত্রপাতি ক্রয়ের সুপারিশ করবেন। আর্থিক বিধিমালা অনুযায়ী প্রয়োজনে কোটেশন পদ্ধতি অনুসরণ করা যেতে পারে।

### ক্রয় আদেশ

টেন্ডার/ কোটেশন কমিটি সিদ্ধান্তের আলোকে প্রধান শিক্ষক মালামাল ক্রয়ের জন্য আদেশ দিবেন। আদেশে মালামালের নাম, বিবরণ, সংখ্যা, একক মূল্য, মোট মূল্য ছক আকারে থাকবে। ছকটি নিম্নরূপ।

### বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ক্রয়ের আদেশ

ক্রমিক নং	দ্রব্যের নাম	দ্রব্যের বিবরণ	সংখ্যা/পরিমাণ	এককমূল্য	মোট মূল্য
১					
২					
৩					
৪					
৫					

### সরবরাহকৃত মালামাল গ্রহণ

শিক্ষক তালিকা অনুযায়ী সরবরাহকৃত মালামাল চেক করে গ্রহণ করবেন এবং সরবরাহকারী কোম্পানির টাকা পরিশোধের সুপারিশ করবেন।

### প্রাপ্ত যন্ত্রপাতি ল্যাবরেটরি স্টক রেজিস্টার বইতে Entry করণ

প্রাপ্ত যন্ত্রপাতি/ রাসায়নিক দ্রব্যাদি ল্যাবরেটরি স্টক রেজিস্টার বইতে Entry করবেন। Entry করার সময় তিনি তালিকাটিকে ছয় ভাগে ভাগ করে করতে পারেন।

- সাধারণ উপকরণ যা যত্ন করে রাখলে বার বার ব্যবহার করা যাবে। যেমন স্লাইড ক্যালিপার্স ও জুকু গজ।
- যে সব উপকরণ স্থানীয় বাজার থেকে সংগ্রহ করা যাবে। যেমন কাঠের পিড়ি।
- যে সব উপকরণ/রাসায়নিক দ্রব্যাদি প্রতিবছর ক্রয় করার প্রয়োজন হবে।

৪. প্রদর্শনের জন্য বড় বড় যন্ত্রপাতি/ উদ্ভাবনীমূলক যন্ত্রপাতি।
৫. শিক্ষা বিষয়ক মডেল, চার্ট, সারণী, ছবি ইত্যাদি
৬. হস্তনির্মিত যন্ত্রপাতি বা সহজলভ্য উপকরণ তৈরি।

ল্যাবরেটরি স্টক বইতে নিম্নরূপ ছকে মালামাল Entry করা যেতে পারে

ক্রমিক নং	দ্রব্যের নাম	দ্রব্যের বৈশিষ্ট্য/ বর্ণনা	ক্রয় মূল্য	সংখ্যা
১				
২				
৩				
৪				

### ল্যাবরেটরির যন্ত্রপাতি সংরক্ষণ

শিক্ষক ল্যাবরেটরির যন্ত্রপাতি ব্যবহার সংরক্ষণ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের নিম্নলিখিত নির্দেশ প্রদান করবেন।

- পরীক্ষণ শেষে গ্যাস, পানি ও বৈদ্যুতিক সুইচ অফ করতে হবে;
- পরীক্ষণ শেষে পরীক্ষা টেবিল ভালোভাবে পরিষ্কার করে রাখতে হবে;
- কাচের টুকরা, কাগজ বা অন্য কোনো কঠিন বস্তু বেসিনে ফেলা যাবে না;
- কাজের শেষে যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করে নির্দিষ্ট স্থানে রাখবে;
- রাসায়নিক দ্রব্যাদির বোতলের গায়ে বা প্যাকেটে লেভেল লাগিয়ে রাখতে হবে এবং
- চার্ট, মডেল ইত্যাদি ব্যবহারের পর নির্দিষ্ট স্থানে রাখতে হবে।

বর্তমানে পদার্থবিজ্ঞান এর ব্যবহারিক কাজ তত্ত্বীয় শ্রেণিকক্ষের শিখন-শেখানো পাশাপাশি শ্রেণি বা শ্রেণির বাইরে সম্পন্ন করার সুযোগ রয়েছে। এতে যে সমস্ত বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি প্রয়োজন তা অনেকটা সহজলভ্য উপকরণের মাধ্যমে সম্পন্ন করা যায়। এজন্য শিক্ষককে এসবের একটি তালিকা তৈরি করে সংগ্রহ এবং সংরক্ষণের ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে।

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. দর্পণ কী ও কত প্রকার?
২. প্রতিবিম্ব কী ও কত প্রকার?
৩. তড়িৎ বল কী?
৪. তড়িৎ ক্ষেত্র কী?
৫. তড়িৎ বিভব কী?
৬. জেনারেটর ও তড়িৎ মোটরের মধ্যে পার্থক্য কী?
৭. স্টেপ আপ ও স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার দ্বারা কী কাজ করা হয়?
৮. পদার্থবিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজ বলতে কী বোঝায়?
৯. অনুসন্ধান পদ্ধতির ধাপগুলো লিখুন।

### রচনামূলক প্রশ্ন

১. প্রমাণ করতে হবে সমতল দর্পণে বস্তুর দূরত্ব এবং প্রতিবিম্বের দূরত্ব সমান।
২. তড়িৎ বল সম্পর্কিত কুলম্বের সূত্রটি বিবৃত কর।
৩. তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।
৪. তড়িৎ মোটরের গঠন বর্ণনা কর।
৫. পদার্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক কাজের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করুন।
৬. পদার্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক কাজে শিক্ষকের প্রস্তুতির বিবেচ্য বিষয়সমূহ বর্ণনা করুন।

### সৃজনশীল প্রশ্ন

একটি ট্রান্সফরমারের মুখ্য কয়েলের ভোল্টেজ ২৪০ ভোল্ট ও পাক সংখ্যা ৫০ এবং গৌণ কয়েলের ভোল্টেজ ৮ ভোল্ট।

- (ক) তড়িৎ ক্ষেত্র কাকে বলে?
- (খ) ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রে তড়িৎ ক্ষমতার পরিমাণ সবসময় একই থাকে কেন?
- (গ) গৌণ কয়েলে তড়িৎ প্রবাহ কত?
- (ঘ) ট্রান্সফরমারটি কোন ধরনের যুক্তিসহ ব্যাখ্যা দিতে হবে।

### তথ্যসূত্র

মাধ্যমিক বিজ্ঞান শিক্ষাক্রম (২০১২), এনসিটিবি, মতিঝিল, ঢাকা, বাংলাদেশ।

তপন, চৌধুরী, শেখ ও সরকার (২০১৭), পদার্থবিজ্ঞান, নবম-দশম শ্রেণি, এনসিটিবি, মতিঝিল, ঢাকা, বাংলাদেশ।

## ইউনিট ১০ : শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো

কবি সুনির্মল বসু বলেছিলেন “বিশ্বজোড়া পাঠশালা মোর সবার আমি ছাত্র, নানানভাবে নতুন জিনিস শিখছি দিবারাত্র” কবির এই উক্তি অনানুষ্ঠানিকভাবে বিশ্বের মানুষের জন্য প্রকৃতিই হলো শ্রেণিকক্ষ। প্রকৃতির এ উদার শ্রেণিকক্ষ থেকে মানুষ যা শিখবে তা হবে স্বতঃস্ফূর্ত ও আনন্দময়। অর্থাৎ প্রকৃতি থেকে শিক্ষার্থীরা পর্যবেক্ষণ এবং স্পর্শ করে যা শিখবে তা সহজে বুঝতে সক্ষম হবে। শিক্ষার্থীদের শিখন-শেখানো কার্যক্রমকে আনন্দদায়ক ও ফলপ্রসূ করতে হলে শ্রেণিকক্ষ পাঠদান করলেই হবে না। এদেরকে পাশাপাশি শ্রেণিকক্ষের বাইরে-মাঠে, বিদ্যালয়ের আশে-পাশে শিল্প কারখানা, ক্ষেত খামারে, দর্শনীয় স্থানে ছেড়ে দিতে হবে নিজে নিজে শেখার জন্য। এজন্য সুনির্দিষ্ট নির্দেশনার দায়িত্বে থাকবেন শিক্ষক। শিক্ষা প্রতিষ্ঠানে শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিক্ষাকে যদি পরিকল্পিতভাবে প্রাতিষ্ঠানিক তথা অনানুষ্ঠানিকভাবে সমন্বিত করা যায়, তবেই প্রকৃত শিখন স্থায়ী হয়। আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের অন্তর্নিহিত সৌন্দর্য ও আনন্দ উপভোগ করে শিক্ষার্থীদের জীবনব্যাপী শিক্ষায় আগ্রহী করে তোলা শিখন-শেখানোর অন্যতম কাজ। এজন্য শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিল্পকারখানা, বিজ্ঞান জাদুঘর পরিদর্শন, বিজ্ঞান মেলা আয়োজন, বিজ্ঞান ক্লাব ও বিজ্ঞান সমিতির কাজ, গণমাধ্যমের ভূমিকা ও শিক্ষা সফরের মাধ্যমে পদার্থবিজ্ঞান কীভাবে শিখবে তা উপলব্ধি করতে পারবে। এ ইউনিটে এসব সংক্রান্ত শিখন-শেখানো কার্যক্রমে দুটি সেশনে ভাগ করা হয়েছে।

১০.১ শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানোর ধারণা, প্রয়োজনীয়তা এবং শিল্প কারখানা, বিজ্ঞান জাদুঘর, বিজ্ঞান মেলা, বুলেটিন বোর্ড ও বিজ্ঞান ক্লাবের ব্যাপ্তি ও সুযোগ

১০.২ বিজ্ঞান সমিতির ব্যাপ্তি ও সুযোগ, গণমাধ্যম এবং শিক্ষা সফর

### ১০.১ : শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানোর ধারণা, প্রয়োজনীয়তা এবং শিল্প কারখানা, বিজ্ঞান জাদুঘর, বিজ্ঞান মেলা, বুলেটিন বোর্ড ও বিজ্ঞান ক্লাবের ব্যাপ্তি ও সুযোগ

অতীতে বিজ্ঞান শিক্ষার ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর শুধু মানসিক বিকাশে শিক্ষাক্রমে ছিল অনেকটা জ্ঞানমূলক বিষয়ের সমাহার। বর্তমানে শিক্ষার লক্ষ্য শিক্ষার্থীর সার্বিক বিকাশের মাধ্যমে মানবিক, সামাজিক ও নৈতিক গুণসম্পন্ন জ্ঞানী, দক্ষ, যুক্তিবাদী, বিজ্ঞানমনস্ক ও সৃজনশীল দেশপ্রেমিক জনসম্পদ সৃষ্টি করা। বর্তমানে আধুনিক শিক্ষার লক্ষ্যের সঙ্গে সামঞ্জস্য রেখে বিভিন্ন ক্ষেত্রে খেলাধুলা, বিজ্ঞান মেলা, বিতর্ক সভা, বৃত্তিমূলক কার্যাবলি, বিজ্ঞান পত্রিকা বা সাময়িকী প্রকাশ ইত্যাদি বিদ্যালয় কর্মসূচির অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এ ধরনের কাজগুলোকে পূর্বে শিক্ষাক্রমের বাইরে অতিরিক্ত কাজ হিসেবে বিবেচনা করা হতো। এ অবস্থায় এসব কাজগুলোকে বহিঃপাঠক্রমিক কার্যাবলি বলা হয়েছিল। বর্তমানে শিক্ষাবিজ্ঞান শিক্ষাক্রম পরিমার্জনকালে এসব কাজগুলোকে শিক্ষাক্রমের অন্তর্ভুক্ত করার বিবেচনা করেন। জ্ঞানমূলক পাঠ্যবিষয়গুলো চর্চার সাথে সাথে শিক্ষার্থীর সর্বাঙ্গীণ বিকাশের জন্য এ কাজগুলো সমান গুরুত্বপূর্ণ। এ বিবেচনায় এসব কার্যাবলি নাম দিলেন সহশিক্ষাক্রমিক কার্যাবলি।

#### ধারণা

আধুনিক শিক্ষা ও প্রযুক্তির যুগে বিজ্ঞান শিক্ষার ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর সক্রিয়তা, হাতে-কলমে কাজ ও অনুসন্ধানের উপর বিশেষ গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। এজন্য পদার্থবিজ্ঞান বিষয়কে শিক্ষার্থীর কাছে কেবল তথ্য হিসেবে মুখস্থ নয়, নিজেদের থেকে প্রাকৃতির নিয়মগুলো আবিষ্কার করা তথা পরীক্ষণ, পর্যবেক্ষণ ও তথ্য বিশ্লেষণ করে বিজ্ঞানীদের মতো আবিষ্কার করা এবং এভাবে বৈজ্ঞানিক প্রথায় কাজ করে চিন্তা করার সামর্থ্য অর্জন করতে শেখাকে গুরুত্ব দেওয়া হয়ে থাকে। সারাবিশ্বে শ্রেণিকক্ষের বাইরে বিজ্ঞান শিক্ষার উপর জোর দেওয়া হচ্ছে। অর্থাৎ শ্রেণিকক্ষের বাইরে বিভিন্ন সংগঠনমূলক কাজ করার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর জ্ঞান, দক্ষতা ও দৃষ্টিভঙ্গি আস্থা পূর্ণ পরিবর্তন ঘটিয়ে তাকে সক্রিয় করে তোলা সম্ভব। এজন্য পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের বিষয়বস্তু শ্রেণিকক্ষের কার্যক্রমের পাশাপাশি চলবে শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কার্যক্রম। এতে শিক্ষার্থীর শ্রেণিকক্ষের বাইরে



বাস্তব অভিজ্ঞতা পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর সাথে সমন্বয় করে প্রকৃত শিখন ঘটাতে সক্ষম হবেন। পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবিষয়ে শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন কার্যক্রম পরিচালনার সুযোগ রাখা হয়েছে। যেমন- শিক্ষার্থীর দৌড় প্রতিযোগিতার মাধ্যমে দ্রুতি ও বেগ নির্ণয়, সিঁড়ি দিয়ে দৌড়ে ওঠে ক্ষমতা নির্ণয় ইত্যাদি। অর্থাৎ শিক্ষাক্রমের অন্তর্ভুক্ত কাজও শ্রেণিকক্ষের বাইরে সম্পন্ন করতে হয়। তাই প্রচলিত সহশিক্ষাক্রমিক কার্যাবলির পরিবর্তে শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কার্যক্রম নামে অভিহিত যথোপযুক্ত। বর্তমান বিশ্বে শ্রেণিকক্ষের বাইরে সম্পাদিত কার্যক্রমকে শ্রেণিকক্ষের একটি উপাংশ হিসাবে অভিহিত করা হয়। শ্রেণিকক্ষে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমকে গঠনবাদ সমর্থন করে। এজন্য শিক্ষার্থী তার প্রকৃতি ও সমাজ পরিবেশে অভিজ্ঞতা অর্জন করে যা থেকে সে নিজের মতো করে অর্থ গঠন করে বা কোনো কিছু আবিষ্কার করতে চায়। পদার্থবিজ্ঞানের এমন অনেক বিষয় আছে শিক্ষার্থী তার নিজস্ব পরিবেশ থেকে স্বাধীনভাবে নতুন নতুন অভিজ্ঞতা অর্জন করতে পারে যা শ্রেণি কক্ষে সম্ভব নয়। পদার্থবিজ্ঞানে শ্রেণি কক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কার্যক্রমে শিক্ষককে পরিকল্পনা বা প্রস্তুতি গ্রহণ করতে হয়।

শ্রেণি শিখন-শেখানো কার্যক্রমের পাশাপাশি শিক্ষার্থীদের পদার্থবিজ্ঞানকে অধিকতর আকর্ষণীয় ও ভালোভাবে বুঝতে সহায়তার জন্য গৃহীত বিভিন্ন কার্যাবলির শিখনে প্রকৃতি, সংগঠনমূলক, সৃজনশীল, সৃষ্টিধর্মী পরিকল্পনা এবং পরিচালনার নিয়ম-নীতি অনুসরণ করার প্রক্রিয়াই হলো শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কার্যক্রম। পদার্থবিজ্ঞানের তত্ত্ব ও সূত্র সত্যতা যাচাইয়ে শিক্ষার্থীর তার পরিবেশ থেকে শেখার অভিজ্ঞতার সাথে শ্রেণিকক্ষের শিখনকে সমন্বিত করতে হবে। এতে অর্জিত জ্ঞান হবে দীর্ঘস্থায়ী।

## শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানোর প্রয়োজনীয়তা-

- শিক্ষার্থীর আগ্রহ, দক্ষতা বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি বিকাশে সহায়তা করে।
- শিক্ষার্থীর সুস্থ প্রতিভা বিকাশে শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কার্যক্রম অধিকতর গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।
- শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান পাঠে আকর্ষণীয়, চিত্তাকর্ষক, আনন্দময় এবং দীর্ঘস্থায়ী করার জন্য।
- শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন কার্যাবলি দলীয়ভাবে সম্পন্ন করতে হয়। এতে দলীয় সদস্যদের প্রতি ভ্রাতৃত্ববোধ, সহযোগিতা ও ইতিবাচক মনোভাব গড়ে ওঠে।
- পদার্থবিজ্ঞানে শ্রেণি শিক্ষণের বাইরে অনুসন্ধান সম্পর্কিত কাজে শিক্ষার্থীর পরিকল্পনা বাস্তবায়নের ভূমিকা অবতীর্ণ হতে হয়। শিক্ষার্থীদের সংগঠনমূলক কাজের দক্ষতা ও নেতৃত্বের বিকাশ বৃদ্ধিতে সহায়তা করে।
- শিক্ষার্থীর সৃজনশীল ক্ষমতার পূর্ণ বিকাশের সুযোগ সৃষ্টি করে তোলার জন্য।
- শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞানে ধারণা স্পষ্ট করার জন্য সরাসরি পর্যবেক্ষণ, পরিদর্শন ও সফরে ব্যবস্থা করতে হয়। এসব বাস্তবায়নের পর প্রতিবেদন বা রিপোর্টিং প্রস্তুত বা ভিডিও ধারণ/ ছবি ইত্যাদি কাজ করতে হয়। এতে শিক্ষার্থীদের শিখন স্থায়ী এবং কর্মজীবন প্রস্তুতিতে সহায়তা করে।
- শ্রেণিকক্ষের বাইরে কাজ বিদ্যালয় ও সমাজের মধ্যে বন্ধন সূদৃঢ় হয়।
- শিক্ষার্থীদের পদার্থবিজ্ঞানের সহায়ক গ্রন্থ এবং তথ্য ও প্রযুক্তি ব্যবহারে উদ্বুদ্ধ হবে এবং পাঠের অভ্যাস গড়ে তোলার জন্য।
- শ্রেণিকক্ষের বাইরে অভিজ্ঞতার আলোকে পদার্থবিজ্ঞানের ধারণা, তত্ত্ব, সূত্র এবং নীতির ব্যাপক চর্চার মাধ্যমে কুসংস্কারমুক্ত, বিজ্ঞানমনস্ক ও যৌক্তিক মানুষ হিসেবে গড়ে উঠতে সহায়তা করার জন্য।

## ব্যাপ্তি ও সুযোগ

পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমের পাশাপাশি শ্রেণি শিক্ষণের বাইরে কার্যাবলি সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করার মাধ্যমে শিখন-শেখানো কার্যক্রম ত্বরান্বিত হবে নিঃসন্দেহে বলা যায়। শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো বিভিন্ন ধরনের কার্যাবলি গ্রহণ করা যেতে পারে। নিচে এসব ব্যাপ্তি ও সুযোগ সম্পর্কিত বিষয়ে আলোচনা করা হলো।

## শিল্পকারখানা

পদার্থবিজ্ঞানের সাথে শিল্পকারখানার একটি গভীর সম্পর্ক বিদ্যমান। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি কেন্দ্রে রয়েছে প্রকৃতি। মানুষের প্রয়োজনে প্রকৃতিতে নিয়ন্ত্রণ ও পরিবর্তন করার জন্য যেসব যন্ত্র ও কৌশল উদ্ভাবিত হয় তা প্রযুক্তি। এর ফলে পদার্থবিজ্ঞানে সূত্র ও তত্ত্ব প্রয়োগে যন্ত্রপাতি তৈরিতে বাংলাদেশে অনেক শিল্পকারখানা গড়ে উঠেছে। এসবের মধ্যে হলো- জাহাজ নির্মাণ জন্য খুলনা শিপইয়ার্ড, বরিশাল ও ঢাকা, বিদ্যুৎ উৎপাদনের জল বিদ্যুৎ কেন্দ্র, কাপ্তাই তাপীয় বিদ্যুৎ কেন্দ্র, আইপিএস, সার্কিট ব্রেকার, বাব্ব ও ব্যাটারি তৈরির কল কারখানা, গাড়ির তৈরি জন্য প্রগতি ইন্ডাস্ট্রিজ লিমিটেড, অটোমোবাইল সার্ভিস ইত্যাদি। এসব যন্ত্রের উদ্ভাবক ও তৈরির কলকারখানা হিসেবে মেঘনা গ্রুপ, এডভান্সড কেমিক্যাল কারখানা, রহিম আফরোজ, ওয়ালটন ও ফিলিপস কোম্পানী ইত্যাদি। তাছাড়া বিদ্যালয়ের আশপাশে ক্ষুদ্র ও মাঝারি বিদ্যুৎ সামগ্রী তৈরি, অটোমোবাইল সার্ভিস, বায়োগ্যাস শক্তি ও আইপিএস যন্ত্র ইত্যাদি তৈরি ক্ষুদ্র ও মাঝারি কল-কারখানা গড়ে উঠেছে।

পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর মধ্যে শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কার্যক্রম গৃহীত হতে পারে এমন কয়েকটি উদাহরণঃ

অধ্যায়ের নাম	বিষয়বস্তু	শিল্প কারখানা/ প্রতিষ্ঠান	প্রযুক্তি
কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি ও তড়িৎ চুম্বক ক্রিয়া	জলবিদ্যুৎ, বায়োগ্যাস, শক্তি, তড়িত চৌম্বক ও আবেশনীতি	বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র, সার্জ ইঞ্জিনিয়ারিং কোং, বিদ্যালয় আশপাশে বায়োগ্যাস তৈরির নির্মাণ কৌশল পর্যবেক্ষণ।	- জেনারেটর - টারবাইন - মোটর - ট্রান্সফরমার - বায়োগ্যাস উৎপাদন।
পদার্থের অবস্থা ও চাপ	আর্কিমিডিসের সূত্র	জাহাজ তৈরির কারখানা, খুলনা, বরিশাল, ঢাকা	- ভাসন ও নিমজ্জন - ব্যারোমিটার
চলতড়িৎ	তড়িৎের নিরাপদ ও কার্যকর ব্যবহার	মাঝারি ও ক্ষুদ্র কল কারখানা	- সার্কিট ব্রেকার - ফিউজ - সুইচ - বাব্ব - ওয়াশিং মেশিন
আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান ও ইলেকট্রনিক্স	তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি	- ফিলিপস কোম্পানি - ওয়ালাটন কোম্পানি - রেডিও টেলিভিশন সম্প্রচার কেন্দ্র - বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘর।	- টেলিফোন - মোবাইল - রেডিও - টেলিভিশন - রাডার
জীবন বাঁচাতে পদার্থবিজ্ঞান	পদার্থবিজ্ঞানে বিভিন্ন তত্ত্ব ও নীতিকে কাজে লাগিয়ে কাজ করে এমন বিষয়বস্তু	সরকারি ও বেসরকারি হাসপাতাল ব্যবহৃত হয়।	এক্সরে, আল্ট্রাসোনোগ্রাফি, সিটি স্ক্যান, ইসিজি, ইটিটি ইত্যাদি

শ্রেণিকক্ষের বাইরে এসব কাজ সম্পন্ন করতে হলে প্রতিষ্ঠান বা শিল্পকারখানা পরিদর্শনের ব্যবস্থা করতে হবে। বর্তমানে বিদ্যালয়ে পরিদর্শনের ব্যবস্থা পরিবর্তে শিক্ষা সফরের ব্যবস্থা গৃহীত আছে। শিক্ষা সফরের কার্যাবলি পরবর্তী সেশনে আলোচনা করা হয়েছে।

## বিজ্ঞান জাদুঘর

শিখন-শেখানো প্রকৃতিগতভাবেই স্বতঃস্ফূর্ত হতে পারে এবং শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক হতে পারে, যখন শিক্ষার্থীদের শ্রেণিকক্ষের বাইরে মুক্ত বাতাসে নিয়ে আসা হয়। শিক্ষার্থীরা যখন কোনো বিষয় বাস্তব জীবনে অনুশীলন করার সুযোগ পায়, তখন শ্রেণিকক্ষের বাইরে এবং ভেতরে একীভূত করে এক ধরনের সম্পর্ক সৃষ্টি করতে পারে। এতে শিক্ষার্থীদের আগ্রহ বৃদ্ধি পায়। বিজ্ঞান শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহ ও অনুরাগ বৃদ্ধিতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে বিজ্ঞান জাদুঘর। জাদুঘর বিদ্যালয়ের ভিতরে বা বাইরে যে কোনো স্থানে হতে পারে। তবে বিজ্ঞান জাদুঘর একটি প্রাতিষ্ঠানিক হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

কোনো প্রতিষ্ঠানের বিজ্ঞানে অতীত, বর্তমান ও ভবিষ্যতের বিভিন্ন আবিষ্কার, বিজ্ঞানে সূত্র ও তত্ত্ব প্রয়োগে প্রযুক্তির অবদান সম্পর্কিত যন্ত্র, শিল্প প্রযুক্তি, মজার বিজ্ঞান ও মহাকর্ষ বিজ্ঞানের পর্যবেক্ষণের জন্য বিভিন্ন বস্তু সংগ্রহ ও সংরক্ষণ করে জ্ঞান চর্চার সংগ্রহশালাই হলো বিজ্ঞান জাদুঘর।

বাংলাদেশে বিজ্ঞান জাদুঘর এর নাম হলো জাতীয় বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘর। একমাত্র এই জাদুঘর আগারগাঁও, ঢাকায় অবস্থিত। ১৯৬৫ সালে তদানিন্তন সরকারে এক নির্বাহী আদেশের মাধ্যমে জাতীয় বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘর আত্মপ্রকাশ করে। বর্তমানে এ প্রতিষ্ঠানটি আধুনিক জাদুঘর এর সকল বৈশিষ্ট্য বিদ্যমান। প্রতিষ্ঠানটি আধুনিক বিজ্ঞান শিক্ষা কেন্দ্র হিসেবে কার্যক্রম চালিয়ে যাচ্ছে।

জাতীয় বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘরের কার্যক্রম মূলত তিনভাগে বিভক্ত।

ক) গ্যালারী প্রদর্শন

খ) শিক্ষা কার্যক্রম

গ) প্রকাশনা

ক) গ্যালারি প্রদর্শন

এ জাদুঘরে সাতটি গ্যালারি রয়েছে। গ্যালারিগুলো হলো:

- ভৌত বিজ্ঞান গ্যালারি
- শিল্প প্রযুক্তি গ্যালারি
- জীববিজ্ঞান গ্যালারি
- তথ্য প্রযুক্তি গ্যালারি
- মজার বিজ্ঞান গ্যালারি-১
- মজার বিজ্ঞান গ্যালারি-২
- মহাকর্ষ বিজ্ঞান গ্যালারি

তাছাড়া রয়েছে সায়েন্স পার্ক, আকাশ পর্যবেক্ষণ এবং বিজ্ঞান গ্রন্থাগার। শক্তিশালী টেলিস্কোপের সাহায্যে প্রতি শুক্রবার ও শনিবার সন্ধ্যায় আকাশ মেঘমুক্ত থাকা সাপেক্ষে ১০ টাকার টিকিটের বিনিময়ে চাঁদ, শুক্রগ্রহ, মঙ্গলগ্রহ, শনিগ্রহ, বৃহস্পতি, এন্ড্রোমিডা, গ্যালাক্সী, সেভেন সিস্টার, জোড়া তারা ও তারার ঝাক পর্যবেক্ষণ করা যায়।

বৃহস্পতিবার ও সরকারি ছুটির দিন ব্যতীত সকাল ৯.০০টা থেকে বিকাল ৫.০০টা পর্যন্ত পরিদর্শনের ব্যবস্থা রাখা হয়েছে। এতে অভিজ্ঞ গাইড কর্তৃক গ্যালারি প্রদর্শনের ব্যবস্থাও রাখা হয়েছে।

#### খ) শিক্ষা কার্যক্রম

- নিয়মিতভাবে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির উপর বিভিন্ন সময়ে জনপ্রিয় বিজ্ঞান বিষয়ক আলোচনার আয়োজন করা হয়। এসব অনুষ্ঠানে স্কুল, কলেজ ও বিশ্ববিদ্যালয় শিক্ষার্থী, বিজ্ঞান ক্লাবের সদস্য, বিশিষ্ট বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদ, অংশগ্রহণ করে থাকে;
- বিজ্ঞান সম্পর্কিত জনপ্রিয় চলচ্চিত্র ও ভিডিও প্রদর্শনের আয়োজন করে;
- বিজ্ঞান পাঠ্যবই সংশ্লিষ্ট নির্বাচিত বিষয়ের উপর অনুরোধ সাপেক্ষে বিশেষ প্রদর্শন ও আলোচনার আয়োজন করে থাকে এবং
- ভ্রাম্যমাণ জাদুঘর মিউজিভাসের মাধ্যমে সারাদেশে বিজ্ঞান প্রদর্শনীর আয়োজন করা হয়।

#### গ) প্রকাশনা

বিজ্ঞান পত্রিকা, বার্ষিক প্রতিবেদন, পোস্টার, লিফলেট প্রকাশ করা হয়। [সূত্র [www.nmst.gov.bd](http://www.nmst.gov.bd)]

এ ধরনের কোনো স্থান ভ্রমণকে সাধারণত শিক্ষামূলক সফর বলা হয়ে থাকে। এজন্য বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ শিক্ষা সফর স্থান হিসেবে বিজ্ঞান জাদুঘরকে অধাধিকার দেওয়া যেতে পারে। তবে জাদুঘর সম্পর্কে ধারণা দেওয়ার জন্য ওয়েবসাইট ব্যবহার করা যেতে পারে। এক নজরে জাতীয় বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘর শিরোনামে ভিডিও দেখার জন্য ডাইনলোড করতে <https://www.youtube.com/watch?v=5wbhsyjqbyy> বা [w.w.w.nmst.gov.bd](http://www.nmst.gov.bd) এড্রেসবারে পেস্ট করে এন্টার চাপুন। এ ভিডিওটি শ্রেণিকক্ষে প্রদর্শন করলে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানে আগ্রহী হবে।

প্রতিষ্ঠানে শ্রেণিকক্ষের বাইরে যে কোনো সুবিধা মতো স্থানে মিনি বিজ্ঞান জাদুঘর প্রতিষ্ঠিত করা যায়। এজন্য বিজ্ঞানের শিক্ষককে একটি পরিকল্পনা তৈরি করতে হবে। শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর যৌথ প্রচেষ্টায় একটি সার্থক বিজ্ঞান জাদুঘর গড়ে তোলার জন্য করণীয়সমূহ-

#### প্রথম ধাপ

বিজ্ঞান জাদুঘর গঠনের উদ্দেশ্য কী হবে তা স্থির করা।

#### দ্বিতীয় ধাপ

বিজ্ঞান জাদুঘরে প্রদর্শনীর জন্য কোনো বস্তু রাখবে তার তালিকাসহ সংগ্রহ করার কৌশল নির্ধারণ করা। উদাহরণ: পদার্থবিজ্ঞান প্রদর্শনীর জন্য হতে পারে নিউটনের বর্গচক্র। বিভিন্ন লিভারে যান্ত্রিক সুবিধা সমন্বিত দাড়িপাল্লা, যাঁতি, ঠেলাগাড়ি, প্রেসে কাগজ কাটার যন্ত্র তৈরি। উত্তল ও অবতল দর্পণ দিয়ে মজার আয়না তৈরি। বিদ্যুৎ চুম্বকীয় লেন্স সূত্র প্রয়োগে চুম্বকের সাহায্যে দৃষ্টি বিভ্রম যন্ত্র তৈরি। অবতল দর্পণের সামনে প্রধান ফোকাসের মধ্যে কোনো বস্তু রাখলে বিম্বটি যে দর্পণের সামনেই পাওয়া যায় তা দেখানোর জন্য টাচ দা ফুট তৈরি করা। শব্দের প্রতিফলন কীভাবে বেতার যন্ত্রগুলো কাজ করে তা দেখানোর জন্য সাউন্ড ডিশ এবং বৈদ্যুতিক মোটর তৈরি করা। এছাড়া পদার্থবিজ্ঞানের সৌরশক্তির সাহায্যে বিদ্যুৎ উৎপাদন, স্টীম, ডিজেল ও পেট্রোল ইঞ্জিন ইত্যাদি মডেল তৈরি। জীববিজ্ঞানে শ্বাসতন্ত্র, প্রাণীর শ্রেণিবিভাগ, মানবদেহ, চক্ষু বিভিন্ন প্রজাতির ডাইনোসরস ইত্যাদি মডেল তৈরি করা যেতে পারে। রসায়নবিজ্ঞানে সাবান তৈরি, সোডিয়াম ক্লোরাইড-এর মডেল তৈরি করা যায়। তাছাড়া বিভিন্ন বিজ্ঞানীদের জন্ম ও মৃত্যু তার বিশেষ অবদান সংবলিত ছবি সংগ্রহ করা যেতে পারে এবং বিজ্ঞানমেলার প্রদর্শনীর বিভিন্ন প্রজেক্ট।

#### তৃতীয় ধাপ

সংগৃহীত জিনিসপত্র ও প্রদর্শন কীভাবে সজ্জিত করবেন তার একটি রূপরেখা প্রস্তুত করা।

## চতুর্থ ধাপ

এ সংগ্রহশালা কীভাবে ব্যবহার এবং টেকসই করা যায় তার একটি ধারণা পত্র বা প্রতিবেদন তৈরি করা। যন্ত্রপাতি, ছবি ও মডেল তৈরিতে আর্থিক প্রয়োজন হবে। বেসরকারি তহবিল গঠনে বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে।

বিজ্ঞান জাদুঘর গঠনে বিজ্ঞান শিক্ষকের প্রচেষ্টা ও ইতিবাচক ভূমিকা থাকতে হবে। তবে এ বিজ্ঞান জাদুঘর গঠন করা সম্ভব। এতে শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞানে শিখন-শেখানো কার্যক্রম দৃঢ় ও মজবুত হবে।

## বিজ্ঞান মেলা

সর্বস্তরের জনগণের মধ্যে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি সম্পর্কে সচেতনতা সৃষ্টি তথা দেশের তরুণদের বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিগত শিক্ষায় আগ্রহী করে তোলার লক্ষ্যে জাতীয় পর্যায়ে বা স্থানীয় পর্যায়ে বিজ্ঞান মেলা আয়োজন করা হয়ে থাকে। স্থানীয় পর্যায়ে বিজ্ঞান ক্লাবসমূহ বিজ্ঞান মেলা আয়োজন করে থাকে। এ সকল মেলা বা প্রদর্শনীতে উপস্থাপন করার জন্য দেশের শিক্ষার্থী তরুণ ও ক্ষুদে বিজ্ঞানীরা সহজলভ্য ও স্থানীয় কাঁচামাল ব্যবহার করে নিত্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি উদ্ভাবন করতে আগ্রহী হয়ে ওঠে। বিজ্ঞান মেলা আয়োজনে ও অংশগ্রহণে এখন সর্বস্তরের বিজ্ঞান মনস্ক ব্যক্তিদের যথেষ্ট সাড়া পাওয়া যাচ্ছে।

শ্রেণিকক্ষে বিজ্ঞানের তত্ত্ব, সূত্র ও তথ্য সম্পর্কিত অর্জিত জ্ঞানের ভিত্তিতে বাস্তব জীবনে প্রয়োগযোগ্য বা ব্যবহারযোগ্য বস্তু বা প্রযুক্তি তৈরি করে বছরের নির্দিষ্ট সময়ে সপ্তাহব্যাপী প্রদর্শনীর জন্য আয়োজন করাই বিজ্ঞান মেলা। এ মেলায় প্রদর্শিত বস্তু বা প্রযুক্তি শিক্ষার্থীসহ সাধারণ জনগণের প্রবেশাধিকার থাকে। মেলায় শিক্ষার্থী কর্তৃক উদ্ভাবিত বস্তু বা প্রযুক্তি সহজ ব্যবহারের, দর্শনার্থীদের প্রশ্নের উত্তর প্রদান এবং কার্য পদ্ধতি আলোচনা করে বুঝিয়ে দেন। এসবের প্রক্রিয়াই বিজ্ঞান মেলা। বিজ্ঞান মেলা থেকে শিক্ষার্থীরা আহরিত বাস্তব জ্ঞান বিষয়ের বিষয়বস্তু সাথে সমন্বিত করে বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহ ও কৌতুহল বৃদ্ধি করে। বর্তমানে বাংলাদেশ সরকার বিজ্ঞান শিক্ষার প্রতি গুরুত্ব দিয়ে জাতীয়ভাবে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি সপ্তাহ পালনে দিক নির্দেশনা প্রদান করে থাকে।

## বিজ্ঞান মেলা আয়োজনে সরকারের গৃহীত পদক্ষেপসমূহ

বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়ের অধীনে জাতীয় বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘর ১৯৭৮ সাল থেকে জাতীয় বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি সপ্তাহ পালন করে আসছে। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি সপ্তাহে অন্যতম কাজ হলো বিজ্ঞান মেলা আয়োজন করা। এ জন্য সরকার জেলা ও উপজেলা যথাক্রমে জেলা প্রশাসক ও উপজেলা নির্বাহী কর্মকর্তাকে সভাপতি করে ২৫ জন সদস্য নিয়ে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি সপ্তাহ উদ্বাপন কমিটি গঠনের নিয়ম নীতির নির্দেশনা দেওয়া আছে। কেন্দ্রীয় পর্যায়ে দায়িত্ব পালন করে থাকে জাতীয় বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘর।

বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়ের ১৪ নভেম্বর ২০১৬ খ্রিঃ তারিখে অনুমোদিত নীতিমালা অনুযায়ী বিজ্ঞান মেলার সরকারের এসব গৃহীত পদক্ষেপ শিক্ষা প্রতিষ্ঠানে বিজ্ঞান শিক্ষকগণের ন্যূনতম প্রচেষ্টায় শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জ্ঞান নির্ভর হিসেবে গড়ে উঠার সুযোগ পাবে। এ জন্য প্রতিটি প্রতিষ্ঠান বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি সপ্তাহ এবং বিজ্ঞানমেলা অংশগ্রহণের জন্য নিজস্ব পরিকল্পনা গ্রহণ করতে হবে। বিজ্ঞান মেলার জন্য বিদ্যালয় শিক্ষক শিক্ষার্থীদের দিয়ে বিভিন্ন উদ্ভাবনীমূলক যন্ত্রপাতি বা বস্তু তৈরি করে তা সকলের মাঝে উপস্থাপনের জন্য যে প্রদর্শনীয় আয়োজন করবে। এ মেলা শিক্ষক শিক্ষার্থীদের যৌথ প্রচেষ্টায় পরিচালিত হয়ে থাকে। প্রাতিষ্ঠানিক পর্যায়ে বিজ্ঞান মেলা পরিচালনা করতে হলে কতকগুলো ধাপ অনুসরণ করতে হয়। ধাপগুলো আলোচনা করা হলো।

## বিজ্ঞান মেলা পরিচালনার ধাপ

### প্রথম ধাপ : বিজ্ঞান মেলার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য

- শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহ সৃষ্টি করা;
- বিদ্যালয়ে শিখন শেখানো যে অভিজ্ঞতা সঞ্চয় হয় তার বহিঃপ্রকাশ করা;
- বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে শিক্ষার্থীদের উৎসাহিত করা;
- প্রদর্শন ও প্রদর্শন সামগ্রী উপস্থাপনের মাধ্যমে প্রতিভা বিকাশের সুযোগ সৃষ্টি;
- শিক্ষক-শিক্ষার্থী সম্পর্ক গড়ে তোলা;
- শিক্ষার্থীদের সাংগঠনিক দক্ষতা বৃদ্ধি করা এবং
- বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর সাথে জনসাধারণকে পরিচিত করা।

### দ্বিতীয় ধাপ পরিকল্পনা

- মেলার ব্যাপকতা অর্থাৎ এক বা একাধিক বিদ্যালয়, এক বা একাধিক শ্রেণির শিক্ষার্থী অংশগ্রহণ করবে কিনা তা নির্ধারণ করা।
- মেলার স্থান, তারিখ, স্থিতিকাল নির্ধারণ করা।
- মেলার ব্যয় নির্বাহের জন্য বাজেট তৈরি। অর্থ সংগ্রহের পদ্ধতি ও কৌশল নির্ধারণ করা।
- মেলার প্রদর্শন যোগ্য কি কি প্রকল্প/বস্তু স্থান পাবে তার একটি তালিকা প্রস্তুত করা এবং প্রদর্শনের এসব সামগ্রী সংগ্রহ ও প্রস্তুত করা।
- মেলার জন্য বিচারক, অতিথি, উদ্বোধন ও সমাপনী অনুষ্ঠানের জন্য প্রধান অতিথি নির্বাচন।
- প্রচার ব্যবস্থা।

### তৃতীয় ধাপ : কর্মবণ্টন

সুষ্ঠুভাবে বিজ্ঞান মেলা বাস্তবায়নে আগ্রহ ও সামর্থ অনুযায়ী শিক্ষার্থীদের মধ্যে ব্যক্তিগত এবং দলগত কাজ বণ্টন করতে হবে। কাজের সুবিধার্থে বিভিন্ন উপ-কমিটি গঠন করতে হবে। যেমন- উপদেষ্টা কমিটি, পরিচালনা কমিটি, অর্থ সংগ্রহ কমিটি, শৃঙ্খলা কমিটি, স্বেচ্ছা-সেবক কমিটি ও প্রচার কমিটি ইত্যাদি। প্রত্যেক কমিটিতে উপদেষ্টা হিসেবে একজন শিক্ষক থাকবে। সার্থক ও সফলভাবে মেলা বাস্তবায়নে প্রত্যেক উপ-কমিটিকে যথাযথ দায়িত্ব বণ্টন করে কর্ম পরিচালনা করতে হবে।

### চতুর্থ ধাপ : সম্পাদন

বিভিন্ন কমিটি ও উপ-কমিটি তাদের কাজ বুঝিয়ে নিয়ে কাজ সম্পন্ন করার চেষ্টা চালিয়ে যাবে। প্রদর্শনী স্থান নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিদ্যালয় হলো ঘর বা শ্রেণিকক্ষ বা শ্রেণিকক্ষের বাইরে প্যাভেল করে ব্যবস্থা করা যেতে পারে। প্রয়োজনীয় আসবাবপত্র যোগাড়, স্টল বা কক্ষ তৈরি এবং প্রদর্শনী সামগ্রী সংগ্রহ করতে হবে। সংগৃহীত প্রদর্শনী যন্ত্রপাতিগুলো ঠিকমতো কাজ করে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখতে হবে।

প্রদর্শিত সামগ্রী বা প্রকল্প বা মডেলসমূহ এমনভাবে প্রদর্শিত করার ব্যবস্থা করতে হবে যাতে দর্শনাথীরা সহজে পর্যবেক্ষণ করতে পারে। প্রকল্প বা প্রদর্শনী সামগ্রী উপস্থাপনের জন্য শিক্ষার্থীকে প্রশ্নের উত্তর দেওয়ার কলা-কৌশলের নির্দেশনা দিতে হবে।

দর্শনীয় স্থানে পানি, আলো, বাতাস এবং প্রদর্শনীর সামগ্রীর জন্য বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা করতে হবে।

তাছাড়া মেলা নিয়ন্ত্রণে স্বেচ্ছাসেবক, মেলার নিরাপত্তা রক্ষার জন্য অগ্নিনির্বাপক ব্যবস্থা এবং প্রাথমিক চিকিৎসার উপকরণ ব্যবস্থার সুনিশ্চিত করতে হবে।

### পঞ্চম ধাপ : বিজ্ঞান প্রদর্শনী মূল্যায়ন

প্রতিযোগীদের মধ্যে উৎসাহ ও অনুপ্রেরণা সৃষ্টির জন্য প্রদর্শনী সমূহের মূল্যায়ন ব্যবস্থা করতে হবে। এজন্য সংশ্লিষ্ট বৈজ্ঞানিক জ্ঞান ও দৃষ্টিভঙ্গির সম্পন্ন তিনজনকে নিয়ে একটি বিচারক কমিটি গঠন করতে হবে। নিম্নবর্ণিত নীতি ও নম্বরের মাপকাঠি বিবেচনায় রেখে বিচারকমণ্ডলী প্রতিটি প্রকল্প বা প্রদর্শনী সম্পর্কে নম্বর প্রদান করবেন এবং মন্তব্যসহ মূল্যায়ন কাজ সমাপ্ত করবে।

• প্রকল্পের মৌলিকতা ও স্বকীয়তা	- ২০
• গবেষণা, নিরীক্ষা ও নতুন তথ্য উদ্ঘাটন	- ২০
• উপকরণের সহজলভ্যতা	- ১৫
• প্রকল্প বিষয়ে বৈজ্ঞানিক ধারণা	- ১৫
• প্রকল্পের কার্যকারিতা	- ১০
• দেশীয় অর্থনীতিতে অবদান	- ১০
• সার্বিক উপস্থাপনা	- ১০

### ষষ্ঠ ধাপ : পুরস্কার ও সনদপত্র

প্রদর্শনী বা প্রকল্পসমূহ বিচারকগণ কর্তৃক মূল্যায়নের ফলাফল ভিত্তিতে প্রতিযোগীদের পুরস্কার ও সনদপত্র প্রদানের ব্যবস্থা করতে হবে।

### সপ্তম ধাপ : প্রতিবেদন

বিজ্ঞান মেলা শেষ হওয়ার পর ক্রটিবিচ্যুতি, ভুল ভ্রান্তি নিয়ে শিক্ষার্থীদের সাথে আলোচনা করবে এবং একটি প্রতিবেদন তৈরি করবে।

### বিজ্ঞান মেলায় পদার্থবিজ্ঞানে শিখন-শেখানো

- প্রদর্শন সামগ্রীতে/ প্রকল্পে পদার্থবিজ্ঞানে তত্ত্ব, ধারণা বা বৈজ্ঞানিক সূত্র কতখানি প্রয়োগ করা হয়েছে তা উপলব্ধি করতে পারে।
- প্রদর্শিত প্রকল্পসমূহে উপস্থাপকের বক্তব্য, বৈজ্ঞানিক তত্ত্বের ব্যাখ্যা, চিন্তাধারা বাস্তব শ্রেণি শিখন-কার্যক্রমের সাথে সমন্বিত করার সামর্থ্য অর্জন।
- বিজ্ঞান মেলায় পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু প্রযুক্তি উদ্ভাবনে বিভিন্ন বস্তু তৈরি এবং প্রয়োগে শিক্ষার্থীর নিজস্বতার মেধা বিকাশের সুযোগ ঘটে।
- পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষায় তথ্যগত জ্ঞান এবং এর সামাজিক উপযোগিতা ও মূল্যবোধের উন্মেষের জন্য বিজ্ঞানমেলা গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।
- আধুনিক জীবন যাপনে উদ্ভাবিত যন্ত্র বা প্রযুক্তি পদার্থবিজ্ঞানের অবদান তা শ্রেণি শিখন-শেখানোর তথ্যসূত্রের সাথে সমন্বিত করে বিষয়বস্তুর নতুন ধারণা গঠনে মজবুত হয়।

অর্থাৎ বিজ্ঞান মেলা এক ধরনের প্রদর্শনী যেখানে বিজ্ঞানের বিভিন্ন ধারণা, ধারণার প্রয়োগ এবং প্রাত্যহিক জীবনের বিভিন্ন সমস্যা ও তার সমাধান সংবলিত বিজ্ঞানের উপকরণ প্রদর্শন করা হয়। তাছাড়া বিতর্ক প্রতিযোগিতা, রচনা প্রতিযোগিতা ও আলোচনা ইত্যাদিও ব্যবস্থা করে থাকে। শিক্ষার্থীদের মেধা বিকাশে, সৃজনশীলতা, ব্যক্তিত্বের বিকাশ, সাংগঠনিক দক্ষতা, বৈজ্ঞানিক দক্ষতা, দৃষ্টিভঙ্গি ইত্যাদি বিকশিত করতে বিজ্ঞান মেলা গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

## পদার্থবিজ্ঞান বুলেটিন বোর্ড

নির্দিষ্ট বিষয়বস্তু সংশ্লিষ্ট তথ্যের শিখন-সামগ্রী প্রদর্শনী যে ব্যবস্থা করা হয় তাকে প্রদর্শনী বোর্ড বলে। এ ধারণা থেকে বুলেটিন বোর্ড এসেছে। সাধারণভাবে কোনো বার্তা বা সংবাদ জনসাধারণে অবহিত করার জন্য কোনো কিছু পৃষ্ঠভাগে রাখার ব্যবস্থা করাই বুলেটিন বোর্ড বা নোটিশ বোর্ড। ১৯২৪ সালে জজবুকস অব তাসেকা, কানসাস (cansas) এ সমস্ত তথ্য প্রদর্শনীর জন্য কর্কবোর্ড ব্যবহার করে থাকে। তখন থেকেই শিখন-শেখানো কার্যাবলি কার্যকর করার নিমিত্তে শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কর্মকাণ্ড প্রদর্শনী ব্যবস্থার উপলব্ধিতে আসে। বুলেটিন বোর্ড সিস্টেম হতে পারে তথ্য বুলেটিন বোর্ড, প্রজ্ঞাপন বোর্ড, নোটিশ বোর্ড ও ইলেকট্রনিক বুলেটিন বোর্ড। পদার্থবিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহী করে তোলার জন্য শিক্ষক ও শিক্ষার্থী উভয় মিলে বিষয় সংশ্লিষ্ট শিক্ষণের সামগ্রী প্রদর্শনের জন্য তথ্য বুলেটিন বোর্ড তৈরি করা যেতে পারে।

বুলেটিন বোর্ড তৈরি করতে প্রয়োজন হয় পারট্রেন্স, নরম কাঠ, মোটা প্যাকিং কাগজ, বা কর্ক শিট। এসব উপাদান দিয়ে বোর্ড তৈরি করা হয়। বোর্ড যাতে শক্ত হয় সেজন্য এর চারপাশে কাঠের ফ্রেম এবং বোর্ডের উপর পাতলা কর্কশিট লাগানো হয়। এতে বোর্ড পিন দিয়ে বিভিন্ন কাগজপত্র এ বোর্ডে টাঙ্গিয়ে দেওয়া যায়। এ ধরনের বোর্ডকে বুলেটিন বোর্ড বলা হয়।

শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রম হিসেবে বুলেটিন বোর্ড প্রস্তুত করতে হয়। এতে পদার্থ বিজ্ঞানের মডেল, বিজ্ঞানীর ছবি, কার্টুন, পেপারকার্টিং, নতুন আবিষ্কারের সংবাদ, নতুন প্রযুক্তির ব্যবহার, উদ্ভাবনীর যন্ত্রপাতির নকশা ইত্যাদি আকর্ষণীয় শিরোনামে প্রদর্শনীর ব্যবস্থা করা।

### বুলেটিন বোর্ড তৈরির উদ্দেশ্য

- শিক্ষার্থীরা পদার্থবিজ্ঞানের উদ্ভাবনীমূলক কাজে আগ্রহী করে তোলা;
- পদার্থবিজ্ঞানে শিখন-শিখনোর শিখন সামগ্রী সংগ্রহে অভ্যাস গড়ে তোলা;
- শিক্ষার্থীর সৃজনশীলতা, পর্যবেক্ষণ ক্ষমতা ও বিশ্লেষণধর্মী চিন্তার বিকাশ ঘটে;
- পদার্থবিজ্ঞানে শিক্ষার্থীর শিখনকে আকর্ষণীয় ও সহজতর করা এবং
- পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর গুরুত্ব অনুধাবনের দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে উঠতে সহায়তা করা।

### বুলেটিন বোর্ড পরিচালনা

শিক্ষার্থীরাই বোর্ড পরিচালনার মূল দায়িত্বে থাকবে। তবে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষক এ বোর্ড পরিচালনা নির্দেশক হিসেবে দায়িত্বে থাকবে। এজন্য শিক্ষক ও শিক্ষার্থী সমন্বয়ে বুলেটিন বোর্ড পরিচালনা কমিটি গঠন করা যেতে পারে। তবে এসব কমিটিতে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষক হবেন উপদেষ্টা।

পদার্থবিজ্ঞান বুলেটিন বোর্ডে কি ধরনের বিজ্ঞান সংবাদ, নতুন তথ্য, ছবি, কার্টুন, গল্প ইত্যাদি থাকবে তা সংগ্রহ করা এবং আকর্ষণীয় শিরোনাম স্থির করতে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের উপদেশ ও পরামর্শ দেবেন। শিক্ষার্থীরা এসব তথ্য সংগ্রহ করে বা লিখে শিক্ষকের নিকট জমা দিবে। শিক্ষক এগুলোকে বিন্যস্ত করে বোর্ডে প্রতিস্থাপনের উদ্যোগ নিবে।

শিক্ষার্থীরা বুলেটিন বোর্ড পরিষ্কার করবে এবং বিন্যস্তকৃত নতুন তথ্য ও উপাদান বোর্ড পিনের সাহায্যে লাগাবে। বোর্ডকে আকর্ষণীয় করার জন্য বিভিন্ন রং ব্যবহার করা যেতে পারে।

প্রস্তুতকৃত বুলেটিন বোর্ডটি বিদ্যালয়ে সুবিধামতো স্থানে টাঙ্গানোর ব্যবস্থা করতে হবে। যাতে শিক্ষক, শিক্ষার্থী ও অভিভাবকদের দৃষ্টি আকর্ষণ এবং এসব তথ্য সকলের আগ্রহ ও কৌতূহল সৃষ্টি করতে পারে।

বুলেটিন বোর্ড কোনো বিষয়বস্তু একটানা দীর্ঘদিন রাখা ঠিক নয়। পর্যায়ক্রমে নতুন নতুন তথ্য পরিবেশন করা। এতে বুলেটিন বোর্ড পরিচালনা করতে শিক্ষার্থীর তথ্য সংগ্রহ করার অভ্যাস গড়ে ওঠে।

বুলেটিন বোর্ডে সরবরাহকৃত তথ্য শিখন-শেখানোর কাজে সমন্বয় করে পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু অনুধাবন সহজতর করে তোলে। বিষয়বস্তু ধারণা বোঝার সামর্থ্য বৃদ্ধিতে বুলেটিন বোর্ড গুরুত্বপূর্ণ উপাদান।



## পদার্থবিজ্ঞান ক্লাব

বাংলাদেশে বিজ্ঞান শিক্ষার ক্ষেত্রে নবতর চিন্তা চেতনা উল্লেখযোগ্যভাবে শুরু হয় ষাটের দশক থেকে। বিভিন্ন উৎসাহী শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের কিছু সংখ্যক সংস্কার মুক্ত বিজ্ঞান শিক্ষক ও উৎসাহী শিক্ষার্থীদের প্রচেষ্টায় শ্রেণিকক্ষের বাইরে বিজ্ঞান চর্চার উদ্যোগ গ্রহণ করা হয়। মূলত এ কারণে স্কুল কলেজে আনুষ্ঠানিক শিক্ষার পরিপূরক হিসাবেই বিজ্ঞান ক্লাব গঠনের চিন্তা ভাবনা শুরু হয়েছিল। শ্রেণিকক্ষের বাইরে বিজ্ঞান শিখন-শেখানো কৌশল হিসেবে বিজ্ঞান ক্লাবের জনপ্রিয়তা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। বিজ্ঞান শিক্ষার্থীর আগ্রহ বৃদ্ধির লক্ষ্যে বিজ্ঞান ক্লাব গঠনের প্রতি গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে। বিজ্ঞান মনস্ক ও বিজ্ঞানে প্রতি আগ্রহী শিক্ষার্থীদের স্বল্পমূল্যে ও উদ্ভাবনী সম্পদ ব্যবহার করে বিজ্ঞানের বিভিন্ন প্রযুক্তি বা বস্তু সামগ্রী তৈরি করতে হাতে কলমে শেখানোর জন্য বিদ্যালয় কর্তৃক পরিচালিত আনুষ্ঠানিক সংগঠনই বিজ্ঞান ক্লাব। এতে পদার্থবিজ্ঞান, রসায়নবিজ্ঞান, জীববিজ্ঞান, ভূ-বিজ্ঞান, তথ্য ও প্রযুক্তি অন্তর্ভুক্ত থাকে। যে কোনো ক্লাব গঠনে তার নিজস্ব গঠনতন্ত্র থাকে। বিজ্ঞান ক্লাব গঠনে গঠনতন্ত্রে বিজ্ঞান ক্লাবের নাম ও উদ্দেশ্য, সদস্য হওয়ার শর্ত ও যোগ্যতা, ক্লাবের কার্যাবলি, সাংগঠনিক কাঠামো গঠন, দায়িত্ব ও ক্ষমতা নির্ধারণ, কার্যকরী কমিটি গঠন/ নির্বাচন প্রক্রিয়া, সদস্য পদ বাতিল ও আর্থিক সংস্থানের উৎস ইত্যাদি সংবলিত রূপরেখা। বাংলাদেশ সরকার বিজ্ঞান ক্লাব গঠনের গুরুত্ব দিয়ে ২০১৪ সালে মন্ত্রিপরিষদ বিভাগে অনুষ্ঠিত জেলা প্রশাসকগণের বার্ষিক সম্মেলনে প্রতিটি উপজেলা একটি করে বিজ্ঞান ক্লাব প্রতিষ্ঠার সিদ্ধান্ত গৃহীত হয়। এ সিদ্ধান্ত প্রেক্ষিতে উপজেলা বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি ক্লাবের গঠনতন্ত্র বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয় কর্তৃক গত ২৮ জুন ২০১৫ খ্রিঃ অনুমোদিত হয়েছে। যা এই [www.nmst.gov.bd](http://www.nmst.gov.bd) এ দেওয়া আছে।

## বিজ্ঞান ক্লাবের বিভিন্ন কার্যাবলি

### বিজ্ঞান জাদুঘর তৈরি

বিদ্যালয়ে সুবিধামতো কোনো একটি কক্ষে বা বিজ্ঞানাগারের একপাশে বিজ্ঞান সম্পর্কিত জিনিসপত্র সংগ্রহ করে জাদুঘর তৈরি করা যায়। এসব সংগৃহীত জিনিসপত্র সরাসরি পর্যবেক্ষণের জন্য প্রদর্শনের ব্যবস্থা করা।

### বুলেটিন বোর্ড তৈরি ও রক্ষণাবেক্ষণ

ক্লাবের সদস্যরা বিজ্ঞানের আকর্ষণীয় বস্তু সংবলিত বুলেটিন বোর্ড তৈরি করতে পারেন। এতে বিজ্ঞানের আধুনিক তথ্য, চিত্র ছবি ও আবিষ্কারে নতুন বিষয়বস্তু আকর্ষণীয়ভাবে সজ্জিতকরণ এবং যথাযথভাবে সংরক্ষণ করা।

### বিজ্ঞান বিতর্ক প্রতিযোগিতা

বিজ্ঞান সুফল বয়ে আনে এমন বিষয়বস্তু নির্ধারণ করে বিতর্ক প্রতিযোগিতা ব্যবস্থা করা যেতে পারে। যেমন— “পারমাণবিক শক্তি মানুষের জন্য অভিশাপ” এবং “মহাকাশ অভিযান দারিদ্রের মধ্যে বিলাসিতা ছাড়া কিছুই নয়।”

### কুইজ প্রতিযোগিতা

বিজ্ঞান বা পদার্থবিজ্ঞানে সাধারণ জ্ঞান ও তত্ত্ব বা গুরুত্বপূর্ণ তথ্যের উপর ছোট ছোট প্রশ্ন কার্ডে তৈরি করে শ্রেণিভিত্তিক এ ধরনের প্রতিযোগিতা আয়োজন করা যেতে পারে।

### বিজ্ঞান পত্রিকা প্রকাশ

বিজ্ঞানের নবতর আবিষ্কার কাহিনী, নতুন প্রযুক্তির উদ্ভাবন, পদার্থবিজ্ঞান এর বিস্ময়কর বাস্তব ঘটনা, বিজ্ঞানে মজার খবর ও প্রকৃতির রহস্য ইত্যাদি বিষয় সংবলিত শিক্ষার্থীরা নিজ হাতে লেখার মাধ্যমে প্রকাশ করতে পারে বা পত্রিকার বিজ্ঞান পাতায় প্রকাশ করার ব্যবস্থা নেওয়া যেতে পারে।

## বিজ্ঞান প্রদর্শনীর বা বিজ্ঞান মেলা আয়োজন

বিজ্ঞান বা পদার্থবিজ্ঞানের তত্ত্ব ও সূত্রে প্রয়োগে শিক্ষার্থী কর্তৃক তৈরিকৃত প্রদর্শনী সামগ্রি বা প্রকল্প মাঝে মাঝে বিদ্যালয়ে প্রদর্শনের ব্যবস্থা করা যেতে পারে। তাছাড়া বিজ্ঞান মেলা অংশগ্রহণের পূর্ব প্রস্তুতিস্বরূপ প্রজেক্টসমূহের কার্যকারিতা যাচাইয়ের জন্য প্রদর্শনের ব্যবস্থা করা যেতে পারে।

## শিখন-শেখানো সামগ্রী তৈরি

পদার্থবিজ্ঞান, রসায়নবিজ্ঞান ও জীববিজ্ঞানসহ বিজ্ঞানের বিষয়সমূহ সহজভাবে শেখানোর জন্য শিক্ষক শিক্ষার্থী সমন্বয়ে সহজলভ্য উপকরণ তৈরির তালিকা প্রণয়ন করা যেতে পারে। তালিকা অনুসারে হস্তনির্মিত মডেল, চার্ট, ডায়াগ্রাম, উদ্ভাবনীমূলক যন্ত্রপাতি ইত্যাদি প্রস্তুত করা।

## তথ্য ও প্রযুক্তির ব্যবস্থা

বিজ্ঞানের বিভিন্ন বস্তু বা প্রযুক্তি তৈরির ভিডিও এবং শিখন-শেখানো কার্যক্রম সংশ্লিষ্ট ভিডিও সংগ্রহ ও সংরক্ষণের ব্যবস্থা করা যেতে পারে। বিজ্ঞানের আধুনিক জ্ঞান ও পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন উপকরণ বিভিন্ন ওয়েবসাইটে পাওয়া যায় এসব তথ্য ও যন্ত্রপাতি ওয়েবসাইট থেকে সংগ্রহ করে বিজ্ঞান ক্লাবে প্রদর্শনী করা যেতে পারে। এতে শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহ বৃদ্ধি পাবে।

এছাড়া বিজ্ঞান অলিম্পিয়াড আয়োজন করা বিজ্ঞান ক্লাবের অন্যতম কাজ। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির অগ্রগতির ফলে দৈনন্দিন জীবনের প্রতিটি কাজ সুন্দর ও সমৃদ্ধ হয়েছে, বাড়িয়ে দিয়েছে আরাম আয়েশ এবং সুখ-স্বাচ্ছন্দ্য। শিক্ষার্থীদের কৌতূহল সৃষ্টি ও গঠনমূলক কাজের অবলম্বন হিসেবে বিজ্ঞান ক্লাব গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে।

## বিজ্ঞান ক্লাবে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শিখানো

যানবাহন, তথ্য ও যোগাযোগ, কৃষি, চিকিৎসা, নতুন শিল্পদ্রব্য শক্তির উৎস উন্নয়ন সম্পর্কিত প্রযুক্তি পদার্থবিজ্ঞানের অবদান। পদার্থবিজ্ঞানের তাত্ত্বিক জ্ঞান ও প্রযুক্তির মধ্যকার সম্পর্ক কাজে লাগিয়ে নতুন নতুন প্রযুক্তি বাস্তব জীবনে ব্যবহার ও প্রয়োগে শিক্ষার্থীরা উৎসাহিত হবে। এজন্য আলাদাভাবে পদার্থবিজ্ঞান ক্লাব গঠন করা যেতে পারে।

পদার্থবিজ্ঞান ক্লাবের বিভিন্ন কর্মকাণ্ড শিক্ষার্থীরা প্রাথমিকভাবে পর্যবেক্ষণের ভেতর দিয়ে শেখে, সঠিকভাবে পর্যবেক্ষণের ফলে পাওয়া তথ্যকে তারা বিশ্লেষণ করতে শেখে। এসব তথ্য শ্রেণি শিখনের তথ্যের সঙ্গে সমন্বিত করে বিষয়বস্তু ভালোভাবে বুঝতে বিজ্ঞান ক্লাব গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

পদার্থবিজ্ঞানের প্রযুক্তি বা কোনো বস্তু তৈরিতে শিক্ষার্থীরা পরীক্ষণের পদ্ধতি, প্রশ্ন উপস্থাপনের কৌশল, প্রশ্নের জবাব পাওয়ার জন্য কীভাবে পরীক্ষণটি সঠিকভাবে সাজাতে হবে তা স্থির করা অভিজ্ঞতার মাধ্যমে আয়ত্ত করে থাকে। এতে শিক্ষার্থীরা পদার্থবিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিষয়ে সচেতন ও আগ্রহী হয়ে ওঠে। শিক্ষার্থীদের সৃজনশীলতা ও মেধা বিকাশে বিজ্ঞান ক্লাবের কর্মকাণ্ড অত্যন্ত প্রয়োজন।

**কাজ : পদার্থবিজ্ঞান বুলেটিন বোর্ড প্রস্তুত করুন এবং প্রদর্শনী ব্যবস্থা গ্রহণ করুন।**

## ১০.২ বিজ্ঞান সমিতির ব্যাপ্তি ও সুযোগ, গণমাধ্যম এবং শিক্ষা সফর

শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানোর কার্যক্রমে বিজ্ঞান সমিতি, গণমাধ্যম ও শিক্ষা সফরের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। যা নিম্নে আলোচনা করা হলো-

### বিজ্ঞান সমিতি

শ্রেণিকক্ষের বাইরে বিজ্ঞানের শিখন-শেখানো কার্যক্রম বাস্তবায়নে বিজ্ঞান সমিতি এমন একটি সংস্থা যার মাধ্যমে সকল প্রকার কার্যক্রম সম্পাদন করা সম্ভব। বিজ্ঞান সমিতি হলো বিদ্যালয়ে শ্রেণিকক্ষের বাইরে বিজ্ঞানের সকল কার্যক্রম পরিচালনা করার জন্য একটি আনুষ্ঠানিক সংগঠন। এ সংগঠনের মাধ্যমে বিজ্ঞান শিক্ষার্থী বিভিন্ন রকমের কাজে অংশ গ্রহণ করতে পারে। এজন্য বিজ্ঞান সমিতিকে শ্রেণিকক্ষের বাইরে কার্যাবলির মেরুদণ্ড বলা যেতে পারে। বিজ্ঞান সমিতি ব্যাপক অর্থে ব্যবহৃত হয়। পদার্থবিজ্ঞান এরই একটি উপাংশ হতে পারে। আবার আলাদাভাবে পদার্থবিজ্ঞান সমিতিও গঠিত হতে পারে। অথবা বিজ্ঞান সমিতির কর্মকাণ্ডের আলাদা আলাদা শাখার মধ্যে পদার্থবিজ্ঞানের শাখাও থাকতে পারে।

শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞানে শিখন-শেখানো কার্যক্রমের সাথে বিজ্ঞানের সকল শাখার মধ্যে অনুবন্ধ সৃষ্টি, সম্পর্ক স্থাপন, সর্বজনীনতা ও সমন্বয়ের প্রয়োজন হয়। এসবের সুস্পষ্ট ধারণার জন্য কেবলমাত্র পদার্থবিজ্ঞান সমিতির পরিবর্তে বিজ্ঞান সমিতি গঠনই উত্তম। তবে বিশেষ পরিস্থিতিতে একই ঠাঁচে পদার্থবিজ্ঞান সমিতি ও গঠিত হতে পারে। শিক্ষার্থীর সৃজনশীল বিকাশে বিদ্যালয়ে শুধু বিজ্ঞান সমিতি পরিচালনা করা যেতে পারে।

### সমিতির কার্যাবলি

বিদ্যালয়ের পরিবেশ, সময়সূচি, শিক্ষার্থীদের আগ্রহ, চাহিদা, রুচি অনুযায়ী সমিতি বিভিন্ন ধরনের কাজ করতে পারে। যেমন-

- বিজ্ঞান বিতর্ক, বক্তৃতা, আলোচনা সভার আয়োজন
- বিজ্ঞান মেলা ও প্রদর্শনীর আয়োজন
- বিজ্ঞানের কুইজ ও ধাঁধা প্রতিযোগিতার আয়োজন
- বিজ্ঞান জাদুঘর স্থাপন করা
- বিজ্ঞান/ পদার্থবিজ্ঞান বুলেটিন বোর্ড পরিচালনা
- পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ক পত্রিকা বা ম্যাগাজিন প্রকাশ
- বিজ্ঞান/পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানোর স্বল্প মূল্যে উদ্ভাবনীমূলক উপকরণ তৈরি ও সংরক্ষণ
- শ্রেণিকক্ষে ব্যবহার উপযোগী শিক্ষা উপকরণ যেমন- চার্ট, মডেল ও উদ্ভাবনীমূলক যন্ত্রপাতি নির্মাণ
- পরীক্ষাগারের জন্য যন্ত্রপাতি সংস্করণ ও মেরামত করা
- তথ্য ও প্রযুক্তি নির্ভর আধুনিক শিক্ষা উপকরণ ব্যবস্থা করা
- বিজ্ঞানের উল্লেখযোগ্য স্থানে শিক্ষামূলক ভ্রমণের ব্যবস্থা করা
- বিজ্ঞান মেলা, অংশগ্রহণ ও প্রদর্শনীর জন্য প্রজেক্ট তৈরি করা
- বিজ্ঞানবিষয়ক ফিল্ম বা চলচ্চিত্র প্রদর্শনীর ব্যবস্থা করা এবং
- বিজ্ঞান অলিম্পিয়াড ও তথ্য প্রযুক্তি অলিম্পিয়াড আয়োজন করা

বিজ্ঞান সমিতির মাধ্যমে শিক্ষার্থীর মধ্যে বিজ্ঞান চর্চার গুরুত্ব বুঝতে সক্ষম করে তোলা যায়। বাংলাদেশের বিভিন্ন শহরে বিশেষ করে ঢাকা শহরের বিভিন্ন বিদ্যালয়ে বেশ কয়েকটি বিজ্ঞান সমিতি গড়ে উঠেছে। এসব বিদ্যালয়ের কর্তৃপক্ষ বিজ্ঞান সমিতির কার্যক্রমে অত্যন্ত উৎসাহী এবং প্রয়োজনীয় আর্থিক সহযোগিতাসহ বিভিন্ন সহায়তা করে থাকে।

শিক্ষা প্রতিষ্ঠানে বিজ্ঞান শিক্ষার্থী বৃদ্ধির জন্য বিজ্ঞান সমিতি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখতে পারে। অর্থাৎ বিজ্ঞানের আবিষ্কার ও অবদানের সঙ্গে সাধারণ মানুষের পরিচয় ঘটানো এবং শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানের প্রতি কৌতূহলী, অনুসন্ধিৎসু ও বিজ্ঞান মনস্ক গড়ে তোলার উৎকৃষ্ট উপায় বিজ্ঞান সমিতি।

## গণমাধ্যম-পত্রিকা, ম্যাগাজিন, টেলিভিশন

শিখন-শেখানো কার্যক্রমে গণমাধ্যম নানানভাবে সহায়তা করে থাকে। গণমাধ্যমের সাথে শিখনের একটি সম্পর্ক আছে। গণমাধ্যমের সাথে শিক্ষার তত্ত্ব, গবেষণা এবং শিখন-শেখানো কৌশলের যোগসূত্র স্থাপন করতে পারলে শিখন স্থায়ী হবে। শিক্ষা ও বিনোদনের পাশাপাশি জনসাধারণের কাছে বস্তুনিষ্ঠ তথ্যের প্রবাহ নিশ্চিত করা গণমাধ্যমের দায়িত্ব। গণমাধ্যমের উদ্দেশ্য হলো দেশ ও জাতির উন্নতির লক্ষ্যে বস্তুনিষ্ঠ তথ্য সংগ্রহ ও জনগণকে জানানো। শিক্ষার্থীরা এ সমাজে বসবাস করে। এতে শিক্ষা সংক্রান্ত তথ্য সংগ্রহ করে নিজের জ্ঞানকে সমৃদ্ধশালী করতে গণমাধ্যম একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। বর্তমানে সামাজিক মাধ্যমেও শিক্ষা সংক্রান্ত তথ্য আদান-প্রদান করা হয়ে থাকে। সমাজ ও গণমাধ্যমের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক রয়েছে। টেলিফোন, ক্যাবল টেলিভিশন এবং ডিজিটাল কম্পিউটার প্রযুক্তিকে একীভূত করে এক ধরনের ডাটাবেজ তৈরি করে শিক্ষার্থীদের বিতরণ করে শিখন শেখানো কার্যক্রমে একটা বিপ্লব ঘটানো যেতে পারে। বিশেষ করে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি শিখন-শেখানো কার্যক্রমের সাথে গণমাধ্যমের সম্পর্ক স্থাপনা করা এবং শ্রেণিকক্ষে তা সমন্বিত করা একান্ত প্রয়োজন।

শিখন-শেখানো হচ্ছে একটি সক্রিয়, গঠনমূলক, জ্ঞানমূলক এবং সর্বোপরি সামাজিক বিশ্বাস যেখান থেকে শিক্ষার্থীরা ধীরে ধীরে নতুন অভিজ্ঞতা অর্জন করতে সক্ষম হয়। অর্থাৎ শিক্ষার্থী যা কিছু শেখে তা নির্ভর করে তার পূর্ব অভিজ্ঞতা বা তার চারপাশে থাকা বিভিন্ন বস্তু ও ঘটনা। অর্থাৎ শিক্ষার্থীরা সমাজেরি আশপাশ থেকে অনেক কিছু শেখে। এ প্রসঙ্গে সামাজিক গঠনবাদে এমনটিই বলা হয়েছে। বর্তমানে আরও যুক্ত হলো গণমাধ্যম ও সামাজিক মধ্যম। পরিপূর্ণ শিখনে সামাজিক মাধ্যম গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে। গণমাধ্যম বলতে খবরের কাগজ বা পত্রিকা, ম্যাগাজিন বা সাময়িকী, রেডিও, টেলিভিশন ও ইন্টারনেটকে বোঝানো হয়ে থাকে। এসবের পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানোর ভূমিকা নিম্নে আলোচনা করা হলো।

## পত্রিকা

গণমাধ্যমের শক্তিশালী প্রচার হলো পত্রিকা। এতে দেশ ও আন্তর্জাতিক প্রতিদিনের ঘটে যাওয়া ঘটনাবলির ও সম্ভাব্য তথ্য পরিবেশন করে থাকে। বর্তমানে প্রায় সব পত্রিকাতেই একটা পড়াশোনার বিভাগ থাকে। শিক্ষার্থীরা ধীরে ধীরে এসব পাতার প্রতি আকৃষ্ট হচ্ছে। যদিও পত্রিকাগুলোর পড়াশোনার পাতা পরীক্ষাকেন্দ্রিক, তবুও শিক্ষকেরা ঠিকমতো নির্দেশনা দিলে শিক্ষার্থীরা এ থেকে বিজ্ঞান শিখতে পারে। তাছাড়া পত্রিকাগুলোতে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি পাতাও থাকে। এতে তথ্য ও প্রযুক্তির উদ্ভাবনের গুরুত্ব দিয়ে থাকে। এসব পাতায় বিজ্ঞানীদের নতুন নতুন আবিষ্কার এবং প্রযুক্তি তৈরি তথ্য দেওয়া থাকে। যেমন ভোরের কাগজ ৩১ জুলাই ২০১৭ তে দেশের বিজ্ঞানীদের অর্জন শিরোনামে খবরটিতে “সোলার চার্জিং ব্যাকপ্যাকের” মাধ্যমে মুঠোফোন চার্জ ও ক্ষেতে খামারে রোদে কাজ করার সময় স্বস্তির সঙ্গে বেশি কাজ করার সামর্থ্যের জন্য বাতাসের ব্যবস্থা। অর্থাৎ এই প্যাকে মোবাইল চার্জ করার পাশাপাশি বাতাসের ব্যবস্থা আছে। তাছাড়া রয়েছে বৈজ্ঞানিক উপায়ে স্বাস্থ্যসম্মত খাদ্য সম্পর্কিত ৪০টি উদ্ভাবিত পণ্য। এ জন্য বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পরিষদে উদ্ভাবন গ্যালারি নামে একটি গ্যালারি জনসাধারণের জন্য উন্মুক্ত করা হয়। এতে এ উদ্ভাবন গুলো থেকে বিজ্ঞান গবেষক ও শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহী হবেন। এমন অনেক প্রযুক্তি উদ্ভাবনের তথ্য প্রতিনিয়ত বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি পাতায় থাকে। যেমন সার্জ ইঞ্জিনিয়ারিং কর্তৃক বায়োগ্যাস প্লান্টকে সহজলভ্য

করার প্রযুক্তি উদ্ভাবন। তাদের বর্তমান “স্বাযোগ্যাস ডাইজেস্টার” পলিথিনের। যা দেখতে অনেকটা বেলুনের মতো। জলপাই ইলেক্ট্রনিকস গ্যাস লিকেজ জনিত দুর্ঘটনার ঝুঁকি এড়াতে প্লিফার নামে একটি যন্ত্র তৈরি করেছে। এমন অনেক যন্ত্র বিশেষ করে কম্পিউটার প্রযুক্তি নবতর উদ্ভাবনের বিবরণ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি পাতায় থাকে। শিক্ষক পদার্থবিজ্ঞান সংশ্লিষ্ট উদ্ভাবিত যন্ত্রপাতির তথ্য পত্রিকা থেকে সংগ্রহ করে বা শিক্ষার্থীদের কর্তৃক সংগ্রহ করা যেতে পারে। এসব সংগৃহীত তথ্য বুলেটিন বোর্ডে প্রদর্শনের ব্যবস্থা করা যেতে পারে। শ্রেণি শিখন কার্যক্রমে পদার্থবিজ্ঞানের তত্ত্ব ও সূত্রের প্রয়োগের কার্যকারিতা ব্যাখ্যা ও বিশ্লেষণের মাধ্যমে বিষয়বস্তুর ধারণা সুস্পষ্ট করা যায়। এতে পদার্থবিজ্ঞানের শিখন শেখানো কার্যক্রম ত্বরান্বিত হবে তা নিঃসন্দেহে বলা যায়। পত্রিকায় অধ্যয়ন মাধ্যমে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমকে সূদৃঢ় করা যায়।

## পদার্থবিজ্ঞান ম্যাগাজিন

বাংলাদেশে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি ক্লাব কর্তৃক বিজ্ঞান বিষয়ক ম্যাগাজিন প্রকাশ করে থাকে। তবে বাণিজ্যিকভাবে বিজ্ঞান বিষয়ক ম্যাগাজিন প্রকাশিত হয়। জিরো টু ইনফিনিটি ও প্রথমা কর্তৃক বিজ্ঞান চিন্তা নামে মাসিক বিজ্ঞান সাময়িকী প্রকাশ করে থাকে। এতে বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের বিজ্ঞান ম্যাগাজিন ত্রয় করা সুযোগ আছে। বিজ্ঞানবিষয়ক ম্যাগাজিন ত্রয় করে গ্রন্থাগারে সংরক্ষণ করতে পারে। এতে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানের রহস্য ও মজার গল্প পড়ার সুযোগ পাবে। এসব ম্যাগাজিনে বিজ্ঞানীদের আবিষ্কার ও তাদের আত্মজীবনী, বিজ্ঞানের গল্প, কবিতা, বিজ্ঞান মেলার প্রদর্শনীর বস্তু, প্রযুক্তির তথ্য, প্রযুক্তির উন্নয়ন, কুইজ, উদ্ভাবিত যন্ত্রের রহস্য, সৌরজগত, বিজ্ঞান ও মানবজীবন ইত্যাদি বিষয় অন্তর্ভুক্ত থাকে।

একইভাবে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ক ম্যাগাজিন প্রকাশ করা যেতে পারে। শিক্ষার্থীরা শ্রেণিতে পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ক যে জ্ঞান বা ধারণা অর্জন করে, বিজ্ঞান মেলায় যেসব অভিজ্ঞতার সম্মুখীন হয়, দৈনন্দিন জীবনে বিজ্ঞানের যে প্রভাব অনুভব করে, সেগুলোর সৃজনশীল সাহিত্য রূপে তথা ম্যাগাজিনে প্রকাশ করা যেতে পারে। যেসব বিষয় লিখতে পারে তা হলো—

- পদার্থবিজ্ঞানীদের কর্মজীবন ও দৃষ্টিভঙ্গি সম্পর্কীয় কাহিনী
- দৈনন্দিন জীবনে পদার্থবিজ্ঞানের প্রয়োগ সম্পর্কিত প্রবন্ধ
- বিজ্ঞানধর্মী মজার গল্প, নাটক, কবিতা
- পদার্থবিজ্ঞান ধর্মী কৌতুক, কার্টুন
- ধাঁধা ও কুইজ
- লাগসই প্রযুক্তি
- নিজের উদ্ভাবিত যন্ত্রপাতি নির্মাণের সচিত্র বিবরণ
- পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন প্রদর্শনী বস্তু বা প্রজেক্টধর্মী কাজের বিবরণ এবং
- পদার্থবিজ্ঞানের নতুন আবিষ্কৃত তথ্যাবলির প্রতিবেদন ইত্যাদি।

বিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান ম্যাগাজিন প্রকাশে শিক্ষার্থীর ভূমিকা থাকবে বেশি। তবে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকগণ উপদেষ্টা হিসেবে দায়িত্ব পালন করবে। শিক্ষার্থী কর্তৃক প্রাপ্ত লেখা বাছাই করে মুদ্রণের জন্য নির্বাচিত করতে হবে। যদি আলাদাভাবে পদার্থবিজ্ঞানের ম্যাগাজিন প্রকাশ করা সম্ভব না হলে তবে, বিদ্যালয়ের ম্যাগাজিনে সঙ্গে পদার্থবিজ্ঞানে শিরোনামে একটি আলাদা অংশ হিসাবে প্রকাশ করা যেতে পারে। এছাড়া একই পদ্ধতি অনুসরণ করে পদার্থবিজ্ঞান শিরোনামে দেওয়াল পত্রিকা প্রকাশ করা যেতে পারে।

## রেডিও, টেলিভিশন ও ইন্টারনেট

বাংলাদেশ বেতার বিজ্ঞান বিষয়ক কুইজ খাঁঁটা, ম্যাগাজিন অনুষ্ঠান প্রচার করে থাকে। এছাড়াও মাধ্যমিক পর্যায়ে শিক্ষার্থীদের জন্য পাঠ্যসূচিভিত্তিক অনুষ্ঠানে বিজ্ঞান বিষয়ে শিক্ষাদান করা হয়। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির অবদান বিষয়ক আলোচনা প্রচার করে থাকে। এসব অনুষ্ঠান প্রচারের উদ্দেশ্য হলো বিজ্ঞানের প্রতি শিক্ষার্থীদের আগ্রহী ও জনপ্রিয় করে তোলা।

টেলিভিশনে বিজ্ঞান বিষয়ক বিভিন্ন অনুষ্ঠান প্রচার করা হয়ে থাকে। বর্তমানে বাংলাদেশ টেলিভিশন সপ্তাহে একদিন “মহাবিশ্বের পথে পথে” নামে একটি বিজ্ঞান ভিত্তিক অনুষ্ঠান প্রচার করে। তাছাড়া জাইকা কর্তৃক নির্মিত অনুষ্ঠান “গল্প নয় সত্য” প্রচার করে থাকে। এসব অনুষ্ঠানে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের উপভোগ করার সুযোগ রয়েছে। বিশেষ করে ডিশ সংযোগ থাকলে অনেক চ্যানেলে বিজ্ঞান বিষয়ক অনুষ্ঠান উপভোগ করা যায়। বাংলাদেশে বেসরকারী চ্যানেলসমূহ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বা তথ্য ও প্রযুক্তির আবিষ্কার, নতুন নতুন তথ্য পরিবেশন করে থাকে। যেমন- চ্যানেল আই নিয়মিত সংবাদ আয়োজনে প্রতিদিন বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি সংবাদ পরিবেশন করে থাকে। ডিসকভারি ও ন্যাশনাল জিওগ্রাফী চ্যানেল দুটিতে বিজ্ঞান বিষয়ক চলচ্চিত্র, সিনেমা ও ধারাবাহিক অনুষ্ঠান পরিচালনা করে থাকে। এমন একটি জনপ্রিয় অনুষ্ঠান “Science of stupid” ডিসকভারি চ্যানেলে ধারাবাহিকভাবে দেখানো হয়। এতে পদার্থবিজ্ঞানে বলবিদ্যাসহ মধ্যাকর্ষণ ত্বরণ, মহাকর্ষীয় বল, ভরবেগ ইত্যাদির রহস্যের সাথে জীবনযাত্রার মানের সম্পর্ক স্থাপন করার এমন দৃশ্য দেখানো হয়। ইন্টারনেট ব্যবহারের মাধ্যমে বিজ্ঞান জ্ঞানের রত্নভাণ্ডারে প্রবেশ করা যায়। মহাকাশের গ্রহ নক্ষত্রের গতি, ট্রান্সফর্মারের কাজ, বৈদ্যুতিক আবেশ ক্রিয়া, বিজ্ঞানের মজার গল্প ইত্যাদি খালি চোখে দেখা যায় না এমন বস্তুকে প্রমাণ সাইজে এনে পর্ববেষ্ণনের মাধ্যমে ধারণা গঠনে প্রাণবন্ত করে তোলে। বিভিন্ন ওয়েবসাইট ব্যবহার করে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির সংশ্লিষ্ট ভিডিও পর্যবেক্ষণ করা যায়। পদার্থবিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর নতুন ধারণা, তত্ত্ব ও সূত্রের ব্যাখ্যা সুস্পষ্টকরণে ইন্টারনেটের সহায়তা নিতে পারেন। শিক্ষক হিসেবে দরকারি ওয়েবসাইট এর একটা তালিকা প্রস্তুত করতে পারেন। এ তালিকা থেকে প্রয়োজনীয় ওয়েবসাইট নিজে ব্যবহার করবেন এবং শিক্ষার্থীদের সরবরাহ ও ব্যবহারে উৎসাহিত করবেন। এ প্রসঙ্গে তিনটি ওয়েবসাইটের কথা বলা যায়।

যেমন : <http://www.sciencewoold.wolfram.com/physics>,

<http://www.sparknotes.com/physics> এবং <http://www.learningfedcration.edu.au>

দেশ ও দেশের বাইরে অবস্থিত বাঙালি বিজ্ঞান ও বিজ্ঞানপ্রেমীদের লেখা প্রবন্ধ ও আবিষ্কার ইত্যাদি জানতে [www.biggan.com](http://www.biggan.com) এ ওয়েবসাইট ব্যবহার করা যেতে পারে। তাছাড়া বাংলাদেশে একসেস টু ইনফরমেশন (A21) কর্তৃক শিক্ষক বাতায়ন [www.teachers.gov.bd](http://www.teachers.gov.bd) ওয়েবসাইটটি মানসম্পন্ন শিখন-শেখানো কার্যক্রম পরিচালনার ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে।

শিক্ষার্থীরা গণমাধ্যম বা সামাজিক মাধ্যম থেকে বিজ্ঞানের নানান বিষয় জানতে পারে। বিজ্ঞান শিক্ষককে এ ব্যাপারে শিক্ষার্থীদের নির্দেশনা প্রদান করা যেতে পারে। যেমন- অর্পিত কাজ বা অনুসন্ধানমূলক কাজ হিসেবে এক মাসের মধ্যে পদার্থবিজ্ঞানের নতুন প্রযুক্তি ও কার্যনীতি তালিকা পত্রিকার বিজ্ঞান পাতা পড়ে বা টেলিভিশন দেখে তৈরি করবে। যা পরবর্তীতে উপস্থাপন করবে। এভাবে শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞানের শিখন-শেখানোর কার্যক্রমকে সফল বাস্তবায়নে শিক্ষার্থীদের আগ্রহী ও বিজ্ঞানমনস্ক করে তোলা যায়।

## শিক্ষা সফর

শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কার্যকর শিখনে শিক্ষা সফর গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। শ্রেণিকক্ষের চার দেয়ালের গণ্ডি থেকে বেরিয়ে শিখনের কোনো নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য অর্জনের জন্য কোনো শিক্ষণীয় স্থান বা প্রতিষ্ঠান ভ্রমণকে শিক্ষা সফর বা শিক্ষামূলক ভ্রমণ বলা যেতে পারে। শিক্ষা সফর এমন একটি শিখন-শেখানো কৌশল যা শ্রেণিকক্ষের বাইরে প্রকৃতিতে দেখা যায় এমন প্রাকৃতিক ঘটনা ও উদ্ভাবনী যন্ত্রপাতি বা কোনো বস্তুর পর্যবেক্ষণের জন্য শিক্ষার্থীদের শ্রেণিকক্ষের বাইরে দূরবর্তী বা স্থানীয়

কোনো স্থানে নিয়ে যাওয়া হয়। শিক্ষামূলক সফর অবশ্যই শ্রেণিকক্ষের শিখন শেখানোর পাঠ্যপুস্তকের পাঠের সাথে সম্পর্কিত হতে হবে। পদার্থবিজ্ঞান সংশ্লিষ্ট শিক্ষামূলক ভ্রমণের স্থানসমূহ :

- শিল্প কারখানা
- বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘর
- বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পরিষদ
- বিজ্ঞান গবেষণা কেন্দ্র
- বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিষয়ক প্রতিষ্ঠান
- প্রযুক্তি উদ্ভাবনী বিভিন্ন সংস্থা ইত্যাদি।

এসব প্রতিষ্ঠান পরিদর্শনের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা নিজ চেষ্টিয় নতুন নতুন জ্ঞান ও প্রযুক্তির কলা-কৌশল আয়ত্ত্ব করে।

### শিক্ষা সফরের প্রয়োজনীয়তা

- একজন শিক্ষার্থী কোনো বস্তু বা কোনো ঘটনাকে কীভাবে দেখছে, কোন দৃষ্টিতে দেখছে কোন অবস্থায় কীভাবে সাড়া দিচ্ছে তা সঠিকভাবে এবং বাস্তবসম্মতভাবে দেখার সুযোগ ঘটে শিক্ষাসফরে। শিক্ষক একজন শিক্ষার্থীকে এর মাধ্যমে জানতে পারেন কোনো বিষয় সম্পর্কে শিক্ষার্থীর কতটা পরিষ্কার ধারণা আছে যা শ্রেণিকক্ষে সঠিকভাবে জানা সম্ভব নয়। অর্থাৎ শিক্ষার্থীর আগ্রহ, প্রবণতা ও বোঁক বুঝতে শিক্ষককে সহায়তা করে।
- শিক্ষা সফরের মাধ্যমে শিখনের বাস্তব পরিবেশ ঘটে। এতে শিক্ষার্থীদের পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের উপর স্বচ্ছ ধারণা জন্মে, তখন শিখন- শেখানো কার্যক্রম হয় বাস্তব ও প্রাসঙ্গিক।
- শিক্ষার্থীরা শ্রেণিকক্ষের ভিতরে পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবইয়ের কোনো বিষয়বস্তুর ধারণা অস্পষ্ট থাকলে তা উন্মুক্ত ও সরাসরি পর্যবেক্ষণে সহজেই বুঝতে পারে। শিক্ষার্থীর পদার্থবিজ্ঞান শিখনে আগ্রহ বৃদ্ধি করার জন্য।
- পাঠ্যবিষয়ের পাঠের সাথে সামঞ্জস্য করে শিক্ষা সফর ব্যবস্থা করার ফলে বিষয়বস্তু বুঝতে সহজতর ও শিখন স্থায়ী হয়।
- শিক্ষার্থীদের দর্শনীয় বস্তু পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা, বর্ণনা, বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণের সামর্থ্য করে তোলার জন্য।
- দর্শনীয় স্থানে উদ্ভাবনী যন্ত্র দেখে শিক্ষার্থীরা নিজেরা যেন আবিষ্কারে অবতীর্ণ হতে পারে এবং শিক্ষার্থীর সৃজনশীলতা বৃদ্ধির জন্য।
- পারিপার্শ্বিক অবস্থার মধ্যে সংঘটিত যে কোনো বৈজ্ঞানিক ঘটনাবলি ও প্রযুক্তিগত উদ্ভাবনী যন্ত্রে মনোযোগ সহকারে পর্যবেক্ষণ করতে উৎসাহী করে তোলার জন্য।
- শিক্ষা সফরে দলীয়ভাবে আলাপ আলোচনা করে কোনো বিষয় সম্পর্কে সঠিক তথ্য নিতে পারে, সুন্দরভাবে বুঝতে পারে, যা তাদের পাঠ্য বিষয়কে আরও সুন্দরভাবে বুঝতে পারে। শিক্ষার্থীর মানসিক শক্তি ও বৈজ্ঞানিক কাজে আত্মবিশ্বাসী করে তোলার জন্য।
- শিক্ষা সফর বাস্তবায়নে শিক্ষক শিক্ষার্থীর সম্মিলিত প্রচেষ্টার প্রয়োজন। এতে শিক্ষার্থীর সাংগঠনিক ক্ষমতা, আত্মনির্ভরতা, দায়িত্ববোধ এবং নেতৃত্বে বিকাশ ঘটে।
- শিক্ষার্থীদের শিখন ও আচরণের স্বতঃস্ফূর্ততা কাজে আনন্দ ও উদ্দীপনা বৃদ্ধি করার জন্য।
- শিক্ষা সফরে শিক্ষক-শিক্ষার্থী, শিক্ষার্থী-শিক্ষার্থীর মধ্যে যোগাযোগ গভীর হয়, পরস্পর পরস্পরের নিকট যাওয়ার সুযোগ হয়। এতে তাদের মধ্যে প্রীতির বন্ধন বা সহসম্পর্ক গড়ে ওঠে।
- শ্রেণিকক্ষের বাইরে যাওয়ার ফলে শিক্ষার্থীর মধ্যে স্বভাবগত একটি পরিবর্তন ঘটে এবং তাদের দায়িত্বপূর্ণ আচরণ প্রদর্শন করে। যা শ্রেণিকক্ষে সম্ভব নয়। আবার উন্মুক্ত ও বিশুদ্ধ বাতাসে শরীরও মন উৎফুল্ল হয়। যার ফলে শিক্ষার্থীর একঘেয়েমী দূর হয় এবং মানসিক ও শারীরিক বিকাশ ঘটে।

## শিক্ষা সফর পরিচালনা

শিক্ষা সফরকে ফলপ্রসূ করতে হলে ভ্রমণস্থানে কার্যক্রম সূষ্ঠাভাবে সম্পন্ন করার জন্য একটি রূপরেখা তৈরি করতে হবে। এ রূপরেখা ভ্রমণের পূর্বে, ভ্রমণের সময়ে এবং ভ্রমণের পরে শিখন শেখানোর মধ্যে নিবিড় যোগসূত্র থাকতে হবে। অর্থাৎ শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানোর সাথে শ্রেণিকক্ষের শিখনকে সমন্বিত করতে হবে। এছাড়াও শিক্ষা সফর ফলপ্রসূ করার জন্য শিক্ষার্থীদের নিচের বিষয়সমূহ জানাতে হবে।

- শিক্ষা সফরের উদ্দেশ্য;
- শিখনে তাদের কিছুটা নিয়ন্ত্রণ বা স্বাধীনতা থাকে;
- কোথায় শিখবে, কি শিখবে, কীভাবে শিখবে তা তাদের পছন্দ করার সুযোগ থাকে;
- ছোট দলে কাজ বা পর্যবেক্ষণ করার ব্যবস্থা থাকে।

শ্রেণিকক্ষের বাইরে দূরের কোনো স্থানে শিখন পরিবেশ শিক্ষকের নিকট একটি চ্যালেঞ্জ মূলক কাজ। এ চ্যালেঞ্জ মোকাবিলা জন্য শিক্ষককে আগে থেকেই একটি পরিকল্পনা গ্রহণ করতে হয়। শিক্ষা সফর সার্থক ব্যবস্থাপনা কৌশলসমূহ নিচে দেওয়া হলো-

- শিক্ষার্থীদের সাথে নিয়ে শিক্ষা সফরের পরিকল্পনা করতে হবে।
- শিক্ষা সফর শিক্ষার্থীর অভিভাবকদের জানানো এবং অভিভাবকদের সাহায্যকারী হিসেবে রাখা যেতে পারে।
- ভ্রমণ স্থান সম্পর্কে শিক্ষককে অবহিত হতে হবে। পরিদর্শন অথবা ইন্টারনেট সার্চ করে ভ্রমণ স্থানের সকল বিষয় জেনে নিতে হয়।
- ভ্রমণ স্থানের নিরাপত্তা, যাতায়াত ব্যবস্থা ও খাবারে বিষয় শিক্ষা সফরে পূর্বেই ঠিক করে রাখতে হয়।

শিক্ষা সফর পরিচালনা করার রূপরেখাটি তিনটি ধাপে সংঘটিত হয়। ধাপ তিনটি হলো শিক্ষা সফরে পূর্বে বিদ্যালয় কাজ, ভ্রমণকালীন সময়ে কাজ ও ভ্রমণের পরে বিদ্যালয়ের কাজ। নিচে এ তিনটি ধাপ সম্পর্কে আলোচনা করা হলো।

### ক) ভ্রমণের পূর্বে বিদ্যালয়ের কাজ

শিক্ষা সফর সূষ্ঠাভাবে সম্পন্ন করার জন্য বিষয় শিক্ষকের নেতৃত্বে শিক্ষার্থীদের সমন্বয়ে একটি কমিটি গঠন করতে হবে। কমিটির সভাপতি প্রতিষ্ঠানের প্রধান বা পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষক থাকতে পারে।

## অনুসন্ধান বিষয় নির্বাচন

শিক্ষা সফরে কী কী বিষয় পর্যবেক্ষণের আওতায় থাকতে পারে সে সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবগত করানো। পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ্যবিষয়ের বিষয়বস্তু, ধারণা সুস্পষ্ট করার জন্য শিক্ষার্থীরা কী কী প্রশ্ন করতে চায় সে সম্পর্কিত প্রশ্ন লিখতে বলবেন। শিক্ষক শিক্ষার্থীদের দলীয়ভাবে বা ধারণা মানচিত্রের সাহায্যে প্রশ্ন তৈরি করার জন্য নির্দেশনা দিতে পারেন। শিক্ষার্থীর কাছ থেকে এমন প্রশ্ন আসতে পারে- উত্তল দর্পণ কী, অবতল দর্পণ কী, উত্তল ও অবতল দর্পণে সাহায্যে চেহারা দেখতে কেমন হবে? আলোর প্রতিফলনে কোনো যন্ত্র তৈরিতে ব্যবহার করা হয়, অপটিক্যাল ফাইবার কীভাবে কাজ করে, বেতার যন্ত্র কীভাবে কাজ করে? টেলিভিশনে এ ছবি কীভাবে প্রদর্শিত হয় ইত্যাদি। এতে অনুসন্ধানের বিষয় হতে পারে পদার্থবিজ্ঞানে পাঠ্যবিষয়ের তাত্ত্বিক ও জ্ঞানের সাথে উদ্ভাবনী প্রযুক্তির যন্ত্রপাতি সম্পর্ক স্থাপন করার জন্য বিজ্ঞান জাদুঘর পরিদর্শন করা অর্থাৎ শিক্ষক ও শিক্ষার্থী উভয়ের অংশগ্রহণে বিষয় সংশ্লিষ্ট শিখন-শেখানো বিষয়বস্তু থেকে অনুসন্ধানের বিষয় নির্বাচন করতে হয়। অনুসন্ধানের বিষয় কোনো নির্দিষ্ট পাঠের ধারণা সুস্পষ্ট করার জন্যও হতে পারে। এক্ষেত্রে স্থানীয় কোনো স্থানে শিক্ষা সফর আয়োজন করা যেতে পারে।



## শিক্ষা সফর স্থান নির্বাচন

অনুসন্ধান বিষয়ের ভিত্তিতে শিক্ষা সফরে স্থান নির্ধারণ করতে হবে। স্থান নির্বাচনের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের মতামত গ্রহণ করতে হবে। পদার্থবিজ্ঞানে বিষয়বস্তু তাত্ত্বিক জ্ঞানের সাথে সামঞ্জস্য রেখে শিক্ষা সফরের স্থান নির্ধারনে গুরুত্ব দেওয়া। যেসব প্রতিষ্ঠানে প্রদর্শনী কোনো বস্তু, উদ্ভাবনী যন্ত্রপাতি এবং বিজ্ঞানে প্রযুক্তির সামগ্রী পর্যবেক্ষণ করলে পদার্থবিজ্ঞানে তাত্ত্বিক ধারণা সুস্পষ্ট করা যাবে, সেদিকে লক্ষ্য রেখে শিক্ষা সফর স্থান নির্বাচন করতে হবে। হতে পারে বিজ্ঞান জাদুঘর, নির্দিষ্ট শিল্পকারখানা, বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র, বাংলাদেশ শিল্প ও গবেষণা পরিষদ ইত্যাদি। এসব স্থান থেকে শিক্ষার্থীদের মতামতের ভিত্তিতে যে কোনো একটি স্থানে যাওয়ার সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে হবে। এতে শিক্ষক স্থান নির্বাচনে তথ্য দিয়ে শিক্ষার্থীদের সিদ্ধান্ত গ্রহণে সহায়তা করতে হবে। স্থান নির্বাচনে ক্ষেত্রে নিরাপত্তা, ঝুঁকি ও আর্থিক দিক বিবেচনা করতে হবে। শিখন-শেখানো ক্ষেত্রে কোনো স্থান একাধিক বার নির্বাচন করা যেতে পারে।

### (খ) শিক্ষা সফর স্থান সম্পর্কিত তথ্য

শিক্ষককে নির্বাচিত শিক্ষা সফরের স্থানটির বিভিন্ন তথ্য সম্পর্কে পরিচিত হতে হবে। উক্ত স্থানে শিখনের কী আছে না আছে তা পর্যবেক্ষণ সম্পর্কিত তথ্য সংগ্রহ। এ তথ্য ইন্টারনেট সার্চ করার মাধ্যমে অথবা শিক্ষকের আগে সফরের অভিজ্ঞতা বা উক্ত স্থানের ছবি ভিডিও প্রদর্শন করে শিক্ষার্থীদের সম্যক ধারণা দিতে হবে। এতে শিক্ষার্থীরা উক্ত স্থানে যাওয়ার জন্য উৎসাহিত হবে এবং শিখনের জন্য আগ্রহ বাড়বে।

শিক্ষা সফরে শিখন-শেখানো কার্যক্রম এর জন্য উক্ত স্থানে পর্যবেক্ষণযোগ্য উপাদানগুলোর দেখার একটি নির্দেশনা পত্র তৈরি করতে হবে।

নির্দেশনা পত্রের নমুনার ছক

প্রতিষ্ঠান/ স্থানের নাম : ..... তারিখঃ .....

ক্রমিক নং	পর্যবেক্ষণকৃত বস্তু/ যন্ত্র/ দৃশ্য এর নাম	বর্ণনা (গাইড কর্তৃক) আবিষ্কার/ কার্যপ্রণালী	বিজ্ঞান/ পদার্থবিজ্ঞানের তত্ত্ব বা সূত্রের প্রয়োগ।	প্রয়োজনে চিত্রাংকন/ নকসা/ ছবি/ ভিডিও
১				
২				
৩				

এ নির্দেশনা পত্র শিক্ষার্থীদের প্রদান করতে হবে।

### (গ) বাস্তবায়নের জন্য পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীদের বাইরে যাওয়ার প্রধান উদ্দেশ্য হলো শিখন। এক্ষেত্রে শিক্ষা সফর বাস্তবায়নে সুষ্ঠু পরিকল্পনা প্রণয়ন করতে হবে। এজন্য শিক্ষা সফর কমিটির সদস্যদের নিয়ে সভার আয়োজন করবে। শিক্ষা সফরে যাতায়াতের জন্য যানবাহন, আর্থিক সংস্থান, খাবার ব্যবস্থা, শিক্ষা সফর স্থান পরিদর্শনের অনুমতি, শিক্ষার্থীর অভিভাবককে অবহিত করানো, নিয়ম শৃঙ্খলা, সময়সূচি, দর্শনীয় স্থানে কীভাবে তথ্য ও উপাদান পর্যবেক্ষণ করবে তা ঠিক করা, দর্শনীয় স্থান (কর্তৃপক্ষের অনুমোদন সাপেক্ষে) ছবি/ ভিডিও ধারণ করা ইত্যাদি সম্পর্কে সভায় আলোচনা করা। আলোচনার প্রেক্ষিতে ২/৩টি উপ-কমিটি গঠন এবং দায়িত্ব প্রদান করবেন। কমিটির সভাপতি এসব কাজ তদারিক করবেন।

শিক্ষা সফরে যাত্রার তারিখ, বিদ্যালয় ত্যাগের সময়, সম্ভাব্য পৌঁছানোর সময়, ভ্রমণ স্থানে পর্যবেক্ষণ সময়, শিক্ষার্থীরা কী পরিধান করবে (ছাত্র/ছাত্রী), ভ্রমণ স্থান ত্যাগের সময় ও বিদ্যালয়ে সম্ভাব্য পৌঁছার সময় ইত্যাদি সম্পর্কিত তথ্য শীট প্রস্তুত করে শিক্ষার্থীদের প্রদান করতে হবে।

### ক) দল গঠন ও দলনেতা নির্বাচন

শিক্ষা সফরে শিখন-শেখানো কার্যক্রমকে ফলপ্রসূ করতে শিক্ষার্থীদের ছোট ছোট দলে ভাগ করতে হবে। প্রতি দলে সদস্য সংখ্যা ৭/৮ জন হলে ভালো হয়। প্রতি দলে একজন দলনেতা হিসাবে মনোনীত করতে হবে। প্রতি দলে সদস্য ও দলনেতা নামের তালিকা তৈরি করে শিক্ষার্থীদের অবহিত করতে হবে। প্রত্যেক দলের দলনেতার কাজ হচ্ছে শিক্ষার্থীদের শৃঙ্খলা রক্ষা, ভ্রমণ স্থানে এক সাথে থাকা, পর্যবেক্ষণ করা, ছবি/ভিডিও করা ও ভ্রমণ শেষে প্রতিবেদন প্রস্তুত করা। দলনেতা দলের গাইড হিসেবে কাজ করবে। সফরের যাওয়ার পূর্বে দলনেতার সাথে বসে তাদের করণীয়গুলো ব্যাখ্যা করতে হবে।

### খ) সফর স্থানে শিখন-শেখানো কার্যক্রম

শিক্ষার্থীদের সাথে সাথে দলনেতাকে থাকতে হবে এবং পর্যবেক্ষণে রাখতে হবে। তাদের সহায়তা করতে হবে। প্রত্যেক দল ভ্রমণ স্থানে গাইড কর্তৃক প্রদর্শিত বস্তু, যন্ত্র বা ঘটনা পর্যবেক্ষণ করবে। সরবরাহকৃত নির্দেশনা পত্রে তা যথাযথভাবে লিপিবদ্ধ করবে। এর মধ্যে কোনো প্রশ্ন জানতে চাইলে শিক্ষক তাদের সাহায্যতা দিবেন। শিখন-শেখানো কার্যক্রমকে কার্যকর করার লক্ষ্যে শিক্ষার্থীরা যেন আগ্রহ ও আনন্দের সাথে তথ্য ও উপাদান সংগ্রহ করতে পারে সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে। তাছাড়া স্বাধীনভাবে কাজ করার সুযোগ সৃষ্টি করতে হবে। দলগুলোকে নানাদিকে ছড়িয়ে কাজ করতে দিতে হবে যাতে করে একে অপরের কাজে বাধার সৃষ্টি করতে না পারে। শিক্ষার্থীদের নিরাপত্তার দিকটা বিবেচনা রাখতে হবে। তথ্যাদি লিপিবদ্ধ, ছবি তোলা, ভিডিও করা, মোবাইলে অডিও করা, অংকন করা ও নমুনা সংগ্রহ করা ইত্যাদি কাজগুলো সম্পন্ন করছে কিনা তা তদারকি করা। তাছাড়া দলের সদস্যদের আলাপ আলোচনার ব্যবস্থা করা। এসব কাজের নির্দেশনা অনুসরণ করে দল ও দলনেতা সঠিকভাবে দায়িত্ব পালন করবে। এতে বাস্তবভিত্তিক শিখন-শেখানো কার্যক্রম সম্পন্ন হয়। নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে পর্যবেক্ষণ কাজ সম্পন্ন করে গন্তব্যের উদ্দেশ্যে যাত্রা শুরু করবে।

### গ) বিদ্যালয়ে ফিরে শিক্ষকের করণীয়

শিক্ষক শিক্ষা সফরে পরের/ দ্বিতীয় দিন সফরকৃত সকলকে নিয়ে সুবিধামতো সময়ে আলোচনা সভার ব্যবস্থা করবেন। শিক্ষা সফরে সংগ্রহকৃত যাবতীয় তথ্য নিয়ে দলীয় আলোচনা করতে দিবেন। প্রয়োজনে শিক্ষক মাল্টিমিডিয়া সাহায্যে রেকর্ডকৃত ছবি/ ভিডিও প্রদর্শন করবেন। এতে তাদের সংগৃহীত তথ্যের কোনো শূন্যতা থাকলে তা সহজেই বুঝতে পারবে। পর্যবেক্ষণকৃত তথ্য ও উপাত্ত পদার্থবিজ্ঞানের পাঠ্যবিষয়বস্তুর সাথে সামঞ্জস্য করতে নির্দেশনা দিবেন। দলীয়ভাবে শ্রেণিকক্ষের বাইরে অর্জিত অভিজ্ঞতাকে শ্রেণিকক্ষের শিখনের বিষয়বস্তুর আলোকে বিশ্লেষণ করারও নির্দেশনা দিবেন। দলীয় উপস্থাপন শেষে শিক্ষা সফরে অভিজ্ঞতা পাঠ্যবিষয়ের কীভাবে কাজে লাগে তা সুস্পষ্ট ধারণা দিবেন। শিক্ষার্থীরা বিভিন্নভাবে তাদের অর্জিত জ্ঞানকে প্রকাশ করতে পারে। প্রতিবেদন তৈরি, পদার্থবিজ্ঞানে দেয়ালিকা প্রস্তুত, চিত্র প্রদর্শন এবং আধুনিক তথ্য প্রযুক্তির মাধ্যমে প্রকাশ করতে পারে। শিক্ষক দলনেতাকে একটি প্রতিবেদন প্রস্তুতের প্রয়োজনীয় পরামর্শ দিবেন। শিক্ষক শিক্ষা সফরে প্রতিবেদন দলনেতা কর্তৃক সংগ্রহ করে চূড়ান্ত করবেন। চূড়ান্ত প্রতিবেদন প্রতিষ্ঠান প্রধানের নিকট জমা দিবেন। শিক্ষা সফর সংক্রান্ত যাবতীয় কর্মকাণ্ডের কার্যাদি সুষ্ঠুভাবে সংরক্ষণ করতে হবে।

শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিক্ষা হচ্ছে পুরোপুরি হাতে কলমে শিক্ষা। শ্রেণিকক্ষের বাইরে বিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে প্রকৃতি এবং বিভিন্ন শিক্ষা উপাদানের তথা বাস্তব বস্তুর কাছাকাছি যাওয়া যায়। ফলে বিজ্ঞান পাঠে তথা পদার্থবিজ্ঞান পাঠ আকর্ষণীয় চিন্তাকর্ষক, আনন্দদায়ক এবং দীর্ঘস্থায়ী হয়। শিক্ষা সফরে শিক্ষার্থীরা স্বাধীনভাবে ও নিজ হাতে স্পর্শ করে, দেখে, পর্যবেক্ষণ করে, পরীক্ষা করে ও হাতে কলমে শিখন বিষয়ের জ্ঞান আয়ত্ত করতে পারে।

কাজ : শিক্ষা সফর প্রতিবেদনের একটি কাঠামো প্রস্তুত করুন

# প্রশ্নমালা

## সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ১। শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞানে শিখন-শেখানো কার্যক্রম বলতে কী বুঝায়?
- ২। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘরে প্রদর্শনী গ্যালারীসমূহ উল্লেখ করুন।
- ৩। বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান মেলায় উদ্দেশ্যসমূহ লিখুন।
- ৪। পদার্থবিজ্ঞান বুলেটিন বোর্ড তৈরির উপাদান উল্লেখ করুন?
- ৫। বিজ্ঞান ক্লাব কী?
- ৬। পদার্থবিজ্ঞান ম্যাগাজিন প্রস্তুতের বিষয়সমূহ উল্লেখ করুন।
- ৭। শিক্ষা সফর বাস্তবায়নের জন্য একটি তথ্যশীট প্রস্তুত করুন।

## রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞানের শিখন-শেখানো কার্যক্রমের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করুন।
- ২। শ্রেণিকক্ষের বাইরে শিখন-শেখানো কার্যক্রমে শিল্পকারখানার ভূমিকা বর্ণনা করুন।
- ৩। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘরের কার্যাবলি উল্লেখপূর্বক বিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান জাদুঘর তৈরির পরিকল্পনা প্রণয়ন করুন।
- ৪। বিজ্ঞান ক্লাবের কার্যাবলি ব্যাখ্যা করুন।
- ৫। বিজ্ঞানে শিক্ষার্থী আগ্রহ বৃদ্ধিতে বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান সমিতি গঠনে যৌক্তিকতা তুলে ধরুন।
- ৬। বিজ্ঞান মেলা পরিচালনার পর্যায়সমূহ ব্যাখ্যা করুন।
- ৭। শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞান শিখন-শেখানো কার্যক্রমে গণমাধ্যম কীরূপ ভূমিকা রাখছে সে সম্পর্কে আপনার মতামত দিন।
- ৮। একটি সার্থক ও ফলপ্রসূ শিক্ষা সফর পরিচালনার কৌশলসমূহ বিশ্লেষণ করুন।
- ৯। শ্রেণিকক্ষের বাইরে পদার্থবিজ্ঞানের গৃহীত শিখন-শেখানো কার্যক্রমে কোনটি অধিকতর কার্যকর বলে আপনি মনে করেন এবং কেন এর স্বপক্ষে যুক্তি দিন।

## তথ্যসূত্র

- মাশিউপ্র                      পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষণ, মাধ্যমিক শিক্ষা উন্নয়ন প্রকল্প, মাধ্যমিক ও উচ্চ শিক্ষা অধিদপ্তর, ঢাকা ২০০০।
- বিজ্ঞান জাদুঘর                বাংলাদেশ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি জাদুঘর, ওয়েবসাইট [www.nmst.gov.bd](http://www.nmst.gov.bd).
- Amar Rao                      Teaching of physics, Anmol Publications, New Delhi 1996

## ইউনিট ১১ : পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের পেশাগত শিখন

পেশাগত শিখন হলো শিক্ষকদের চিন্তাধারা, পেশাগত জ্ঞান এবং তাদের অনুশীলন সম্পর্কে অন্যদের অবহিত করার জন্য এবং সময়ের সাথে সাথে শিখন-শিক্ষণ জ্ঞানের পরিবর্তন নিশ্চিত করার একটি প্রক্রিয়া। বর্তমানে সামাজিক উন্নয়ন এবং শিক্ষাক্রম উন্নয়নের সাথে সাথে শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়নের প্রতি আগ্রহ বৃদ্ধি পেয়েছে। ভাল মানের পেশাগত অভিজ্ঞতা সম্পন্ন একজন শিক্ষক শিক্ষার্থীদের গুণগত মানসম্মত শিক্ষাদান করতে সক্ষম। পেশাগত শিখন শিক্ষকদের জ্ঞান ও অনুশীলনকে আরও উন্নত করে এবং চিন্তাধারার বিকাশ বৃদ্ধিতে সহায়তা করে। এই ইউনিটে পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের পেশাগত শিখন সংক্রান্ত বিভিন্ন বিষয়গুলোকে ২টি সেশনে ভাগ করা করা হয়েছে।

- ১১.১ পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের প্রয়োজনীয় যোগ্যতা, বিজ্ঞান শিক্ষকের পেশাগত উন্নয়নের বর্তমান অবস্থা ও সংস্কৃতি,
- ১১.২ পেশাগত শিখনের ধারণা, প্রতিফলনমূলক অনুশীলন, শিক্ষকের পেশাগত শিখনে তথ্য প্রযুক্তির গুরুত্বঃ ই-পোর্টফোলিও

### ১১.১ পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষকের প্রয়োজনীয় যোগ্যতা, বিজ্ঞান শিক্ষকের পেশাগত উন্নয়নের বর্তমান অবস্থা ও সংস্কৃতি

টিকিউআই ২ প্রকল্পের আওতায় বিশ্বের বিভিন্ন (উন্নত ও উন্নয়নশীল) দেশের শিক্ষক যোগ্যতার আদর্শমান পর্যালোচনা এবং শিক্ষাবিদ, শিক্ষক ও শিক্ষক প্রশিক্ষকগণের মতামত যাচাই, আলোচনা-পর্যালোচনা ও পরবর্তীতে জাতীয় পর্যায়ে একটি কর্মশিবির অনুষ্ঠানের মাধ্যমে দেশে প্রথমবারের মতো মাধ্যমিক শিক্ষা স্তরের শিক্ষকগণের জন্য যোগ্যতার আদর্শমান নির্ধারণ করা হয়েছে। যা নিঃসন্দেহে মাধ্যমিক শিক্ষক প্রশিক্ষণের গুণগতমান উন্নয়নে একটি যুগান্তকারী পদক্ষেপ। বিভিন্ন গবেষণা থেকে বিজ্ঞান শিক্ষকের গুরুত্বপূর্ণ পাঁচটি উপাদান পাওয়া যায়। এগুলো হলো :

- বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু সম্পর্কে জ্ঞান (Knowledge of Science Content )
- বিজ্ঞান শিক্ষণের pedagogy সম্পর্কে জ্ঞান (Knowledge of Science Pedagogy)
- শিখন পরিবেশ সম্পর্কে জ্ঞান (Knowledge of Learning Environment)
- শিক্ষার্থী এবং তারা কীভাবে শেখে সে সম্পর্কে জ্ঞান (Knowledge of Students and How they Learn)
- বিজ্ঞান শিক্ষণের প্রতি আগ্রহ/ বোঁক/প্রতিশ্রুতি (Orientation Towards Teaching Science)

ভবিষ্যতে সকল ধরনের মাধ্যমিক শিক্ষক শিক্ষা ও প্রশিক্ষণ কর্মসূচি নির্ধারিত এ মানের ভিত্তিতে পরিচালিত হবে যা শিক্ষকগণের পেশাগত উন্নয়নে গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব রাখবে। নিচে এটি ছকাকারে উপস্থাপিত হলো।

### 3.2 মাধ্যমিক শিক্ষক যোগ্যতার আদর্শমান

ক্ষেত্র	উপক্ষেত্র	সুনির্দিষ্ট যোগ্যতা
১. পেশাগতজ্ঞান (Professional /Content Knowledge)	১.১ বিষয়বস্তু জ্ঞান	১.১.১ বিষয়বস্তুর ওপর পরিপূর্ণ জ্ঞান প্রদর্শন করতে পারা
		১.১.২ বিষয় সম্পর্কে সমসাময়িক জ্ঞান অনুসন্ধান করা
		১.১.৩ শিক্ষাক্রম সম্পর্কে জ্ঞান প্রদর্শন করা
		১.১.৪ বিষয়বস্তু/বিষয় এর মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক সনাক্ত করা
	১.২ বিষয়বস্তু ও শিক্ষণ সংক্রান্ত জ্ঞান প্রয়োগ	১.২.১ শিক্ষণ সংক্রান্ত বিষয়জ্ঞান সহজতরভাবে প্রয়োগ করা
		১.২.২ শিক্ষণ-শিখনসংক্রান্ত কৌশল ও দক্ষতা অনুধাবন ও প্রয়োগ করা
		১.২.৩ শিক্ষার্থীদের বিশ্লেষণমূলক/সমালোচনামূলক চিন্তনে উৎসাহিত করা
		১.২.৪ ভাষা দক্ষতা প্রদর্শন করা
		১.২.৫ বৈশ্বিক সচেতনতাকে উৎসাহিত করা
		১.২.৬ শিক্ষণ নির্দেশনা শিক্ষার্থীদের জন্য সামঞ্জস্যপূর্ণ করা
১.৩ শিক্ষার্থীর উন্নয়ন	১.৩.১ শিক্ষার্থীদের বর্ধন ও বিকাশ সম্পর্কে শিক্ষকের জ্ঞান ও উপলব্ধি থাকা	
	১.৩.২ শিক্ষার্থীদের বিভিন্নমুখী উন্নয়ন ও বর্ধন চিহ্নিতকরণ ও সমর্থন দান	
	১.৩.৩ শিক্ষার্থীদের শিক্ষা নির্দেশনা ও যত্ন প্রদান করা	
	১.৩.৪ শিক্ষার্থীদের পরিপূর্ণ ব্যক্তি হিসেবে গড়ে উঠতে সাহায্য করা।	
	১.৩.৫ শিক্ষার্থীদের শিখন প্রক্রিয়া বিশ্লেষণ করা	
	১.৩.৬ প্রতিটি শিশুকে একটি ইতিবাচক ও প্রতিপালনমূলক সম্পর্কযুক্ত পরিবেশ প্রদান করা	
	১.৩.৭ লিঙ্গ সমতা ও একীভূত শিক্ষা উৎসাহিত করা	
	১.৩.৮ শিক্ষার্থীদের সাথে সহানুভূতিপূর্ণ সম্পর্ক স্থাপনে সচেতন হওয়া	
২. পেশাগত অনুশীলন (Professional Practice)	২.১ শিক্ষণ-শেখানো পরিকল্পনা	২.১.১ পাঠ পরিকল্পনা ও শ্রেণি কার্যাবলি সংগঠিত করা
		২.১.২ বিভিন্ন শিখন-শেখানো পদ্ধতি ব্যবহার করে শিখন কার্যাবলি বিন্যস্ত করা
		২.১.৩ একীভূত শিখন-শেখানো সামগ্রী প্রণয়ন ও সংগ্রহ করা
	২.২ শিখন শেখানো কৌশল	২.২.১ শিখন-শেখানো প্রক্রিয়ায় সহায়তা দানে কার্যকর শিক্ষণ কৌশল ব্যবহার করা
		২.২.২ কার্যকর যোগাযোগ দক্ষতা ব্যবহার করে শিখন-শেখানো প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করা
		২.২.৩ বিশেষ চাহিদাসম্পন্ন শিক্ষার্থীদের কল্যাণের জন্য যথাযথ শিখন - শেখানো কৌশল অনুশীলন করা
		২.২.৪ শিখন-শেখানো প্রক্রিয়ায় শিক্ষার্থীদের কার্যকর অংশগ্রহণ নিশ্চিত করা
		২.২.৫ বাস্তব শিক্ষা উপকরণ ও প্রযুক্তি ব্যবহারের মাধ্যমে শিখন-শেখানো প্রক্রিয়াকে আনন্দদায়ক করা
	২.৩ মূল্যায়ন	২.৩.১ কার্যকর মূল্যায়ন পদ্ধতি ও কৌশল সনাক্ত করা
		২.৩.২ ফলপ্রসূভাবে শিক্ষার্থীদের মূল্যায়ন করার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি ও কৌশল প্রয়োগ করা
২.৩.৩ মূল্যায়ন প্রতিবেদন প্রণয়ন ও ব্যবহার করা		
২.৩.৪ শিখন-শেখানো প্রক্রিয়া মূল্যায়ন করা		

ক্ষেত্র	উপক্ষেত্র	সুনির্দিষ্ট যোগ্যতা
<b>৩. শিক্ষকতা পেশায় তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি</b>  <b>(ICT Integration in Teaching Profession)</b>	৩.১ শিক্ষকতায় তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি নীতিমালা	৩.১.১ শিক্ষাক্ষেত্রে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির ব্যবহারিক ক্ষেত্র কৌশল চিহ্নিত করা
	৩.২ তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির উপকরণ সম্পর্কিত জ্ঞান ও দক্ষতা	৩.২.১ তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির উপকরণ ব্যবহারের মৌলিক জ্ঞান ও দক্ষতা থাকা ৩.২.২ যোগাযোগ প্রযুক্তি (ইন্টারনেট) ব্যবহারের মাধ্যমে পেশাগত যোগাযোগ, সহযোগিতা এবং সহ-সৃষ্টির দক্ষতা থাকা।
	৩.৩ শিক্ষাক্রম বাস্তবায়নে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির সমন্বয় সাধন	৩.৩.১ পাঠের বিষয়বস্তুর সাথে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির সমন্বয় সাধন করা ৩.৩.২ শিখন-শেখানো তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির সমন্বয় সাধন করা। ৩.৩.৩ মূল্যায়নে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির সমন্বয় সাধন বুঝে করতে পারে। ৩.৩.৪ একীভূত শিক্ষায় তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির সমন্বয় সাধন করতে পারে।
	৩.৪ জীবনব্যাপী পেশাগত উন্নয়নে তথ্য ও যোগাযোগ	৩.৪.১ তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির মাধ্যমে শিক্ষক পেশাগত উন্নয়নের জন্য আত্ম-প্রতিফলন অনুশীলন করা।
<b>৪. পেশাগত শিখন, নৈতিকতা ও মূল্যবোধ</b>  <b>(Professional Learning Ethics and Values)</b>	৪.১ নৈতিকতা ও মূল্যবোধ অনুশীলন	৪.১.১ পেশাগত নৈতিকমান প্রদর্শন করা ৪.১.২ ব্যক্তি ও সমাজজীবনে মূল্যবোধ সম্পন্ন আচরণ প্রদর্শন
	৪.২ প্রতিষ্ঠানিক দায়-দায়িত্ব	৪.২.১ বিদ্যালয়ের লক্ষ্য ও নীতিসমূহ অনুধাবন করা। ৪.২.২ বিদ্যালয়ের রূপকল্প (vision), ব্রত (mission), সংস্কৃতি (culture) ও দর্শন (ethos) এর সাথে অভিযোজিত হওয়া ৪.২.৩ বিদ্যালয়ের রূপকল্প ও ব্রত পরিপূরণ করা ৪.২.৪ যত্নশীল ও আন্তরিকতাপূর্ণ বিদ্যালয় পরিবেশ পরিচর্যা করা। ৪.২.৫ বিদ্যালয়ের রূপকল্প (Vision) ও (Mission)
	৪.৩ পেশাগত শিখন, সহযোগিতা ও নেতৃত্ব	৪.৩.১ নিজ বিদ্যালয়ের সহকর্মীদের সাথে কর্ম-সম্পর্ক স্থাপন করা। ৪.৩.২ শিক্ষার্থীর শিক্ষা-নির্দেশনা প্রদানে সহকর্মীদের মধ্যে পারস্পরিক সহযোগিতার ক্ষেত্র তৈরি করা। ৪.৩.৩ নিজ বিদ্যালয় এবং প্রতিবেশী বিদ্যালয়ের শিক্ষকদের সাথে জ্ঞান এবং অভিজ্ঞতা বিনিময় করা ৪.৩.৪ শিক্ষকের পেশাগত উন্নয়নে অবদান রাখা ৪.৩.৫ বিদ্যালয়ে নেতৃত্বের দক্ষতা প্রদর্শন করা। ৪.৩.৬ শিক্ষকতা পেশায় নেতৃত্ব প্রদান করা।
	৪.৪ কমিউনিটি সম্পৃক্ততা	৪.৪.১ বিদ্যালয়ের বৃহত্তর কমিউনিটির সাথে মিথস্ক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করা। ৪.৪.২ শিক্ষা সম্পর্কিত কমিউনিটির পরিসেবা এবং স্বেচ্ছাসেবায় অংশগ্রহণ করা।

এছাড়া অস্ট্রেলিয়ান বিজ্ঞান শিক্ষক এসোসিয়েশন বিজ্ঞান শিক্ষকদের জন্য কিছু শিক্ষকমান নির্ধারণ করেছেন। শিক্ষকমানসমূহ হলো :

**ক) পেশাগত জ্ঞান**

শিক্ষকমান ১ : বিজ্ঞান সম্পর্কিত জ্ঞান ও বিজ্ঞান শিক্ষাক্রম

শিক্ষকমান ২ : বিজ্ঞান শিখন, শেখানো এবং মূল্যায়ন সম্বন্ধীয় জ্ঞান

শিক্ষকমান ৩ : শিক্ষার্থীদের সম্পর্কে জ্ঞান এবং শিক্ষার্থী কিভাবে শেখে সে বিষয়ে জ্ঞান

**খ) পেশাগত চর্চা**

শিক্ষকমান ৪ : শিখন কর্মসূচী সংশ্লিষ্ট নকশা

শিক্ষকমান ৫ : শিখন পরিবেশ তৈরি ও ব্যবস্থাপনা

শিক্ষকমান ৬ : শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান নিয়ন্ত্রণ করা

শিক্ষকমান ৭ : বিজ্ঞানের প্রধান বিষয়গুলো সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের ধারণা সমৃদ্ধ করা

শিক্ষকমান ৮ : সিদ্ধান্ত গ্রহণে শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান ব্যবহারে দক্ষতা বৃদ্ধি করা

শিক্ষকমান ৯ : শিক্ষার্থীদের শিখন মূল্যায়ন ও নিরীক্ষণ

**গ) পেশাগত বৈশিষ্ট্য**

শিক্ষকমান ১০ : শিক্ষণ চর্চা বিশ্লেষণ, মূল্যায়ন ও শুদ্ধিকরণ

শিক্ষকমান ১১ : বিজ্ঞান শিক্ষায় পেশাগত অবদান

এই শিক্ষকমানসমূহ বিশ্লেষণ করলে এটা স্পষ্ট যে, বাংলাদেশের প্রেক্ষিতে শিক্ষকমানসমূহ অর্জনের জন্য বিভিন্ন রকমের পেশাগত প্রশিক্ষণ বা পেশাগত শিখনের কর্মকাণ্ডের দরকার হয়। কারণ বাংলাদেশে শিক্ষকরা কেবলমাত্র বিজ্ঞান সম্পর্কিত জ্ঞান নিয়ে চাকরি নিয়ে শুরু করেন, তাদের অন্যান্য শিক্ষকমানের কোনো ধারণা থাকে না।

## ১১.২ পেশাগত শিখনের ধারণা

পেশাগত শিখনদল হলো এমন একটি শিখন দল যেখানে কয়েকজন শিক্ষক মিলে একটি দল গঠন করেন। পেশাগত দায়িত্ব পালনে যারা একত্রে কাজ করে থাকেন। এই দলে অন্তর্ভুক্ত শিক্ষকদের মধ্যে পরস্পরের প্রতি শ্রদ্ধাবোধ, দৃষ্টিভঙ্গির ঐক্যতা ও সামঞ্জস্যপূর্ণ চিন্তাচেতনার উন্মেষ ঘটে। তারা পেশাগত দায়িত্ব পালনে একে অপরের প্রতি দায়িত্বশীল হন, তাদের চিন্তাচেতনাগুলো একে অপরের সঙ্গে ভাগাভাগি করেন, শিক্ষার্থীদের অর্জনের দিকে দৃষ্টি রেখে তারা তাদের জ্ঞান ও কৌশল একে অপরের মাঝে ভাগাভাগি করেন ফলে প্রত্যেক শিক্ষক পেশাগত দিক থেকে উপকৃত হন। পার্কারের (Parker) মতে “মানুষের সকল প্রকার সম্ভাবনার পরিপূর্ণ বিকাশ সাধনই শিক্ষা”। অর্থাৎ সকল ধরনের সম্ভাবনার দ্বার উন্মোচনে এবং সমাজের পরিবর্তন আনয়নে শিক্ষা মুখ্য ভূমিকা পালন করে। শিক্ষা জাতীয় উন্নয়ন ও অগ্রগতির অন্যতম উপায়। তবে সে শিক্ষা হতে হবে অবশ্যই দক্ষতা নির্ভর। হতে হবে কর্মক্ষমতা সৃষ্টিমূলক। এজন্য বিজ্ঞান শিখন শেখানো পদ্ধতি বা কৌশল এমন হওয়া উচিত যেখানে একজন শিক্ষক-শিক্ষার্থীর মেধা মনন, দক্ষতা এবং দৃষ্টি ভঙ্গির উন্নয়নের সাথে সাথে তাদের মৌলিক মানবীয় গুণাবলির বিকাশ ঘটতে পারে। এ ব্যাপারে বিজ্ঞান শিক্ষকদের পেশাগত শিখন দল কার্যকর ভূমিকা রাখতে পারে। বিষয়টি মাধ্যমিক স্তরের জন্য বেশ গুরুত্বপূর্ণ। এখানে শিক্ষকরা একটি গ্রুপের মাধ্যমে তাদের অভিজ্ঞতা, পরস্পরের সাথে ভাগাভাগি গঠনমূলক সমালোচনা তাদের পড়ানোর কৌশলের সবল ও দুর্বল দিক চিহ্নিত করার সুযোগ, নিজেকে আরো পেশাগতভাবে দক্ষ দায়িত্বশীল হিসাবে তৈরি করার সুযোগ লাভ করতে পারেন। এছাড়া পেশাগত শিখনদলের মাধ্যমে শিক্ষক যেমন নিজেকে আত্মোন্নয়নের পথে এগিয়ে নিতে পারেন তেমনি প্রতিষ্ঠানের ক্রমোন্নতিতে ভূমিকা রাখতে পারেন। পেশাগত শিখন দলভুক্ত শিক্ষক একই বিষয়ের একটি বিশেষজ্ঞ দল থেকে নিজের বিষয় ভিত্তিক জ্ঞানকে সহজেই বাড়িয়ে নিতে পারেন।

## বিজ্ঞান শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়ন

মাধ্যমিক শিক্ষার গুণগত মান ব্যাপকভাবে নির্ভর করে শিক্ষকের মান এবং মানসম্পন্ন প্রশিক্ষণের উপর। সরকার শিক্ষকদের এই পেশাগত মান বৃদ্ধির জন্য বিভিন্ন পেশাগত উন্নয়নমূলক প্রোগ্রাম গ্রহণ করেছে। এতদসত্ত্বেও, এটাও সত্য যে, মাধ্যমিক স্তরের স্কুল শিক্ষকেরা কদাচিৎ চলতি প্রশিক্ষণ গ্রহণ করেন। অধিকাংশক্ষেত্রে দেখা যায়, প্রশিক্ষণ গুলো অনিয়মিত ভাবে হয়ে থাকে আর এটা নির্ভর করে কখন অর্থের যোগান পাওয়া যাবে তার উপর। সত্যিকারভাবে শিক্ষকদের কখন প্রশিক্ষণটি দরকার তা উপেক্ষিত হয়। অধিকন্তু পেশাগত উন্নয়নের প্রোগ্রামের বিষয়বস্তু ও উপাদান সমূহ থাকে খুবই দুর্বল। শিক্ষকরা প্রশিক্ষণকালীন সময়ে যা শিখেন তা পরবর্তীতে পেশাগত চর্চায় কাজে লাগান কিনা তা দেখার জন্য। উপরন্তু এও প্রতীয়মান হয়েছে যে শিক্ষকেরা স্বতন্ত্রভাবে তাদের পেশাগত চর্চায় লিপ্ত থাকেন যা ঐ সকল প্রশিক্ষণের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ নয়।

## পেশাগত চর্চা

একটি বিদ্যালয়ের শিক্ষকদের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট ধরনের পেশাগত চর্চার সংস্কৃতি বিদ্যমান থাকে। এটি বিদ্যালয় থেকে বিদ্যালয়ে আবার ভিন্ন হতে পারে। একটি বিদ্যালয়ের সকল শিক্ষকরা আবার ভিন্ন ধরনের পেশাগত চর্চায় অভ্যস্ত হতে পারে। তাদের এক ধরনের পেশাগত চর্চায় আনতে দরকার পরস্পরের সহযোগিতা। এ লক্ষ্যে পেশাগত দায়িত্ব পালনের জন্য তার সহকর্মীদের থেকে নিম্নোক্ত ধরনের সাহায্য দরকার।

## পেশাগত শিখন দল

পেশাগত শিখন দল সাধারণত বিদ্যালয়গুলোর শিখন পদ্ধতির উন্নয়ন ও পরিবর্তনের প্রতি গুরুত্ব আরোপ করে। এই শিখন দল শিখন চর্চার ক্ষেত্রে মৌলিক পরিবর্তন আনতে ও প্রতিজ্ঞাবদ্ধ। তারা একত্রে কাজ করে পেশাগত উন্নয়নের পাশাপাশি শিখন উন্নয়নে ভূমিকা রাখে। পেশাগত শিখন দলটি এমন কয়েকজন সদস্য নিয়ে গঠিত হয় যারা সক্রিয়, জ্ঞান সমৃদ্ধ, সহযোগী মনোভাবাপন্ন, চিন্তাশীল প্রকৃতির এবং তারা শিখন-শিক্ষণ সম্পর্কিত বিভিন্ন সমস্যা ও তার নিগূঢ়তম রহস্য উন্মোচনে সদা সচেষ্ট দৃষ্টিভঙ্গি আরোপ করে থাকেন।

## পেশাগত শিখন দলের প্রয়োজনীয়তা

১৯৮০-এর দশকে বিদ্যালয়গুলোতে পরিবর্তন ও পুনর্গঠনের অংশ হিসেবে শিক্ষাবিদরা যেদিকে বেশি দৃষ্টিপাত করেছেন তাহল, শিক্ষকদের দক্ষতা, তাদের একত্রে কাজ করার পরিবেশ গড়ে তোলা ইত্যাদি। এটি অবশ্য উন্নত বিশ্বের শিক্ষার যে রূপরেখা তারই ধারাবাহিকতা। যা গতানুগতিক পদ্ধতিতে লেগে থাকার চেয়ে উত্তম। গতানুগতিক ধারায় শিক্ষকদের অভ্যাস হলো তারা নিজেদেরকে তাদের সহকর্মীদের থেকে বিচ্ছিন্ন রাখেন বেশির ভাগ শিক্ষকদের ক্ষেত্রে দেখা যায় বিদ্যালয় চলাকালীন তারা নিজেদের শিক্ষার্থীদের ক্রিয়াকর্মের সাথে ব্যস্ত থাকেন। অন্যদিকে পেশাগত দলভুক্ত শিক্ষকরা তাদের নিজেদের মধ্যে একে অপরকে সময় দিয়ে থাকেন এবং শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন সমস্যা নিয়ে আলাপ আলোচনা করেন, যেগুলো ধারাবাহিকভাবে তাদের পেশাগত চর্চায় কাজে লাগাতে পারেন। এই পদ্ধতিতে শিক্ষকদের মাঝে মত বিনিময়ের সুযোগ থাকে বলে তারা নিজেদের এবং শিক্ষার্থীদের জন্য কিছু তাৎপর্যপূর্ণ চ্যালেঞ্জ গ্রহণ করতে পারেন। শিক্ষকদের শ্রেণিতে তাদের প্রতিদিনের পেশাগত চর্চার যে অভ্যাস তার প্রতি অধিক দায়িত্ববান ও যত্নবান হতে সাহায্য করে। বিশেষকরে যারা এই দলভুক্ত নন তাদের তুলনায় পেশাগত দলটি অধিক ভূমিকা রাখতে পারেন। পেশাগত শিখন দলভুক্ত শিক্ষকদের সবার যে বিষয়গুলোর উপর সমর্থন রয়েছে তা হলো-

- পেশাগত শিখন দল সফল এই কারণে যে, তারা নেতৃত্বে ও শিখন যোগ্যতা বৃদ্ধিতে একে অপরের সাহায্য পেয়ে থাকেন। পেশাগতদল তাদের শর্তসমূহ ও ধারণাগুলোকে শিখনের ধারাবাহিক উন্নয়নে কাজে লাগাতে পারেন।
- পেশাগত শিখন দল তাদের পেশার সঙ্গে যুক্ত সকলের জ্ঞান ও শিখনের শিখন পদ্ধতির উপর জোর দিয়ে থাকেন। তারা তাদের শিখনের প্রতি সম্মান দেখায় এবং প্রয়োজনীয় অর্থপূর্ণ উন্নয়ন কাজে সহায়তা করেন।
- পেশাগত শিখন দল নিজেরাই পরিবর্তনের জন্য এবং শিক্ষকদের শিখন মান বাড়ানো এবং শিক্ষার্থীদের অর্জন বৃদ্ধি করার জন্য কাজ করে থাকে।
- পেশাগত শিখন দল সত্যিকার ভাবে শিক্ষকদের একত্রে কাজ করার সংস্কৃতি গড়ে তুলতে সাহায্য করে। এর ফলে শিক্ষকদের অগ্রাধিকার ভিত্তিতে বিভিন্ন চাহিদার প্রাপ্তির ব্যাপারে সামষ্টিকভাবে একটি নৈতিক শক্তি গড়ে ওঠে।



## পেশাগত শিখন দলের অবদান

পেশাগত শিখন দলের কার্যক্রম ও বৈশিষ্ট্য বিগত দুই দশক ধরে বৃদ্ধি পেয়েছে। এই গবেষণা মূলত যে বৈশিষ্ট্যের দিকে দৃষ্টিআকর্ষণ করেছে তা Hord, (১৯৯৭) এর গবেষণার এবং (Dufour & Eaker, ১৯৯৮) এর কাজের ফল।

পেশাগত শিখন দল বিজ্ঞান শিক্ষকদের সমস্যাবলী সমাধানে যেভাবে সহায়তা করতে পারে

উপরিউক্ত আলোচনা থেকে বোঝা যায় শিক্ষকদের শিক্ষাকার্যক্রমকে সহজ করে তোলার ক্ষেত্রে বিভিন্নরকম সহায়তা প্রয়োজন। যা কিনা সে তার সহকর্মী থেকে অনেকাংশে পেতে পারে। এমতাবস্থায় বিদ্যালয়ের সহকর্মীদের মধ্যে পেশাগত শিখন দল গঠন করা একটি সমসাময়িক ধারণা হতে পারে। এই দল গঠনের মাধ্যমে উপরোক্ত সহায়তাগুলো সদস্যদের মধ্যে নিম্নোক্ত বিষয় সমূহ কাজ করতে পারে।

### সহায়তামূলক নেতৃত্ব

পেশাগত শিখন দল শক্ত পরিসরে গণতান্ত্রিক অংশগ্রহণে এবং বিদ্যালয়ের পরিবেশে গঠিত হতে হবে। এই গবেষণায় শিক্ষকদের একটা বড় অংশ দাবী করেন যে তারা নেতৃত্ব গঠনে বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের কোনো সাহায্য পান না। তদুপরি কিছু শিক্ষক বলেন যে, বিদ্যালয়ে গণতান্ত্রিক পরিবেশ বিরাজ করে না তাই এটা তাদের জন্য একটা সমস্যা। কারণ তারা তাদের মতামত প্রকাশ করতে পারে না। শুধু প্রধান শিক্ষকরাই এই ক্ষমতা রাখে। পেশাগত শিখন দলের ক্ষমতা ভাগাভাগি করা একটা গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। তাই যদি বিদ্যালয়ে পেশাগত শিখন দল গঠন করা হয়, তাহলে শিক্ষকেরা মতামত প্রকাশের সুযোগটা পায়।

### লক্ষ্য, দৃষ্টিভঙ্গি এবং মূল্যবোধ আদান-প্রদান

ছাত্র-ছাত্রীদের শিক্ষার জন্য পারস্পরিক লক্ষ্য, দৃষ্টিভঙ্গি এবং মূল্যবোধের আদান-প্রদানের সামগ্রিক গুরুত্ব আরোপ করা দরকার। এক্ষেত্রে শিক্ষকগণ তাদের শিক্ষার্থীদের জন্য সর্বোচ্চ বিবেচনার দিকে লক্ষ্য রাখবেন। তাছাড়া চূড়ান্তভাবে যেটি দরকার তা হলো অংশগ্রহণকারী পেশাগত শিখন দলটিকে পরস্পরের প্রতি শ্রদ্ধাবোধ, বিশ্বাস এবং জ্ঞানের আদান প্রদানের মাধ্যমে তাদের পেশাগত দায়বদ্ধতাকে মেনে নিয়ে দৃষ্টিভঙ্গির পরিবর্তন ও পুনর্গঠনের মাধ্যমে অর্থবহ দিকে এগিয়ে নিয়ে যাওয়া। পেশাগত শিখন দলটির একটি দৃঢ় দায়বদ্ধতা হলো দৃষ্টিভঙ্গির আদান-প্রদান। স্কুলের সিদ্ধান্ত গ্রহণ ও চ্যালেঞ্জ মোকাবিলার জন্য এই দায়বদ্ধতা সার্বিক উন্নয়ন প্রক্রিয়ায় যুক্ত হয়ে দৃষ্টিভঙ্গির আদান-প্রদানে উৎসাহ যোগাতে পারে। এই সাথে পেশাগত শিখন দলটি উন্নয়নের একটি যৌথ ভিত তৈরি করে কাজ করতে পারে এবং গন্তব্যে পৌঁছানোর জন্য লক্ষ্য উদ্দেশ্য ও মূল্যবোধগুলো ব্যাপক ও বিস্তৃতভাবে আদান-প্রদান করতে পারে।

### সমন্বিত শিখন এবং এর প্রয়োগ

সমন্বিত শিখন হলো একটি সম্প্রদায় অথবা দলের উন্নয়ন এবং সহযোগিতামূলক পদ্ধতি যার উদ্দেশ্য হলো এর প্রত্যেকটা সদস্যের সত্যিকার মনের চাওয়া বা আকাঙ্ক্ষাগুলোকে ফলপ্রসূ করে তোলা। এক্ষেত্রে দলীয় গ্রুপ ইন্টার-অ্যাকশন (পারস্পরিক সহযোগিতা) সমন্বিত চিন্তা ভাবনাগুলোকে একে অন্যের সাথে আদান-প্রদানে সহযোগিতা করতে পারে, যা সকলের একটি সাধারণ লক্ষ্যকে অর্জন করতে বিশেষ ভূমিকা পালন করে। ঐ ধরনের সমন্বিত শিক্ষার পরিচালনের উদ্দেশ্যটা এমন হয় যে, তা একজন ছাত্রের ভিতর এবং বাহিরের উভয় শিক্ষার ক্ষেত্রে এক ধরনের উৎসাহ প্রদান করে। বস্তুতপক্ষে শিক্ষকরা প্রত্যাশা করে যে উঁচু স্তরের যৌক্তিক ক্ষমতা নিয়ে যেন ছাত্ররা শিখতে পারে। একটি দক্ষ পেশাগত শিখন দল শিক্ষকদের কাজ করতে অনুপ্রেরণা দেয় এবং একে অপরের শিক্ষাদান পদ্ধতি আলোচনা, পর্যবেক্ষণ, আদান-প্রদানের মধ্য দিয়ে তাদের নিজস্ব শিক্ষাদান কৌশলকে উন্নত করে। এটা তাদের অন্তর্নিহিত দর্শনকে ও উন্নত করে। এছাড়া এই চর্চাগুলো একজন শিক্ষককে তার বিষয়ভিত্তিক জ্ঞান বৃদ্ধির নিশ্চয়তা প্রদান করে এছাড়া বস্তুনিষ্ঠ, বাহ্যিক অভিজ্ঞতা, চলমান সুযোগ সুবিধা ও এক্ষেত্রে বড় ভূমিকা পালন করে। এই সম্প্রদায়ভুক্ত শিক্ষকরা তাদের নিজের উন্নতির জন্য নতুন নতুন ও ভিন্নতর দিকের উন্মোচন ঘটতে পারে।

## ব্যক্তিগত চর্চা আদান প্রদান

একটা কর্মস্থলে পারস্পরিক সম্মান ও বোঝাপড়া হচ্ছে মৌলিক অগ্রাধিকার। পেশাগত শিখন দলের মাধ্যমে উষ্ণ সম্পর্ক গঠনের ফলে শিক্ষকরা সাহায্য, সমর্থন ও বিশ্বাস খুঁজে পায়। যদি বিভ্রান্ত শিক্ষকরা বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের কাছ থেকে মনস্তাত্ত্বিক সাহায্য পায়, তাহলে তারা তাদের মাঝে উষ্ণ সম্পর্ক গঠন করতে পারে। এভাবেই তারা তাদের কাজের পরিবেশের উন্নতি করতে পারে। স্কুলের সংস্কার প্রচেষ্টার জন্য শিক্ষকের যথোপযুক্ত পরিবেশের প্রয়োজন হয়, যেমনটি ঘটে একজন শিক্ষার্থীর ক্ষেত্রে। এই ধরনের পরিবেশ নিশ্চিত করার জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলো হল- কঠিন পরিশ্রম, ঝুঁকি গ্রহণ, এবং বাঁধা ও প্রতিকূলতা অতিক্রম করা। পেশাগত জীবনে একজন শিক্ষকের জন্য ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতা ভাগাভাগি ব্যাপক ভূমিকা রাখে। সব সম্প্রদায়ভুক্ত সদস্যবৃন্দ তাদের প্রাত্যহিক জীবনে প্রতিনিয়ত যে সমস্যা বা বাঁধাবিঘ্নের সম্মুখীন হন সেগুলো থেকে উত্তরণের জন্য আলোচনা করেন। পেশাগত শিখনে শিক্ষকরা এই কাজ গুলো করতে পারেন নিয়মিতভাবে অন্যজনের ক্লাস পরিদর্শন করে, নোট গ্রহণ করে, তাদের পর্যবেক্ষণ নিজেদের বা অন্য (peers group) এর সাথে আলোচনা করে এবং একটি সুপরিষ্কৃত পরিকল্পনা তৈরি করে সদস্যদের একটি সভার মাধ্যমে। এখানে একদল শিক্ষককে অন্যদল শিক্ষক সাহায্য করার ব্যাপারে গুরুত্ব আরোপ করে এবং এখানে শিক্ষকরা ব্যক্তিগত বা দলগত উন্নয়নে “æChange facilitator” হিসাবে কাজ করেন। আসলে চূড়ান্তভাবে এগুলো শিক্ষকদের পেশাগত কাজকে সাহায্য করে তাদের বিশ্বাস, মূল্যবোধ ও norms -কে উন্নয়নে ভূমিকা রাখে, যার প্রতিফলন ঘটে তাদের পেশাগত দায়িত্ব পালন করে। ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতা ভাগাভাগি করতে শিক্ষক অনুশীলনে নতুন পদ্ধতি গ্রহণেও সাহায্য করে। এই গ্রুপের সদস্যরা Action research -এর মাধ্যমে শিখনের নতুন কৌশল গ্রহণ করতে পারে। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে তারা নোট নিয়ে আলোচনা ও feedback এর মাধ্যমে নিজেদের সমালোচনা নিজেরাই করতে পারেন। এই সমালোচনা অবশ্য তাদের বিষয়বস্তুর জ্ঞান ও শিখন নির্ভর হতে হবে।

## উন্নয়নের উপর গুরুত্ব আরোপ

বিদ্যালয়কে যারা মূল্যবোধ এবং চর্চার ক্ষেত্র হিসাবে বিশ্বাস করে তাদের কাছে বিদ্যালয়ের উন্নতি হলো একটি সামগ্রিক সংস্কৃতির অংশ। সর্বপোষি এটি তথ্য সংগ্রহের ভূমিকার উপর গুরুত্ব আরোপ করে, যেন তা সমস্যা অনুসন্ধান এবং সমাধান, সিদ্ধান্ত গ্রহণের ভিত্তি হিসাবে প্রতিষ্ঠা পায়। এক্ষেত্রে দুটি বিষয়কে গুরুত্বের সাথে বিবেচনা করা হয়; সেগুলো হলো- দলের অন্য সদস্যদের কাছ থেকে অভ্যন্তরীণ সমর্থন পাওয়া এবং দলের মধ্যে অস্বীকার রক্ষার জন্য দালিলিক প্রমাণাদি সংগ্রহ। স্কুল community এর পক্ষ থেকে সমর্থন প্রয়োজন হয় যদি শিক্ষকগণ এই নতুন কৌশল ও ধারণার আলোকে কাজ করতে এগিয়ে যেতে চায়। তাদের পেশাগত চর্চায় এই পরিবর্তনের ফল যেন স্থায়ী হয়, যেন ব্যাপকভাবে একটি দীর্ঘমেয়াদি প্রভাব রাখা যায় তার জন্যও স্কুল community এর সমর্থন প্রয়োজন রয়েছে। যদি শিক্ষকরা দেখেন যে এটি শিখনের জন্য তাদের পেশাগত জীবনে অধিক কার্যকর তাহলে তারা এ কৌশলটি তাদের শিখন অনুশীলনের জন্য পছন্দ করবেন এবং গ্রহণ করবেন। পেশাগত শিখনে শিক্ষকদের উন্নত চর্চার জন্য দালিলিক সাক্ষ্য-প্রমাণের উপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়। বিদ্যালয়গুলো তাদের প্রয়োজনে বিভিন্ন কৌশল উন্নয়ন করবে যেন শিক্ষকরা কিভাবে কাজ করবে, কিভাবে সামগ্রিক চর্চার মাধ্যমে পেশাগত উন্নয়ন করা যায় তা লক্ষ্য রাখবে। শিক্ষকরা একটা পেশাগত শিখন দলে অন্তর্ভুক্ত থেকে কাজ করবে একটি পদ্ধতি চিহ্নিতকরণ ও উন্নয়নের জন্য তারা তাদের পেশাগত চর্চায় কি ধরনের পরিবর্তন আনতে চায় তা একটি সুনির্দিষ্ট উদাহরণের মাধ্যমে বিশ্লেষণ করবে। তারা তাদের পেশাগত চর্চায় শিখন-শিখনোর অভিজ্ঞতা ও সিদ্ধান্তগুলো subject level meeting or grade level meeting এ আলোচনা করতে পারে। এ সব কিছুই শিক্ষকদের শিখন অভিজ্ঞতায় বড় ধরনের প্রভাব ফেলতে পারে। যাই হোক পেশাগত শিখন দল সফল করতে এ ধরনের কিছু সহযোগিতার প্রয়োজন রয়েছে।

## শিখন দলে সহায়ক শর্তসমূহ

কার্যকরী শিক্ষা জটিল এবং কঠিন। শক্তিশালী প্রচেষ্টা যা পেশাগত দলকে প্রভাবিত করে তা হচ্ছে পদ্ধতিগত প্রক্রিয়া যাতে শিক্ষকরা শ্রেণিকক্ষের অনুশীলন, বিশ্লেষণ ও উন্নতি সাধনে এক সাথে কাজ করে। চলমান প্রক্রিয়ায় যা গভীর দলগত শিক্ষায়

সম্প্রসারণ করে, তাতে অংশগ্রহণ করে শিক্ষকরা একটা দলে কাজ করে। পেশাগত দল বিদ্যমান থাকলে শিক্ষকরা সমস্যা সমাধানে একত্রে কাজ করে তাদের শিক্ষা কৌশলের উন্নয়ন সাধন করে; তাদের উদ্দেশ্যকে পরিপূর্ণ করে। উদাহরণস্বরূপ, বিদ্যালয়ে জেষ্ঠ শিক্ষকদের কর্তৃক পরিচিত নিয়ম অন্য বিজ্ঞান শিক্ষকরা শিখে তাদের নিজস্ব কৌতূহল থেকে। পেশাগত দল শিক্ষকদের বিদ্যালয়ের নিয়মাবলী জানতে, শিক্ষা উপকরণ সংগ্রহ করতে সাহায্য করে। কার্যকরী শিক্ষা হচ্ছে জটিল এবং কঠিন। তথ্য, দক্ষতা ও সমর্থন এটার জন্য জরুরি। বিজ্ঞান শিক্ষকরা যদি বিদ্যালয় থেকে উপকরণ সংগ্রহ করতে পারে তাহলে তাদের শিক্ষাদান পদ্ধতির উন্নয়ন সাধন করতে পারে। সৃজনশীল শিক্ষা সম্প্রদায়ের শিক্ষকরা ফলাফল গ্রহণ করে এবং উন্নতি সাধনে কাজ করে। তাই যদি বিজ্ঞান শিক্ষকদের সবার মধ্যে যোগাযোগের পরিবেশ বৃদ্ধি করা যায় তাহলে বিদ্যালয়ের সকলের মধ্যে সহযোগিতার মনোভাব তৈরী হবে। শিক্ষাদান কৌশলের মৌলিক গুরুত্ব হচ্ছে এটাকে সহায়তা করা যাতে বিভিন্ন শিক্ষাদান কৌশল ও পদ্ধতি আরোপিত হয়। এই গবেষণা থেকে দেখা যায় যে বিজ্ঞান শিক্ষকদের একটা বিশাল অংশ তাদের শিক্ষাদানের উপকারী উপকরণগুলো পায় না, কিন্তু একটি শক্তিশালী পেশাদারী সম্প্রদায় একসাথে কাজ করতে উৎসাহিত করে শুধুমাত্র শিক্ষার্থীদের বোঝা পড়া, শিক্ষাসূচি এবং নির্দেশনামূলক পলিসি, উন্নতি করতে নয় বরং উপকরণ কর্মাদি তৈরিতে যা নির্দেশনা, শিক্ষাসূচি ও শিক্ষার্থী মূল্যায়নে সাহায্য করে। শিক্ষকদের একটা বড় অংশ অভিযোগ করেন যে, তারা বিজ্ঞান বিষয়ক কার্যাদিতে সম্পৃক্ত নয়। বিদ্যালয় পেশাগত শিখন দল গঠন করা বিজ্ঞান শিক্ষকদের বিজ্ঞান চর্চায় দলগতভাবে কাজ করতে সাহায্য করে। সহায়ক শর্তসমূহ নির্ধারণ করে “কখন, কোথায় কিভাবে সদস্যরা একত্রে শিখন, সিদ্ধান্ত তৈরি, সমস্যা সমাধান এবং সৃজনশীল কাজের জন্য নিয়মিতভাবে আসতে পারে, পেশাগত শিখনে তার বিশেষ বর্ণনা থাকে।

#### পেশাগত শিখন দল দ্বারা শ্রেণি কক্ষ পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে শিখন

শিক্ষকরা তাদের শিক্ষণ নির্দেশনা পরিকল্পনায় শিখন চর্চার উন্নয়নের ব্যাপারে প্রতিজ্ঞাবদ্ধ তাদের শিক্ষার্থীদের কথা বিবেচনা করে। তারা তাদের কৌশলগত দিকগুলো উন্নয়নের জন্য তাদের সহকর্মীদের সাথে যুক্ত থাকতে পছন্দ করেন। তারা নির্দেশনামূলক নিয়মগুলো নিয়ে আলোচনা মতামত গুলোকে ভাগাভাগি করা অন্যের পাঠদানকে পর্যবেক্ষণ করে শিক্ষার্থীদের স্বার্থে পরিকল্পনা প্রস্তুত করা একটি গ্রহণযোগ্য অর্থবহ শিখন কার্যক্রমের পরিকল্পনা করা, ইত্যাদি বৈশিষ্ট্যগুলোর আলোকে তারা পরস্পর একটি দলভুক্ত থাকতে চায়। পেশাগত শিখন দলের মাধ্যমে একজন শিক্ষক শ্রেণি পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে অন্য একজন শিক্ষকের গঠনমূলক মতামত গ্রহণের সুযোগ পেয়ে থাকেন। তবে এখানে অংশ গ্রহণকারী শিক্ষকদের ব্যক্তিগত ও সমষ্টিগত একটি বিষয় খুবই গুরুত্বপূর্ণ যে তাদের শ্রেণি পর্যবেক্ষণের উদ্দেশ্য হলো তাদের পেশাগত চর্চায় কিভাবে অভিজ্ঞতা কাজে লাগানো যায় তা লক্ষ্য রাখা। এটি শিক্ষকদের শিখন সমালোচনা বা মূল্যায়ন কে সংগ্রহে রাখার মতো এমন কোনো দলিল নয়। শ্রেণি পর্যবেক্ষণ উভয় শিক্ষককে তাদের পেশাগত চর্চায় সামনের দিকে কিভাবে উন্নয়নে সাহায্য করে সেই সমালোচনা ও বিশ্লেষণ নিয়ে কাজ করতে হবে। আসলে এইগুলিই শিক্ষকদের জানতে বা শিখতে যথেষ্ট সাহায্য করে এবং তাদের পেশাগত চর্চায় তার প্রতিফলন ঘটে। দুইজন শিক্ষক দ্বারা শ্রেণিকক্ষে পর্যবেক্ষণ পদ্ধতি শিক্ষকদের একটি গঠনমূলক শিখন শিক্ষণ কৌশল গ্রহণে সহায়তা করে যার ফলে তারা একে অন্যের কাছ থেকে কিছু শিখতে পারেন। পরিশেষে বলা যায়, এই পদ্ধতির ফলশ্রুতিতে এমন একটি দল এবং সংস্কৃতি সমন্বিতভাবে গড়ে ওঠে যা শিখন শিক্ষনে পরিবর্তন আনতে পারে।

#### পেশাগত শিখন দলের কর্মকাণ্ডের মাধ্যমে সংস্কৃতি পরিবর্তন

প্রত্যেক স্কুলে কিছু নিজস্ব ঐতিহ্য বা সংস্কৃতি থাকে। এই সাংস্কৃতিক বোধগুলো মানুষের চিন্তা, অনুভূতি ও কর্মের উপর প্রভাব বিস্তার করে। স্কুলের সংস্কৃতি ছাত্র ছাত্রীদের জীবন গঠনও শিক্ষার উপর প্রভাব বিস্তার করে এবং তাদের সার্বিক উন্নয়নের চেষ্টা, এবং সংগঠনিক উন্নয়নে বেশ ভূমিকা রাখে স্কুলের জন্য অবকাঠামোগত পরিবর্তন আনা যেমন সহজ তেমনি সাংস্কৃতিকবোধের পরিবর্তন আনা সহজ কারণ এটি বিমূর্ত বিষয়। শিক্ষকের পেশাগত চর্চা স্কুলের সংস্কৃতির প্রভাব বিস্তার করে। অনেকে মনে করেন সাংস্কৃতিক পরিবর্তনটা আনা দরকার এই জন্য যে শিক্ষার্থীর সাড়া প্রদানের ক্ষমতা, শিক্ষকের কার্যাবলি, নিত্যদিনের কর্মসম্পাদনের উপর আলোকপাত ইত্যাদি পেশাগত উন্নয়নের সহায়ক।

পেশাগত শিখন দলের পেশাগত চর্চার মাধ্যমে সংস্কৃতির পরিবর্তন।

গতানুগতিক ফোকাসটা থাকে শিক্ষা দানের উপর	পেশাগত শিখন দলের ফোকাসটা থাকে শিক্ষার্থীদের উপর
যা শেখানো হয় তার উপর জোর দেওয়া হয়	শিক্ষার্থী যা শিখতে চায় সেটিকে তার মানসিক বিকাশে পথ হিসেবে বিবেচনা করা হয়।
সাদা দানের বিষয়টি শিক্ষকেরা ব্যক্তিগতভাবে নির্ধারণ করেন।	সাদা দানের বিষয়টি একটি পদ্ধতিগতভাবে ঠিক করা হয় যা প্রত্যেকটি শিক্ষার্থীর সহায়তা নিশ্চিত করে।
ফোকাসটা থাকে প্রতিকারের উপর।	ফোকাসটা থাকে মধ্যস্থতার উপর।
শিক্ষার্থীদের জন্য সময় এবং সহযোগিতা থাকে নির্দিষ্ট।	শিক্ষার্থীদের জন্য সময় এবং সহযোগিতা থাকে পরিবর্তনশীল।
বিচ্ছিন্ন অবস্থায় অবস্থান	সহযোগিতাপূর্ণ অবস্থান।
শিক্ষার্থীর কী শেখা উচিত তা শিক্ষক নিজেই পরিষ্কার করার চেষ্টা করেন।	একটি সহযোগী মনোভাবাপন্ন দল প্রয়োজনীয় শিখন সম্পর্কে তাদের জ্ঞান এবং চিন্তাভাবনাগুলো পরস্পরের সাথে ভাগাভাগি করেন।
ফলাফলের মানোন্নয়নের জন্য শিক্ষক ব্যক্তিগতভাবে পথ খোঁজার চেষ্টা করেন।	শিক্ষকদের সমমনা দল মানোন্নয়নের ব্যাপারে একে অন্যকে সাহায্য করেন।
চর্চার ক্ষেত্রে গোপনীয়তা বা নিজেস্বয়ন বজায় রাখার চেষ্টা থাকে।	চর্চার ক্ষেত্রে মুক্তভাবে ভাগাভাগি করার চেষ্টা থাকে।
সিদ্ধান্ত গ্রহণ ব্যক্তিগত কৃতকার্যের উপর নির্ভর করে।	উত্তম চর্চার সার্থে জ্ঞান ভাগাভাগি করে সম্মিলিত সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়।
বিদ্যালয় বহির্ভূত কিছু অপ্রাসঙ্গিক বিষয়াদির উপর গুরুত্ব আরোপন করে।	বিদ্যালয়ের উন্নয়নে শিক্ষকেরা ভূমিকা রাখতে পারে সে জন্য বিদ্যালয়ের অভ্যন্তরীণ বিষয়াদির দিকে গুরুত্ব আরোপন করে।
অন্তর্গামী দৃষ্টিভঙ্গি	প্রান্তিক প্রতী দৃষ্টিভঙ্গি
স্বাধীন বা স্বাভাবিক মনোভাবাপন্ন	পারস্পরিক নির্ভরতা মনোভাবাপন্ন
দৃষ্টিভঙ্গিতে অভিযোগের ভাষা	দৃষ্টিভঙ্গিতে দায়বদ্ধতার ভাষা
বাইরের প্রশিক্ষণ, কর্মশালা, কোর্স ইত্যাদির উপর নির্ভরশীল	চাকরিবিহীন শিখনের উপর নির্ভরশীল
প্রত্যাশা থাকে শিখন হবে অসাধারণ বা বিরলভাবে।	প্রত্যাশা থাকে শিখন হবে একটি চলমান পদ্ধতিতে যা প্রাত্যহিক চর্চা ও অভ্যাসের মধ্য দিয়ে।
ব্যক্তিগতভাবে কর্মশালা ও কোর্সের মাধ্যমে শিখন হয়।	সবাই একত্রে কাজ করার মাধ্যমে শিখন হয়।

## পেশাগত শিখন দলের সুবিধা

পেশাগত শিখন দলের সুবিধা এখন অরেকটা প্রতিষ্ঠিত সত্য। যে সকল শিক্ষক নিয়ে পেশাগত দল গঠিত হয় তাদের মধ্যে দূরত্ব কমে পারস্পরিক সহযোগিতার একটা সংস্কৃতি গড়ে ওঠে। এটি স্কুলের শিক্ষকদের বিভিন্ন গুণাবলি যা দৃষ্টিভঙ্গির পরিবর্তন করতে পারে। সেগুলো একজন থেকে অন্যজনের মধ্যে সঞ্চারিত হতে পারে। এই পদ্ধতিটি সহকর্মীদের পরস্পরের মধ্যে আলোচনা বৃদ্ধিতে, তাদের দায়বদ্ধতাগুলো, লক্ষ্য, উদ্দেশ্য ও মূল্যবোধকে সঠিক গন্তব্যে পৌঁছে দিতে পরিচালিত করে। এছাড়া শিক্ষকেরা তাদের নিজেদের গভীরভাবে বোঝার সুযোগ পায় এবং স্কুলের সামগ্রিক কারিকুলামের মধ্য থেকে তাদের উন্নতির

সত্যিকার পথ খুঁজে পায়। পেশাগত দল শিক্ষকদের সামগ্রিক দায়িত্ববোধ ও দক্ষতা বৃদ্ধিতে সাহায্য করে। এই দলে অন্তর্ভুক্ত শিক্ষকেরা তাদের আত্মবিশ্বাসকে অনেক উপরে রেখে একে অপরকে সমর্থন দিতে পারে। যে গুলো তাদের পেশাগত ভাবে অনুপ্রাণিত করতে পারে। উপরোক্ত পেশাগত শিখন দল দায়বদ্ধতার বড় ধরনের উন্নয়ন ঘটাতে, অংশগ্রহণ ও পরিবর্তন আনতে সিদ্ধান্ত তৈরিতে নেতৃত্বের যোগ্যতা বৃদ্ধিতে সাহায্য করে। পেশাগত শিখন দল সকল শিক্ষকদের মধ্যে চলমান পরিবর্তন উন্নয়নের ধারা অব্যাহত রাখতে এক শ্রেণির সকল রকম কলাকৌশল উন্নয়নে সাহায্য করে। সার্বিকভাবে সব পেশাগত শিখন দলভুক্ত শিক্ষকদের ধারাবাহিকতা একধরনের নির্দিষ্ট শিখনে ব্যস্ত রাখে। সর্বপৌরী শিক্ষার্থীদের শিখন ফল অর্জনের উদ্দেশ্য এই ধরনের পেশাগত শিখন দল ভালো ভূমিকা রাখতে পারে। পেশাগত শিখন দল শিক্ষকদের উদ্দেশ্যের প্রতিফলন ঘটায় তাদের পেশাগত শিখনের মধ্য দিয়ে শিক্ষার্থীদের শিখনকে এগিয়ে নিয়ে যাওয়ার মধ্যদিয়ে। শিক্ষক শিক্ষার্থীদের চাহিদার সাথে তার শিখন কৌশল ডিজাইন করে তা অর্জনে মনোযোগী হয়। এভাবেই একটি পরিবর্তনের সংস্কৃতি স্কুলে গড়ে তোলা সম্ভব হয়।

## পেশাগত শিখন দলে অংশগ্রহণের ক্ষেত্রে চ্যালেঞ্জসমূহ

প্রত্যেক প্রচলিত পদ্ধতির একটি কাঠামোগত ও সংস্কৃতিগত অবস্থান অবশ্যই থাকে। স্কুলের সদস্যগণ তাই কোনো পরিবর্তন আনার ব্যাপারে নেতিবাচক অবস্থায় অনড় থাকে এবং পূর্বের ঐতিহ্যকে ধরে রাখতে পরিবর্তন আনয়নের বিপক্ষে অবস্থান নেয়। তারা পেশাগত শিখন দল উন্নয়নের ক্ষেত্রে ৩টি বড় চ্যালেঞ্জ দেখান।

- ১) অভিজ্ঞতা ও জ্ঞানকে পরস্পর শেয়ার করা, প্রয়োগ করা এবং উন্নয়ন করা।
- ২) পরিবর্তনগুলো ধরে রাখা খুব কঠিন কাজ।
- ৩) স্কুলে প্রচলিত সংস্কৃতির রূপান্তর আনা।

এগুলো ছাড়াও পেশাগত দলে যুক্ত শিক্ষকদের মাঝে আরো কিছু ধারণা কাজ করে সেগুলো হলো-

- ❖ সবার জন্য শিক্ষণ বনাম সবার জন্য শিক্ষা
- ❖ সম্মিলিত সংস্কৃতি বনাম শিক্ষকদের একলাচলা।
- ❖ সামষ্টিক ক্ষমতা বনাম ব্যক্তিগত উন্নয়ন
- ❖ ফলাফলের প্রতি আলোক পাত বনাম কার্যক্রমের প্রতি আলোকপাত
- ❖ শিক্ষণের জন্য পরিমাপন বনাম শিখনের জন্য পরিমাপন
- ❖ প্রশস্ত বা বৃহত্তর ক্ষেত্রের জন্য নেতৃত্ব বনাম Charismatic নেতৃত্ব
- ❖ নিজ কর্মদক্ষতা বনাম নির্ভরশীল দক্ষতা

তবে একটি বিষয় উল্লেখযোগ্য যে, এটি আবশ্যিক নয় যে পেশাগত শিখন দল শুরু করার জন্য একেবারে উপযুক্ত অবস্থা তৈরি হওয়ার অপেক্ষায় থাকা। যা হোক পেশাগত শিখন দলে অংশগ্রহণকারী সদস্যদের সামনের দিকে এগিয়ে যাওয়ার জন্য সর্বদা তৈরি থাকতে হবে। তাহলে আশা করা যায় যা কিছু ঘটুক না কেন শিখন অর্জনের গন্তব্যে পৌঁছানো সম্ভব হবে।

## প্রতিফলনমূলক অনুশীলন

শিক্ষকদের পেশাগত দক্ষতার উন্নয়ন শিখন শেখানো কার্যাবলীর মানোন্নয়নের একটি অন্যতম উপায় হিসেবে বিবেচনা করা হয়। পেশাগত উন্নয়ন কার্যক্রম বলতে সাধারণভাবে পেশাগত দায়িত্ব পালনকালীন সময়ে/চাকরিকালে (Inservice) পেশাজীবীগণ যে প্রশিক্ষণ পেয়ে থাকেন তাকে বোঝানো হয়। শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়ন কার্যক্রমগুলো সাধারণত চাকরিতে প্রবেশের পূর্বে বা চাকরির শুরুতে (Pre-service/Initial teacher education) এবং চাকরিকালীন বিভিন্ন সময়ে (Inservice) হয়ে থাকে। অস্ট্রেলিয়া, যুক্তরাজ্য বা মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে চাকরিতে প্রবেশের পূর্বেই একজন ব্যক্তিকে শিক্ষা বিষয়ক ডিগ্রী/ ডিপ্লোমা/ সার্টিফিকেট অর্জন করতে হয়। কোনো কোনো দেশে যেমন- শ্রীলঙ্কাতে শিক্ষকতা পেশায় নিযুক্ত হওয়ার শুরুতেই শিক্ষা বিষয়ক

ডিগ্রি/ডিপ্লোমা সার্টিফিকেট অর্জন করতে হয় এবং এটি অর্জনের পরেই কেবল শ্রেণি কক্ষে শিক্ষকতা করতে পারে। আমাদের দেশে প্রাথমিক বিদ্যালয়ের শিক্ষকদের চাকরিতে প্রবেশের কয়েক বছরের মধ্যে প্রাথমিক শিক্ষা বিষয়ক ডিপিএড ডিগ্রি অর্জন করতে হয়। এ সবগুলো কার্যক্রমই Pre-service/ Initial teacher education এর অন্তর্গত এ কার্যক্রমের মূল লক্ষ্য প্রাথমিক শিক্ষকদের বিষয়বস্তুর পাশাপাশি শিক্ষাক্রম, শিশুর বিকাশ, শিখন শেখানো তত্ত্ব, কৌশল ও পদ্ধতি, মূল্যায়ন কৌশলসহ পেশাগত দক্ষতার ভিত্তি গড়ে তোলা। এ কার্যক্রম শিক্ষককে পরবর্তীতে অংশগ্রহণকৃত পেশাগত উন্নয়ন কার্যক্রমকে ফলপ্রসূ করতে সাহায্য করে।

এসব কৌশলগুলো কাঠামোবদ্ধ ও উন্মুক্ত উভয় ধরনেরই হতে পারে। কাঠামোবদ্ধ কৌশলসমূহের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হচ্ছে-

- কোর্স (courses)
- ওয়ার্কশপ (workshop)
- শিক্ষাবিষয়ক কনফারেন্স/ সেমিনার (education conference and seminars)
- অন্য বিদ্যালয়ে পর্যবেক্ষণমূলক পরিদর্শন (observation visits to other schools)
- শিক্ষকদের নেটওয়ার্কে অংশগ্রহণ (participation in a network of teachers)
- একক অথবা সমন্বিত গবেষণা (individual or collaborative research)
- মেন্টরিং, সহকর্মীর কাজ পর্যবেক্ষণ এবং কোচিং (mentoring and/or peer observation and coaching)

এসব কাঠামোবদ্ধ পেশাগত উন্নয়নমূলক কার্যক্রম পরিচালনা করার জন্য প্রাথমিক ও শিক্ষা মন্ত্রণালয়ের তত্ত্বাবধানে একাধিক প্রতিষ্ঠান কাজ করছে। প্রতিষ্ঠানগুলোর নাম ও কাজ নিম্নে দেওয়া হলো-

- প্রাইমারি টিচার ট্রেনিং ইন্সটিটিউট (পিটিআই) - ডিপিএড কর্মসূচি বাস্তবায়ন করছে।
- উপজেলা রিসোর্স সেন্টার (ইউআরসি) - বিষয়ভিত্তিক ও অন্যান্য চাকরিকালীন প্রশিক্ষণ বাস্তবায়ন করছে।
- সাব-ক্লাস্টার - চাহিদাভিত্তিক চাকরিকালীন প্রশিক্ষণ বাস্তবায়ন করছে।
- জাতীয় প্রাথমিক শিক্ষা একাডেমী (নেপ) - ডিপিএড কোর্স পরিচালনা করে এবং প্রাথমিক শিক্ষা বিভাগের কর্মকর্তাগণের পেশাগত দক্ষতা বৃদ্ধির জন্য বিভিন্ন প্রশিক্ষণ কোর্স পরিচালনা করছে।
- শিক্ষা ও গবেষণা ইনস্টিটিউট (আইইআর), ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয় - ডিপিএড কোর্সের মান নিয়ন্ত্রণ ও সনদ প্রদান করে।
- জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড (এনসিটিবি) প্রাথমিক পর্যায়ে জাতীয় শিক্ষাক্রম, পাঠ্যপুস্তক, শিক্ষক নির্দেশিকা প্রণয়ন করে এবং বিস্তরণ করে।
- প্রাথমিক শিক্ষা অধিদপ্তর (ডিপিই), প্রশিক্ষণ শাখা - সব ধরনের চাকরিকালীন প্রশিক্ষণ পরিকল্পনা ও পরিচালনা করে।

এসব কাঠামোবদ্ধ পেশাগত উন্নয়ন কার্যক্রম ছাড়াও পেশাগত উন্নয়নের উন্মুক্ত কিছু কৌশল রয়েছে যেগুলো শিক্ষক নিজের প্রয়োজন অনুযায়ী যে কোনো সময় অনুসরণ করতে পারেন যেমন- পেশাগত উন্নয়ন বিষয়ক প্রবন্ধ ও অন্যান্য প্রকাশনা পাঠ করা, সহকর্মীর সাথে আলোচনা করা। এসব পেশাগত উন্নয়ন কার্যক্রম শিক্ষককে বিষয়বস্তুর জ্ঞান, কার্যকরী শিক্ষণ কৌশল ব্যবহার ও শিক্ষার্থী মূল্যায়নের দক্ষতা বৃদ্ধি ছাড়াও সর্বোপরি শিক্ষকের শিক্ষণ-শিখন কার্যক্রম পরিচালনার দক্ষতা বৃদ্ধির মাধ্যমে প্রাথমিক বিদ্যালয়ের শ্রেণিকক্ষে কাঙ্ক্ষিত পরিবর্তন আনতে সহায়তা করে থাকে।

In service বা চাকরিকালীন পেশাগত উন্নয়ন কার্যক্রমগুলো বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন কৌশল অবলম্বনে অনুষ্ঠিত হয়ে থাকে। শিক্ষকদের পেশাগত দক্ষতা উন্নয়ন সংশ্লিষ্ট সাহিত্য পর্যালোচনা থেকে দেখা যায় এই কৌশলগুলো মূলত দুটি ভাগে বিভক্ত। একটি হলো Top-Down approach এবং অন্যটি হলো Bottom-Up approach. Top-Down approach হলো বহুল প্রচলিত পেশাগত উন্নয়ন (Professional Development) প্রোগ্রামসমূহ যেগুলো বিভিন্ন প্রতিষ্ঠান কর্তৃক আয়োজিত হয়ে থাকে। এসব কার্যক্রমে অল্প সময়ে অনেক বেশি তথ্য প্রদান করা হয়। এক্ষেত্রে নতুন প্রবর্তিত বিষয় বা পরিবর্তন সম্পর্কে

ধারণা প্রদান (যেমন : সৃজনশীল প্রশ্ন, নতুন পাঠ্যবই) বা শিক্ষকদের নির্দিষ্ট দক্ষতার উন্নয়ন (কম্পিউটার দক্ষতা, নতুন কোনো শিখন-শেখানো কৌশল) ইত্যাদি এ প্রক্রিয়ার অন্তর্ভুক্ত।

অন্যদিকে Bottom-Up approach টি বর্তমানে পেশাগত শিখন বা Professional Learning নামে পরিচিত। এটি এক ধরনের Reflective practice বা প্রতিফলন অনুশীলন। নিজ কাজের প্রতিফলন চর্চা বা অনুশীলন এমন একটি কৌশল, যা শিক্ষককে তার পেশাগত মান সম্পর্কে ফলাবর্তন পেতে এবং এ ফলাবর্তন অনুসারে পেশাগত দক্ষতা বৃদ্ধির সুযোগ পেয়ে থাকে। পেশাগত শিখনে শিক্ষক স্বতন্ত্রভাবে শিখনের পাশাপাশি সহকর্মীদের সাথে সহযোগিতামূলক পরিবেশে পেশাগত দক্ষতা বৃদ্ধি করতে পারে। এক্ষেত্রে শিক্ষকরা মূলত পেশাগত শিখন দল (Professional Learning Community) গঠন করে থাকে। পেশাগত শিখন দলে শিক্ষকেরা বিষয়বস্তু সংক্রান্ত সমস্যা, নতুন কোন শিখন শেখানো কৌশল প্রয়োগজনিত সমস্যাসহ শিখন শেখানো কার্যক্রমের দৈনন্দিন সমস্যা সমাধানের ব্যাপারে সচেষ্ট থাকে।

## প্রতিফলন অনুশীলন (Reflective Practice)

স্ব-উদ্যোগে শিক্ষকতা পেশার মান উন্নয়নে শিক্ষকরা সবসময়েই কিছু না কিছু করে থাকেন। যেমন- শিক্ষকরা একটি ক্লাস পরিচালনা করার সময় এবং ক্লাস সম্পন্ন করার পর ঐ ক্লাসের উপর প্রতিফলন বা আত্ম-মূল্যায়ন করে থাকেন। এই আত্ম-মূল্যায়ন এর উদ্দেশ্য ক্লাসের ভুলত্রুটি বের করে পরবর্তীতে আরও ভালোভাবে শ্রেণি কার্যক্রম পরিচালনা করা। শিক্ষকদের এ আত্ম-মূল্যায়নে নির্দিষ্ট প্রক্রিয়া অনুসরণ করলে পেশাগত উন্নয়ন মানসম্মত হয়। নির্দিষ্ট প্রক্রিয়া অনুসরণ করে আত্ম-মূল্যায়নকে প্রতিফলনমূলক অনুশীলন বা চর্চা বলে।

নিজ কাজের প্রতিফলন চর্চা বা অনুশীলন এমন একটি প্রক্রিয়া, যার মাধ্যমে একজন শিক্ষক তার শিখন শেখানো দক্ষতা ও অভিজ্ঞতাগুলোকে আলোচনা, সমালোচনা ও মূল্যায়ন করে শিখন শেখানো কার্যক্রমের উৎকর্ষ সাধন করতে পারেন।

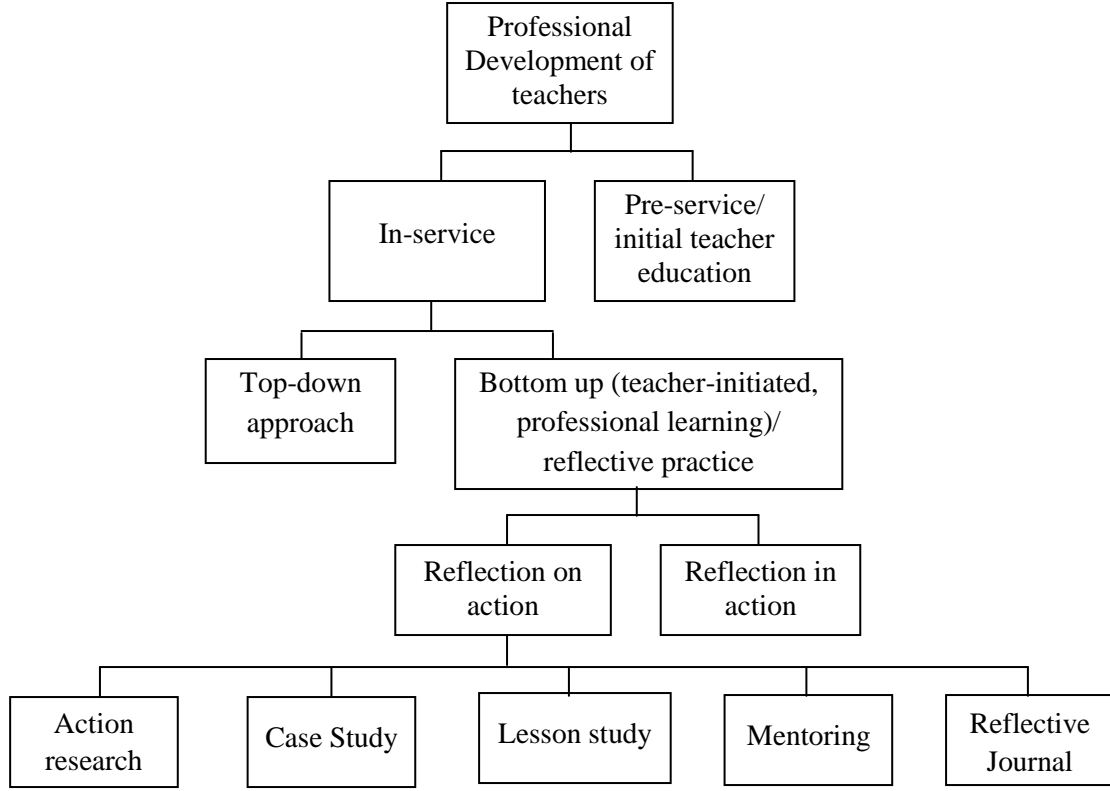
শিক্ষকের প্রতিফলনমূলক অনুশীলনকে দুই ভাগে ভাগ করা যেতে পারে - কর্মের ওপর প্রতিফলন (Reflection on action) এবং কর্মকালীন/ক্রিয়াকালীন প্রতিফলন (Reflection in action)। কর্মের ওপর প্রতিফলন বা Reflection on action এর ক্ষেত্রে, শিক্ষকের শ্রেণি কার্যক্রম শেষ হওয়ার পর তার ওপর প্রতিফলন অনুশীলন করা হয় এবং ফলাবর্তনের ভিত্তিতে শিক্ষক তার চর্চায় পরিবর্তন ঘটাতে পারেন। ক্রিয়াকালীন প্রতিফলন বা Reflection in action হচ্ছে, শ্রেণি কার্যক্রম চলাকালীন সময়ে প্রতিফলনের মাধ্যমে সমস্যার সমাধান।

ক্রিয়ার প্রতিফলন বা Reflection on action সাধারণত চারটি উপায়ে করা যেতে পারে :

- কর্মসহায়ক/ কার্যোপযোগী গবেষণা (Action research)
- কেস স্টাডি (Case Study)
- পাঠ সমীক্ষা (Lesson study)
- মেন্টরিং (Mentoring)

শিক্ষকের প্রতিনিয়ত তাদের পেশাগত কাজে কিছু না কিছু সমস্যার সম্মুখীন হয়ে থাকেন। সে সমস্যাগুলো সমাধানের সহায়ক উপায় হলো কর্মসহায়ক গবেষণা বা Action research. শ্রেণি কার্যক্রমকে আরো পরিশীলিত করে তুলতে শিক্ষকদের দক্ষতা বৃদ্ধির জন্য পেশাগত শিখন দলে পাঠ সমীক্ষা (Lesson Study) কার্যক্রম একটি যুগোপযোগী কৌশল। জাপানি শিক্ষকদের পেশাগত দক্ষতা উন্নয়ন প্রক্রিয়ায় পাঠ সমীক্ষা (Lesson Study) কার্যক্রমের প্রয়োগ অনেক আগে থেকেই চলে আসছে। বর্তমানে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়নে পাঠ সমীক্ষা ব্যাপক অনুশীলন হচ্ছে। মেন্টরিং (Mentoring) প্রক্রিয়া, যেখানে একজন অভিজ্ঞ ব্যক্তি একজন নবীন ব্যক্তিকে তার প্রারম্ভিক বা শিক্ষানবিশকালে সহায়তা করে থাকেন। এটি

একটি কাঠামোবদ্ধ প্রক্রিয়া, যেখানে একজন অভিজ্ঞ ব্যক্তির জ্ঞান, দক্ষতা ও অভিজ্ঞতা অন্যদের পেশাগত উন্নয়নে সহায়তার জন্য মত বিনিময় করে থাকেন।



চিত্র: শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়ন কার্যক্রম

### প্রতিফলন অনুশীলনের সুবিধা

প্রতিফলন অনুশীলন একজন শিক্ষককে তার দক্ষতা বিকাশে এবং পেশাগত উন্নয়নের ক্ষেত্রে নির্ভরযোগ্যভাবে সাহায্য করে।

১. শিক্ষককে নিজ নিজ কাজের প্রতিফলনের সুযোগ করে দেয়।
২. শিক্ষক তার নিজস্ব শিখন শেখানো কৌশল সম্পর্কে গভীরভাবে উপলব্ধি করতে পারেন।
৩. শিক্ষক হিসেবে তাঁর পেশাগত সফলতা যাচাইয়ের সুযোগ পান।
৪. বিকল্প শিখন শেখানো পদ্ধতি অনুশীলন করে সফলতা যাচাই করতে পারেন।
৫. শিক্ষার্থীরা শিক্ষকের অনুসৃত পদ্ধতিতে সন্তুষ্ট কি না তা বুঝতে পারেন।

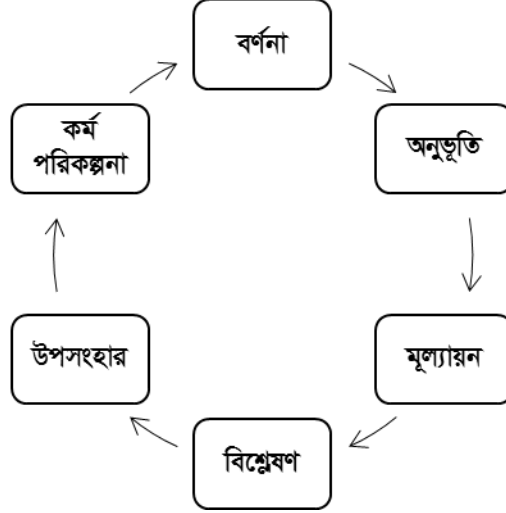
### প্রতিফলন অনুশীলন চক্র (Cycle of Reflective Practice)

সাধারণভাবে প্রতিফলন অনুশীলন প্রক্রিয়া একটি চক্রাকার কার্যপ্রণালীর মাধ্যমে সম্পন্ন হয় বিধায় তাকে প্রতিফলন শিখন চক্র বলা হয়। প্রতিফলনমূলক শিখন চক্রের একটি কাঠামো নিম্নে উল্লেখ করা হলো:

- বর্ণনা (Description)
- অনুভূতি (Feelings)
- মূল্যায়ন (Evaluation)



- বিশ্লেষণ (Analysis)
- উপসংহার (Conclusion)
- কর্মপরিকল্পনা (Action Plan)



চিত্র: প্রতিফলন অনুশীলন চক্র

**বর্ণনা** : প্রতিফলনমূলক শিখন চক্রের এই অংশে শিক্ষার্থীদের শিখন অভিজ্ঞতার বিবরণ থাকে। শিক্ষার্থী শিক্ষকগণ তাদের শিখন শেখানো কার্যক্রম অনুশীলন থেকে কার্যক্রমের প্রতিফলন বিস্তারিতভাবে নোট বুক অথবা ডায়রিতে লিপিবদ্ধ করেন। এখানে শিক্ষক কেন তার দক্ষতার উন্নয়ন ঘটাতে চান বা পরিবর্তন চান তার যুক্তি ব্যাখ্যা করা হয়।

**অনুভূতি** : শ্রেণিতে শিখন শেখানো কার্যক্রম পরিচালনার পর এ কার্যক্রম সম্পর্কে শিক্ষকের অনুভূতি কেমন, কার্যক্রম যেভাবে পরিচালনা করেছেন তাতে কি যথাযথভাবে পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়েছে? যে সকল উপকরণ ব্যবহার করেছেন তা কি যথেষ্ট ও যথোপযুক্ত ছিল? শিক্ষার্থীরা কি শিখনফল অর্জন করতে পেরেছে? ইত্যাদি বিষয়গুলো কেমন লেগেছে তা লিখে রাখেন। সার্বিকভাবে শিখন শেখানো কার্যক্রম পরিচালনা যেভাবে করেছেন তাতে কি তিনি সন্তুষ্ট অথবা আরো উন্নয়নের প্রয়োজন আছে মনে করেন? ইত্যাদি প্রশ্নের উত্তর খোঁজা হয়।

**মূল্যায়ন** : শিখন শেখানো কার্যক্রম চলাকালে যদি কোনো অংশ যথাযথভাবে হয়নি বলে মনে হয় তবে কেন সেটা সঠিকভাবে হয়নি; বিকল্প পদ্ধতি/কৌশল অবলম্বন করতে পারতেন কি না এ সকল বিষয় এ অংশে লিপিবদ্ধ করা হয়।

**বিশ্লেষণ** : এ অংশে কী কী অভিজ্ঞতা অর্জিত হলো সেটা আলোচনা করা হয়। এ অংশে শিক্ষার্থী শিক্ষকের কোনো ত্রুটি হলে তার অন্তর্নিহিত কারণ চিহ্নিত করে তা বিশ্লেষণ করেন।

**উপসংহার** : প্রতিফলন অনুশীলন বিশ্লেষণের পর কী কী পদক্ষেপ পরবর্তীতে নেওয়া হবে সেই সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।

**কর্মপরিকল্পনা** : পরবর্তী পদক্ষেপের সিদ্ধান্ত অনুযায়ী কর্মপরিকল্পনা প্রণয়ন করা হয়। চিহ্নিত উন্নয়নের ক্ষেত্রগুলো উন্নয়নের জন্য সেই পরিকল্পনা বাস্তবায়ন করা হয়।

## প্রতিফলন অনুশীলনের সহযোগিতা

প্রতিফলন অনুশীলনের জন্য একজন শিক্ষক বিভিন্ন উপায়ে বিভিন্ন ব্যক্তিবর্গের কাছ থেকে সহযোগিতা নিতে পারেন।

যেমন—

১. শিক্ষক প্রশিক্ষক কর্তৃক নির্দেশনা
২. অভিজ্ঞ শিক্ষকের শিখন-শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ
৩. সতীর্থ শিক্ষকের শিখন-শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ
৪. শিখন দলে আলোচনা/মতবিনিময়
৫. সতীর্থ শিক্ষকের পরামর্শ গ্রহণ

**শিক্ষক প্রশিক্ষক কর্তৃক নির্দেশনা :** প্রতিফলন অনুশীলনে শিক্ষক প্রশিক্ষকগণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করতে পারেন। শিক্ষার্থীদের শ্রেণি শিখন শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ করে প্রশিক্ষকরা কার্যকর ও সঠিক নির্দেশনা প্রদান করবেন। শিক্ষার্থীরা যাতে নির্দেশনা যথাযথভাবে পালন করে, তা ফলোআপ করে শিক্ষার্থীদের শিখন শেখানো কার্যক্রমের মনোন্নয়ন নিশ্চিত করবেন। প্রশিক্ষকগণ শিক্ষার্থীদের ব্যক্তিগত কাজ পর্যালোচনা, কাজ পর্যবেক্ষণ, বিভিন্নভাবে আলোচনার সুযোগ সৃষ্টি করে তাদের সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করতে পারেন এবং তদনুযায়ী নির্দেশনা দিতে পারেন। প্রশিক্ষক বিভিন্ন উপায়ে শিক্ষার্থীদের মধ্যে প্রেষণা সৃষ্টি করতে পারেন, যাতে তারা প্রতিফলন অনুশীলনে আগ্রহী হন।

**বিশেষজ্ঞ/অভিজ্ঞ শিক্ষকের শিখন শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ :** অভিজ্ঞ শিক্ষকের শ্রেণি শিখন-শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ প্রতিফলন অনুশীলনের আরেকটি অন্যতম উপায়। বিশেষজ্ঞ/অভিজ্ঞ শিক্ষকের কার্যক্রম পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে শিক্ষার্থী শিক্ষক নিজের কাজের সাথে তুলনা করতে পারেন। ভালো ও যথাযথ পদ্ধতি/কৌশলগুলো অবলম্বন করে শিখন শেখানো কার্যক্রমের মনোন্নয়ন করতে পারেন। শ্রেণি পর্যবেক্ষণ শেষে অভিজ্ঞ শিক্ষকের সাথে আলোচনা করে গৃহীত পদ্ধতি/কৌশল গ্রহণের অন্তর্নিহিত কারণও জানা যেতে পারে, যা শিক্ষার্থীকে আত্মবিশ্বাস স্থাপনে সহায়তা করে।

**সতীর্থ শিক্ষকের শ্রেণি শিখন শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ :** সতীর্থ শিক্ষকের শ্রেণি শিখন শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে যথাযথভাবে প্রতিফলন অনুশীলন করা যায়। কেটল ও মিনারস (১৯৯৬) তাদের পর্যবেক্ষণ ও বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রমাণ করেন যে, সতীর্থ প্রতিফলন দলের ব্যবহার শিক্ষার্থী শিক্ষকদের পেশাগত দক্ষতা উন্নয়নে বিশেষভাবে সহায়তা ও প্রেষণা দিয়ে থাকে। শিক্ষার্থী শিক্ষকগণ তাঁদের সতীর্থদের দ্বারা নিজেদের শিখন শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ করতে বা সতীর্থদের শ্রেণি শিখন শেখানো কার্যক্রম নিজে পর্যবেক্ষণ করতে স্বাচ্ছন্দ্যবোধ করেন। এ ধরনের পর্যবেক্ষণে নিজের উন্নয়নের ক্ষেত্রগুলোকে গ্রহণ করার ক্ষেত্রে তাঁরা আলোচনা ও যুক্তি প্রদানে স্বতঃস্ফূর্ততা বোধ করেন। সতীর্থদের শিখন শেখানো কার্যক্রম পর্যবেক্ষণে সহযোগিতামূলক ও অংশগ্রহণমূলক অনুশীলনের সুযোগ সৃষ্টি করে বিধায় এটা পেশাগত উন্নয়নে সহায়ক হয়।

**আলোচনা/মতবিনিময় :** শিক্ষার্থী শিক্ষক একদল সতীর্থ শিক্ষক, বিশেষজ্ঞ শিক্ষক ও তত্ত্বাবধায়কের সঙ্গে খোলামেলা আলোচনার মাধ্যমে প্রস্তুতিমূলক মানসম্মত ধারণা গঠন করতে পারেন। মতবিনিময় বা আলোচনার মাধ্যমে নবীন শিক্ষকের আচরণের বা পূর্বের ধারণা পরিবর্তনের জন্য ইতিবাচক পরিবেশ সৃষ্টি হয়।

**সতীর্থ শিক্ষকের পরামর্শ গ্রহণ :** চাকুরিরত শিক্ষার্থী শিক্ষকদের জন্য প্রতিফলনমূলক অনুশীলনের আর একটি উপায় হলো সতীর্থদের পরামর্শ গ্রহণ। নিজের চিহ্নিত উন্নয়নের ক্ষেত্রগুলো সম্পর্কে সতীর্থদের সাথে আলোচনা করতে পারেন। তারা বিষয়গুলোকে কীভাবে সমাধান করেন তা শুনতে পারেন। উন্নয়নের ক্ষেত্রে নিজের পরিকল্পনার কথা সতীর্থদের সাথে আলোচনা করতে পারেন। তেমনি সতীর্থরা চিহ্নিত কাজগুলো কীভাবে করে তা পর্যবেক্ষণ করতে পারেন। সতীর্থদের সাথে একটি সম্মিলিত ও সহযোগিতামূলক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে নিজের কাজের মনোন্নয়ন করা যেতে পারে। এ প্রচেষ্টা শিক্ষকতা পেশাকে উন্নত করার ক্ষেত্রে অত্যন্ত কার্যকরী ও সহায়ক উপায়।

## ১১.৩ শিক্ষকের পেশাগত শিখনে তথ্য প্রযুক্তির গুরুত্ব: ই-পোর্টফোলিও

ই-পোর্টফোলিও হলো শিক্ষার্থীদের ফলাফল বা কাজ লিপিবদ্ধ করার একটি বৈদ্যুতিক বিন্যাস যার মাধ্যমে তাদের শিক্ষণ-শিখনের প্রতিফলন ঘটে থাকে। ই-পোর্টফোলিও শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন তথ্যের প্রতিস্থাপনে এবং স্বাধীনভাবে চিন্তা করতে সাহায্য করে। ইহা আত্ম-অনুধাবন এবং শিক্ষাক্রম অনুধাবনের পর্যায়কে উন্নত করে, শিক্ষার্থীদের ব্যক্তিগতভাবে এবং সমষ্টিগতভাবে শিখনে নিযুক্ত করে। বর্তমানে শিক্ষার্থীরা অনানুষ্ঠানিক বিভিন্ন ধরনের প্রযুক্তি যেমন ফেসবুক, টুইটার, ব্লগ ইত্যাদি ব্যবহার করে। ই-পোর্টফোলিও তেমনি এক ধরনের অনানুষ্ঠানিক মাধ্যম যেখানে শিক্ষার্থীদের একইসাথে প্রযুক্তির জ্ঞান এবং যে বার্তা তারা প্রকাশ করতে চায় সে সমস্ত জ্ঞানও প্রয়োগ করতে হয়। বর্তমানে বেশিরভাগ বিদ্যালয় এবং বিশ্ববিদ্যালয়গুলো শিক্ষার্থীদের ই-পোর্টফোলিও অনুশীলন নিশ্চিত করছে যাতে তারা অভিজ্ঞতা অর্জন করে এবং দক্ষতার সাথে ব্যবহার করতে পারে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় বিজ্ঞান বিষয়ের একজন শিক্ষকের ই-পোর্টফোলিওতে বিজ্ঞানের প্রতি তার দৃষ্টিভঙ্গি কি, বিজ্ঞান বিষয়ে একাডেমিক যোগ্যতা, তার বিজ্ঞান বিষয়ের শিক্ষকতার অভিজ্ঞতা, কোন শ্রেণিতে বিজ্ঞান পাঠদান করেন, শিক্ষণ-শেখানো কর্মকাণ্ডের সময় কি কি পদ্ধতি বা কৌশল অনুসরণ করেন, শ্রেণীকক্ষ কীভাবে ম্যানেজ করেন, শিক্ষার্থীদের কীভাবে মূল্যায়ন করেন ইত্যাদি তার ই-পোর্টফোলিওতে সংযুক্ত করতে পারেন যাতে অন্য সহকর্মীরা তার কর্মকাণ্ড সম্পর্কে জানতে পারেন এবং ভাল বা মন্দ মতামত দিতে পারেন এবং পরিবর্তনের সুযোগের মাধ্যমে তার শিক্ষকতা পেশার উন্নয়ন ঘটাতে পারেন।

### শিক্ষকের ই-পোর্টফোলিওর উপাদান

ই-পোর্টফোলিওর কিছু উপাদান রয়েছে যেগুলো শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়নের জন্য ব্যবহৃত হতে পারে। যথা :

#### ১. শিক্ষণ-শিখন সম্পর্কে চিন্তা

- একজন শিক্ষক তার ই-পোর্টফোলিওর “শিক্ষণ-শিখন বিবৃতি” অংশে ব্যক্তিগত শিক্ষণ দর্শন, উদ্দেশ্য, কৌশল ইত্যাদি সম্পর্কে লিখতে পারে।
- শিক্ষক তার শিক্ষকতার পরবর্তী বছরগুলোর লক্ষ্য কি সে সম্পর্কে লিখতে পারে।

#### ২. শিক্ষণ-শিখনের দলিলপত্র

- শিক্ষক যে কোর্সগুলো সম্পর্কে জানে এবং তার দায়িত্বগুলোর একটি তালিকা থাকতে পারে।
- শিক্ষকের কোর্সগুলোর বিষয়বস্তু, লক্ষ্য, উদ্দেশ্য, শিক্ষণ পদ্ধতি, শিক্ষার্থীদের মূল্যায়ন প্রক্রিয়ার বর্ণনা করতে পারে।
- হ্যাণ্ডনোট, বিভিন্ন কুইজ, অ্যাসাইনমেন্ট, পরীক্ষার প্রশ্ন ইত্যাদি সংযুক্ত করতে পারে।
- শিক্ষণ-শিখনে ব্যবহৃত বিভিন্ন উপকরণ, অডিও, ভিডিও ইত্যাদি যুক্ত করতে পারে।

#### ৩. শিক্ষকের কার্যকারিতা

- শিক্ষার্থীদের মূল্যায়নের সংক্ষিপ্ত বিবরণ যুক্ত করতে পারে।
- শ্রেণিকক্ষের মূল্যায়ন সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের মন্তব্য লিখতে পারে।
- একই বিষয়ের উপর অন্য শিক্ষকের মন্তব্য যুক্ত হতে পারে।

#### ৪. শিক্ষার্থীদের শিখনের জন্য ব্যবহৃত উপকরণসমূহ

- শিক্ষার্থীদের পরীক্ষার ফলাফলের তালিকা দিতে পারে।
- বিভিন্ন শ্রেণির কাজ, বাড়ির কাজ দিতে পারে।
- শিক্ষার্থীদের কাজের ফিডব্যাক দিতে পারে।

#### ৫। শিক্ষকের শিক্ষণ-শিখন নির্দেশনা উন্নয়নের কর্মকাণ্ডসমূহ

- শিক্ষণ-শিখন এর উপর বিভিন্নসেমিনার, ওয়ার্কশপ, প্রশিক্ষণ, পেশাগত মিটিং ইত্যাদিতে অংশগ্রহণ করে থাকলে সে সম্পর্কে লিখতে পারে।
- শিক্ষণে নতুন কোন পদ্ধতি জানলে বা মূল্যায়নের নতুন কোন কৌশল সম্পর্কে জানলে সেটা শেয়ার করতে পারে।

#### ৬। শিক্ষকের সম্মান, পুরস্কার, স্বীকৃতি

- শিক্ষণ-শিখন বিষয়ে পাওয়া সম্মান, পুরস্কার, স্বীকৃতি বিষয়ের অভিজ্ঞতা নিয়ে লিখতে পারে।
- যদি অন্যদের শিক্ষণ-শিখন বিষয়ে কোন পরামর্শ দিয়ে থাকে বা প্রশিক্ষণ দিয়ে থাকে তার অভিজ্ঞতা সম্পর্কে লিখতে পারে।
- অন্য শিক্ষকদের নিকট থেকে পরামর্শ বা উপদেশ চেয়ে লিখতে পারে।

#### ৭। শিক্ষকের প্রতিফলন

- প্রতিদিনের শিক্ষণ-শিখন প্রতিফলনের নোট লিপিবদ্ধ করতে পারে।
- প্রতিফলনের উপর ভিত্তি করে পরিবর্তিত পরিকল্পনা সম্পর্কে লিখতে পারে।

### শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়নে ই-পোর্টফোলিও

বর্তমানে সামাজিক উন্নয়ন এবং শিক্ষাক্রম উন্নয়নের সাথে সাথে শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়নের প্রতি আগ্রহ বৃদ্ধি পেয়েছে। ই-পোর্টফোলিও শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়নের জন্য একটি ভাল উপকরণ যেখানে তারা তাদের পেশাগত কাজের রেকর্ড, কাজের প্রদর্শন, কাজের বিশ্লেষণের প্রতিফলন ঘটাতে পারে। এর মাধ্যমে তারা তাদের নিজেদের শিক্ষণের উন্নতি করার সুযোগ পায়। শিক্ষণ অভিজ্ঞতা এবং শিখনের সুস্পষ্ট সুযোগ দেয় ই-পোর্টফোলিও। শিক্ষকেরা তাদের সহকর্মীদের সাথে পোর্টফোলিওর উন্নয়ন শেয়ার করতে একত্র হতে পারে এবং নিজেদের সহযোগিতার মাধ্যমে পেশাগত দক্ষতার উন্নয়ন করতে পারে। ই-পোর্টফোলিওর কিছু সুবিধা রয়েছে, যেমন-

#### শিক্ষকদের ই-পোর্টফোলিও ব্যবহারের সুবিধা

**Accessibility :** ই-পোর্টফোলিও অতিরিক্ত খরচ ছাড়াই সহজে সংরক্ষণ ও শেয়ার করা যায়। এটি একটি ওয়েবসাইটে অথবা ব্লগে আপলোড করা যায় এবং ফলে সবাই এতে সহজে প্রবেশ করতে পারে।

**Multimedia :** ডিজিটাইজেশনের মাধ্যমে একজন শিক্ষক তার পোর্টফোলিওতে বিভিন্ন ধরনের অভিজ্ঞতা এবং ঘটনার প্রমাণ সংরক্ষণ করতে পারে। যেমন-শিক্ষক তার নিজস্ব একটা ভিডিও ফুটেজ বা শ্রেণিকক্ষের শিক্ষণ-শিখন কার্যক্রমের অডিও রেকর্ড ই-পোর্টফোলিওতে অন্তর্ভুক্ত করতে পারে। শিক্ষার্থীরা শ্রেণিকক্ষে কীভাবে কাজ করছে তার ছবি, ব্ল্যাকবোর্ডের অর্গানাইজেশনের ছবি ইত্যাদি যুক্ত করতে পারে।

**Non-linear Presentation :** ই-পোর্টফোলিওতে বিভিন্ন অভিজ্ঞতা বা কাজ অন্তর্ভুক্তির জন্য ধারাবাহিকতা রক্ষা করার প্রয়োজন নেই। যেমন- একটি শ্রেণিকক্ষের বিভিন্ন বিষয়কে ই-সাময়িকী ধারাবাহিকতা অনুযায়ী ই-পোর্টফোলিওতে উপস্থাপন করা যেতে পারে কিন্তু শ্রেণিকক্ষটিতে শিক্ষার্থীরা কি কাজ করছে, শিক্ষকেরা কি কাজ করছে, শিক্ষার্থীদের মূল্যায়ন কীভাবে করছে ইত্যাদি বিষয়কে পৃথক পৃথক লিংকে উপস্থাপনও করা যেতে পারে যাতে অন্য সহকর্মীরা তাদের আগ্রহ, পছন্দ ও সুবিধা অনুযায়ী নির্দিষ্ট লিংকগুলোতে সরাসরি প্রবেশ করতে পারে।

## শিক্ষকের পেশাগত উন্নয়নের জন্য ই-পোর্টফোলিও সিস্টেমের ডিজাইন

শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়ন একটি হিডেন এবং দীর্ঘমেয়াদী প্রক্রিয়া। এই প্রক্রিয়া কয়েকভাবে করা যেতে পারে। যেমন-

### ১। মূল্যায়ন ক্রিয়ার মাধ্যমে

ক) **আত্ম-মূল্যায়ন** : শিক্ষকদের শিক্ষণ-শিখন, গবেষণা, ব্যবস্থাপনা ইত্যাদি বিষয়ে নিজেদের মূল্যায়ন করা উচিত এবং উক্ত বিষয়গুলোর উন্নতির উপায় খুঁজতে পারে।

খ) **সহকর্মীদের মূল্যায়ন** : শিক্ষকেরা তাদের সহকর্মীদের শিক্ষণ-শিখন কৌশল বা কর্মকাণ্ডের মূল্যায়ন করতে পারে এবং নিজেদের শিখনে তার প্রতিফলন বা পরিবর্তন আনতে পারে।

গ) **বিদ্যালয়ের লিডারদের মূল্যায়ন** : বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ বা বিদ্যালয় ব্যবস্থাপক ই-পোর্টফোলিওর মাধ্যমে শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়ন কতখানি হচ্ছে তা মূল্যায়ন করতে পারে। পেশাগত উন্নয়নের পরিকল্পনা, শিখন উন্নয়ন পরিকল্পনা, শিক্ষণ বিষয়ক গবেষণা ইত্যাদি বিষয়ে বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ জানতে পারে এবং শিক্ষকদের মূল্যায়ন করতে পারে।

ঘ) **বিশেষজ্ঞদের মূল্যায়ন** : বিশেষজ্ঞগণ ই-পোর্টফোলিও থেকে শিক্ষকদের মূল্যায়ন করতে পারেন। মূল্যায়নের মাধ্যমে তারা শিক্ষকদের শিক্ষণ দক্ষতা এবং উন্নত শিক্ষণ তত্ত্বগুলো শেখাতে পারেন বা পরামর্শ দিতে পারেন।

### ২। ব্যবস্থাপনা ক্রিয়ার মাধ্যমে

ক) **Business Administrator** : বিদ্যালয়ের বিভিন্ন বিষয়, নোটিস, তথ্য ইত্যাদি ই-পোর্টফোলিওতে যুক্ত করার ব্যবস্থা করতে পারে কর্তৃপক্ষ। এছাড়া কর্তৃপক্ষ শিক্ষকদের ই-পোর্টফোলিও দেখে তাদের পেশাগত উন্নয়ন বৃদ্ধির জন্য কিছু স্বীকৃতি বা সমালোচনা লিখতে পারেন।

খ) **System Administrator** : সিস্টেম পরিচালনার দায়িত্বে যারা থাকেন তারা শিক্ষকদের ই-পোর্টফোলিওতে বিভিন্ন মৌলিক তথ্য সংযুক্ত বা মুছে ফেলতে পারে।

### ৩। বিনোদন ক্রিয়ার মাধ্যমে

প্রাথমিক এবং মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের শিক্ষকগণ অনেক চাপের মধ্যে থাকেন তাই তাদের ক্লান্তি দূর করার জন্য বিনোদনের ব্যবস্থা করা যেতে পারে। বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ বিভিন্ন খেলা, সঙ্গীত ইত্যাদির একটি বিনোদন প্রকল্প খুলতে পারে এবং শিক্ষকদের ই-পোর্টফোলিওর সাথে ওয়েবসাইটে সংযুক্ত করতে পারে।

### ৪। শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়ন প্রমোট করার মাধ্যমে

এই প্রক্রিয়ার উদ্দেশ্য হলো শিক্ষকদের পেশাগত উন্নয়নের উন্নয়ন করা। শিক্ষকদের পেশাগত বিকাশকে আরও সুনির্দিষ্ট করতে এবং শিক্ষকদের আত্মবিকাশের উপলব্ধিকে আরও শক্তিশালী করার জন্য এই ডিজাইন করা হয়।

## প্রশ্নমালা

### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ১। মাধ্যমিক শিক্ষক যোগ্যতার আদর্শমানগুলো কী কী?
- ২। পেশাগত উন্নয়ন বলতে কী বোঝায়?
- ৩। পাঠ সমীক্ষা কী ব্যাখ্যা করুন?
- ৪। প্রতিফলনমূলক অনুশীলনের উপায়গুলো কী কী?
- ৫। শিক্ষকের পেশাগত উন্নয়নে তথ্য প্রযুক্তির ব্যবহার কী কী উপায়ে হতে পারে?

### রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। ই-পোর্টফোলিও কী? শিক্ষকের পেশাগত শিখনে ই-পোর্টফোলিও এর ভূমিকা আলোচনা করুন।
- ২। বিজ্ঞান শিক্ষকের গুরুত্বপূর্ণ উপাদানগুলো বিশ্লেষণ করুন।
- ৩। বিজ্ঞান শিক্ষকের পেশাগত উন্নয়নে শিখন দলের গুরুত্ব আলোচনা করুন।
- ৪। এই অধ্যায়ে আলোচিত বিষয়গুলোর মধ্যে কোনটিকে আপনি আপনার পেশাগত উন্নয়নে অধিকতর কার্যকর বলে মনে করেন? উত্তরের পক্ষে যুক্তি দিন।

### তথ্যসূত্র

- Krueger, B., & Wallace, J. (1996). Portfolio assessment: Possibilities and pointers for practice. *Australian Science Journal*, 42(1), 26-29.
- Blumenfeld, P. C., Marx, R.W., Soloway, E., & Krajcik, J. (1996). Learning with peers: From small group cooperation to collaborative communities. *Educational Researcher*, 25(8), 37-40.
- S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds.) (2007), *Handbook of: Research on Science Education*. New York: Routledge.
- Hackling, M. W. (2003). *Current Issues in Science Education: Guide* Western Australia: Edith Cowan University.
- Hackling, M. W. (2003). *Current Issues in Science Education: Reader* Western Australia: Edith Cowan University.