পঞ্চম অধ্যায়
পদার্থের অবস্থা ও চাপ
LECTURE SHEET

- **চাপ (Pressure) :** কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে।

  অর্থাৎ, চাপ = $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$। গাণিতিকভাবে, $P = \frac{F}{A}$

  চাপ একটি স্কেলার রাশি বা অদিক রাশি। চাপের একক প্যাসকেল (Pa) বা Nm^{-2}।

  প্যাসকেল (Pa) : $1m^2$ ক্ষেত্রফলের ওপর 1N বল লম্বভাবে প্রযুক্ত হলে যে চাপের সৃষ্টি হয় তাকে 1Pa বলে।

- **ঘনত্ব (Density) :** বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে। একে ρ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

  অর্থাৎ, ঘনত্ব = $\frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$। গাণিতিকভাবে, $\rho = \frac{m}{V}$

  ঘনত্ব একটি স্কেলার রাশি বা অদিক রাশি। এসআই বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে ঘনত্বের একক kgm^{-3}।

- **প্লবতা :** কোনো বস্তু সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে কোনো স্থির তরল কিংবা বায়বীয় পদার্থে নিমজ্জিত করলে ঐ বস্তুর ওপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে যে ঊর্ধ্বমুখী লব্ধি বল প্রয়োগ করে তাকে প্লবতা বলে। অর্থাৎ, প্লবতা = লব্ধি বল

- **আর্কিমিডিসের নীতি (Archimede's Principle) :** বস্তুকে কোনো স্থির তরল অথবা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ ডুবালে বস্তুটি কিছু ওজন হারায়। এ হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

- **লোহার জাহাজ ভাসে :** লোহার টুকরা পানিতে ভাসে না কারণ লোহার খন্ড দ্বারা অপসারিত পানির ওজন লোহা খণ্ডের ওজনের চেয়ে অনেক কম। কিন্তু লোহার তৈরি হলেও জাহাজ পানিতে ভাসে কারণ জাহাজের ভিতরটা ফাঁপা। ফলে জাহাজ যে আয়তনের পানি অপসারণ করে তার ওজন জাহাজের ওজনের চেয়ে বেশি হয়। এতে জাহাজ পানিতে নামালে প্রথমে ডুবতে শুরু করে। খানিকটা ডোবার পর যখন অপসারিত পানির ওজন জাহাজের ওজনের সমান হয় তখন জাহাজটি ভাসতে থাকে।

- **প্যাসকেলের সূত্র (Pascal's Law) :** আবদ্ধ পাত্রে তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশের ওপর বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছুমাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থর সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

- **বল বৃদ্ধিকরণ নীতি :** কোনো তরল পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশের ওপর পিস্টন দ্বারা কোনো বল প্রয়োগ করলে এর বৃহত্তম পিস্টনগুলোতে সেই বলের বহুগুণ বল প্রযুক্ত হতে পারে, একে বল বৃদ্ধিকরণ নীতি বলে।

- **স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity) :** বাহ্যিক বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে অর্থাৎ বস্তু বিকৃতি হয় তাহলে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে যে ধর্মের ফলে বিকৃত বস্তু আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।
- **স্থিতিস্থাপক সীমা (Elastic Limit) :** যে মানের বল পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে অর্থাৎ সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে যায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।
- **বিকৃতি (Strain) :** বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন হয় তাকে বিকৃতি বলে।
- **পীড়ন (Stress) :** বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভিতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। এই প্রতিরোধ বল বাহ্যিক বলকে বাধাদানের চেষ্টা করে। বস্তুর ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।
- **হুকের সূত্র (Hooke's Law) :** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক। গাণিতিকভাবে, পীড়ন $\propto$ বিকৃতি।

  $\therefore$ পীড়ন = ধ্রুবক $\times$ বিকৃতি

  বা, $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক
- **পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের স্বীকার্য (Molecular kinetic theory of matter) :** পদার্থের অণুগুলো গতিশীল অবস্থায় আছে, এই ধারণা ধরে নেওয়াই পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের মূল বিষয়। নিম্নবর্ণিত স্বীকার্যগুলোর ওপর পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্ব প্রতিষ্ঠিত :

  ১. যেকোনো পদার্থ অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণার সমন্বয়ে গঠিত। এই কণাগুলোকে পদার্থের অণু বলে।

  ২. অণুগুলো এতো ক্ষুদ্র যে তাদেরকে বিন্দুবৎ বিবেচনা করা হয়।

  ৩. পদার্থের কণাগুলো সর্বদা গতিশীল।

  ৪. গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুগুলো বেশ দূরে দূরে থাকে, এজন্য তাদের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল কাজ করে না বললেই চলে। তরলের ক্ষেত্রে অণুগুলো কিছুটা দূরে দূরে থাকলেও তাদের মধ্যে আকর্ষণ বল কাজ করে এবং তরলকে পাত্রের আকারে ধারণ করতে বাধ্য করে। কঠিন পদার্থের ক্ষেত্রে কণাগুলো খুব কাছাকাছি থাকে এবং তাদের মাঝে তীব্র আকর্ষণ বল কাজ করে বিধায় কঠিন পদার্থের নিজস্ব আকার ও আয়তন থাকে।

  ৫. গ্যাস ও তরলের ক্ষেত্রে কণাগুলো এলোমেলো ছোটাছুটি করে এজন্য এরা পরস্পরের সাথে এবং পাত্রের দেয়ালের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়।

পদার্থের প্লাজমা অবস্থা (Plasma state of matter) : পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম প্লাজমা। এই প্লাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস। প্লাজমার বড় উৎস হচ্ছে সূর্য। তাছাড়া অন্য নক্ষত্রগুলোও প্লাজমার উৎস। প্রায় কয়েক হাজার ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় প্লাজমা অবস্থার উৎপত্তি হয়। গ্যাসের ন্যায় প্লাজমার

কোনো নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নেই। প্লাজমা কণাগুলো তড়িৎ আধান বহন করে তাই প্লাজমা তড়িৎ পরিবাহী হিসেবে কাজ করে। শিল্প কারখানার প্লাজমা টর্চ দিয়ে ধাতব পদার্থ কাটা হয়।

প্রশ্ন ॥ ১ ॥ বল, চাপ ও ক্ষেত্রফলের সম্পর্ক কী?

উত্তর : কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে। যদি A ক্ষেত্রফলের ওপর ক্রিয়ারত লম্বভাবে প্রযুক্ত বল F হয়,

তাহলে চাপ $P = \frac{F}{A}$

অর্থাৎ, চাপ $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$\therefore$ বল = চাপ $\times$ ক্ষেত্রফল

এটাই বল, চাপ ও ক্ষেত্রফলের সম্পর্ক।

প্রশ্ন ॥ ২ ॥ ঘনত্ব কাকে বলে? এর একক কী?

উত্তর : কোনো বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে। এর একক kgm^{-3}।

প্রশ্ন ॥ ৩ ॥ বায়ুমন্ডলীয় চাপ কাকে বলে?

উত্তর : বায়ুমন্ডল তার ওজনের জন্য ভূপৃষ্ঠের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্থানের বায়ুমন্ডলীয় চাপ বলে।

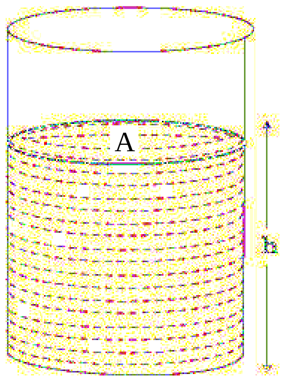
প্রশ্ন ॥ ৪ ॥ টরিসেলির শূন্যস্থান কি প্রকৃতপক্ষে শূন্য? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : টরিসেলির শূন্যস্থান প্রকৃতপক্ষে শূন্য নয়।

এখানে সামান্য পারদবাষ্প থাকে। যদিও বায়ুর চাপ পরিমাপক যন্ত্রের কাচনলে যে পারদস্তম্ভ দাঁড়িয়ে থাকে তার ওপর নলের বন্ধ প্রান্ত পর্যন্ত স্থান শূন্য ধরা হয়, যা আপাতদৃষ্টিতে শূন্য বলে মনে হয়।

প্রশ্ন ॥ ৫ ॥ তরলের চাপ ও উচ্চতার মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর।

উত্তর : তরল পদার্থের ভিতরে কোনো বিন্দুতে চাপ বলতে ঠিক ঐ বিন্দুর চারদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে অনুভূত বলকে বোঝায়।



মনে করি, A ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পাত্রে ρ ঘনত্বের তরলের উচ্চতা h।

এখন A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল = তরলের ওজন

= তরলের ভর $\times$ g

= তরলের আয়তন × ঘনত্ব × g

= তরলের ক্ষেত্রফল × তরলের গভীরতা × ঘনত্ব × g

= $Ah\rho g$

আমরা জানি, চাপ = $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$= \frac{Ah\rho g}{A}$

$\therefore P = h\rho g$

নির্দিষ্ট ঘনত্বের তরলের জন্য ρ ও g ধ্রুবক, তাই $P \propto h$।

অতএব, নির্দিষ্ট স্থানে নির্দিষ্ট ঘনত্বের তরলের চাপ এর উচ্চতার সমানুপাতিক।

● ■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ॥ ১ ॥ প্রবাহী কী?

উত্তর : যে পদার্থ প্রবাহিত হয় বা হতে পারে তাকে প্রবাহী বলে।

প্রশ্ন ॥ ২ ॥ প্লবতার মান কী পরিমাণ হয়?

উত্তর : প্লবতার মান বস্তুর নিমজ্জিত অংশ কর্তৃক অপসারিত তরল বা গ্যাসের সমান হয়।

প্রশ্ন ॥ ৩ ॥ ব্যারোমিটার দ্বারা কী মাপা হয়?

উত্তর : ব্যারোমিটার দ্বারা বায়ুর চাপ মাপা হয়।

প্রশ্ন ॥ ৪ ॥ বল বৃদ্ধিকরণ নীতি কাকে বলে?

উত্তর : আবদ্ধ তরল পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশের ওপর পিস্টন দ্বারা কোনো বল প্রয়োগ করলে এর বৃহত্তম পিস্টনে সেই বলের বহুগুণ বেশি বল প্রযুক্ত হতে পারে। একে বল বৃদ্ধিকরণ নীতি বলে।

প্রশ্ন ॥ ৫ ॥ পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু কাকে বলে?

উত্তর : বাহ্যিক বল অপসারিত হলে যদি বিকৃত বস্তু ঠিক আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাহলে ওই বস্তুকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলে।

প্রশ্ন ॥ ৬ ॥ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কাকে বলে?

উত্তর : একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো তারের দৈর্ঘ্য বরাবর যে বল প্রয়োগ করলে দৈর্ঘ্য বিকৃতি একক হয় অর্থাৎ তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হয় তাকে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

প্রশ্ন ॥ ৭ ॥ স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে?

উত্তর : যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে বস্তু আর পূর্বের আকার ফিরে পায় না। বস্তুর ওপর প্রয়োগকৃত বলের এই সীমাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

প্রশ্ন ॥ ৮ ॥ পীড়ন কাকে বলে?

উত্তর : কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করলে স্থিতিস্থাপকতার দরুন এর মধ্যে একটি প্রতিরোধকারী বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর ভেতর একক ক্ষেত্রফল লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলই পীড়ন।

প্রশ্ন ॥ ৯ ॥ পৃথিবী পৃষ্ঠে প্রতি বর্গমিটারে বায়ুমন্ডলীয় চাপ কত?

উত্তর : পৃথিবী পৃষ্ঠের প্রতি বর্গমিটারে বায়ুমন্ডলীয় চাপ প্রায় 10^5 N।

প্রশ্ন ॥ ১০ ॥ Nm^{-2} কিসের একক?

উত্তর : Nm^{-2} পীড়নের একক।

প্রশ্ন ॥ ১১ ॥ এভারেস্ট পর্বতশৃঙ্গে বায়ুমন্ডলীয় চাপ কত?

উত্তর : এভারেস্ট পর্বতশৃঙ্গে বায়ুমন্ডলীয় চাপ সমুদ্র সমতলের চাপের প্রায় 30%।

প্রশ্ন ॥ ১২ ॥ ঘনত্ব কিসের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর : ঘনত্ব বস্তুর উপাদান ও তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ॥ ১৩ ॥ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক কী?

উত্তর : স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক Nm^{-2}।

প্রশ্ন ॥ ১৪ ॥ বস্তুর ওজন তরলের প্লবতার সমান হলে কী ঘটবে?

উত্তর : বস্তুটি তরলে নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

প্রশ্ন ॥ ১৫ ॥ কত তাপমাত্রায় প্লাজমা অবস্থার উৎপত্তি হয়?

উত্তর : প্রায় কয়েক হাজার ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় প্লাজমা অবস্থার উৎপত্তি হয়।

প্রশ্ন ॥ ১৬ ॥ পদার্থের আণবিক তত্ত্বের মূল বিষয় কী?

উত্তর : পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের মূল বিষয় হচ্ছে পদার্থের অণুগুলো গতিশীল।

● ■ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ॥ ১ ॥ 'হাঁটার সময় হাইহিল জুতা মাটিতে দেবে যায়, কিন্তু চ্যাপ্টা তলাবিশিষ্ট জুতা দেবে যায় না'—এর কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : যেকোনো বস্তু বা ব্যক্তি যখন মাটিতে প্রচণ্ড চাপের সৃষ্টি করে, তখন মাটিতে দেবে যায়। যেহেতু চাপ = $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$।

প্রচণ্ড চাপ সৃষ্টির জন্য অল্প ক্ষেত্রফলে অধিকতর বেশি চাপ প্রয়োগ করতে হয়। চ্যাপ্টা তলাবিশিষ্ট জুতার তলার ক্ষেত্রফল হাইহিলের তুলনায় অনেক বেশি, তাই এখানে সৃষ্ট চাপের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত কম বলে তা মাটিতে দেবে যায় না। পক্ষান্তরে, হাইহিলে উক্ত ব্যক্তির সম্পূর্ণ ওজন অতি সামান্য ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত হয় বলে প্রচণ্ড চাপের সৃষ্টি হওয়ায় হাইহিল জুতা মাটিতে দেবে যায়।

প্রশ্ন ॥ ২ ॥ পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} – ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোনো বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে। অর্থাৎ ঘনত্ব = $\frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$।

যেহেতু $1000\ kgm^{-3} = \frac{1000\ kg}{1m^3}$, তাই পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$ বলতে বোঝায়, প্রতি ঘন মিটার পানির ভর $1000\ kg$।

প্রশ্ন ॥ ৩ ॥ মৃত সাগরে মানুষ না ডুবার কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : মৃত সাগরের পানিতে দ্রবীভূত খনিজ লবণের পরিমাণ এত বেশি যে, এর গড় ঘনত্ব মানবদেহের গড় ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি। এক্ষেত্রে মানবদেহের ওজন অপসারিত সমআয়তন পানির ওজন অপেক্ষা অনেক কম হওয়ায় অতিরিক্ত প্লবতার কারণে মানুষ ঐ সাগরের পানিতে ডোবে না।

প্রশ্ন ॥ ৪ ॥ মানুষ বায়ুমন্ডলের প্রচন্ড চাপ অনুভব না করার কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : পৃথিবী বায়ুমন্ডল দ্বারা পরিবেষ্টিত। ওজন থাকার কারণে বায়ুমন্ডলের চাপ আছে। পৃথিবী পৃষ্ঠে এই চাপ প্রতি বর্গমিটারে প্রায় $10^5\ N$। একজন পূর্ণবয়স্ক মানুষের দেহের ক্ষেত্রফল $1.5\ m^2$ ধরলে বায়ুমন্ডল তার দেহের ওপর $1.5 \times 10^5\ N$ বল প্রয়োগ করে। তবে মানুষের শরীরের ভেতরে রক্তের চাপ বাইরের এই চাপ অপেক্ষা সামান্য বেশি বলে মানুষ সাধারণত বায়ুর এই চাপ অনুভব করে না।

প্রশ্ন ॥ ৫ ॥ ব্যারোমিটারের পারদস্তম্ভের উচ্চতা হঠাৎ খুব কমে গেলে আবহাওয়া সম্পর্কে কী পূর্বাভাস দেওয়া যায়– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : হঠাৎ যদি পারদস্তম্ভের উচ্চতা খুব কমে যায় তবে বুঝতে হবে চারদিকে বায়ুমন্ডলের চাপ সহসা কমে গেছে এবং ঐ স্থানে নিম্নচাপের সৃষ্টি হয়েছে। পার্শ্ববর্তী উচ্চচাপের স্থান থেকে প্রবল বেগে বায়ু ঐ নিম্নচাপের অঞ্চলে ছুটে আসবে। সুতরাং ঝড়ের সম্ভাবনা আছে।

প্রশ্ন ॥ ৬ ॥ কোনো বস্তু যখন স্বাভাবিক অবস্থা হতে বিকৃত হয় তখন কী ঘটে– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুর ওপর বাহ্যিক বল প্রয়োগের ফলে বস্তুটি যখন স্বাভাবিক অবস্থা হতে বিকৃত হয় তখন বস্তুর অণুগুলো পরস্পর থেকে দূরে সরে যায়। তার ফলে বস্তুর দৈর্ঘ্য, আয়তন বা আকৃতির পরিবর্তন ঘটে। এই প্রতিরোধ বল বাহ্যিক বলকে বাধাদানের চেষ্টা করে।

প্রশ্ন ॥ ৭ ॥ হুকের সূত্র গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : হুকের সূত্রটি হলো "স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।"

গাণিতিকভাবে,

$$\text{পীড়ন} \propto \text{বিকৃতি}$$

$$\text{বা, পীড়ন} = \text{ধ্রুবক} \times \text{বিকৃতি}$$

$$\therefore \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \text{ধ্রুবক।}$$

এই ধ্রুবককে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে এবং এর একক Nm^{-2}।

প্রশ্ন ॥ ৮ ॥ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক পীড়নের এককের সমান'– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত যে ধ্রুব সংখ্যা তাকে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে। অর্থাৎ

$$\text{স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক} = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}।$$

যেহেতু বিকৃতির কোনো একক নেই এবং পীড়নের একক Nm^{-2},

$$\text{সুতরাং স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক} = \frac{\text{পীড়নের একক}}{\text{বিকৃতির একক}}$$

$$= \frac{Nm^{-2}}{1} = Nm^{-2}$$

তাই বলা হয়, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক পীড়নের এককের সমান।

প্রশ্ন ॥ ৯ ॥ পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্ব ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : পদার্থের অণুগুলোর গতিশীল অবস্থা আছে, এই ধারণা ধরে নেওয়াই পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের মূল বিষয়। এই তত্ত্ব বেশ কয়েকটি স্বীকার্যের ওপর প্রতিষ্ঠিত, যেমন : যেকোনো পদার্থ অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণার সমন্বয়ে গঠিত। এই কণাগুলোকে পদার্থের অণু বলে। অণুগুলো এত ক্ষুদ্র যে তাদেরকে বিন্দুবৎ বিবেচনা করা হয়। পদার্থের কণাগুলো সর্বদা গতিশীল।

প্রশ্ন ॥ ১০ ॥ কোনো কঠিন বস্তু পানিতে ডুববে নাকি ভাসবে তা এর উপাদানের ঘনত্ব দ্বারা কীভাবে অনুধাবন করা যায়– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : শুধু ঘনত্ব জেনে কোনো বস্তু পানিতে ডুববে না ভাসবে তা বলে দেয়া যায়। এক্ষেত্রে বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্ব ($1000\ kgm^{-3}$) অপেক্ষা বেশি হলে বস্তুটি পানিতে ডুবে যাবে এবং বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্ব অপেক্ষা কম হলে বস্তুটি পানিতে ভেসে থাকবে। কোনো বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্বের সমান হলে এটি তখন পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে। যেমন : অ্যালুমিনিয়ামের ঘনত্ব $2700\ kgm^{-3}$ এবং মোমের ঘনত্ব $800\ kgm^{-3}$। সুতরাং একটি টুকরা অ্যালুমিনিয়াম পানিতে ডুবে যাবে এবং মোমের একটি টুকরা পানিতে ভেসে থাকবে।

প্রশ্ন ॥ ১১ ॥ দৈনন্দিন জীবনে ঘনত্বের গুরুত্ব বর্ণনা কর।

উত্তর : আইপিএস, গাড়ি বা মাইকের ব্যাটারি বা সঞ্চয়ী কোষে ব্যবহৃত সালফিউরিক এসিডের ঘনত্ব $1{\cdot}5 \times 10^3\ kgm^{-3}$ থেকে $1{\cdot}3 \times 10^3\ kgm^{-3}$ হয়। হাইড্রোমিটার দিয়ে মাঝে মাঝে ঘনত্ব মেপে দেখতে হয়। ঘনত্ব বেশি হলে কোষটি নষ্ট হয়ে যায়। এ জন্য মাঝে মাঝে প্রয়োজনীয় পানি দিয়ে ঘনত্ব ঠিক রাখতে হয়।

প্রশ্ন ॥ ১২ ॥ কীভাবে আবহাওয়ার পূর্বাভাস পাওয়া যায়?

উত্তর : ব্যারোমিটারে পারদস্তম্ভের উচ্চতা দেখে আবহাওয়ার পূর্বাভাস পাওয়া যায়। যদি পারদস্তম্ভের উচ্চতা ধীরে ধীরে কমতে থাকে, তবে বুঝতে হবে বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে যাচ্ছে। এক্ষেত্রে বৃষ্টিপাতের সম্ভাবনা আছে। পারদস্তম্ভের উচ্চতা হঠাৎ যদি খুব কমে যায়, তবে ঝড়ের সম্ভাবনা বুঝতে হবে। আর, পারদস্তম্ভের উচ্চতা ধীরে ধীরে বাড়তে থাকলে বুঝতে হবে আবহাওয়া শুষ্ক ও পরিষ্কার।

প্রশ্ন ॥ ১৩ ॥ কোনো বস্তুকে তরলে ডুবালে তা হালকা মনে হয় কেন?

উত্তর : আমরা জানি, কোনো ভারী বস্তুকে পানিতে অর্থাৎ তরলে ডুবালে তরল বস্তুটির উপর একটি ঊর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ করে। বস্তুর ওজন ঐ ঊর্ধ্বমুখী বল একই সরলরেখায় বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় তরলে বস্তুটির ওজন হ্রাস পায়। এ জন্য কোনো বস্তুকে তরলে ডুবালে তা হালকা মনে হয়।

প্রশ্ন ॥ ১৪ ॥ লোহার তৈরি জাহাজ ভাসে কেন?

উত্তর : লোহার টুকরা পানিতে ভাসে না কারণ লোহার খণ্ড দ্বারা অপসারিত পানির ওজন লোহা খণ্ডের ওজনের চেয়ে কম। কিন্তু লোহার তৈরি হলে জাহাজ পানিতে ভাসে কারণ জাহাজের ভেতরটা ফাঁপা। ফলে জাহাজ যে আয়তনের পানি অপসারণ করে তার ওজন জাহাজের ওজনের চেয়ে বেশি হয়। এতে জাহাজ পানিতে নামালে পথমে ডুবতে শুরু করে। খানিকটা ডুবার পর যখন অপসারিত পানির ওজন জাহাজের ওজনের সমান হয় তখন জাহাজটি ভাসতে থাকে।

প্রশ্ন ॥ ১৫ ॥ ইস্পাত ও রাবারের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক এবং কেন?

উত্তর : আমরা জানি, একই প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ও দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন ভিন্ন বস্তুর যেটিতে বেশি প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয় সে বস্তুটির স্থিতিস্থাপকতা বেশি হবে। অর্থাৎ দুটি বস্তুর মধ্যে যার স্থিতিস্থাপক সীমার মান বেশি সেটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক। ইস্পাত ও রাবারের মধ্যে ইস্পাতের স্থিতিস্থাপক সামার মান বেশি।
সমপরিমাণ বল প্রয়োগের জন্য ইস্পাতের প্রতিরোধ বলের মান বেশি হয়। তাই ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক।

প্রশ্ন ॥ ১৬ ॥ দেখাও যে, স্থির তরলের কোনো বিন্দুতে চাপ গভীরতার সমানুপাতিক।

উত্তর : তরল পদার্থের ভেতরে কোনো বিন্দুতে চাপ বলতে ঠিক ঐ বিন্দুর চারদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে অনুভূত বলকে বোঝায়।

ρ ঘনত্বের কোনো তরল পদার্থের ভেতরে, h গভীরতায় কোনো বিন্দুতে চাপ = বিন্দুর গভীরতা × তরলের ঘনত্ব × অভিকর্ষজ ত্বরণ

অর্থাৎ, $P = h \times \rho \times g$

$\therefore \; P = h\rho g$

যেহেতু g এবং স্থির তরলের ঘনত্ব ρ ধ্রুবক

$\therefore P \propto h$

অর্থাৎ তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে অনুভূত চাপ ঐ বিন্দুর গভীরতার সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ॥ ১৭ ॥ একটি ভারী বস্তুকে বাতাস অপেক্ষা পানিতে উত্তোলন সহজ কেন?

উত্তর : আমরা জানি, কোনো ভারী বস্তুকে পানিতে নিমজ্জিত করলে পানি বস্তুটির ওপর একটি ঊর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা প্রয়োগ করে। বস্তুর ওজন ও প্লবতা একই সরলরেখায় বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় পানিতে বস্তুর ওজন হ্রাস পায়। সেজন্য কোনো ভারী বস্তুকে বাতাস অপেক্ষা পানিতে উত্তোলন করা সহজ।

প্রশ্ন ॥ ১৮ ॥ সমুদ্র উপকূলে অবস্থিত পুকুরের তলদেশে চাপ কীরূপ হবে?

উত্তর : সমুদ্র উপকূলে অবস্থিত পুকুরের তলদেশের চাপ সমুদ্রের পানির ঘনত্ব, পুকুরের গভীরতা ও অভিকর্ষজ ত্বরণের ওপর নির্ভর করে। সাধারণ পুকুর ও নদীর পানির তুলনায় সমুদ্রের পানির ঘনত্ব বেশি। ফলে একই গভীরতায় সাধারণ পুকুরের তুলনায় সমুদ্র উপকূলে অবস্থিত পুকুরের তলদেশের চাপ বেশি হবে।

প্রশ্ন ॥ ১৯ ॥ তামার তৈরি বল পারদে ভাসবে কিনা? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোনো বস্তু তরলে ভাসবে না ডুববে তা বস্তু এবং তরল উভয়ের আপেক্ষিক গুরুত্ব বা ঘনত্বের ওপর নির্ভরশীল। বস্তুর ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের চেয়ে কম হলে বস্তুটি উক্ত তরলে ভেসে থাকবে। আবার, বস্তুর ঘনত্ব তরলের চেয়ে বেশি হলে বস্তুটি উক্ত তরলে ডুবে যাবে।

তামার ঘনত্ব 8920 kgm^{-3} এবং পারদের ঘনত্ব 13600 kgm^{-3} কাজেই তামার তৈরি বল পারদে ভাসবে কারণ তামার ঘনত্ব পারদের ঘনত্বের চেয়ে কম।

গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
➧ $P = \frac{F}{A}$	F = প্রযুক্ত বল A = ক্ষেত্রফল P = চাপ
➧ $\rho = \frac{m}{V}$	m = বস্তুর ভর V = বস্তুর আয়তন ρ = বস্তুর ঘনত্ব
➧ $P = h\rho g$	h = উচ্চতা g = অভিকর্ষজ ত্বরণ
➧ প্লবতা = $V\rho g$	V = বস্তুর আয়তন ρ = বস্তুর ঘনত্ব g = অভিকর্ষজ ত্বরণ
➧ প্লবতা = $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$	F_2 = বড় পিস্টনের বল F_1 = ছোট পিস্টনে বল A_2 = বড় পিস্টনের ক্ষেত্রফল A_1 = ছোট পিস্টনের ক্ষেত্রফল
➧ $Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$	Y = স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক

গাণিতিক উদাহরণ ৫.১ : জুতা পায়ে মাটিতে দাঁড়িয়ে থাকা একজন মহিলার ভর 50 kg।

তার জুতার তলার ক্ষেত্রফল 200 cm^2 হলে মাটিতে জুতার চাপ বের কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

ভর, $m = 50$ kg

বল, $F = W = mg = 50 \text{ kg} \times 9{\cdot}8 \text{ ms}^{-2} = 490 \text{ N}$

জুতার তলার ক্ষেত্রফল, $A = 200 \text{ cm}^2$

$= 200 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

চাপ, $P = ?$

আমরা জানি,

$$\text{চাপ, } P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A}$$

$$= \frac{490 \text{ N}}{200 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$= 2{\cdot}45 \times 10^4 \text{ Pa}$$

অতএব, মাটিতে জুতার চাপ $2{\cdot}45 \times 10^4$ Pa।

গাণিতিক উদাহরণ ৫.২ : একটি পাত্রে কেরোসিন আছে। কেরোসিনের উপরিতল থেকে 75 cm গভীরে কোনো বিন্দুতে চাপের মান নির্ণয় কর। কেরোসিনের ঘনত্ব 800 kg m^{-3}।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

তরলের গভীরতা, $h = 75$ cm

$= 0{\cdot}75$ m

তরলের ঘনত্ব, $\rho = 800 \text{ kg m}^{-3}$

চাপ, $P = ?$

আমরা জানি,

$$P = h\rho g$$

$$= 0{\cdot}75 \text{ m} \times 800 \text{ kg m}^{-3} \times 9{\cdot}8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 5880 \text{ Pa}$$

অতএব, চাপ 5880 Pa।

গাণিতিক উদাহরণ ৫·৩ : $2m^3$ আয়তনের তরলের ভর 2000 kg হলে তরলের ঘনত্ব কত?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

ভর, $m = 2000$ kg

আয়তন, $V = 2m^3$

ঘনত্ব, $\rho = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{2000 \text{ kg}}{2 \text{ m}^3}$$

$$= 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

অতএব, তরলের ঘনত্ব 1000 kg m^{-3}।

সমস্যা ॥ ৪ ॥ একটি চোঙের ভূমির ক্ষেত্রফল $0{\cdot}2 \text{ m}^2$ এবং উচ্চতা $0{\cdot}5$ m। এই চোঙটিকে পূর্ণ করতে 80 kg কেরোসিনের প্রয়োজন হয়। কেরোসিনের ঘনত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে, ভর, $m = 80$ kg

ক্ষেত্রফল, $\pi r^2 = 0{\cdot}2 \text{ m}^2$

উচ্চতা, $h = 0{\cdot}5$m

কেরোসিনের ঘনত্ব, $\rho = ?$

আমরা জানি,

$$\text{আয়তন}, V = \pi r^2 h = 0{\cdot}2 \text{ m}^2 \times 0{\cdot}5\text{m}$$

$$= 0{\cdot}10 \text{ m}^3$$

$$\text{আবার, ঘনত্ব} = \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$$

$$\therefore \rho = \frac{80 \text{ kg}}{0{\cdot}10 \text{ m}^3} = 800 \text{ kgm}^{-3}$$

নির্ণেয় কেরোসিনের ঘনত্ব 800 kgm^{-3}।

সমস্যা ॥ ৫ ॥ কোন স্থানের বায়ুর চাপ 76 cm পারদস্তম্ভ চাপের সমান। পারদের ঘনত্ব 13600 kgm^{-3} হলে ঐ স্থানের বায়ুর চাপ কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

উচ্চতা, h = 76 cm

= 0·76 m

পারদের ঘনত্ব, ρ = 13600 kgm^{-3}

অভিকর্ষজ ত্বরণ, g = 9·8 ms^{-2}

বায়ুর চাপ, P = ?

আমরা জানি,

বায়ুর চাপ, $P = h\rho g$

$= 0{\cdot}76\ m \times 13600\ kgm^{-3} \times 9{\cdot}8\ ms^{-2}$

$= 101292{\cdot}8\ \frac{kg{\cdot}ms^{-2}}{m^2}$

$= 1{\cdot}01 \times 10^5\ \frac{N}{m^2}$

$= 1{\cdot}01 \times 10^5$ Pa

নির্ণেয় স্থানের বায়ুর চাপ $1{\cdot}01 \times 10^5$ Pa।

সমস্যা ॥ ৬ ॥ একটি পুকুরের তলদেশে চাপ $2{\cdot}94 \times 10^4$ Pa হলে ঐ পুকুরের গভীরতা নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

চাপ, P = $2{\cdot}94 \times 10^4$ Pa

পানির ঘনত্ব, ρ = 1000 kgm^{-3}

অভিকর্ষজ ত্বরণ, g = 9·8 ms^{-2}

পুকুরের গভীরতা, h = ?

আমরা জানি,

চাপ, $P = h\rho g$

$$\therefore\ h = \frac{P}{\rho g}$$

$$= \frac{2{\cdot}94 \times 10^4\ Pa}{1000\ kgm^{-3} \times 9{\cdot}8\ ms^{-2}}$$

$$= 3{\cdot}\ \frac{Nm^{-2}}{kgms^{-2}m^{-3}}$$

$$= \frac{3{\cdot}kg{\cdot}ms^{-2}{\cdot}m^{-2}}{kg{\cdot}m^{-2}{\cdot}s^{-2}} = 3\ m$$

নির্ণেয় পুকুরের গভীরতা 3m।

সমস্যা ॥ ৭ ॥ ফিলিপাইন দ্বীপপুঞ্জের অদূরে মারিয়ানা ট্রেন্স সমুদ্র পৃষ্ঠ থেকে গভীরতম স্থান। এর গভীরতা 10863 m। সমুদ্রের পানির ঘনত্ব 1025 kgm^{-3} হলে মারিয়ানা ট্রেন্সের তলদেশে পানির চাপ কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

গভীরতা, $h = 10863\ m$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1025\ kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9{\cdot}8\ ms^{-2}$

তলদেশে পানির চাপ, $P = ?$

আমরা জানি,

চাপ, $P = h\rho g$

$= 10863\ m \times 1025\ kgm^{-3} \times 9{\cdot}8\ ms^{-2}$

$= 1{\cdot}09 \times 10^8\ Pa$

নির্ণেয় মারিয়ানা ট্রেন্সের তলদেশে পানির চাপ $1{\cdot}09 \times 10^8$ Pa।

সমস্যা ॥ ৮ ॥ একটি হাইড্রলিক প্রেসে ছোট ও বড় পিস্টনের ব্যাস যথাক্রমে 2 cm এবং 10 cm। যদি ছোট পিস্টনে 500 N বল প্রয়োগ করা হয়, তবে বড় পিস্টনের কত বল পড়বে নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

ছোট পিস্টনে বল, $F_1 = 500\ N$

ছোট পিস্টনের ব্যাস, $d_1 = 2 \text{ cm} = 0{\cdot}02\text{m}$

বড় পিস্টনের ব্যাস, $d_2 = 10 \text{ cm} = 0{\cdot}1 \text{ m}$

বড় পিস্টনের প্রযুক্ত বল, $F_2 = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2}{\pi\left(\frac{d_1}{2}\right)^2}$$

$$\therefore \quad F_2 = F_1 \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$= 500 \text{ N} \times \frac{(0{\cdot}1\text{m})^2}{(0{\cdot}02 \text{ m})^2}$$

$$= 12500 \text{ N}$$

অতএব, বড় পিস্টনে বল বড়বে 12500 N।

সমস্যা ॥ ৯ ॥ একটি হাইড্রলিক প্রেসে বড় পিস্টন ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত 3 : 1। বড় পিস্টনের 1800 N বল পেতে হলে ছোট পিস্টনে কত বল প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে, বড় পিস্টনে বল, $F_2 = 1800 \text{ N}$

বড় পিস্টন ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত = 3 : 1

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{3}{1}$$

বা, $\frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{3}$

ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_1 = ?$

আমরা জানি, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2}{\pi\left(\frac{d_1}{2}\right)^2}$

বা, $\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$

$$\therefore F_1 = F_2 \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

$$= 1800\ N \times \frac{1}{9}$$

$$= 200\ N$$

অতএব, ছোট পিস্টনে বল পড়বে 200 N।

সমস্যা ॥ ১০ ॥ সমুদ্র তলের একটি স্থানে পানির চাপ $1·09 \times 10^8$ pa এবং সমুদ্রের পানির ঘনত্ব $1025\ kgm^{-3}$ হলে ঐ স্থানের গভীরতা কত? [বায়ু চাপ উপেক্ষা করে]

সমাধান : দেওয়া আছে,

পানির চাপ, $P = 1·09 \times 10^8$ pa

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1025\ kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9·8\ ms^{-2}$

গভীরতা, $h = ?$

আমরা জানি,

$$P = h\rho g$$

বা, $$h = \frac{P}{\rho g}$$

$$= \frac{1·09 \times 10^8 Pa}{1025\ kgm^{-3} \times 9·8\ ms^{-2}}$$

$$= \frac{1·09 \times 10^8\ Nm^{-2}}{1025 \times 9·8\ kgm^{-2}\ s^{-2}}$$

$$= \frac{1·09 \times 10^8\ kgms^{-2}\ m^{-2}}{1025 \times 9·8\ kgm^{-2}\ s^{-2}}$$

$$\therefore h = 10851·16m$$

অতএব, গভীরতা 10851·16 m।

সমস্যা ॥ ১১ ॥ একটি হাইড্রলিক প্রেসের বড় পিস্টন ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত 5 : 2। বড় পিস্টনে 2000 N বল পেতে ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বলের মান বের কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

বড় পিস্টনে বল, $F_2 = 2000$

বড় পিস্টনে ব্যাস = d_2

ছোট পিস্টনের ব্যাস= d_1

বড় পিস্টন ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত = 5 : 2

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{5}{2} \text{ বা, } \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{5}$$

ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_1 = ?$

আমরা জানি, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2}{\pi\left(\frac{d_1}{2}\right)^2}$

$$\therefore F_1 = F_2 \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

$$= 2000 \text{ N} \times \frac{4}{25}$$

$$= 320 \text{ N}$$

নির্ণেয় ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বলের মান 320 N।

সমস্যা ॥ ১২ ॥ একটি হাইড্রলিক প্রেসের বড় পিস্টন ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত 5 : 2। বড় পিস্টনে 250 N বল পেতে হলে ছোট পিস্টনে কত বল প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

বড় পিস্টনে বল, $F_2 = 250$ N

বড় পিস্টনে ব্যাস = d_2

ছোট পিস্টনের ব্যাস= d_1

বড় পিস্টন ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত = 5 : 2

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{5}{2} \text{ বা, } \frac{d_2}{d_1} = \frac{2}{5}$$

ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_1 = ?$

আমরা জানি,

সূত্রমতে, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$

$$= \frac{\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2}{\pi\left(\frac{d_1}{2}\right)^2}$$

বা, $\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$

$\therefore F_1 = F_2 \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$

$= 250 \text{ N} \times \frac{4}{25}$

$= 40 \text{ N}$

নির্ণেয় ছোট পিস্টনে বল প্রয়োগ হবে 40 N।

সমস্যা ॥ ১৩ ॥ একটি হাইড্রলিক প্রেসের 20 cm^2 ক্ষেত্রফলের পিস্টনের উপর 1000 N ওজনের একটি বস্তু রাখতে 2 cm^2 ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পিস্টনে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

বড় পিস্টনের ক্ষেত্রফল, $A_2 = 20 \text{ cm}^2$

বড় পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_2 = 1000 \text{ N}$

ছোট পিস্টনের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 2 \text{ cm}^2$

ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_1 = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

বা, $F_1 \times A_2 = F_2 \times A_1$

বা, $F_1 = \frac{F_2 \times A_1}{A_2}$

$= \frac{1000 \text{ N} \times 2 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}^2}$

$= 100 \text{ N}$

সুতরাং ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল 100 N।

সমস্যা ॥ ১৪ ॥ জুতা পায়ে কোনো মহিলার ভর 50 kg। তার জুতার তলার ক্ষেত্রফল 200 cm^2 হলে চাপ বের কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

ভর, m = 50 kg

বল, F = W = mg

$= 50\ kg \times 9{\cdot}8\ ms^{-2}$

= 490 N

জুতার তলার ক্ষেত্রফল,

$A = 200\ cm^2$

$= 200 \times 10^{-4} m^2$

আমরা জানি,

চাপ, $P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A}$

$= \frac{490\ N}{200 \times 10^{-4} m^2}$

$= 2{\cdot}45 \times 10^4\ Pa$

অতএব, চাপ $2{\cdot}45 \times 10^4$ Pa।

সমস্যা ॥ ১৫ ॥ কোনো পুকুরের দৈর্ঘ্য 25 m এবং প্রস্থ 15 m।
এতে 2 m গভীর পানি থাকলে পানির ভর নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, পানির আয়তন, V = 25 m × 15 m × 2 m

$= 750\ m^3$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kg\ m^{-3}$

পানির ভর, m = ?

আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

বা, $m = \rho \times V = 1000\ kg\ m^{-3} \times 750\ m^3$

= 750000 kg

$\therefore\ m = 7{\cdot}5 \times 10^5\ kg$

অতএব, পানির ভর $7{\cdot}5 \times 10^5$ kg।

সমস্যা ॥ ১৬ ॥ একটি তারের উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2}, তারাটির বিকৃতি 15% হলে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে,

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}

বিকৃতি $= \frac{15}{100}$

পীড়ন = ?

আমরা জানি, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক = $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

বা, পীড়ন = স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক × বিকৃতি

বা, পীড়ন = 2×10^{11} N m^{-2} $\times \frac{15}{100}$

∴ পীড়ন $= 3 \times 10^{10}$ Nm^{-2}

অতএব, প্রযুক্ত পীড়ন 3×10^{10} Nm^{-2}।

সমস্যা ॥ ১৭ ॥ একটি ধাতব গোলকের ওপর 3×10^6 N m^2 পীড়ন প্রয়োগ করলে 0·2 বিকৃতি হয়। 4×10^6 N m^{-2} পীড়ন প্রয়োগ করলে, বিকৃতি কত হবে?

সমাধান : এখানে,

১ম ক্ষেত্রে পীড়ন $= 3 \times 10^6$ N m^{-2}

১ম ক্ষেত্রে বিকৃতি = 0·2

২য় ক্ষেত্রে পীড়ন $= 4 \times 10^6$ N m^{-2}

২য় ক্ষেত্রে বিকৃত = ?

আমরা জানি,

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

∴ ১ম ক্ষেত্রে, $Y = \frac{3 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}}{0{\cdot}2} = 15 \times 10^6$ N m^{-2}

২য় ক্ষেত্রে, $Y = \dfrac{4 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}}{\text{বিকৃতি}}$

বিকৃতি $= \dfrac{4 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}}{15 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}} = 0{\cdot}267$।

সমস্যা ॥ ১৮ ॥ কোনো বস্তুর বিকৃতি 2×10^{-4} এবং প্রযুক্ত পীড়ন $4 \times 10^7 \text{ N m}^{-2}$। এর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বের কর।

সমাধান : এখানে,

পীড়ন $= 4 \times 10^7 \text{ N m}^{-2}$

বিকৃতি $= 2 \times 10^{-4}$

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y = ?$

আমরা জানি ,

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y = \dfrac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

$$= \frac{4 \times 10^7 \text{ N m}^{-2}}{2 \times 10^{-4}}$$

$$= 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$$

অতএব, বস্তুটির উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$।