

ইউনিট : ৫

পদার্থের অবস্থা ও চাপ

STATES OF MATTER AND PRESSURE

ভূমিকা

পদার্থের ভৌত অবস্থা তিনটি। কঠিন, তরল ও বায়বীয়। কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার আয়তন থাকে। তরল পদার্থের আয়তন নির্দিষ্ট থাকলেও নির্দিষ্ট আকার নেই। বায়বীয় পদার্থের নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন কোনটিই নেই। বিভিন্ন প্রকার তরল এবং বায়বীয় পদার্থ আমাদের দৈনন্দিন জীবনের অপরিহার্য। এসব পদার্থের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য আমাদের জীবনকে বিভিন্ন ভাবে প্রভাবিত এবং পরিচালিত করে। তরল ও বায়বীয় পদার্থ এদের বিশেষ বৈশিষ্ট্যের কারণে অনায়াসে এবং প্রাকৃতিক নিয়মে এক স্থান থেকে অন্যস্থানে প্রবাহিত হতে পারে। তাই তরল ও বায়বীয় পদার্থকে এক সঙ্গে প্রবাহী পদার্থ বলে। তরল ও বায়বীয় পদার্থের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের মধ্যে ঘনত্ব, আপেক্ষিক গুরুত্ব এবং চাপ সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ। এসম্পর্কে আর্কিমিডিস, প্যাসকেল প্রমুখ বিজ্ঞানী গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্ব ও নীতিমালা আবিষ্কার করেছেন। যা আমাদের বাস্তব জীবনকে নিত্য প্রভাবিত করছে। এ ইউনিটে এ সব ধারণা, রাশি, এদের একক, মাত্রা, এ সংক্রান্ত তত্ত্ব, নীতিমালা ও তার প্রয়োগ নিয়ে আলোচনা করা হবে।

পাঠ-১ পদার্থের অবস্থা ও আণবিক গতিতত্ত্ব (State of matter and molecular kinetic theory)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি-

১. পদার্থের তিনটি অবস্থা বর্ণনা করতে পারবেন।
২. পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. পদার্থের প্লাজমা অবস্থা কি তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



৫.১.১ পদার্থের তিন অবস্থা (Three states of matter)

রোদে ফেলে রাখা একখন্ড বরফ লক্ষ্য করেছেন কি? বরফের খন্ড গলতে থাকে এবং এর চারিদিকে পানি গড়িয়ে পড়ে। আর কিছুক্ষণের মধ্যে পানি বাষ্প হয়ে উড়ে যেতেও দেখা যায়। এই বরফ, পানি আর পানি বাষ্প তিনটিই আসলে পানি- পানির তিনটি অবস্থা। কঠিন, তরল ও বায়বীয় (চিত্র ৫.১)।



চিত্র : ৫.১ পদার্থের তিন অবস্থা

আমরা জানি সকল পদার্থেরই এই তিনটি অবস্থা হতে পারে। এটি নির্ভর করে তাপ বা তাপমাত্রার উপর।

তাপ একটি শক্তি। কঠিন পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তাপমাত্রা বাড়ে, এবং একসময় তা তরলে রূপান্তরিত হয়। তরল পদার্থের তাপমাত্রা বাড়াতে এক পর্যায়ে তা বায়বীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়। বিপরীতভাবে তাপমাত্রা কমালে বায়বীয় পদার্থ তরল হয়। যেমন মেঘ থেকে বৃষ্টি হয়। তরল পদার্থের তাপমাত্রা কমলে এক সময় কঠিন হয়। যেমন শীত প্রধান এলাকায় পানি জমে বরফ হয়।

কঠিন বস্তুর নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে, সাধারণত শক্ত এবং দৃঢ়, অসংকোচনীয়, আকার পরিবর্তনের জন্য প্রবল চাপের প্রয়োজন। ঘনত্ব বেশী। তরল বস্তু নির্দিষ্ট আয়তন আছে কিন্তু আকার নাই, যে পাত্রে রাখা হয় সেই পাত্রের আকার

ধারণ করে। ঘনত্ব বেশি, অসংকোচনীয়, আকার পরিবর্তনের জন্য প্রবল চাপের প্রয়োজন। শক্ত ও দৃঢ় নয়। বায়বীয় অবস্থায় বস্তুর নির্দিষ্ট আয়তন ও আকার থাকেনা, সংকোচনযোগ্য, ঘনত্ব কম। এছাড়া পদার্থের আরও একটি অবস্থা হচ্ছে প্লাজমা অবস্থা। এসম্পর্কে পরের অনুচ্ছেদে বিস্তারিত আলোচনা করা হবে।

৫.১.২ পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্ব (Molecular kinetic theory of matter)

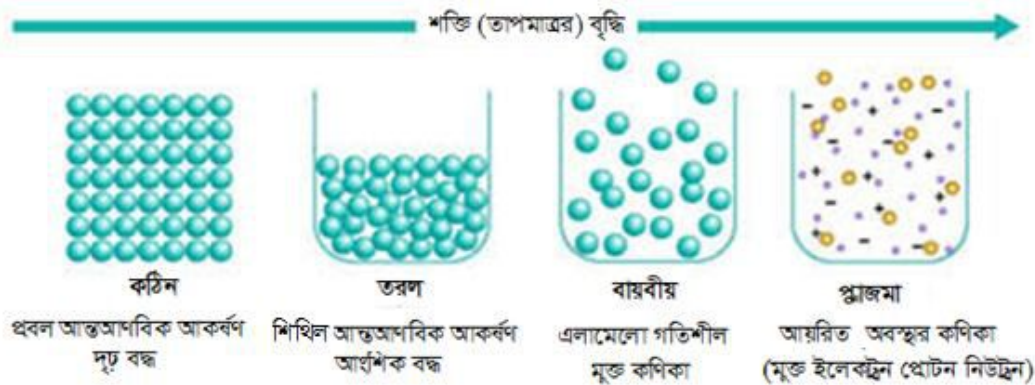
আমরা এতক্ষণ জেনেছি পদার্থ কঠিন, তরল, বায়বীয় এবং প্লাজমা চারটি অবস্থায় থাকতে পারে। এর কারণ পদার্থের মধ্যের তাপমাত্রা বা শক্তির পার্থক্য। আমরা পদার্থের অবস্থা রূপান্তরের আরও সুন্দর ব্যাখ্যার জন্য একটি মডেল তৈরি করতে পারি। এটি হলো পদার্থের আণবিক গতি তত্ত্ব। তত্ত্বটি অতি সরল কিন্তু পদার্থের ভৌত ধর্ম ব্যাখ্যার জন্য অত্যন্ত সহায়ক। এই তত্ত্বের মূল কথা হলো:

বস্তু অসংখ্য ক্ষুদ্র কণিকা দিয়ে গঠিত। এরা হলো পরমাণু। কতগুলো পরমাণু মিলে গঠিত হয় একটি অণু। এই অণুগুলো নিয়ত গতিশীল। গতি অর্থ নড়াচড়া করা। এই নড়াচড়া খেয়াল খুশি মাফিক নয়, নির্ধারিত নিয়মে হয়।

আপনি বিস্মিত হবেন যে কঠিন পদার্থের মধ্যে কণিকাগুলো গতিশীল কিন্তু আপনার পক্ষে তা দেখা সম্ভব নয়। একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে থেকে প্রতিটি কণা অবিরত কম্পিত হচ্ছে। এদের মধ্যের প্রবল আন্তঃআণবিক শক্তি কণাগুলোকে পরস্পর থেকে বিছিন্ন হতে দেয় না, তাই কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার আয়তন বজায় থাকে (চিত্র ৫.২)।

কঠিন পদার্থ থেকে তরল অবস্থায় আসতে পদার্থ অতিরিক্ত শক্তি গ্রহণ করে। এ অবস্থায় অতিরিক্ত শক্তির কারণে কণিকাগুলো গতির বিস্তার বৃদ্ধি পায় বা কণাগুলো মধ্যের দূরত্ব বেশি হয় এবং আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলের প্রভাব কমে যায়। কিন্তু একেবারে লুপ্ত হয় না। সামান্য আকর্ষণ বলের কারণে কণিকা গুচ্ছগুলো পাত্রের মধ্যে থাকে। একারণে এটি পাত্রের যে কোন স্থানে সরে যায় এবং পাত্রের আকার গ্রহণ করতে পারে (চিত্র ৫.২)।

বায়বীয় অবস্থায় পদার্থের মধ্যে আরও অনেক বেশি শক্তি যোগ হয় তখন কণিকাগুলোর গতি অত্যন্ত বেড়ে যায় এলোমেলোভাবে সবদিকে ছুটাছুটি করে পরস্পরের থেকে অনেক দূরত্বে চলে যায়। আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল নগন্য হয়ে যায়। এজন্য বায়বীয় অবস্থায় বস্তুর কোন আকার বা আয়তন নাই এবং অত্যন্ত সংকোচনশীল (চিত্র ৫.২)।



চিত্র ৫.২ পদার্থের কণিকাগুলির মধ্যে আন্তঃআণবিক গতি

৫.১.৩ পদার্থের চতুর্থ অবস্থা : প্লাজমা অবস্থা (Fourth state of Matter : The Plasma State)

আমরা কঠিন, তরল এবং বায়বীয় ছাড়া আরও একটি শব্দের সাথে পরিচিত। এটি হলো ‘প্লাজমা’। এটিও পদার্থের একটি অবস্থা। চারটি অবস্থাই পদার্থের অভ্যন্তরের তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে (চিত্র ৫.২ দ্রষ্টব্য)। প্লাজমা অবস্থা সচরাচর আমাদের চোখে ধরা পড়ে না। কঠিন থেকে তরলে তাপমাত্রা বা শক্তি অধিক হয়। তরল থেকে বাষ্প তাপ ও শক্তি আরও অধিক হয়। তাপ শক্তি অত্যন্ত অধিক হলে বা অতি উচ্চ তাপমাত্রায় পদার্থ প্লাজমা অবস্থায় পরিণত হয়। এ

অবস্থায় বস্তুর অণুগুলো ইলেকট্রন, প্রোট্রন ও নিউট্রনে রূপান্তরিত হয়। অন্যভাবে বলা যায় গ্যাসীয় অণুসমূহ আয়তনযুক্ত হয়। প্লাজমা অবস্থা সচরাচর আমাদের চোখে ধরা পড়ে না। তবে নিয়ন সাইন, ফ্লোরোসেন্ট লাইট (টিউব লাইট, এনার্জি বাল্ব) এর মধ্যে গ্যাস পরমাণু আয়নিত বা প্লাজমা অবস্থায় থাকে। পৃথিবীর বাইরের মহাবিশ্বে প্লাজমা অবস্থারই প্রধান্য বেশি। সূর্য এবং অধিকাংশ নক্ষত্র, উত্তর মেরুতে দৃশ্যমান মেরুজ্যোতি পদার্থের প্লাজমা অবস্থা। শিল্প কারখানায় প্লাজমা টর্চ ব্যবহৃত হয়।



সার-সংক্ষেপ:

পদার্থের ভৌত অবস্থা : দৃশ্যমান জগতে পদার্থের তিনটি অবস্থা- কঠিন, তরল ও বায়বীয়। কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে। তরল পদার্থের নির্দিষ্ট আয়তন আছে, কিন্তু আকার নাই এবং যে পাত্রে রাখা হয় সেই পাত্রের আকার ধারণ করে। বায়বীয় পদার্থের আকার আয়তন কোনটিই নির্দিষ্ট নয়।

আণবিক গতিতত্ত্ব: বস্তু অসংখ্য ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র কণিকা দ্বারা গঠিত। কণিকাগুলি অবিরত গতিশীল। কঠিন পদার্থের মধ্যে প্রতিটি কণা একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে থেকে অবিরত কম্পিত হয়। এদের মধ্যের প্রবল আন্তঃআণবিক শক্তি কণিকাগুলোকে পরস্পর থেকে বিছিন্ন হতে দেয় না। তাই কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার আয়তন বজায় থাকে।

তরল পদার্থের মধ্যে কণিকাগুলো গতির বিস্তার বৃদ্ধি পায় বা কণাগুলো পারস্পরিক দূরত্ব বেশি হয়, আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলের প্রভাব কমে যায়। বায়বীয় অবস্থায় পদার্থের মধ্যে আরও অনেক বেশি শক্তি যোগ হয় তখন কণিকাগুলোর গতি অত্যন্ত বেড়ে যায়। ফলে এলোমেলোভাবে সবদিকে ছুটাছুটি করে পরস্পরের থেকে অনেক দূরত্বে চলে যায়।

প্লাজমা অবস্থা : পদার্থের চতুর্থ অবস্থা। প্লাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস। এ অবস্থায় বস্তুর অণুগুলো ইলেকট্রন, প্রোট্রন ও নিউট্রনে রূপান্তরিত হয়। প্লাজমা অবস্থা সচরাচর আমাদের চোখে ধরা পড়ে না। সূর্যসহ মহাবিশ্বের নক্ষত্রসমূহের অভ্যন্তরভাগ প্লাজমা অবস্থার উদাহরণ।



পাঠ্যপুস্তক মূল্যায়ন ৫.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। পদার্থের ভৌত অবস্থা কয়টি ?

- (ক) ১ টি (খ) ২ টি
(গ) ৩ টি (ঘ) ৪ টি

২। বস্তুর কোন অবস্থাটির মধ্যে তাপ শক্তি সবচেয়ে কম থাকে ?

- (ক) কঠিন (খ) তরল
(গ) বায়বীয় (ঘ) প্লাজমা

৩। বস্তুর কোন অবস্থাটির মধ্যে আন্তঃআণবিক গতি শক্তি সর্ব নিম্ন ?

- (ক) কঠিন (খ) তরল
(গ) বায়বীয় (ঘ) প্লাজমা

৪। কোথায় পদার্থ প্লাজমা অবস্থায় আছে ?

- (ক) চন্দ্র পৃষ্ঠের পাহাড়ে (খ) সূর্যের অভ্যন্তরে
(গ) পৃথিবীর পানিতে (ঘ) উত্তর মেরুর বরফের মধ্যে

৫। কোন অবস্থায় বস্তুর ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি ?

- (ক) প্লাজমা (খ) বায়বীয়
(গ) কঠিন (ঘ) তরল

পাঠ-২ চাপ, ক্ষেত্রফল ও ঘনত্ব (Pressure, Area and Density)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি-

১. বল ও ক্ষেত্রফলের সাথে চাপের সম্পর্ক বর্ণনা করতে পারবেন।
২. ঘনত্ব কী তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. দৈনন্দিন জীবনে ঘনত্বের ব্যবহার উল্লেখ ও ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



৫.২.১ চাপ ও ক্ষেত্রফল (Pressure and Area)

টেবিলের উপর এক টুকরো ভারী পাথর রেখে দিলে আমরা বলি পাথরের টুকরোটি টেবিলের উপর চাপ দিচ্ছে। অর্থাৎ পাথরের টুকরোটি টেবিলের উপর বল প্রয়োগ করছে। পাথরটি একটি বস্তু। এর ভর আছে। এই ভরের ওপর পৃথিবীর আকর্ষণের কারণে একটি বল সৃষ্টি হচ্ছে ফলে চাপ সৃষ্টি হচ্ছে। আমরা তাই বল আর চাপ প্রায় একই অর্থে ব্যবহার করি। প্রকৃত পক্ষে কোনো বল কোনো ক্ষেত্রের উপর লম্বভাবে ক্রিয়াশীল হলে তাকে চাপ বলে। আর চাপ পরিমাপের জন্য বা এর পরিমাণ নিশ্চিত করার জন্য একক ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পৃষ্ঠের উপর প্রযুক্ত বলকে বিবেচনা করা হয়।

চাপের সংজ্ঞা : কোনো পৃষ্ঠের একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলের মানকে চাপ বলে।

গাণিতিকভাবে বলা যায়, A ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত বল F হলে ঐ পৃষ্ঠের ওপর চাপের পরিমাণ, $p = \frac{F}{A}$ ।

প্রযুক্ত বলকে F দ্বারা, ক্ষেত্রফলকে A দ্বারা এবং চাপকে p দ্বারা প্রকাশ করা হয়। চাপ একটি স্কেলার রাশি।

চাপের একক ও মাত্রা

একক : বলের একক নিউটন (N), ক্ষেত্রফলের একক বর্গমিটার (m^2)। অতএব চাপের একক নিউটন প্রতি বর্গমিটার। সংক্ষেপে নিউটন/বর্গমিটার (Nm^{-2})। ব্যবহারিক বা প্রায়োগিক ক্ষেত্রে চাপের একক প্যাসকেল (Pa)। বিজ্ঞানী প্যাসকেলের নামানুসারে এই এককের নামকরণ হয়েছে। $1 m^2$ ক্ষেত্রফলের উপর 1N বল লম্বভাবে প্রযুক্ত হলে যে চাপের সৃষ্টি হয় তাকে 1 প্যাসকেল বলে।

অর্থাৎ, $1 Pa = 1 N m^{-2}$

মাত্রা : বলের মাত্রাকে ক্ষেত্রফলের মাত্রা দিয়ে ভাগ করলে চাপের মাত্রা পাওয়া যায়।

$$\text{চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ}}{(\text{দৈর্ঘ্য})^2} = \frac{\text{ভর} \times \text{দৈর্ঘ্য}}{(\text{দৈর্ঘ্য})^2 \times (\text{সময়})^2} = \frac{ML}{L^2T^2}$$

$$\therefore [p] = ML^{-1} T^{-2}$$

৫.২.২ ঘনত্ব (Density)

একই সাইজের বা আয়তনের একখন্ড লোহা এবং এক খন্ড সোলা বা ফোমের মধ্যে কোনটি ভারি? আপনি অবশ্য বলবেন লোহা। কারণ লোহার খন্ডের মধ্যে বস্তু কণাগুলো যত ঘন, অর্থাৎ ঘনভাবে জমাট বেঁধে আছে - সোলা বা ফোমের খন্ডের মধ্যে বস্তু কণাগুলো তা থেকে অনেক কম ঘন বা হালকা ভাবে জমাট বাঁধা। বিজ্ঞানের ভাষায় বলা হয় সোলা থেকে লোহার ঘনত্ব বেশি। অতএব একই আয়তনের সকল পদার্থের ভর সমান নয়। তাই পদার্থের একক আয়তনের ভরকে তার ঘনত্ব হিসেবে বিবেচনা করা হয়। যেমন দশ একক আয়তনের বস্তুর ভর বিশ একক হলে ঐ বস্তুর ঘনত্ব দুই একক। অতএব, বস্তুর একক আয়তনের ভর হচ্ছে তার উপাদানের ঘনত্ব।

এসএসসি প্রোগ্রাম

ঘনত্বের সংজ্ঞা : বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে।

গাণিতিকভাবে বলা হয়, V আয়তনের কোন বস্তুর ভর m হলে ঐ বস্তুর ঘনত্ব, $\rho = \frac{m}{V}$ ।

বস্তুর ভরকে m দ্বারা, আয়তনকে V দ্বারা এবং ঘনত্বকে ρ [গ্রীক অক্ষর রো] অথবা d অথবা D অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ঘনত্বের একক ও মাত্রা :

একক: ভরের একক কিলোগ্রাম (kg), আয়তনের একক ঘনমিটার (m^3)। অতএব ঘনত্বের একক কিলোগ্রাম প্রতি ঘনমিটার। সংক্ষেপে কিলোগ্রাম/ঘনমিটার ($kg\ m^{-3}$)। ব্যবহারিক বা প্রায়োগিক ক্ষেত্রে ঘনত্বের একক গ্রাম প্রতি ঘন সেন্টিমিটার সংক্ষেপে গ্রাম/সিসি (g/cc অথবা gcm^{-3}) বহুল প্রচলিত। এটি SI এককের উপগুণিতক।

মাত্রা: ভরের মাত্রাকে আয়তনের মাত্রা দিয়ে ভাগ করলে ঘনত্বের মাত্রা পাওয়া যায়।

$$\text{ঘনত্ব} = \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}} = \frac{M}{L^3} = ML^{-3}$$

$$\therefore [\rho] = ML^{-3}$$

তাপমাত্রার পরিবর্তন হলে একই বস্তুর আয়তন পরিবর্তন হয়, তাই ঘনত্বেরও পরিবর্তন হয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে পানির ঘনত্ব সব চেয়ে বেশি হয় $4^\circ C$ তাপমাত্রায়। $4^\circ C$ থেকে তাপমাত্রা বাড়লেও পানির ঘনত্ব কমে যায়, $4^\circ C$ থেকে তাপমাত্রা কমলেও পানির ঘনত্ব কমে যায়। কেবল মাত্র $4^\circ C$ তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার পানির ভর 1000 কিলোগ্রাম হয়। তাই পানির ঘনত্ব $1000\ kg\ m^{-3}$ অথবা $1gm/cc$ ।

৫.২.৩ দৈনন্দিন জীবনে ঘনত্বের ব্যবহার (Use of density in every day life)

আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ঘনত্বের ব্যবহার ব্যাপক। অনেক ক্ষেত্রে আমরা জেনে আবার অনেক ক্ষেত্রে না জেনেই ব্যবহারিক জীবনে বস্তুর ঘনত্বের বৈশিষ্ট্যকে কাজে লাগাই।

আমাদের দেহের ঘনত্ব বাতাসের ঘনত্ব থেকে বেশি বলে আমরা মাটিতে হাটতে বসতে বা চলাফেরা করতে পারি। পানিতে ভাসার ক্ষেত্রে আমাদের দেহের অভ্যন্তরের বাতাস সহায়তা করে।

বাতাসের ঘনত্ব পানির ঘনত্ব থেকে কম। নৌকা, ভেলা, পানিতে ভাসমান দ্রব্য নির্মাণে পানি থেকে কম ঘনত্ব সম্পন্ন বস্তু ব্যবহৃত হয় বা এমন কৌশল ব্যবহৃত হয় যাতে ভাসমান বস্তুকে পানি থেকে হালকা করে দেয়।

বেলুন ওড়ানোর জন্য এর মধ্যে হিলিয়াম গ্যাস পূর্ণ করা হয়। হিলিয়াম গ্যাসের ঘনত্ব বাতাসের ঘনত্ব থেকে কম তাই বেলুন বাতাসের মধ্যে উপরে উঠে যায়।

কার্বন মনো অক্সাইড, কার্বন ডাই অক্সাইড অত্যন্ত বিষাক্ত গ্যাস, এর মধ্যে শ্বাস নেয়া যায় না। কিন্তু এরা অক্সিজেন, নাইট্রোজেন থেকে ভারি বলে বায়ুমণ্ডলের একেবারে নিচে অবস্থান করে, ফলে আমরা বায়ুতে স্বচ্ছন্দে শ্বাস নিতে পারি।

পানি থেকে পানির বাষ্প বা গরম বাতাসের ঘনত্ব কম বলে খাবার রান্না করার সময় বা তপ্ত খাবার ঠান্ডা করার জন্য পাত্রের মুখ খোলা রাখা হয়।

জলীয় বাষ্প কম ঘনত্বের কারণে আকাশে উঠে, যা মেঘের সৃষ্টি করে। বায়ুমণ্ডলের বাতাস থেকে পানির ঘনত্ব বেশি বলে বৃষ্টির পানি পৃথিবী পৃষ্ঠে নেমে আসে। তাপের প্রভাবে বায়ুমণ্ডলের বাতাসের ঘনত্বের তারতম্য হয় বলেই পৃথিবীতে বায়ু প্রবাহ হয়।

অধিক ঘন বস্তু অধিক শক্ত হয়। তাই নির্মাণ ক্ষেত্রে নির্মাণ সামগ্রী নির্বাচনে প্রয়োজনীয় বলের হিসাব অনুযায়ী পদার্থ ব্যবহার করা হয়।



সার-সংক্ষেপ:

ঘনত্ব : বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে। V আয়তনের কোন বস্তুর ভর m হলে ঐ

$$\text{বস্তুর ঘনত্ব, } \rho = \frac{m}{V}$$

ঘনত্বের একক : কিলোগ্রাম প্রতি ঘনমিটার। সংক্ষেপে কিলোগ্রাম/ঘনমিটার (kg m^{-3})।

4°C তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার পানির ভর 1000 কিলোগ্রাম হয়। তাই পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3} ।

অথবা 1g/cc ।

চাপ : কোনো পৃষ্ঠের একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলের মানকে চাপ বলে। A ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত

$$\text{বল } F \text{ হলে ঐ পৃষ্ঠে চাপের পরিমাণ, } p = \frac{F}{A}$$

চাপের একক : নিউটন প্রতি বর্গমিটার। সংক্ষেপে নিউটন/বর্গমিটার (Nm^{-2})। ব্যবহারিক বা প্রায়োগিক ক্ষেত্রে

চাপের একক প্যাসকেল (Pa)। $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। পানির ঘনত্ব কত ?

(ক) 1000 kg m^{-3}

(খ) 1 kg m^{-3}

(গ) 1000 g m^{-3}

(ঘ) 100 kg cm^{-3}

২। কোন বস্তুর ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের চেয়ে কম হলে কোনটি ঘটবে?

(ক) তরলে ওজনহীন মনে হবে

(খ) তরলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে

(গ) তরলে ডুবে যাবে

(ঘ) তরলে ভেসে থাকবে

৩। কোন বস্তু ঘনত্ব কিসের উপর নির্ভর করে?

(ক) উপাদান

(খ) আয়তন

(গ) তাপমাত্রা

(ঘ) উপাদান ও তাপমাত্রা

৪। কোন পুকুরের তলার ক্ষেত্রফল 375 m^2 এবং পুকুরের পানির গড় গভীরতা 2 m হলে ঐ পুকুরের সমস্ত পানির ভর কত?

(ক) $7.5 \times 10^2 \text{ kg}$

(খ) $7.5 \times 10^3 \text{ kg}$

(গ) $7.5 \times 10^4 \text{ kg}$

(ঘ) $7.5 \times 10^5 \text{ kg}$

৫। চাপের মাত্রা কোনটি?

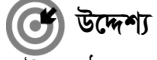
(ক) $\text{ML}^{-1} \text{T}^{-2}$

(খ) $\text{ML}^{-2} \text{T}^{-2}$

(গ) $\text{ML}^{-1} \text{T}^{-1}$

(ঘ) $\text{ML}^{-2} \text{T}^{-1}$

পাঠ-৩ বায়ু মন্ডলের চাপ ও আবহাওয়ার (Atmospheric Pressure and Weather)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি-

১. বায়ু মন্ডলের চাপ কী ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
২. উচ্চতার পরিবর্তনের সাথে বায়ু মন্ডলের চাপের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. তরল স্তম্ভের উচ্চতা ব্যবহার করে বায়ু মন্ডলীয় চাপ পরিমাপ করতে পারবেন।
৪. বায়ু মন্ডলের চাপের পরিবর্তন থেকে আবহাওয়ার পূর্বাভাস দিতে পারবেন।



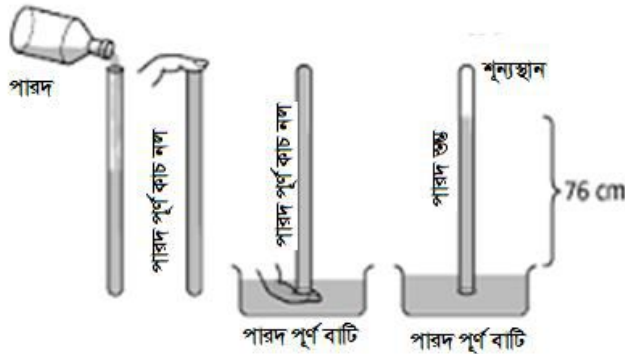
৫.৩.১ বায়ুমন্ডলের চাপ (Atmospheric Pressure)

আমাদের পৃথিবী বাতাসের চাদর দিয়ে মোড়া। আমরা বলি পৃথিবী বায়ুমন্ডল দ্বারা পরিবেষ্টিত। বায়ু মন্ডলের গড় বিস্তৃতি পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে উর্ধে প্রায় ১৯০ কিলোমিটার। পৃথিবী পৃষ্ঠের সমতলের উপর ১মিটার দৈর্ঘ্য ও ১ মিটার প্রস্থের একটি বর্গাকৃতি স্থান চিহ্নিত করুন। এই স্থানের উপর ১৯০ কিলোমিটার লম্বা একটি বায়ু স্তম্ভ কল্পনা করুন। তা হলে আপনি ১৯০ ঘন মিটার বাতাসের কথা ভাবছেন। এই বাতাস টুকুর অবশ্যই কিছু ওজন আছে। ভেবে দেখুন তার পরিমাণ কত হবে? সমুদ্র সমতলে এক বর্গমিটার স্থানের ওপর এই বায়ুস্তম্ভের পরিমাণ 1.003×10^5 কেজি। যার ওজন 1.003×10^5 নিউটন বা সংক্ষেপে 10^5 নিউটন। আমরা জানি,

$$\text{বস্তুর চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} \quad \text{এক্ষেত্রে বায়ু মন্ডলের চাপ} = \frac{10^5 \text{ নিউটন}}{1 \text{ বর্গমিটার}} \quad \text{অর্থাৎ, } 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

৫.৩.২ তরল স্তম্ভের উচ্চতা ও বায়ুমন্ডলের চাপ : টরেসিলির পরীক্ষা (Experiment of Torricelli)

ইটালীর গণিতবিদ ইভানজিলিস্ত টরেসিলি ১৬৪৩ সালে তরল তলের উচ্চতা ও বায়ুচাপের সম্পর্ক কাজে লাগিয়ে প্রথম বায়ুমন্ডলীয় চাপ পরিমাপের যন্ত্র আবিষ্কার করেন। যন্ত্রটি অত্যন্ত সাধারণ। এর জন্য তিনি একটি একমুখ খোলা প্রায় ১ মিটার লম্বা সুষম ব্যাসের একটি পুর কাচ নল তৈরি করেন। কাঁচ নলটিকে পারদ দ্বারা পূর্ণ করে নলের মুখটি আঙ্গুল দিয়ে চেপে আর একটি পারদ পূর্ণ বাটির মধ্যে উবুর করে বসিয়ে দেন এবং নলের মুখের আঙ্গুলটি সরিয়ে নিয়ে নলটিকে খাড়া করে স্ট্যান্ডের সাথে দাঁড় করিয়ে দেন (চিত্র ৫.৩)।



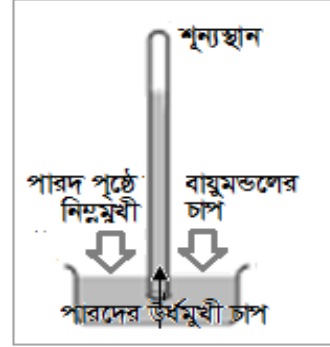
চিত্র ৫.৩ টরেসিলির পরীক্ষা

এ অবস্থায় দেখা যায় নলের মধ্যে পারদ স্তম্ভটি কিছুটা নেমে এসে স্থির হয়ে দাঁড়িয়ে যায়। স্কেলের সাহায্যে এই খাড়া পারদ স্তম্ভের উচ্চতা পরিমাপ করা হয়, প্রায় ৭৬ সেন্টিমিটার।

৫.৩.৩ বায়ু মন্ডলের চাপের পরিবর্তন ও আবহাওয়া (Atmospheric Pressure and Weather)

নলের মধ্যে এই পারদ স্তম্ভের দাঁড়িয়ে থাকার কারণ কি? বিশ্লেষণ করলে স্পষ্টত বুঝা যায় বাটির উন্মুক্ত পারদ তলের উপর সম্পূর্ণ বায়ু মন্ডল যে চাপ প্রয়োগ করছে সেই চাপ পারদের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয়ে নলের ভিতরে উর্ধ্বমুখে ক্রিয়া করে। এই চাপ নলের মধ্যে পারদ স্তম্ভকে ধরে রাখে (চিত্র ৫.৪)।

এই উর্ধ্বমুখী চাপ না থাকলে অভিকর্ষজ ত্বরণের জন্য বা পারদের ওজনের জন্য নলের ভিতরের পারদ নিচে নেমে আসতো। সুতরাং বায়ুমন্ডলীয় চাপ নলের মধ্যের পারদ স্তম্ভের চাপের সমান। সাধারণ বায়ু মন্ডলের স্বাভাবিক চাপের ক্ষেত্রে পারদ স্তম্ভের এই উচ্চতা ৭৬ সেমি।



চিত্র ৫.৪

বায়ু মন্ডলের চাপ বাড়লে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা বেড়ে যায়, আবার চাপ কমলে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা কমে যায়। এভাবে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা ব্যবহার করে বায়ু মন্ডলীয় চাপ পরিমাপ করা যায়। লক্ষণীয় কাঁচনলের মধ্যে পারদ স্তম্ভের উপর থেকে নলের প্রান্ত পর্যন্ত কিছুটা স্থান শূন্য। এই শূন্য স্থানের নাম দেয়া হয়েছে টরেসিলির শূন্যস্থান। বায়ু চাপ পরিমাপের এই যন্ত্রকে বলা হয় ব্যারোমিটার। টরেসিলির তৈরি ব্যারোমিটার ব্যবহারের অনেক সীমাবদ্ধতা থাকায় বিভিন্ন ধরনের উন্নত ডিজাইনের ব্যারোমিটার উদ্ভব হয়েছে। বায়ুমন্ডলের চাপ পরিমাপের ক্ষেত্রে ইদানিং এগুলি ব্যবহার করা হয়।

পৃথিবীর সর্বত্র বায়ু মন্ডলীয় চাপ সমান নয়, আবার একই স্থানে সবসময় বায়ুমন্ডলীয় চাপও সমান থাকে না। স্থান ও সময় ভেদে বায়ুমন্ডলের চাপ বিভিন্ন হয়। এ কারণে বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব, বায়ু প্রবাহের দিক তাপমাত্রা প্রভাবিত হয়। তাই কোন স্থানের বায়ুমন্ডলের চাপের সাথে আবহাওয়ার পরিবর্তন হয়। চাপ পরিমাপ যন্ত্র বা ব্যারোমিটারের সাহায্যে বায়ু মন্ডলীয় চাপ পরিমাপ করে কোন স্থানের আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেয়া যায়। যেমন:—

- কোনো স্থানে ব্যারোমিটারে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা ধীরে ধীরে কমতে থাকলে বুঝা যায় বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ ধীরে ধীরে বাড়ছে। কারণ জলীয় বাষ্প বায়ু থেকে হালকা। এক্ষেত্রে ঐস্থানে বা এলাকায় বৃষ্টি পাতের সম্ভাবনা।
- যদি কোনো স্থানে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা হঠাৎ খুব কমে যায় তাহলে বুঝতে হবে চারিদিকে বায়ুমন্ডলের চাপ সহসা কমে গেছে এবং নিম্ন চাপের সৃষ্টি হয়েছে। তখন পার্শ্ববর্তী উচ্চ চাপের এলাকা থেকে বায়ু প্রবল বেগে ঐ স্থানে ছুটে আসবে। সুতরাং ঐস্থানে দ্রুত ঝড়ের সম্ভাবনা।
- ব্যারোমিটারের পারদ স্তম্ভের উচ্চতা ধীরে ধীরে বাড়তে থাকলে বুঝতে হবে ঐ স্থানে বা এলাকায় বায়ুমন্ডলের জলীয় বাষ্প অপসারিত হয়ে শুষ্ক বাতাস বৃদ্ধি পাচ্ছে, সুতরাং আবহাওয়া শুষ্ক ও পরিষ্কার থাকবে। এভাবে ব্যারোমিটারের পাঠ দেখে আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেয়া হয়।



সার-সংক্ষেপ:

বায়ুমন্ডলীয় চাপ : পৃথিবী পৃষ্ঠের সমতলের উপর ১মিটার দৈর্ঘ্য ও ১ মিটার প্রস্থের একটি বর্গাকৃতি স্থানের উপর স্তম্ভের চাপ এ স্থানের বায়ুমন্ডলীয় চাপ। সমুদ্র সমতলে বায়ুমন্ডলের আদর্শ চাপ 10^5 Nm^{-2} ।

ব্যারোমিটার : টরেসিলি ১৬৪৩ সালে তরল তলের উচ্চতা ও বায়ুচাপের সম্পর্ককে কাজে লাগিয়ে প্রথম বায়ুমন্ডলীয় চাপ পরিমাপের যন্ত্র আবিষ্কার করেন। এর নাম ব্যারোমিটার। ব্যারোমিটারে পারদ স্তম্ভের উচ্চতাকে বায়ুমন্ডলীয় চাপের আদর্শ ধরা হয়। আদর্শ বায়ু চাপ ৭৬ cm পারদ স্তম্ভের ওজনের সমান।

ব্যারোমিটারের পাঠ থেকে কোনো স্থানের আবহাওয়ার পূর্বাভাস :

- ব্যারোমিটারে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা ধীরে ধীরে কমতে থাকলে ঐস্থানে বা এলাকায় বৃষ্টি পাতের সম্ভাবনা।
- পারদ স্তম্ভের উচ্চতা হঠাৎ খুব কমে গেলে ঐ স্থানে দ্রুত ঝড়ের সম্ভাবনা।
- পারদ স্তম্ভের উচ্চতা ধীরে ধীরে বাড়তে থাকলে বুঝতে হবে ঐ স্থানের আবহাওয়া শুষ্ক ও পরিষ্কার থাকবে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। পৃথিবীর উপরে বায়ুমন্ডলের উচ্চতা কত ?
 (ক) 1000 km (খ) 190 km
 (গ) 190 m (ঘ) 10^5 km
- ২। সমুদ্র পৃষ্ঠে আদর্শ বায়ুমন্ডলীয় চাপ কত ?
 (ক) 10^5 Nm^{-2} (খ) 10.1^5 Nm^{-2}
 (গ) 10^5 Nm (ঘ) 10.2^5 Nm
- ৩। প্রথম পারদ ব্যারোমিটার কে আবিষ্কার করেন ?
 (ক) ক্যাভেন্ডিস (খ) আর্কিমিডিস
 (গ) টরিসেলি (ঘ) প্যাসকেল
- ৪। কোনো স্থানে হঠাৎ বায়ু চাপ কমে গেলে কী হতে পারে ?
 (ক) আবহাওয়া শুষ্ক হবে (খ) আবহাওয়ার কোনো পরিবর্তন হবে না
 (গ) আবহাওয়া মেঘলা হবে (ঘ) ঝড় হতে পারে
- ৫। সাধারণ বায়ু মন্ডলের স্বাভাবিক চাপে ব্যারোমিটারে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা কত ?
 (ক) 100 m (খ) 76 m
 (গ) 80 cm (ঘ) 76 cm

পাঠ-৪ স্থির তরলের অভ্যন্তরে চাপ ও প্লবতা

(Pressure in liquids at equilibrium and Buoyancy)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি

১. স্থির তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে চাপের রাশিমালা পরিমাণ করতে পারবেন।
২. প্রবাহী পদার্থের প্লবতা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. প্লবতার মান হিসাব করতে পারবেন।



৫.৪.১ স্থির তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে চাপ (Pressure at a point in liquids in equilibrium)

তরল পদার্থের কোনো আকার নেই। যে পাত্রে রাখা যায় সেই পাত্রের মধ্যে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে, সেই পাত্রের আকার ধারণ করে এবং পাত্র সংলগ্ন অংশের উপর লম্বভাবে বল বা চাপ প্রয়োগ করে। পদার্থ স্থির থাকলে এর অভ্যন্তরের প্রত্যেক স্থানে বা বিন্দুতে এই চাপ ক্রিয়া করে। তরল পদার্থের অভ্যন্তরে কোন বিন্দুতে চাপ বলতে ঐ বিন্দুর চারিদিকে একক ক্ষেত্রফলের উপর ক্রিয়াশীল বলকে বুঝায়। নিচের অনুচ্ছেদে তরল পদার্থের অভ্যন্তরে কোন বিন্দুতে চাপের রাশিমালা প্রতিপাদন করা হল।

একটি পাত্রে কিছু পরিমাণ তরল পদার্থ আছে (চিত্র ৫.৫)। তরলের মধ্যে O

একটি বিন্দু। ধরা যাক O বিন্দুতে তরলের চাপ নির্ণয় করতে হবে।

ধরা যাক তরলের উপরি তল থেকে O বিন্দুর গভীরতা = h ,

তরলের ঘনত্ব = ρ

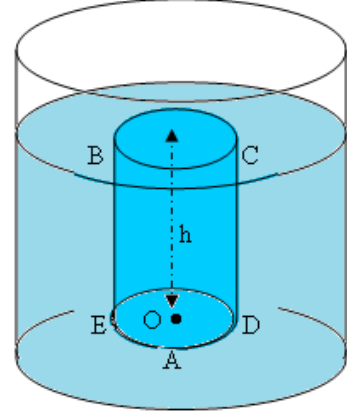
এবং পরীক্ষাগারের অভিকর্ষজ ত্বরণের মান = g ।

O বিন্দু দিয়ে তরলের উপরি তলের সমান্তরাল A ক্ষেত্রফল বা প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি স্তম্ভ BCDE কল্পনা করা যাক। এই তরল স্তম্ভের ওজন এর তলার ওপর O বিন্দুর চারিদিকে চাপ প্রয়োগ করছে। ধরা যাক এই ওজন বা বল,

$$W = F = mg$$

এখানে m = তরল স্তম্ভের ভর।

আমরা জানি, $\frac{\text{ভর } (m)}{\text{আয়তন } (V)} = \text{ঘনত্ব } (\rho)$; বা, $m = V \cdot \rho$



চিত্র ৫.৫

$$\therefore F = mg = V\rho g \\ = Ah\rho g$$

[আয়তন (V) = তলার ক্ষেত্রফল (A) \times উচ্চতা (h)]

অতএব, O বিন্দুর চারিদিকে একক ক্ষেত্রের উপর বল বা চাপ, $p = \frac{F}{A} = \frac{Ah\rho g}{A} = h\rho g$

$$\text{বা, } p = h\rho g \dots \dots \dots (৫.১)$$

অর্থাৎ, তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে চাপ = বিন্দুর গভীরতা \times তরলের ঘনত্ব \times ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ।

সমীকরণে ভূমির ক্ষেত্রফল অনুপস্থিত। এ থেকে বলা যায়, তরলের অভ্যন্তরে চাপের মান ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে না। ক্ষেত্রফল বেশি বা কম যাই হোক না কেন চাপ সর্বদা একই হয়।

৫.৪.২ প্রবাহী পদার্থ ও প্লবতা (Fluid and Buoyancy)

পদার্থ যখন তরল ও বায়বীয় অবস্থায় থাকে তখন এক স্থান থেকে অন্য স্থানে প্রবাহিত হতে পারে। তাই তরল ও বায়বীয় পদার্থকে প্রবাহী পদার্থ বলা হয়। প্রবাহী পদার্থ বিশেষ ক্ষেত্রে কঠিন পদার্থ থেকে কিছু আলাদা ভৌত বৈশিষ্ট্য প্রদর্শন করে। তার মধ্যে অন্যতম একটি বৈশিষ্ট্য হচ্ছে প্লবতা।

প্লবতা : আপনি যখন পুকুর বা নদীতে গোসল করতে নামেন পানির মধ্যে নিজেকে হালকা মনে করেন। একটি ইট, পাথর বা ভারী বস্তু খন্ডকে পানির মধ্যে তুলতে গেলে হালকা মনে হয়, সহজে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে নেয়া যায়। ভেবে দেখেছেন কেন এমন হয়? এক টুকরো গাছের গুড়ি পানিতে ফেলে দিলে ভেসে ওঠে অথবা হালকা হয়ে যায়। কিন্তু কেন? পানির মধ্যে ডুবন্ত অবস্থায় সব বস্তুর উপর পানি উর্ধ্বমুখী বল বা চাপ প্রয়োগ করে। বাতাসের মধ্যেও এমন হয় আমরা এটি খুব বেশি উপলব্ধি করতে পারি না। একটি বেগুনের মধ্যে বাতাস ঢুকিয়ে ছেড়ে দিলে বেশ বুঝা যায়— এটি হালকা হয়ে গেছে।

তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে নিমজ্জিত কোন বস্তুর উপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে উর্ধ্বমুখী বল বা চাপ প্রয়োগ করে। এই উর্ধ্বমুখী বলকে বলা হয় প্লবতা। পানির মধ্যে একটি ফুটবল ডুবিয়ে ছেড়ে দিন। দেখবেন বলটিকে পানি কী ভাবে উর্ধ্বমুখী ধাক্কা দিচ্ছে। প্লবতার মান বস্তুর নিমজ্জিত অংশ কর্তৃক অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান হয়।

প্লবতার মান

তরলের মধ্যে একটি কঠিন বস্তু নিমজ্জিত করলে বস্তুর প্রতিটি বিন্দুতে তরল সর্বমুখী চাপ প্রয়োগ করে। ধরা যাক একটি আয়তাকার বস্তু খন্ড একটি তরল পূর্ণ পাত্রের মধ্যে নিমজ্জিত করা হয়েছে (চিত্র ৫.৬)। ধরা যাক খন্ডটির উপরের ও নীচের

এসএসসি প্রোগ্রাম

উভয় তলের ক্ষেত্রফল A বর্গ একক, উচ্চতা h একক। এর উপর পৃষ্ঠ এবং নিচের পৃষ্ঠের গভীরতা যথাক্রমে h_1 ও h_2 একক এবং তরলের ঘনত্ব ρ তাহলে—

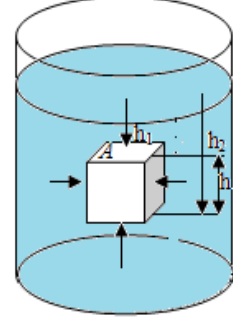
খন্ডটির উপরের পৃষ্ঠতলের উপর তরলের নিম্নমুখী বল হবে, $F_1 = A h_1 \rho g$
এবং খন্ডটির নিম্ন পৃষ্ঠতলের উপর তরলের উর্ধ্বমুখী বল হবে, $F_2 = A h_2 \rho g$

বস্তুখন্ডটির চারটি খাড়া তলের দুটি করে পরস্পর বিপরীত মুখী হওয়ার তরল কর্তৃক প্রযুক্ত পার্শ্ব চাপ পরস্পর বিপরীত মুখী ও সমান বিধায় নাকচ হয়ে যায়। কেবল উপরি তল ও নিচের তলের উপরের চাপ কার্যকর হবে।

সুতরাং বস্তু খন্ডের উপর লব্ধি উর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা,

$$\begin{aligned} &= F_2 - F_1 = A h_2 \rho g - A h_1 \rho g \\ &= A (h_2 - h_1) \rho g \\ &= Ah\rho g \quad [h_2 - h_1 = h = \text{বস্তু খন্ডের উচ্চতা}] \\ &= V\rho g \quad [V = Ah = \text{বস্তু খন্ডের আয়তন}] \end{aligned}$$

= বস্তু খন্ড দ্বারা অপসারিত তরলের ওজন।



চিত্র ৫.৬

সুতরাং নিমজ্জিত বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল উর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা বস্তু কর্তৃক অপসারিত প্রবাহীর ওজনের সমান। এই উর্ধ্বমুখী বলের কারণে নিমজ্জিত বস্তুর ওজন কমে যায় বা ওজন হারায় বলে প্রতীয়মান হয়।



সার-সংক্ষেপ:

স্থির তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে চাপ :

তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে চাপ = বিন্দুর গভীরতা \times তরলের ঘনত্ব \times ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ।

বা, $p = h\rho g$ [এখানে, h = বিন্দুর গভীরতা, ρ = তরলের ঘনত্ব এবং g = ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ।]

প্রবাহী পদার্থ : যে সকল পদার্থ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে প্রবাহিত হতে পারে সেগুলোকে প্রবাহী পদার্থ বলে।

প্রবাহী পদার্থ দু ধরনের তরল ও বায়বীয়।

প্লবতা : তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে নিমজ্জিত কোন বস্তুর উপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে যে উর্ধ্বমুখী বল বা চাপ প্রয়োগ করে তাকে প্লবতা বলে।

তরলে নিমজ্জিত বস্তু খন্ডের উপর প্লবতার মান = বস্তু খন্ড দ্বারা অপসারিত তরলের ওজন।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। স্থির তরলের অভ্যন্তরে কোন বিন্দুতে চাপের পরিমাণ কত? (A , h , ρ ও g যথায়থ অর্থজ্ঞাপক হলে)

(ক) $Ah\rho g$

(খ) $h\rho g$

(গ) Ahp

(ঘ) $A\rho g$

২। স্থির তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে চাপের পরিমাণ নীচের কোন রাশিটির উপর নির্ভর করে না ?

- (ক) ক্ষেত্রফল (খ) তরলের ঘনত্ব
(গ) অভিকর্ষজ ত্বরণ (ঘ) গভীরতা

৩। সমুদ্রের পানিতে যতই গভীরে নামবেন পানির চাপ ততই -

- (ক) কমবে (খ) পরিবর্তিত হবে
(গ) বাড়বে (ঘ) অপরিবর্তিত থাকবে

৪। প্লবতা কী ?

- (ক) তরল পদার্থে নিমজ্জিত বস্তুর উপর উর্ধ্বেচাপ (খ) তরল পদার্থে নিমজ্জিত বস্তুর উপর নিম্নচাপ
(গ) তরল পদার্থে নিমজ্জিত বস্তুর সর্বমুখী চাপ (ঘ) তরল পদার্থে নিমজ্জিত বস্তুর ওজন

৫। প্লবতা মান কত ?

- (ক) নিমজ্জিত বস্তুর উপর ত্রিভুজাঙ্গীল উর্ধ্ব বল (খ) বস্তু খন্ড দ্বারা অপসারিত তরলের ওজন
(গ) নিমজ্জিত বস্তুর হারানো ওজন (ঘ) উপরের সবগুলি

পাঠ-৫ আর্কিমিডিসের সূত্র : বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের শর্ত

(Archimedes' Law : Conditions of floatation and Immersion)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি-

- আর্কিমিডিসের সূত্রটি বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করতে পারবেন
- বস্তুর পানিতে ভাসা ও ডোবার শর্ত ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- বাংলাদেশে নৌপথে দুর্ঘটনার কারণ বিশ্লেষণ করতে পারবেন।



৫.৫.১ আর্কিমিডিসের সূত্র (Archimedes' Law)

পুকুর, নদী বা জলাশয়ের পানিতে গোসল করতে নামলে পানির মধ্যে নিজেকে হালকা মনে হয়। পানির মধ্যে একখন্ড ইট বা পাথর তুলতে হালকা লাগে। কোনো বস্তু পানিতে ডুবানো অবস্থায় ওজন কমে যায়। আবার পানিপূর্ণ একটি পাত্রের মধ্যে একটুকরো নুড়ি পাথর ফেললে কিছু পানি উপচে পড়ে। এসবের কারণ কী ?

সিরাকসের (সিসিলির) বিখ্যাত বিজ্ঞানী আর্কিমিডিস আবিষ্কার করেন পানিতে নিমজ্জিত বস্তু তার আয়তনের সমান পরিমাণ পানি অপসারণ করে এবং কিছু ওজন হারায় বলে মনে হয়। তার এই আবিষ্কার বিভিন্ন পরীক্ষা নিরীক্ষার মাধ্যমে একটি সূত্রের আকারে প্রকাশ করা হয় এটি আর্কিমিডিসের সূত্র নামে পরিচিত। সূত্রটি হল : কোনো বস্তু তরল কিংবা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ নিমজ্জিত হলে, বস্তুটি কিছু পরিমাণ তরল বা বায়বীয় পদার্থ অপসারণ করে এবং বস্তুটি কিছু ওজন হারায়। বস্তুর এই হারানো ওজন বস্তু দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।



চিত্র ৫.৭ গ্রীক বিজ্ঞানী ও গণিতবিদ আর্কিমিডিস (অনু. ২৮৭ খ্রি.পূ.- অনু. ২১২ খ্রি.পূ.)

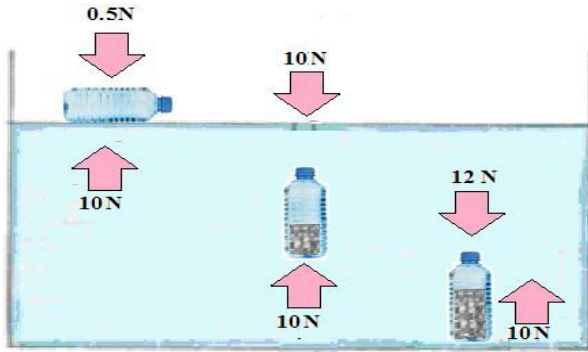
সূত্রের ব্যাখ্যা

কোনো বস্তুকে যখন তরলে ডুবানো হয় তখন একই সাথে ঐ বস্তুর উপর দুটি বল কাজ করে। একটি বস্তুর উপর অভিকর্ষজ ত্বরণ জনিত বল, যা বস্তুকে পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে টানে। একে বলে বস্তুর ওজন। দ্বিতীয়টি বস্তুর উপর তরল পদার্থের উর্ধ্বমুখী চাপ বা বল, একে বলা হয় প্লবতা। দুটি বিপরীতমুখী বলের লব্ধি বস্তুর উপর ত্রিাশীল হয়। ফলে বস্তুর ওজন কমে যায়। বস্তুটি তরলে নিমজ্জিত হলে কিছু জায়গা দখল করে। তখন ঐ জায়গার তরল সরে যায় বা অপসারিত হয়। তরলের উর্ধ্বমুখী বল ঐ অপসারিত তরলের ওজনের সমান হয়। বস্তু যত বেশি জায়গা দখল করবে অপসারিত তরলের আয়তনও তত বেশি হবে। আবার বস্তুটি যত বেশি তরল অপসারণ করবে তার ওজন তত বেশি কমবে। এটিই আর্কিমিডিসের সূত্রের মূল কথা। এ থেকে আমরা কোন বস্তুর তরল বা পানিতে ভাসার বা ডোবার শর্ত খুঁজে পাই। অর্থাৎ একটি বস্তু নির্দিষ্ট তরলে ভাসবে না ডুববে তা বলতে পারি।

৫.৫.২ বস্তুর ভাসা ও ডোবার শর্ত (Conditions of floatation and Immersion of a body)

ধরা যাক একটি বস্তুর ওজন (বস্তুর উপর অভিকর্ষজ ত্বরণ জনিত বল) W নিউটন। ঐ বস্তুটিকে পানিতে ডোবানো হল। বস্তুটির উপর পানির প্লবতা (উর্ধ্বচাপ জনিত বল) W_1 নিউটন। এখন -

১. $W > W_1$ হলে, অর্থাৎ বস্তুর ওজন অপসারিত পানির ওজন থেকে বেশি হলে বস্তুটি পানিতে ডুবে যাবে।
২. $W < W_1$ হলে, অর্থাৎ বস্তুর ওজন অপসারিত পানির ওজন থেকে কম হলে বস্তুটি পানিতে ডুববে না, ভেসে থাকবে।
৩. $W = W_1$ হলে, অর্থাৎ বস্তুর ওজন অপসারিত পানির ওজন সমান হলে বস্তুটি পানিতে ডুবে ডুবে ভাসবে।



৫.৮ নং চিত্রে খালি বোতলটির ওজন 0.5 নিউটন। এর ওপর পানির প্লবতা বল 10 নিউটন। ফলে বোতলটি পানিতে ভাসছে।

বোতলটির মধ্যে বালি দিয়ে আংশিক পূর্ণ করে ওজন হল 10 নিউটন, পানির প্লবতা 10 নিউটন। বোতলটি নিমজ্জিত হয়ে ভাসছে। আরও খানিকটা বালি পূর্ণ করায় বোতলটির ওজন 12 নিউটন হল, কিন্তু পানির প্লবতা 10 নিউটন। এবার বোতলটি পানিতে ডুবে গেল।

চিত্র : ৫.৮ ভাসন নিমজ্জনের সূত্রের ব্যাখ্যা

৫.৫.৩ বাংলাদেশে নৌপথে দুর্ঘটনা (Accidents of waterway in Bangladesh)

বাংলাদেশ নদীমাতৃক দেশ। এক সময় এ দেশের প্রধান যানবাহন ছিল নৌকা, লঞ্চ, স্টীমার ইত্যাদি জলযান। ইদানিং সড়ক পথ ও সড়ক পরিবহন বৃদ্ধির জন্য জলযান বা নৌ পরিবহন অনেকটাই কমে গেছে। তথাপি প্রতি বছর নৌ পথের দুর্ঘটনায় কয়েক হাজার মানুষ মারা যায়। প্রচুর মালামাল পানিতে ডুবে যায়। আমাদের দেশের নৌযানগুলির মধ্যে নৌকা এবং লঞ্চ দুর্ঘটনা বেশি ঘটে। একটি নৌকা বা লঞ্চ এর গঠন প্রকৌশল এমন হতে হয় যাতে এটি যাত্রী ও মালপত্রসহ অনায়াসে পানিতে ভেসে থাকতে পারে এবং সামান্য ঝড় বাতাস বা ধাক্কায় এদের ভারসাম্য নষ্ট না হয়।

আমাদের দেশে ইদানিং প্রকৌশলগত ত্রুটির কারণে বোঝাই জলযানগুলোর ভারকেন্দ্র পরিবর্তিত হয়ে ভারসাম্য হারিয়ে ফেলছে। ফলে সামান্য ধাক্কা বা ঝড়ে এগুলো উল্টে যাচ্ছে। আবার অনেক সময় অতিরিক্ত যাত্রী ও মাল বহনের কারণেও নৌযান দুর্ঘটনা ঘটছে। এতে প্রচুর জান-মাল ক্ষতিগ্রস্ত হচ্ছে। অদক্ষ চালক ও আবহাওয়াও অনেক ক্ষেত্রে নৌপথে দুর্ঘটনার জন্য দায়ী।

এই ক্ষতি বা নৌযান দুর্ঘটনা থেকে মুক্তি পেতে হলে আমাদের করণীয়-

- ১। অতিরিক্ত যাত্রী ও মালামাল বোঝাই রোধের প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা গ্রহণ।
- ২। ক্রটি পূর্ণ যান চালানো থেকে নিবৃত্ত থাকা।
- ৩। দক্ষ চালক নিয়োগ।



সার-সংক্ষেপ:

আর্কিমিডিসের সূত্র : কোনো বস্তু তরল কিংবা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ নিমজ্জিত হলে, বস্তুটি কিছু পরিমাণ তরল বা বায়বীয় পদার্থ অপসারণ করে এবং বস্তুটি কিছু ওজন হারায়। বস্তুর এই হারানো ওজন বস্তু দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

বস্তুর ভাসা ও ডোবার শর্ত : ধরা যাক, একটি বস্তুর ওজন (বস্তুর উপর অভিকর্ষজ ত্বরণ জনিত বল) W নিউটন, বস্তুটির পানিতে ডোবালে এর উপর পানির প্লবতা (উর্ধ্বচাপ জনিত বল) W_1 নিউটন। এক্ষেত্রে -

১. $W > W_1$ হলে, অর্থাৎ বস্তুর ওজন অপসারিত পানির ওজন থেকে বেশি হলে বস্তুটি পানিতে ডুবে যাবে।
২. $W < W_1$ হলে, অর্থাৎ বস্তুর ওজন অপসারিত পানির ওজন থেকে কম হলে বস্তুটি পানিতে ভেসে থাকবে।
৩. $W = W_1$ হলে, অর্থাৎ বস্তুর ওজন অপসারিত পানির ওজন সমান হলে বস্তুটি পানিতে ডুবে ডুবে ভাসবে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ৫.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। কোনো বস্তুকে স্থির তরলে নিমজ্জিত করলে বস্তুর উপর যে লব্ধি বল অনুভূত হয় তাকে কী বলে?

(ক) নিম্ন মুখী চাপ	(খ) বস্তুর ওজন
(গ) প্লবতা	(ঘ) বস্তুর হারানো ওজন
- ২। বস্তুর ওজনের চেয়ে বস্তুটি দ্বারা অপসারিত তরলের ওজন বেশি হলে বস্তুটি ঐ তরলে কি অবস্থায় থাকবে?

(ক) ভেসে থাকবে	(খ) ডুবে যাবে
(গ) অর্ধেক ভেসে থাকবে	(ঘ) সম্পূর্ণ নিমজ্জিত হয়ে ভাসবে
- ৩। এক খন্ড গাছের গুড়ি পানির মধ্যে ফেলে দিলে গুড়িটি পানির উপর ডুবে ভেসে থাকে। এক্ষেত্রে কোনটি সঠিক

(ক) গুড়ির ওজন < অপসারিত পানির ওজন	(খ) অপসারিত পানির ওজন < গুড়ির ওজন
(গ) গুড়ির ওজন = অপসারিত পানির ওজন	(ঘ) সব কাঠ সব সময় পানিতে ভাসে।
- ৪। কোনটি আমাদের দেশে নৌপথে দুর্ঘটনার কারণ?

(ক) নির্মাণ ক্রটি	(খ) অতিরিক্ত যাত্রী বোঝাই
(গ) অদক্ষ চালক	(ঘ) উপরের সবগুলি

পাঠ-৬ প্যাসকেলের সূত্র (Pascal's Law)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি-

১. প্যাসকেলের সূত্র বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
২. প্যাসকেলের সূত্র প্রয়োগে বল বৃদ্ধিকরণ নীতি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. প্যাসকেলের নীতির ব্যবহারিক প্রয়োগ উল্লেখ করতে পারবেন।



৫.৬.১ প্যাসকেলের সূত্র (Pascal's Law)

কোনো পাত্রে তরল বা বায়বীয় পদার্থ রাখলে তা পাত্রের সংলগ্ন গাত্রে চাপ প্রয়োগ করে। কিন্তু এই পাত্রটি আবদ্ধ করে যদি তরলের বা বায়বীয় পদার্থের উপর যে কোনো স্থানে বাড়তি চাপ প্রয়োগ করা হয় তা হলে সেই চাপ সবদিকে সঞ্চালিত হয়। এ সম্পর্কে বিজ্ঞানী প্যাসকেল একটি সূত্র দেন। এটি প্যাসকেলের সূত্র নামে পরিচিত।

প্যাসকেলের সূত্র : পাত্রে আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের যে কোনো অংশের উপর বাইরের থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছু মাত্র না কমে পদার্থের মধ্যে সব দিকে সঞ্চালিত হয় এবং পদার্থ সংলগ্ন পাত্র পৃষ্ঠের সর্বত্র লম্বভাবে সমান চাপ প্রয়োগ করে।

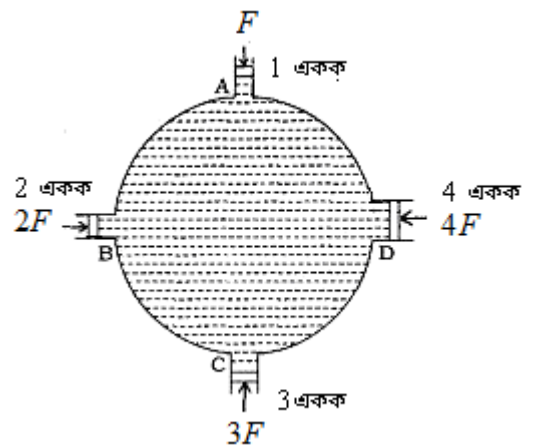
প্যাসকেলের সূত্রের ব্যাখ্যা :

একটি চার মুখ বিশিষ্ট গোলক আকৃতির বিশেষ পাত্র বিবেচনা করা যাক (চিত্র ৫.১০)। মুখ চারটি অসমান প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট। প্রত্যেকটি মুখ পাত্রের কেন্দ্রের দিক বরাবর এবং পানিরোধী পিস্টন দ্বারা বদ্ধ।

ধরা যাক, মুখগুলো A, B, C, D এবং এদের প্রস্থচ্ছেদ যথাক্রমে 1, 2, 3 ও 4 একক। এর একটি পিস্টন খুলে গোলকটি পানি দ্বারা পূর্ণ করে পিস্টনটি পুনরায় আগের জায়গায় বসান হলো।

এখন A মুখের পিস্টনটিকে F বল দ্বারা ভিতরের দিকে ধাক্কা দিলে দেখা যাবে অন্য পিস্টন তিনটি বাইরের দিকে বেড়িয়ে আসছে। এ থেকে বুঝা গেল প্রযুক্ত চাপ সবদিকে সঞ্চালিত হচ্ছে। এবং পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ধাক্কা দিচ্ছে বা কাজ করছে।

এখন B, C এবং D মুখের পিস্টনগুলোর বাইরে আসা বন্ধ করতে হলে এদের উপর বাইরে থেকে ভেতরের দিকে যথাক্রমে $2F$, $3F$, এবং $4F$ বল প্রয়োগ করতে হবে।



চিত্র : ৫.১০



চিত্র : ৫.৯ ফরাসী বিজ্ঞানী ও গণিতবিদ ব্লেইজ প্যাসকেল (১৬২৩-১৬৬২)

$$A \text{ এর উপর চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{1} = F; \quad B \text{ এর উপর চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{2F}{2} = F$$

$$C \text{ এর উপর চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{3F}{3} = F; \quad D \text{ এর উপর চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{4F}{4} = F$$

এভাবেই প্যাসকেলের সূত্রটি ব্যাখ্যা করা যায়।

৫.৬.২ প্যাসকেলের সূত্রের প্রয়োগ বলবৃদ্ধিকরণ নীতি

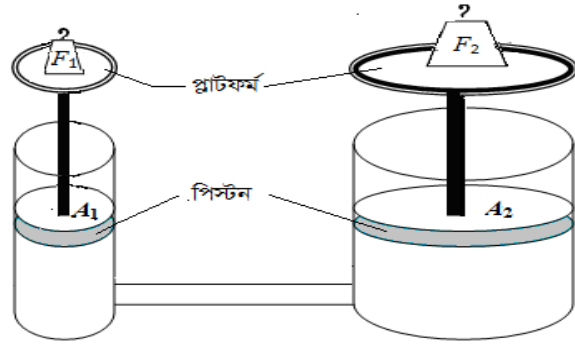
(Application of Pascal's Law and Principle for multiplication of force)

প্যাসকেলের সূত্র থেকে আমরা পাই, আবদ্ধ তরল (বা বায়বীয়) পদার্থের কোন স্থানে অল্প বল প্রয়োগ করে পাত্রের অন্যত্র অধিক বল পাওয়া যেতে পারে। একে বল বৃদ্ধির নীতি বলে। এই নীতির উপর ভিত্তি করে হাইড্রোলিক প্রেস তৈরি করা হয়। হাইড্রোলিক প্রেসের গঠন ও কার্যপ্রণালী জানার আগে আমরা এই বল বৃদ্ধির নীতিটি ব্যাখ্যা করব।

এক বাহু মোটা এবং এক বাহু সরু নল বিশিষ্ট একটি U আকৃতির ধাতব পাত্র নেয়া হল (চিত্র ৫.১১)। সরু নলের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A_1 এবং মোটা নলের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A_2 ।

অর্থাৎ, $A_2 > A_1$

পাত্রটি পানি দ্বারা পূর্ণ করে দুই বাহুর মধ্যে দুটি পানি রোধী পিস্টন বসানো হলো। উভয় পিস্টনের উপর একটি করে প্লাটফর্ম আছে যাতে সুবিধা মত বল প্রয়োগ করা যায় বা ওজন বসানো যায়।



চিত্র ৫.১১

এখন ছোট পিস্টনের প্লাটফর্মের উপর F_1 বল

প্রয়োগের জন্য পরিমাণ মতো বাটখাড়া রাখলে বড় পিস্টনটি উপরের দিকে উঠে আসবে।

বড় পিস্টনকে সাম্যাবস্থায় রাখার জন্য এর প্লাটফর্মের উপর কিছু বাটখাড়া বসাতে হবে। ধরা যাক এই বাটখাড়া দ্বারা প্রযুক্ত বল F_2 । প্যাসকেলের সূত্র থেকে আমরা জানি উভয় পিস্টনের উপর প্রযুক্ত চাপ সমান।

$$\text{এখানে সরু বাহুর পিস্টনের উপর চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F_1}{A_1}$$

$$\text{এবং মোটা বাহুর পিস্টনের উপর চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\text{প্যাসকেলের সূত্রানুসারে, } \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{বা, } F_1 \times A_2 = F_2 \times A_1 \quad \dots \dots \dots (৫.২)$$

কিন্তু, $A_2 > A_1$ । অতএব $F_2 > F_1$ হবে। অর্থাৎ, ছোট পিস্টনের ক্ষুদ্রতর বল প্রয়োগ করে বড় পিস্টনে বৃহত্তর বল পাওয়া যাবে। এই নীতি কাজে লাগিয়ে হাইড্রোলিক প্রেস, হাইড্রোলিক ব্রেক, হাইড্রোলিক লিফট ইত্যাদি তৈরি করা হয়।

গাণিতিক উদাহরণ -৫.১। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের বড় ও ছোট পিস্টনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল যথাক্রমে $2m^2$ ও $0.25m^2$ । যদি ছোট পিস্টনে $50N$ বল প্রয়োগ করা হয়, তবে বড় পিস্টনে কত বল পড়বে?

সমাধান :

আমরা জানি,

প্যাসকেলের সূত্রানুসারে, $F_1 \times A_2 = F_2 \times A_1$

$$\begin{aligned} \text{বা, } F_2 &= \frac{F_1 \times A_2}{A_1} = \frac{50N \times 2m^2}{0.25m^2} \\ &= 400 N \end{aligned}$$

উত্তর : বড় পিস্টনের উপর প্রযুক্ত বল = $400 N$

দেয়া আছে,

ছোট পিস্টনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 0.25m^2$

বড় পিস্টনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_2 = 2m^2$

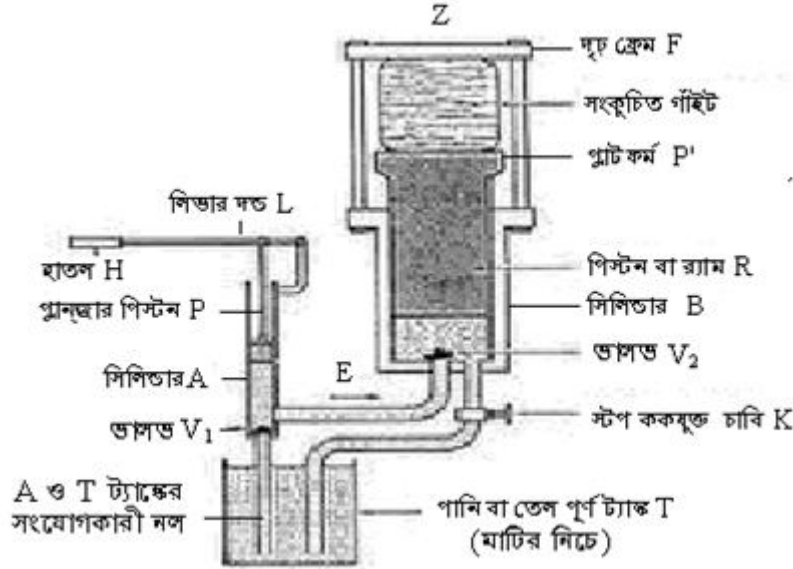
ছোট পিস্টনের প্রযুক্ত বল, $F_1 = 50N$

বড় পিস্টনের উপর প্রযুক্ত বল, $F_2 = ?$

৫.৬.৩ প্যাসকেলের নীতির ব্যবহারিক প্রয়োগ : হাইড্রোলিক প্রেস

Application of Pascal's Law : Hydraulic Press

প্যাসকেলের সূত্রের বল বৃদ্ধির নীতি কাজে লাগিয়ে ১৭৯৫ সালে ব্রামা নামে একজন বৃটিশ ইঞ্জিনিয়ার এই যন্ত্র আবিষ্কার করেন। আবিষ্কারকের নাম অনুসারে একে ব্রামার প্রেসও বলা হয়। আবার তরল পদার্থ দ্বারা চালিত বলে একে হাইড্রোলিক প্রেসও বলা হয়।



চিত্র : ৫.১২ হাইড্রোলিক প্রেস

প্রেসের গঠন: ৫.১২ চিত্রে একটি হাইড্রোলিক প্রেস দেখানো হয়েছে। এই যন্ত্রের প্রধান অংশ হল লোহার তৈরি দুটি ফাঁপা সিলিন্ডার A এবং B। এরা একটি শক্ত ধাতব নল E দ্বারা সংযুক্ত। A সিলিন্ডারটির প্রস্থচ্ছেদ ছোট।

এর মধ্যে একটি প্লাঞ্জার পিস্টন P পানিরোধীভাবে উঠা নামা করতে পারে। B সিলিন্ডারটির প্রস্থচ্ছেদ বেশ বড়। এর মধ্যেও একটি পিস্টন রয়াম R পানিরোধীভাবে কাজ করে। P পিস্টনের সাথে একটি লিভার দণ্ড L যুক্ত হাতল H লাগান থাকে। A সিলিন্ডারটির নিম্নাংশ থেকে একটি নল মাটির নিচে স্থাপিত একটি পানির ট্যাঙ্কের মধ্যে ডুবানো থাকে।

B ও E এর সংযোগ স্থলে একটি ভালভ V_2 এবং A ও T ট্যাঙ্কের সংযোগকারী নলের সংযোগ স্থলে একটি ভালভ V_1 আটকানো থাকে। V_1 ভালভটি দ্বারা ট্যাঙ্কের পানি কেবলমাত্র A সিলিন্ডারে এবং V_2 ভালভ দ্বারা A সিলিন্ডারের পানি কেবল মাত্র B সিলিন্ডারে যেতে পারে। B সিলিন্ডারটির তলা থেকে একটি স্টপ কর্ক K যুক্ত নল দ্বারা এর পানির ট্যাঙ্ক T এর সাথে যুক্ত করা থাকে। R পিস্টনের মাথার ওপর একটি বড় প্লাটফর্ম P' আছে এই প্লাটফর্মের উপর একটি ধাতব পাটাতন Z যুক্ত দৃঢ় ফ্রেম F আটকানো থাকে।

কার্য পদ্ধতি : K চাবির সংযোগ বন্ধ রেখে H হাতলটি ওপরে উঠালে P পিস্টনটি ওপরের দিকে উঠবে। V_2 ভালভ বন্ধ হয়ে যাবে এবং V_1 ভালভ খুলে পানির ট্যাঙ্ক থেকে পানি A সিলিন্ডারে প্রবেশ করবে। হাতলটি নিচে নামালে P পিস্টনটি নিচের দিকে নামবে। সিলিন্ডার B এর পানির চাপ সঞ্চালিত হয়ে V_1 ভালভের উপর নিম্নমুখি এবং V_2 ভালভের উপর উর্ধ্বমুখি চাপ প্রয়োগ করবে। ফলে V_1 ভালভটি বন্ধ হয়ে যাবে এবং V_2 ভালভটি খুলে যাবে এবং E নল পথে পানি B সিলিন্ডারে ঢুকবে। এভাবে হাতলটি বারবার উঠা নামা করলে ট্যাঙ্ক থেকে পানি ক্রমশ B সিলিন্ডারে ঢুকবে এবং R পিস্টনকে ঠেলে ওপরে উঠাবে।

কোন কিছু যেমন তুলা, পাট, কাগজ, কাপড় ইত্যাদি গাঁইট বাঁধার ক্ষেত্রে প্রথমে এসব জিনিস প্রেসের ফ্রেমের মধ্যে ঢুকিয়ে উপরের Z পাটাতনটি বন্ধ করে দেয়া হয়। এরপর পাম্পটি চালু করা হয়। ফলে R পিস্টনটি ক্রমশ উপরে ওঠে এবং ফ্রেমের মধ্যে প্লাটফর্মটি ক্রমশ উপরে ওঠতে থাকে। ফ্রেমের মধ্যের বস্তুর ওপর প্রচণ্ড চাপ সৃষ্টি করে। এই চাপে ভিতরের জিনিস পর্যাপ্ত পরিমাণে সঙ্কুচিত হয়। সঙ্কুচিত অবস্থায় শক্ত দড়ি বা ফিতা দিয়ে গাঁইটটি বেঁধে ফেলা হয়।

গাঁইট বাঁধা শেষ হলে K নলটি খুলে দেয়া হয়, B সিলিন্ডারের পানি ট্যাঙ্কে নেমে আসে। পিস্টন রয়ামের উপরের প্লাটফর্মটি নিচে নেমে আসে। এরপর বাঁধা গাঁইটটি সহজে ফ্রেম থেকে বের করে নেয়া যায়। এভাবে প্রেসটি আবার নতুন গাঁইট বাঁধার জন্য প্রস্তুত হয়।

হাইড্রোলিক প্রেসের যন্ত্রাংশকে মরিচার হাত থেকে রক্ষার উদ্দেশ্যে সাধারণত পানির পরিবর্তে স্বল্পমূল্যের তেল ব্যবহার করা হয়। এছাড়া পর্যাপ্ত চাপ সহ্য করতে হয় বলে বেশ মোটা এবং ভারী লোহার দ্বারা এই যন্ত্র তৈরি করা হয়।



সার-সংক্ষেপ:

প্যাসকেলের সূত্র : পাত্রে আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের যে কোনো অংশের উপর বাইরের থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছু মাত্র না কমে পদার্থের মধ্যে সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থ সংলগ্ন পাত্র পৃষ্ঠের সর্বত্র লম্বভাবে সমান চাপ প্রয়োগ করে।

হাইড্রোলিক প্রেসের মূল নীতি : প্যাসকেলের সূত্র থেকে আমরা পাই, আবদ্ধ তরল (বা বায়বীয়) পদার্থের কোন স্থানে অল্প চাপ বা বল প্রয়োগ করে পাত্রের অন্যত্র অধিক চাপ বা বল পাওয়া যেতে পারে। একে বল বা ঘাত বৃদ্ধির নীতি বলে। এই নীতির উপর ভিত্তি করে হাইড্রোলিক প্রেস তৈরি করা হয়।

হাইড্রোলিক প্রেস : প্যাসকেলের সূত্রের বল বৃদ্ধির নীতি কাজে লাগিয়ে ১৭৯৫ সালে ব্রামা নামে একজন বৃটিশ ইঞ্জিনিয়ার এই যন্ত্র আবিষ্কার করেন। আবিষ্কারকের নাম অনুসারে একে ব্রামার প্রেসও বলা হয়। আবার তরল পদার্থ দ্বারা চালিত বলে একে হাইড্রোলিক প্রেসও বলা হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৬

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। হাইড্রোলিক প্রেসের কোন অংশকে র্যাম বলে?
(ক) পাটাতনের উপর ফ্রেম (খ) লিভার দণ্ডের সামনের অংশ
(গ) বড় পিস্টন (ঘ) ছোট পিস্টন
- ২। হাইড্রোলিক প্রেস কোন সূত্রের ভিত্তিতে তৈরি করা হয়?
(ক) প্যাসকেলের সূত্র (খ) আর্কিমিডিসের সূত্র
(গ) লিভারের সূত্র (ঘ) ব্রামার সূত্র
- ৩। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের বড় ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত 3:1, ছোট পিস্টনে কত বল প্রয়োগ করলে বড় পিস্টনে 900 N বল পাওয়া যাবে?
(ক) 9N (খ) 30N
(গ) 100N (ঘ) 900N
- ৪। পাত্রে আবদ্ধ তরল পদার্থের কোনো অংশের উপর চাপ প্রয়োগ করলে কী ঘটে?
(ক) পদার্থের ঐ অংশের চাপ ঠিক থাকে (খ) পদার্থের সবদিকের চাপ কমে যায়
(গ) পদার্থের সবদিকে চাপ বৃদ্ধি পায় (ঘ) পদার্থের সবদিকে চাপ সমানভাবে সঞ্চালিত হয়
- ৫। চাপের একক কোনটি?
(ক) প্যাসকেল (খ) নিউটন
(গ) ভেক্টর (ঘ) নিউটন প্রতি মিটার

পাঠ-৭ স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি

১. স্থিতিস্থাপকতা কী তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
২. পীড়ন ও বিকৃতি কী তা বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. হকের সূত্র বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



৫.৭.১ স্থিতিস্থাপকতা, পীড়ন ও বিকৃতি (Elasticity, Stress and Strain)

একটি রাবার ব্যান্ড দু হাতে ধরে দুদিকে টেনেছেন কখনো? হয়তো অনেক বার। না হলে এম্ফুণি চেষ্টা করুন। ব্যান্ডটি টানলে লম্বা হয়, দৈর্ঘ্য বেড়ে যায় (চিত্র ৫.১৩)। আবার ছেড়ে দিলে আগের অবস্থায় ফিরে যায়। আপনি হয়তো গুলতি ব্যবহার করে থাকবেন (চিত্র ৫.১৪)। গুলতির ক্ষেত্রেও একই অবস্থা হয়। এখানে টানা অর্থ বল প্রয়োগ, ছাড়া অর্থ বল তুলে নেয়া। আর দৈর্ঘ্য বেড়ে যাওয়া অর্থ আকার আকৃতির বিকৃত হওয়া।



চিত্র : ৫. ১৩



চিত্র : ৫.১৪

রাবারের বল নিয়ে তার উপর আঙ্গুলের চাপ দিন একটি গর্তের মতো নিচু জায়গা সৃষ্টি হবে। চাপ তুলে নিন। আগের অবস্থায় ফিরে আসবে। বস্তুর উপর বাইরের বল প্রয়োগ করলে তা বিকৃত হয়। সেই সাথে বস্তুর ভেতর থেকে এই প্রযুক্ত বলের বিরুদ্ধে একটি বাধাদানকারী বল সৃষ্টি হয়। তাই বল তুলে নিলে বস্তু আগের অবস্থায় ফিরে আসে।

বাহ্যিক বল প্রয়োগে কোন বস্তুর আকার আকৃতি, আয়তন পরিবর্তনের চেষ্টা করলে বস্তুর মধ্যে ঐ বলের বিরুদ্ধে বাধাদানকারী বল সৃষ্টি হওয়া এবং বল তুলে নিলে বস্তু আগের অবস্থায় ফিরে আসার ধর্মকে স্থিতিস্থাপকতা বলে। যে সব পদার্থের এই ধর্ম আছে তাদের স্থিতিস্থাপক পদার্থ বলে। সব পদার্থই কম বেশি স্থিতিস্থাপক। তবে আলাদা আলাদা পদার্থের ক্ষেত্রে এই বলের আলাদা আলাদা একটি সীমা আছে, যার বেশি বল প্রয়োগ করলে বিকৃত বস্তু আর আগের অবস্থায় ফিরে আসে না। এই সীমাকে বলা হয় ঐ পদার্থের স্থিতিস্থাপক সীমা।

যখন বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করা হয় তখন বস্তুর অণুগুলো পরস্পর থেকে সরে যায়। ফলে বস্তুর আকার, আকৃতি বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটে। বস্তুর একক দৈর্ঘ্য বা আয়তনের পরিবর্তনকে বিকৃতি বলে। বাহ্যিক বলের প্রভাবে বিকৃতির বিরুদ্ধে বস্তুর মধ্যে একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে যে বাধাদানকারী প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয় তার মানকে পীড়ন বলে।

$$\text{পীড়ন} = \frac{\text{প্রতিরোধকারী বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{\text{প্রযুক্ত বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$$

A ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো বস্তুতে F বল প্রয়োগ করা হলে,

$$\text{পীড়ন} = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (৫.৩)$$

পীড়ন একটি স্কেলার রাশি। এর একক Nm⁻² বা Pa (প্যাসকেল)।

৫.৭.২ হুকের সূত্র (Hooke's Law)

কোনো বস্তুর উপর পীড়ন যত বেশি হয় বিকৃতি তত বেশি হয়। ছাদ বা শক্ত অবলম্বন থেকে একটি ধাতব তার (গুণা) ঝুলিয়ে দিয়ে তার নিচে কতগুলো ভার ঝুলিয়ে দিন। এর দৈর্ঘ্য মেপে রাখুন এবার আরও কিছু ভার দিন দেখুন তারের দৈর্ঘ্য আগের থেকে কিছুটা বেড়ে গেছে। অতিরিক্ত ভার সরিয়ে নিয়ে ২ মিনিট অপেক্ষা করে আবার দৈর্ঘ্য মেপে দেখুন আগের দৈর্ঘ্যে ফিরে এসেছে। ক্রমান্বয়ে এভাবে ভার বাড়ালে দৈর্ঘ্য বাড়তে থাকবে। কিন্তু একসময় দেখা যাবে ভার তুলে নিলেও তারের আগের দৈর্ঘ্য ফিরে আসবে না বরং তারটি ছিড়ে যেতে পারে। পীড়নের প্রভাবে বস্তুর বিকৃতির একটি সীমা আছে একে বলা হয় স্থিতিস্থাপকতার সীমা।

ব্রিটিশ বিজ্ঞানী রবার্ট হুক স্থিতিস্থাপকতার এসব বৈশিষ্ট্যকে বিবেচনায় এনে একটি সূত্র দেন। এটি হুকের সূত্র নামে পরিচিত। এই সূত্রটি হলো—

স্থিতিস্থাপকতার সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক। গাণিতিকভাবে

এসএসসি প্রোগ্রাম

পীড়ন \propto বিকৃতি

বা, পীড়ন = প্রবলক \times বিকৃতি

বা, $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} =$ একটি প্রবল সংখ্যা

এই প্রবল সংখ্যাটিকে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে। পীড়নের একক, চাপের একক, Nm^{-2} । বিকৃতির কোন একক নাই। তাই স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক Nm^{-2} ।



সার-সংক্ষেপ:

স্থিতিস্থাপকতা : বাহ্যিক বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর আকার আকৃতি, আয়তন পরিবর্তনের চেষ্টা করলে বস্তুর মধ্যে ঐ বলের বিরুদ্ধে বাধাদানকারী বল সৃষ্টি হয় এবং বল তুলে নিলে বস্তু আগের অবস্থায় ফিরে আসে। বস্তুর এই ধর্মকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

হুকের সূত্র : স্থিতিস্থাপকতার সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক = $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ । স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক Nm^{-2} ।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৭

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। পীড়ন কি?

(ক) পদার্থের বিকৃতি

(খ) পদার্থের বিকৃতির জন্য প্রযুক্ত বল

(গ) স্থিতিস্থাপকতার অন্য নাম

(ঘ) পদার্থের নিজস্ব ধর্ম

২ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক কোনটি ?

(ক) Nm^{-2}

(খ) Nm^2

(গ) Nm

(ঘ) উপরের কোনটিই নয়

৩। কোন পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম আছে ?

(ক) কঠিন

(খ) তরল

(গ) বায়বীয়

(ঘ) উপরের সব পদার্থের

পাঠ ৮ : (ব্যবহারিক- ৮) : কঠিন বস্তুর ঘনত্ব নির্ণয়



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি-

- যে কোনো আকারের নিরেট কঠিন বস্তুর ঘনত্ব নির্ণয় করতে পারবেন।



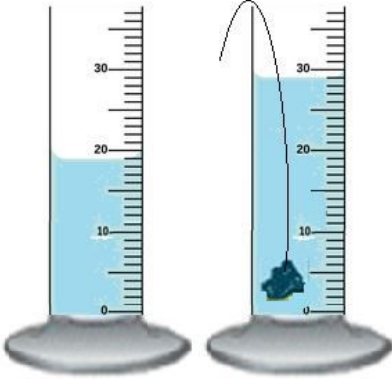
তত্ত্ব :

বস্তুর একক আয়তনের ভরকে ঘনত্ব বলে। অর্থাৎ বস্তুর ভর M এবং আয়তন V হলে বস্তুর

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = \frac{M}{V} \dots \dots \dots (৫.৪)$$

নিজ্জির সাহায্যে বস্তুর ভর (M) পরিমাপ করা যায়। আয়তন দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা মেপে অনিয়মিত আকৃতির নিরেট কঠিন বস্তুর আয়তন নির্ণয় করা সম্ভব নয়। এক্ষেত্রে আর্কিমিডিসের সূত্র ব্যবহার করা যায়। বস্তুকে কোন আবদ্ধ পাত্রের পানিতে বা যে কোনো তরলে ডুবালে বস্তুটি তার সমান আয়তনের তরল অপসারণ করে। এই অপসারিত তরলের আয়তনের (৫.৪) পরিমাপ জেনে বস্তুর আয়তন (V) নির্ণয় করা যায়। এজন্য দাগ কাটা মাপচোঙ ব্যবহার করা যায়। M এবং V এর মান সমীকরণে বসিয়ে বস্তুর ঘনত্ব (ρ) পাওয়া যাবে।

যন্ত্রপাতি : মাপচোঙ, নিজ্জি, পানিতে অদ্রবনীয় অনিয়মিত আকৃতির নমুনা কঠিন বস্তু, পানি, সূতা



চিত্র ৫.১৫ কঠিন বস্তুর আয়তন পরিমাপ

কাজের ধারা :

- নমুনা বস্তুর ভর ও আয়তন রেকর্ডের জন্য একটি ছক তৈরি করুন।
- একটি নিজ্জির সাহায্যে শুকনো অবস্থায় নমুনা কঠিন বস্তুটির ভর মেপে নিন এবং ছকে লিখুন।
- মাপচোঙটি সমতল টেবিলের উপর রেখে এর অর্ধেক পর্যন্ত পানি দিয়ে পূর্ণ করুন। এবং পানির উপরি তলের পাঠ ছকে লিখে রাখুন।
- কঠিন বস্তুটিকে সূতা দিয়ে বেঁধে আস্তে আস্তে মাপচোঙের পানির মধ্যে ছেড়ে দিন। বস্তুটি যেন সম্পূর্ণভাবে ডুবে যায়। এবার আবার পানি তলের পাঠ নিন। এবং খাতায় লিখুন।
- এভাবে মাপচোঙে বিভিন্ন পরিমাণ পানি নিয়ে ২ এবং ৩ নং ধারা পুনরাবৃত্তি করুন এবং পাঠগুলো ছকে লিখুন।
- ছকের ডেটা নিয়ে হিসাব গণনা করে নমুনা বস্তুর ঘনত্ব নির্ণয় করুন।

লক্ষ রাখুন

- কঠিন বস্তুটি এমন হতে হবে যেন এটি সহজে মাপচোঙের মধ্যে ঢুকানো এবং ডুবানো যায়।
- কঠিন বস্তুটি যদি পানিতে দ্রবণীয় হয় তা হলে পরীক্ষণটি সম্ভব হবে না কারণ পরীক্ষা করতে করতে এটি গলে যাবে। আয়তন নির্ণয় সম্ভব হবে না। সে ক্ষেত্রে অন্য তরল ব্যবহার করতে হবে।
- কঠিন বস্তুটি পানি থেকে ভারী হতে হবে। না হলে বস্তুটি পানিতে সম্পূর্ণ ডুববে না। সে ক্ষেত্রে ভিন্ন পদ্ধতি প্রয়োগ করতে হবে।

কঠিন ঘন বস্তুর ভর ও আয়তন নির্ণয়ের ছক

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	কঠিন বস্তুর ভর M gm	পানির উপরি তলের পাঠ		কঠিন বস্তুর আয়তন $V' = (V_2 - V_1)$ cc	বস্তুর গড় আয়তন V cm ³
		বস্তুটি ডুবানোর আগে, V_1 cc	বস্তুটি ডুবানোর পরে, V_2 cc		
1					
2					
3					

হিসাব গণনাঃ

কঠিন বস্তুর আয়তন, $V = \frac{V' + V' + V'}{3} \text{ cm}^3 = \dots \times 10^{-6} \text{ m}^3$

কঠিন বস্তুর ঘনত্ব, $\rho = \frac{M}{V} = \dots \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$



চূড়ান্ত মূল্যায়ন -৫

ক. সাধারণ নির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। নক্ষত্রসমূহের মধ্যে পদার্থ কোন অবস্থায় থাকে ?

- (ক) গ্যাসীয় (খ) কঠিন
(গ) প্লাজমা (ঘ) তরল

২। চাপের একক কী?

- (ক) নিউটন (খ) প্যাসকেল
(গ) প্যাসকেল-নিউটন (ঘ) প্যাসকেল প্রতি বর্গমিটার

৩। বায়ুমন্ডলের চাপ নিচের কোন নিয়ামক দ্বারা প্রভাবিত হয় না

- (ক) ব্যারোমিটারের নলের দৈর্ঘ্য
(খ) বায়ু প্রবাহ
(গ) বায়ুর তাপমাত্রা
(ঘ) জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব

৪। দড়ি দিয়ে বেঁধে একটুকরো ইট পানির তিন ফুট নিচে ঝুলিয়ে দেয়া হলো, ইটটির উপর কোন দিক থেকে পানি চাপ দেবে?

- (ক) সবদিক থেকে
(খ) উপর থেকে নিম্ন চাপ
(গ) নিচের থেকে উর্ধ্ব চাপ
(ঘ) পাশের থেকে পার্শ্ব চাপ

৫। তরলে নিমজ্জিত বস্তুর উপর প্লবতা কী?

- (ক) বস্তুর উপর তরলের প্রযুক্ত লব্ধি বল
(খ) বস্তুর উপর তরলের উর্ধ্বচাপ
(গ) বস্তুর দ্বারা অপসারিত তরলের আয়তন
(ঘ) উপরের সবগুলি

খ. বহুপদী বহু নির্বাচনী সমাপ্তি সূচক প্রশ্নঃ

১। কঠিন পদার্থের মধ্যে -

- i. কণিকাগুলো অবিরাম গতিশীল
ii. কণিকাগুলোর মধ্যে প্রবল আন্তঃআণবিক শক্তি কণিকাগুলোকে বিচ্ছিন্ন হতে দেয় না
iii. প্রতিটি কণিকা নির্দিষ্ট অবস্থানে থেকে অবিরত কম্পিত হয়।
সঠিক উত্তর কোনটি

- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২। স্থিতিস্থাপক পদার্থ বা বস্তুর বৈশিষ্ট্য হলো—

- বাধা দানকারী বলের বিরুদ্ধে এর মধ্যের কণাগুলো সর্বদা ক্রিয়াশীল।
- এর মধ্যে প্রযুক্ত বলের বিরুদ্ধে বাধাদান কারী বলের সৃষ্টি হয়।
- প্রতিটি পদার্থের স্থিতিস্থাপকতার একটি নির্দিষ্ট সীমা আছে।
সঠিক উত্তর কোনটি

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

গ. অভিন্ন তথ্য ভিত্তিক বহু নির্বাচনী প্রশ্ন

নিচের বস্তুর তথ্যগুলি পড়ুন এবং ১ ও ২ নম্বর প্রশ্নের সঠিক উত্তরটিতে টিক দিন।

লোকমান সাহেব জুতোর দোকানে স্পঞ্জের স্যাভেল কিনতে গেলেন। দোকানদার এক জোড়া স্যাভেল দেখিয়ে বললেন এটি ভাল হবে, নিয়ে যান। লোকমান সাহেব স্যাভেলটি বাঁকিয়ে, মুচড়িয়ে দেখলেন, আঙ্গুল দিয়ে টিপে টিপে দেখলেন। এটি আবার আগের অবস্থায় ফিরে এলো। দোকানদার বললেন দেখলেনতো স্যার এটি কেমন নমনীয়, কেমন ইলাস্টিক। আসলে দোকানদার বোঝাতে চাইলেন এটি উত্তম স্থিতিস্থাপক।

১। কোন বস্তু আকার আকৃতি পরিবর্তনের পর আবার আগের অবস্থায় ফিরে আসার বৈশিষ্ট্যকে কী বলে?

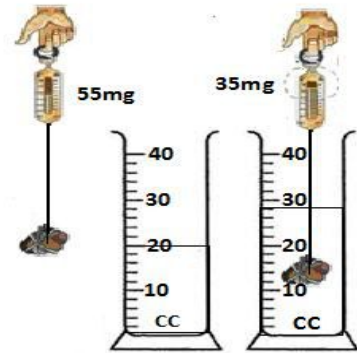
- দৃঢ়তা
- অনমনীয়তা
- স্থিতিস্থাপকতা
- সংনম্যতা

২। কোন বস্তুর উপর বল প্রয়োগ এর আকার আকৃতি পরিবর্তন ঘটিয়ে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে এটি কী হয়?

- পরিবর্তিত অবস্থায় থাকতে চায়
- আগের অবস্থায় ফিরে আসতে চায়
- আগের অবস্থায় ফিরে আসে
- স্থিতিস্থাপক বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী আচরণ করে

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন

১। শোভন একটি পাথরের টুকরা একটি স্প্রিং নিজের সাথে ঝুলিয়ে দিয়ে দেখলেন এটির ভর 55 gm। একটি মাপচোঙে 20 cc পর্যন্ত পানি নিয়ে নিজিতে ঝুলানো অবস্থায় পাথরের টুকরাটি ঐ পানিতে ডুবিয়ে দিয়ে দেখলেন স্প্রিং নিজিটিতে মাপের সূচকটি 35 gm দাগে উঠে এসেছে। এবং মাপচোঙে পানি 28 cc হয়েছে।(পাশের ২.১৬ চিত্রটি দেখুন)। এবার পানির বদলে শোভন কেরোসিন নিয়ে পরীক্ষার পরিকল্পনা করলেন পানির ঘনত্ব 1 gm/cc কিন্তু কেরোসিনের ঘনত্ব 0.8 gm/cc। নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।



চিত্র : ২.১৬

- বস্তুর ঘনত্বের সংজ্ঞা দিন।
- পাথরটি পানিতে ডুবালে মাপ চোঙের পানির লেভেল কতটা বেড়েছে কেন বেড়েছে?
- প্রাপ্ত তথ্য থেকে বস্তুটির ঘনত্ব নির্ণয় করুন।

(ঘ) পানির বদলে মাপচোঙে কেরোসিন নিয়ে পরীক্ষা করলে কি কি পার্থক্য হবে? আপনার বক্তব্যের সপক্ষে যুক্তি দিন।

🔑 বহুনির্বাচনী প্রশ্নসমূহের উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.১ :	১। (ঘ)	২। (ক)	৩। (ক)	৪। (খ)	৫। (গ)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.২ :	১। (ক)	২। (ঘ)	৩। (ঘ)	৪। (ঘ)	৫। (ক)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৩ :	১। (খ)	২। (খ)	৩। (গ)	৪। (ঘ)	৫। (ঘ)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৪ :	১। (খ)	২। (খ)	৩। (গ)	৪। (ঘ)	৫। (ঘ)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৫ :	১। (গ)	২। (গ)	৩। (গ)	৪। (ঘ)	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৬ :	১। (গ)	২। (ক)	৩। (ঘ)	৪। (ঘ)	৫। (ক)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৭ :	১। (খ)	২। (খ)	৩। (ঘ)		

চূড়ান্ত মূল্যায়ন ৫

ক. সাধারণ বহুনির্বাচনী প্রশ্ন : ১। (গ) ২। (খ) ৩। (ক) ৪। (ক) ৫। (ক)

খ. বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন : ১। (ঘ) ২। (খ)

গ. অভিন্ন তথ্য ভিত্তিক বহু নির্বাচনী প্রশ্ন : ১। (গ) ২। (ঘ)

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন : (ক) ৫.২.২ পাঠ্যাংশে দেখুন (খ) ৫.৪.১ পাঠ্যাংশে দেখুন

(গ) ব্যবহারিক পঠ-১ দেখুন (ঘ) ৫.৪.২ থেকে নিজে ব্যাখ্যা করুন, টিউটোরিয়াল ক্লাসে শিক্ষককে দেখান।