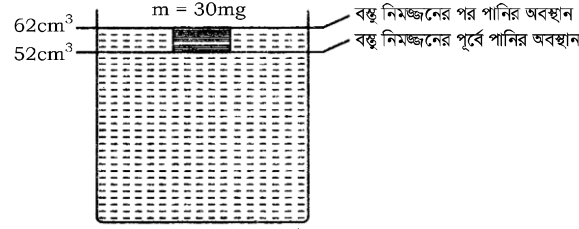


পঞ্চম অধ্যায়

পদার্থের অবস্থা ও চাপ

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও সমাধান

প্রশ্ন - ১ > নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. ঘনত্ব কাকে বলে?

খ. চিত্রে বস্তুটির এভাবে ভেসে থাকার কারণ ব্যাখ্যা কর।

? গ. বস্তুটির ঘনত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. তরলের তাপমাত্রা ক্রমাগত বৃদ্ধির ফলাফল ব্যাখ্যা কর।

>< ১নং প্রশ্নের উত্তর ><

ক. বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে।

খ. কোনো আর্কিমিডিসের নীতি অনুসারে কোনো বস্তুকে যখন কোনো তরল পদার্থে ডুবানো হয় তখন ঐ বস্তুটির ওপর দুটি বল ক্রিয়াশীল হয়। বস্তুটির ওজন সরাসরি নিচের দিকে ক্রিয়া করে এবং তরল পদার্থের চাপজনিত লব্ধি বল উপরের দিকে ক্রিয়া করে। চিত্রে বস্তুটি নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসছে। তাহলে তাদের লব্ধি বল শূন্য হয়, এ অবস্থায় বস্তুটির ওজন = তরল পদার্থের চাপজনিত লব্ধি বল। অর্থাৎ বস্তুটি দ্বারা অপসারিত তরল পদার্থের ওজন বস্তুর ওজনের সমান হওয়ায় বস্তুটি ঐ তরলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসছে। এক্ষেত্রে বস্তুর ঘনত্ব ও তরলের ঘনত্ব সমান হয়।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুর নিমজ্জনের পূর্বে পানির আয়তন} = 52 \text{ cm}^3$$

$$\text{বস্তুর নিমজ্জনের পরে পানির আয়তন} = 62 \text{ cm}^3$$

$$\text{অপসারিত পানির আয়তন } V = (62 - 52) \text{ cm}^3 = 10 \text{ cm}^3$$

$$= 10 \times 10^{-6} \text{m}^3$$

বস্তুর ভর, $m = 30 \text{ mg}$

$$= 3 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

বস্তুর ঘনত্ব, $\rho = ?$

আমরা জানি,

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = \frac{m}{V} = \frac{3 \times 10^{-5} \text{ kg}}{10 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 3 \text{ kgm}^{-3}$$

নির্ণেয় বস্তুটির ঘনত্ব 3 kgm^{-3}

ঘ. তরল পদার্থের তাপমাত্রা ক্রমাগত বৃদ্ধি করতে থাকলে তরলের আয়তন বৃদ্ধি পায়। ফলে এর ঘনত্ব কমে যায়।

আমরা জানি, $\text{ঘনত্ব} = \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$

উপরিউক্ত সমীকরণ হতে দেখা যায়, কোনো বস্তুর আয়তন বৃদ্ধি পেলে বস্তুর ঘনত্ব কমে যায়। তরল পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তরল পদার্থের অণুসমূহের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে অণুসমূহ পরস্পর থেকে বেশি দূরে অবস্থান করতে থাকে অর্থাৎ আন্তঃআণবিক স্থান বৃদ্ধি পায় ফলে তরলের আয়তন বৃদ্ধি পায়। এর ফলে তরলের ঘনত্ব কমে যায়।

প্রদত্ত চিত্রে বস্তুটি নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসছে। সুতরাং তরলের ঘনত্ব ও বস্তুর ঘনত্ব সমান। তাপ প্রদান করলে তরলের ঘনত্ব কমে যাবে। ফলে তরলে নিমজ্জিত বস্তুটি ধীরে ধীরে ডুবতে থাকবে।

প্রশ্ন -২▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

400 cm^2 ভূমির ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি পাত্রকে পানিতে নিমজ্জিত করা হলো। পানির উপরিতল থেকে পাত্রের উপরিপৃষ্ঠের গভীরতা 15 cm , পাত্রের উচ্চতা 90 cm । পানিসহ পাত্রের ভর 36.5 kg ।

ক. পীড়ন কী? ১

খ. সকল পদার্থে স্থিতিস্থাপকতা একই
রকম হয় না কেন? ২

গ. পাত্রের ভূমির ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল
কত? ৩

?

ঘ. সমুদ্রের পানি দ্বারা পূর্ণ পাত্রের ভর
 36.6 kg হলে, পাত্রটি এই অবস্থায়
সমুদ্রের পানিতে ছেড়ে দিলে কী

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর ভেতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

খ. আমরা জানি, একই প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ও দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট ভিন্ন ভিন্ন পদার্থের যেটিতে বেশি প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয় সে পদার্থটির স্থিতিস্থাপকতা বেশি হবে। অর্থাৎ যে পদার্থের স্থিতিস্থাপক সীমার মান বেশি সেটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক। তাই সকল পদার্থে স্থিতিস্থাপকতা একই রকম হয় না। যেমন : ইস্পাত ও রাবারের মধ্যে ইস্পাতের স্থিতিস্থাপক সীমার মান বেশি তাই রাবারের চেয়ে ইস্পাতের স্থিতিস্থাপকতা বেশি।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{পাত্রের ভূমির ক্ষেত্রফল, } A = 400 \text{ cm}^2$$

$$= 400 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{তরলের গভীরতা } h = 90 \text{ cm} - 15 \text{ cm}$$

$$= 75 \text{ cm}$$

$$= 0.75 \text{ m}$$

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

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

$$\text{পাত্রের ভূমির ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল, } F = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } P = h\rho g$$

$$= 0.75 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 7350 \text{ Pa}$$

$$\text{আবার, } P = \frac{F}{A}$$

$$\text{বা, } F = PA$$

$$= 7350 \text{ Pa} \times 400 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\therefore F = 294 \text{ N}$$

অতএব, পাত্রের ভূমির ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল 294 N

ঘ. দেওয়া আছে,

$$\text{পাত্রের ভূমির ক্ষেত্রফল, } A = 400 \text{ cm}^2$$

$$= 400 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{পাত্রের উচ্চতা, } h = 90 \text{ cm}$$

$$= 0.9 \text{ m}$$

∴ পাত্রের আয়তন, $V = Ah$

$$= 400 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0.9 \text{ m}$$

$$= 0.036 \text{ m}^3$$

সাধারণ পানিসহ পাত্রের ভর, $m_1 = 36.5 \text{ kg}$

সমুদ্রের পানিসহ পাত্রের ভর, $m_2 = 36.5 \text{ kg}$

সাধারণ পানির পাত্রের ঘনত্ব $= \rho_1$

সমুদ্রের পানিসহ পাত্রের ঘনত্ব $= \rho_2$

সাধারণ পানির ক্ষেত্রে,

$$\text{আমরা জানি, } \rho_1 = \frac{m_1}{V}$$

$$= \frac{36.5 \text{ kg}}{0.036 \text{ m}^3}$$

$$= 1014 \text{ kgm}^{-3}$$

আবার, সমুদ্রের পানির ক্ষেত্রে,

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V}$$

$$= \frac{36.6 \text{ kg}}{0.036 \text{ m}^3}$$

$$= 1017 \text{ kgm}^{-3}$$

আমরা জানি, সমুদ্রের পানির ঘনত্ব 1017 kgm^{-3} উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায়, সাধারণ পানিসহ পাত্রের ঘনত্ব সমুদ্রের পানির ঘনত্ব অপেক্ষা কম, তাই সাধারণ পানির পাত্রটি সমুদ্রের পানিতে ভেসে থাকবে।

আবার, সমুদ্রের পানিসহ পাত্রের ঘনত্ব 1017 kgm^{-3} যা সমুদ্রের পানির ঘনত্বের সমান।

তাই সমুদ্রের পানিসহ পাত্রটি সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভেসে থাকবে।

প্রশ্ন -৩ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

তরলে অদ্রবণীয় একটি গোলকের আয়তন 1000 cm^3 । এটি 1500 kgm^{-3} ঘনত্বের তরলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসে। গোলকটির উপর 100 cm^3 আয়তনের 80 g ভরের মোমের প্রলেপ দেওয়া হলো।

ক. কাজের একক কী? ১

খ. লোহা পানিতে ডুবলেও পারদে ভাসে

কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের গোলকের ভর নির্ণয় কর। ৩

ঘ. মোমের প্রলেপ দেওয়া গোলকটি উক্ত

তরলে ভাসবে না ডুবে যাবে?

গাণিতিক যুক্তিসহকারে মতামত দাও। ৪

▶◀ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কাজের একক জুল।

খ. লোহা পানিতে বা পারদে ডুববে না ভাসবে তা নির্ভর করে লোহা, পানি বা পারদের ঘনত্বের উপর।

আমরা জানি, লোহার ঘনত্ব 7860 kgm^{-3} , পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} এবং পারদের ঘনত্ব 13600 kgm^{-3} ।

লোহার ঘনত্ব পানির ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি হওয়ায় লোহা পানিতে ডুববে। আবার লোহা অপেক্ষা পারদের ঘনত্ব বেশি হওয়ায় লোহা পারদে ভেসে থাকবে।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

$$\begin{aligned}\text{গোলকের আয়তন, } V &= 1000 \text{ cm}^3 \\ &= 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \\ &= 10^{-3} \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{তরলের ঘনত্ব, } \rho = 1500 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{গোলকের ভর, } m = ?$$

আমরা জানি,

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\begin{aligned}\text{বা, } m &= \rho \times V \\ &= 1500 \text{ kgm}^{-3} \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 1.5 \text{ kg}\end{aligned}$$

অতএব, গোলকের ভর 1.5 kg ।

ঘ. ‘গ’ নং থেকে পাই,

$$\text{গোলকের ভর, } m = 1.5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\text{মোমের প্রলেপ দেওয়ার পর পরিবর্তিত ভর, } m' &= 1.5 \text{ kg} + 80 \text{ g} \\ &= 1.5 \text{ kg} + 0.08 \text{ kg} \\ &= 1.58 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{গোলকের পরিবর্তিত আয়তন, } V &= 1000 \text{ cm}^3 + 100 \text{ cm}^3 \\ &= 1100 \text{ cm}^3 \\ &= 1.1 \times 10^{-3} \text{ m}^3\end{aligned}$$

তরলের ঘনত্ব, $\rho = 1500 \text{ kgm}^{-3}$

গোলকের পরিবর্তিত ঘনত্ব, $\rho' = ?$

আমরা জানি,

$$\rho' = \frac{m'}{V'}$$

$$= \frac{1.58 \text{ kg}}{1.1 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 1436.36 \text{ kgm}^{-3}$$

এখানে, $\rho > \rho'$

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায়, গোলকের পরিবর্তিত ঘনত্ব অপেক্ষা তরলের ঘনত্ব বেশি হওয়ায় গোলকটি তরলে আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

প্রশ্ন-৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি বস্তুর ক্ষেত্রফল 300 cm^2 এর উচ্চতা 0.1 m বস্তুটির ভর 5.5 kg । বস্তুটিকে পানিতে নিমজ্জিত করা হলো। পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3} ।

ক. বিকৃতি কী? ১

খ. কোনো বস্তুর পানিতে ভাসন ও

নিমজ্জনের কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

?

গ. বস্তুটির পানিতে ওজন কত? ৩

ঘ. বস্তুটির সমান ভরের কোনো বস্তুর

আয়তন কত হলে, বস্তুটি পানিতে

সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে? ৪

▶▶ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. স্থিতিস্থাপক বস্তুর উপর বাহ্যিক বল প্রয়োগ করলে বস্তুর অণুগুলো পরস্পর থেকে সরে যায়, ফলে বস্তুর দৈর্ঘ্য, আয়তন বা আকৃতির পরিবর্তন ঘটে। একক দৈর্ঘ্যের বা একক আয়তনের এই পরিবর্তনকে বিকৃতি বলে।

খ. কোনো বস্তুকে যখন পানিতে ডুবানো হয় তখন ঐ বস্তুটির উপর দুটি বল ক্রিয়াশীল হয়। বস্তুটির ওজন সরাসরি নিচের দিকে ক্রিয়া করে এবং পানির চাপজনিত লব্ধি বল উপরের দিকে ক্রিয়া করে। দুটি বল একই সরলরেখা বরাবর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় বস্তুটি পানিতে ডুববে না ভাসবে তা এই বল দুটির ওপর নির্ভর করে। যদি বস্তুর ওজন বস্তুটি দ্বারা অপসারিত পানির ওজনের চেয়ে বেশি হয় তবে বস্তুটি পানিতে ডুবে যাবে। আর যদি বস্তুর ওজনের চেয়ে বস্তুটি দ্বারা অপসারিত পানির ওজন বেশি হয় তবে বস্তুটি পানিতে ভেসে থাকবে। আর যদি বস্তুটি দ্বারা অপসারিত পানির ওজন বস্তুর ওজনের সমান হয় তবে বস্তুটি ঐ পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুর ক্ষেত্রফল, } A = 300 \text{ cm}^2 = 300 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{বস্তুর উচ্চতা, } h = 0.1 \text{ m}$$

$$\therefore \text{বস্তুর আয়তন, } V = Ah$$

$$= 300 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0.1 \text{ m}$$

$$= 300 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 5.5 \text{ kg}$$

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

$$\therefore \text{বাতাসে বস্তুর ওজন, } W = mg$$

$$= 5.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 53.9 \text{ N}$$

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

$$\text{পানিতে বস্তুটির ওজন, } W_1 = ?$$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{5.5 \text{ kg}}{300 \times 10^{-5} \text{ m}^3} = 1833.33 \text{ kg m}^{-3}$$

আবার,

$$\begin{aligned}\text{বস্তুটির আপেক্ষিক গুরুত্ব, } S &= \frac{\rho}{\rho_w} \\ &= \frac{1833.33 \text{ kg m}^{-3}}{1000 \text{ kg m}^{-3}} \\ &= 1.83\end{aligned}$$

আবার,

$$S = \frac{W}{W - W_1}$$

$$\text{বা, } 1.83 = \frac{53.9 \text{ N}}{53.3 \text{ N} - W_1}$$

$$\text{বা, } 53.9 \text{ N} - W_1 = \frac{53.9 \text{ N}}{1.83}$$

$$\text{বা, } 53.9 \text{ N} - W_1 = 29.45 \text{ N}$$

$$\text{বা, } W_1 = (53.9 - 29.45) \text{ N}$$

$$\therefore W_1 = 24.45 \text{ N}$$

অতএব, পানিতে বস্তুটির ওজন 24.45 N।

ঘ. এখানে,

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 5.5 \text{ kg}$$

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

আমরা জানি, বস্তুর ওজন যদি বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজনের সমান হয় তাহলে বস্তুটি তরলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে। সেক্ষেত্রে বস্তুর ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের সমান হবে।

$$\text{অতএব, বস্তুটির ঘনত্ব, } \rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{বস্তুটির আয়তন, } V = ?$$

আমরা জানি,

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{বা, } V = \frac{m}{\rho}$$

$$= \frac{5.5 \text{ kg}}{1000 \text{ kg m}^{-3}}$$

$$\therefore V = 5.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

অতএব, বস্তুটির সমান ভরের $5.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ আয়তনের বস্তু হলে পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

প্রশ্ন-৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রিফাতদের গ্রামে রাস্তার কাজ চলছে। রাস্তার কিছু অংশে ইটের খোয়া বিছানো হয়েছে। রিফাত হাঁটতে গিয়ে অনুভব করল ইটের খোয়ার উপর দিয়ে হাঁটা অনেক কষ্টসাধ্য অথচ খালি রাস্তায় আরামদায়ক। উল্লেখ্য রিফাতের ভর 55 kg।

ক. চাপ কী? ১

খ. ভোতা আলপিন অপেক্ষা তীক্ষ্ণ ধারালো আলপিন দিয়ে কাগজ ছিদ্র করা সহজ – ব্যাখ্যা কর। ২

গ. রিফাতের জুতার তলার ক্ষেত্রফল 200 cm² হলে চাপ বের কর। ৩

ঘ. সমান ইটের রাস্তা ও ইটের খোয়ার উপর দিয়ে হাঁটা কোন ক্ষেত্রে রিফাত সুবিধা অনুভব করবে কারণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে।

খ. তীক্ষ্ণ ধারালো আলপিনের চওড়া মাথায় বল দিলে সরু মাথায় বেশি চাপ অনুভূত হয়। অপরপক্ষে ভোতা আলপিনের চওড়া মাথায় বল দিলে ভোতা মাথায় তত চাপ অনুভূত হয় না। ফলে ধারালো আলপিন দিয়ে কাগজ ছিদ্র করা সহজ।

গ. দেওয়া আছে,

রিফাতের ভর, $m = 55 \text{ kg}$

$$\text{বল, } F = W = mg = 55 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ = 539 \text{ N}$$

$$\text{জুতার তলার ক্ষেত্রফল, } A = 200 \text{ cm}^2 \\ = 200 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{539 \text{ N}}{200 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$= 2.695 \times 10^4 \text{ Pa}$$

নির্ণেয় চাপ $2.695 \times 10^4 \text{ Pa}$

ঘ. সমান ইটের রাস্তায় হাঁটলে পায়ের নিচের সমগ্রতল রাস্তার সংস্পর্শে আসে বলে দেহের ওজনজনিত বল পায়ের তলার সর্বত্র সুষমভাবে ছড়িয়ে পড়ে। ওজন ধ্রুব এবং ক্ষেত্রফল বেশি হওয়ায় এক্ষেত্রে পায়ের তলায় কম চাপ পড়ে।

অপরদিকে, ইটের খোয়ার ওপর দিয়ে হাঁটলে ওজনজনিত প্রতিক্রিয়া বল পায়ের সম্পূর্ণ তলার ওপর পড়ে না, বরং বেশ কয়েকটি বিন্দুতে পড়ে ফলে পায়ের তলার ঐ বিন্দু বা স্থানগুলোতে প্রচণ্ড চাপের সৃষ্টি হয়। ইটের খোয়াগুলো বেশি তীক্ষ্ণ হলে পায়ের তলায় ক্ষতও সৃষ্টি হতে পারে।

সুতরাং সমান ইটের রাস্তায় হাঁটলে রিফাত বেশি সুবিধাজনক অনুভব করবে।

প্রশ্ন -৬▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

আরেফিন সমআয়তনের দুটি জগ নিয়ে একটি পানি দ্বারা এবং অপরটিতে মধু দ্বারা পূর্ণ করল। এবার হাত দিয়ে প্রথমে পানির জগটিকে 100 cm উচ্চতায় ওঠাল। এরপর সে মধুর জগটিকে একই উচ্চতায় ওঠাতে বেশ ভারী বোধ করল। এখানে সমআয়তনের জগ 1 লিটার, পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} এবং মধুর ঘনত্ব 3000 kgm^{-3} ।

ক.কোন তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব 1000

kgm^{-3} ? ১

খ. বস্তুর ভর, আয়তন ও ঘনত্বের সম্পর্ক

কী? ২

গ. মধুর জগটি উত্তোলন করতে

? আরেফিনের কৃতকাজ নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. মধুর জগটি তুলতে পানির জগের

তুলনায় আরেফিনকে বেশি কষ্ট

করতে হলো তা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. 4°C তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} ।

খ. মনে করি,

m ভরের কোনো বস্তুর আয়তন V হলে,

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

গ. উদ্দীপকে মধুর ঘনত্ব, $\rho_h = 3000 \text{ kgm}^{-3}$

আয়তন, $V = 1 \text{ litre}$

$$= 10^{-3} \text{ m}^3$$

মধুর ভর = m_h

আরেফিনের কৃতকাজ, $W_h = ?$

মধুর ভর, $m_h = V\rho_h$

$$= 10^{-3} \text{ m}^3 \times 3000 \text{ kgm}^{-3}$$

$$= 3 \text{ kg}$$

$\therefore$ মধু উত্তোলনে কৃতকাজ, $W_h = m_h gh$

$$= 3 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ cm}$$

$$= 3 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 1 \text{ m}$$

$$= 29.4 \text{ J}$$

অতএব, আরেফিনের কৃতকাজ 29.4 J।

ঘ. এখানে, পানির ভর, $m_w = V\rho_w = 10^{-3} \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3}$

$$= 1 \text{ kg}$$

এবং পানির জগ উত্তোলন করতে কৃতকাজ,

$$W_w = m_w gh$$

$$= 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 1 \text{ m}$$

$$= 9.8 \text{ J}$$

হাতের যে অংশ দিয়ে তরলভর্তি জগ ধরে রাখতে হয় তার ক্ষেত্রফল $A = 0.01 \text{ m}^2$ হলে পানিভর্তি জগ তুলতে

$$\text{গেলে হাতে চাপ পড়ে, } P_1 = \frac{m_w g}{A} = \frac{1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}{0.01 \text{ m}^2} = 980 \text{ Nm}^{-2}$$

এবং মধুভর্তি জগ ধরে রাখতে

$$\text{প্রাপ্ত চাপ, } P_2 = \frac{m_h g}{A} = \frac{3 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}{0.01 \text{ m}^2} = 2940 \text{ Nm}^{-2}$$

সমআয়তনের পানি এবং মধুর মধ্যে মধুর ভর বেশি হওয়ায়, মধুভর্তি জগ ধরে রাখতে গেলে এবং ওঠাতে গেলে হাতের ওপর বেশি চাপ পড়ে এবং উভয় ক্ষেত্রে 100 cm উচ্চতায় তুললেও মধুভর্তি জগের ক্ষেত্রে পূর্বের তুলনায় তিনগুণ কাজ করতে হয়। তাই মধুভর্তি জগ তুলতে গিয়ে আরেফিনকে বেশি কষ্ট করতে হয়েছে।

প্রশ্ন -৭▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি আয়তাকার ব্লকের তলদেশের ক্ষেত্রফল 25 cm^2 , একে পানির মধ্যে ডুবানো হলো। পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} । পানির উপরিতল থেকে ব্লকের উপরের পৃষ্ঠের গভীরতা 5 cm , ব্লকের উচ্চতা 2 cm ।

ক. ঘনত্বের একক কী? ১

খ. তরলের চাপ ও উচ্চতার মধ্যে সম্পর্ক
কী? ২

গ. ব্লকের তলদেশে পানির চাপ নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. প্রদত্ত উপাত্ত আর্কিমিডিসের সূত্রকে
সমর্থন করে কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ এনং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. ঘনত্বের একক kgm^{-3} ।

খ. আমরা জানি,

তরলের চাপ, $P = \text{উচ্চতা} \times \text{ঘনত্ব} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}$

যেহেতু ঘনত্ব এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ ধ্রুবক,

তাই তরলের চাপ $\propto$ উচ্চতা

অর্থাৎ তরলের চাপ উচ্চতার সমানুপাতিক।

গ. দেওয়া আছে, পানির উপরিতল থেকে ব্লকের তলদেশের গভীরতা

$$h_1 = 2 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 7 \text{ cm} = 0.07 \text{ m}$$

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

$$\text{পানির ঘনত্ব, } \rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

সুতরাং ব্লকের তলদেশে প্রযুক্ত চাপ,

$$P_1 = h_1 \rho g$$

$$= 0.07 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 686 \text{ Nm}^{-2}$$

অতএব, ব্লকের তলদেশে পানির চাপ 686 Nm^{-2}

ঘ. তলদেশের ক্ষেত্রফল, $A = 25 \text{ cm}^2 = 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$$\text{ব্লকের তলদেশে প্রযুক্ত বল, } F_1 = P_1 A$$

$$= 686 \text{ Nm}^{-2} \times 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$= 1.715 \text{ N}$$

ব্লকের উপরিতলে প্রযুক্ত চাপ, $P_2 = h_2 \rho g$

$$= 0.05 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$
$$= 490 \text{ Nm}^{-2}$$

ব্লকের উপরিতলে প্রযুক্ত বল, $F_2 = P_2 A$

$$= 490 \text{ Nm}^{-2} \times 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$
$$= 1.225 \text{ N}$$

ব্লকের ওপর লব্ধি বল, $F = F_1 - F_2$

$$= 1.715 \text{ N} - 1.225 \text{ N} = 0.49 \text{ N}$$

আবার, অপসারিত পানির আয়তন = $25 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 2 \text{ cm}$

$$= 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ m}$$
$$= 50 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

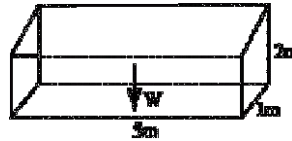
এবং ওজন = আয়তন $\times$ ঘনত্ব $\times g$

$$= 50 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$
$$= 0.49 \text{ N}$$

অর্থাৎ ব্লকের ওপর প্রযুক্ত প্লবতা বা লব্ধি বল = অপসারিত পানির ওজন, যা আর্কিমিডিসের সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন -৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

তুমি ভর ও আয়তন জানলে বস্তুর ঘনত্ব নির্ণয় করতে পারবে। চিত্রে প্রদর্শিত বস্তুটির দৈর্ঘ্য 5 m, প্রস্থ 1 m এবং উচ্চতা 2 m। বস্তুটির ভর জানা থাকলে এর ঘনত্ব নির্ণয় করা যায়।



ক. ব্যারোমিটার কী?

১

খ. ঘনত্বের একক ও মাত্রা লেখ।

২

গ. যদি বস্তুটির ভর 10 kg হয় তবে এর

ভূমি কত চাপ প্রয়োগ

করবে?

৩

?

ঘ. যদি বস্তুটির ভর 5 kg হয় তবে

বস্তুটিকে বিভিন্ন তলে রাখলে চাপের

যে পরিবর্তন হয় তা যাচাই কর।

৪

ক. যে যন্ত্রের সাহায্যে বায়ুর চাপ পরিমাপ করা হয় তাকে ব্যারোমিটার বলে।

$$\text{খ. ঘনত্ব} = \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{অতএব, ঘনত্বের একক} = \text{kgm}^{-3}$$

$$\text{এর মাত্রা} = \frac{[M]}{[L^3]} = [ML^{-3}]$$

$$\text{গ. সংজ্ঞা থেকে পাই চাপ, } P = \frac{F}{A}$$

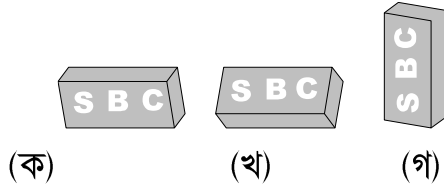
$$\text{যেখানে বল, } F = W = mg$$

$$= 10 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 98 \text{ N}$$

$$\text{ক্ষেত্রফল, } A = 5 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 5 \text{ m}^2$$

$$\therefore \text{চাপ, } P = \frac{F}{A} = \frac{98 \text{ N}}{5 \text{ m}^2} = 19.6 \text{ Nm}^{-2} = 19.6 \text{ Pa}$$

ঘ.



(ক) নং চিত্রের জন্য বস্তুর তলার ক্ষেত্রফল, $A_1 = 5 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 5 \text{ m}^2$

$$\text{এবং ওজন, } W = 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 49 \text{ N}$$

$$\text{এই অবস্থায় চাপ, } P_1 = \frac{W}{A_1} = \frac{49 \text{ N}}{5 \text{ m}^2} = 9.8 \text{ Pa}$$

(খ) নং চিত্রের জন্য বস্তুর তলার ক্ষেত্রফল,

$$A_2 = 5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$$

$$\text{এই অবস্থায় চাপ } P_2 = \frac{W}{A_2} = \frac{49 \text{ N}}{10 \text{ m}^2} = 4.9 \text{ Pa}$$

(গ) নং চিত্রের জন্য বস্তুর তলার ক্ষেত্রফল,

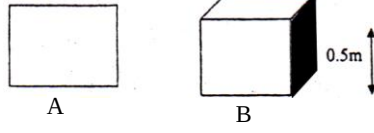
$$A_3 = 1 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$$

$$\text{এই অবস্থায় চাপ, } P_3 = \frac{W}{A_3}$$

$$= \frac{49 \text{ N}}{2 \text{ m}^2} = 24.5 \text{ Pa}$$

সুতরাং বস্তুটিকে বিভিন্ন তলে রাখলে চাপ বিভিন্ন হয়।

প্রশ্ন -৯ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



A চিত্রের বস্তুটির ভর 612.25 g। B চিত্রের পাত্রটিকে 80 kg তরল দ্বারা সম্পূর্ণ ভরাট করা যায়।

- ক. বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কী? ১
 খ. কিছুদিন ব্যবহারের পর ছুরি ধার দেওয়া উচিত কেন? ২
 গ. B চিত্রের ক্ষেত্রে চাপের মান নির্ণয় কর। ৩

?

- ঘ. A চিত্রের বস্তুটি B চিত্রের তরলে ভাসবে না ডুববে তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৪

৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বায়ুমণ্ডল তার ওজনের জন্য ভূপৃষ্ঠে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্থানের বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বলে।

খ. ছুরির ধারালো প্রান্তের ক্ষেত্রফল কম হওয়ায় কোনো বস্তুর ওপর ধারালো প্রান্তটিকে রেখে বল প্রয়োগ করলে ঐ বস্তুর ওপর বেশি চাপ পড়ে। কারণ, ক্ষেত্রফল কম হলে চাপ ও বল বেশি হয়। এ জন্য ধারালো ছুরি দিয়ে বস্তুটি কাটা সহজ হয়।

তবে ছুরি কিছুদিন ব্যবহার করলে ছুরির ধারালো প্রান্তের ক্ষেত্রফল বেড়ে যায়, ফলে কোনো বস্তু কাটতে সমস্যা হয়। তাই কিছুদিন ব্যবহারের পর ছুরি ধার দিতে হয়।

গ. B চিত্রের ক্ষেত্রে—

গভীরতা, $h = 0.5 \text{ m}$

ক্ষেত্রফল, $A = 0.2 \text{ m}^2$

$\therefore$ পাত্রের আয়তন বা তরলের আয়তন, $V = Ah$

$$= 0.2 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ m}^2$$

$$= 0.1 \text{ m}^3$$

তরলের ভর, $m = 80 \text{ kg}$

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

$$= \frac{80 \text{ kg}}{0.1 \text{ m}^3}$$

$$\therefore \rho = 800 \text{ kg m}^{-3}$$

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

$$\text{আমরা জানি, } P = h\rho g$$

$$= 0.5 \text{ m} \times 800 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 3920 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{অতএব, B চিত্রের ক্ষেত্রে চাপের মান } 3920 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{ঘ. দেওয়া আছে, A চিত্রের বস্তুর ভর, } m = 612.25 \text{ g}$$

$$= 0.61225 \text{ kg}$$

$$\text{A ও B উভয় চিত্রের ক্ষেত্রে আয়তন সমান হলে, } V = 0.1 \text{ m}^3$$

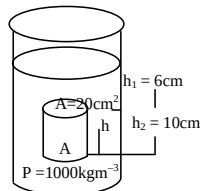
$$\therefore \text{A চিত্রের বস্তুর ঘনত্ব, } \rho_A = \frac{0.61225 \text{ kg}}{0.1 \text{ m}^3}$$

$$= 6.1225 \text{ kgm}^{-3}$$

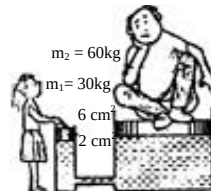
$$\text{A ও B এর ক্ষেত্রে দেখা যায়, } \rho_A < \rho$$

অতএব, A চিত্রের বস্তু B চিত্রের তরলে ভেসে থাকবে।

প্রশ্ন -১০ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র-১



চিত্র-২

ক. পৃথিবীপৃষ্ঠে প্রতি বর্গমিটারে বায়ুর চাপ

কত? ১

খ. উচ্চতার সাথে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের

সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২

গ. চিত্র-১ অনুযায়ী সিলিন্ডারটির উপর

প্রযুক্ত লব্ধি বল নির্ণয়

কর। ৩

ঘ. চিত্র-২ অনুযায়ী বালিকাটি পিস্টনের
উপর দাঁড়ালে লোকটিকে উপরে তুলতে
পারবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে
মতামত দাও।

৪

১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পৃথিবীপৃষ্ঠে প্রতি বর্গমিটারে বায়ুর চাপ 10^5 N ।

খ. উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে সাথে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কম হয়।

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ নির্ভর করে বায়ুমণ্ডলের উচ্চতা এবং বায়ুর ঘনত্বের ওপর। ভূপৃষ্ঠে অর্থাৎ সমুদ্র সমতলে বায়ুর
সাধারণ চাপ হলো ৭৬ cm পারদস্তম্ভের চাপের সমান। ভূপৃষ্ঠের সমুদ্র সমতল থেকে যত উপরে ওঠা যায়
বায়ুস্তম্ভের ওজন এবং ঘনত্ব উভয়ে ততই হ্রাস পায়।

গ. চিত্র-১-এ দেওয়া আছে,

তরলের ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

সিলিন্ডারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

উচ্চতা, $h = h_2 - h_1$

$$= 10 \text{ cm} - 6 \text{ cm}$$

$$= 4 \text{ cm}$$

$$= 0.04 \text{ m}$$

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

সিলিন্ডারটির উপর প্রযুক্ত লব্ধি বল, $F = ?$

আমরা জানি, $F = V\rho g$

$$= Ah\rho g$$

$$= 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0.04 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 0.784 \text{ N}$$

অতএব, সিলিন্ডারটির উপর প্রযুক্ত লব্ধি বল ০.৭৮৪ N।

ঘ. চিত্র-২ অনুযায়ী বালিকাটি পিস্টনের উপর দাঁড়ালে লোকটিকে উপরে তুলতে পারবে কিনা তা নিচে গাণিতিক
যুক্তির মাধ্যমে উপস্থাপন করা হলো—

দেওয়া আছে,

বালিকার ভর, $m_1 = 30 \text{ kg}$

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

বালিকা কর্তৃক প্রযুক্ত বল, $F_1 = mg$

$$= 30 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 294 \text{ N}$$

লোকটির ভর, $m_2 = 60 \text{ kg}$

লোকটি কর্তৃক প্রযুক্ত বল, $F_2 = mg$

$$= 60 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 588 \text{ N}$$

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

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

বড় পিস্টনের উপর প্রযুক্ত বল, $F_2 = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{F'_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$$

$$\text{বা, } \frac{F'_2}{6 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = \frac{294 \text{ N}}{2 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

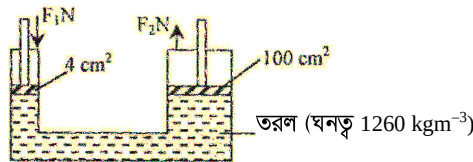
$$\text{বা, } F'_2 = \frac{6 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 294 \text{ N}}{2 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\therefore F'_2 = 882 \text{ N}$$

$\therefore$ বড় পিস্টনের উপর প্রযুক্ত বল 882 N এবং লোকটি কর্তৃক প্রযুক্ত বল 588 N।

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায়, বালিকাটি পিস্টনের উপর দাঁড়ালে লোকটিকে উপরে তুলতে পারবে।

প্রশ্ন-১১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. ঘনত্ব কিসের ওপর নির্ভরশীল? ১

খ. বল বৃদ্ধিকরণ নীতি বলতে কী বোঝ? ২

গ. বড় পিস্টনে $2.5 \times 10^4 \text{ N}$ বল

অনুভূত হলে ছোট পিস্টনে কত বল

প্রযুক্ত হয়েছিল? ৩

ঘ. পাত্রে প্রদত্ত তরলে 100g ভরের এবং

2 cm^3 আয়তনের একটি বস্তু ছেড়ে

দেওয়া হলে বস্তুটি ভাসবে না ডুববে
তা গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ঘনত্ব বস্তুর উপাদান ও তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল।

খ. আবদ্ধ তরল পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশের উপর পিস্টন দ্বারা কোনো বল প্রয়োগ করলে এর বৃহত্তম পিস্টনে সেই বলের বহুগুণ বেশি বল প্রযুক্ত হতে পারে। একে বলবৃদ্ধিকরণ নীতি বলে।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{ছোট পিস্টনের ক্ষেত্রফল, } A_1 = 4 \text{ cm}^2 = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{বড় পিস্টনের ক্ষেত্রফল, } A_2 = 100 \text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{বড় পিস্টনে প্রযুক্ত বল, } F_2 = 2.5 \times 10^4 \text{ N}$$

$$\text{ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, } F_1 = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

$$\text{বা, } \frac{2.5 \times 10^4 \text{ N}}{F_1} = \frac{100 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\text{বা, } F_1 = \frac{2.5 \times 10^4 \text{ N} \times 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{100 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\therefore F_1 = 4000 \text{ N}$$

অতএব, ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল 4000 N।

ঘ. দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুটির ভর, } m = 100 \text{ g}$$

$$= 0.1 \text{ kg}$$

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

$$\therefore \text{বস্তুটির ওজন, } W_1 = mg$$

$$= 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 0.98 \text{ N}$$

$$\text{বস্তুটির আয়তন, } V = 2 \text{ cm}^3$$

$$= 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{তরলের ঘনত্ব, } \rho = 1260 \text{ kgm}^{-3}$$

$\therefore$ বস্তুটির উপর তরলের প্লবতা বল,

$$W_2 = V\rho g$$

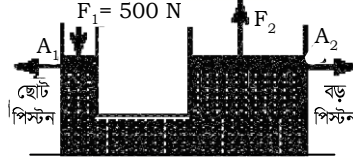
$$= 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 1260 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 0.025 \text{ N}$$

এখানে, $W_1 > W_2$

অতএব, বস্তুটি তরলে ডুবে যাবে।

প্রশ্ন – ১২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



উপরের চিত্রে প্যাসকেলের সূত্রের বলবৃদ্ধিকরণ নীতি দেখানো হলো। এ নীতির সাহায্যে তুমি বল বৃদ্ধি করতে পারবে।

ক. প্যাসকেলের সূত্রটি লেখ। ১

খ. ছোট পিস্টনে চাপ ও বড় পিস্টনে
উর্ধ্বমুখী বল F_2 এর রাশি নির্ণয় কর।

২

গ. ছোট ও বড় পিস্টনের ব্যাস যথাক্রমে

2 cm এবং 10 cm। বড় পিস্টনে

কত বল পড়বে নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. ‘চিত্রের যন্ত্রটিতে বল ভিনু হওয়া সত্ত্বেও

কাজের পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে’–

উক্তিটির তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর। ৪

▶▶ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. প্যাসকেলের সূত্রটি হলো–কোনো আবদ্ধ পাত্রে তরলের যেকোনো অংশে চাপ প্রয়োগ করলে, এই চাপের কোনো পরিবর্তন না ঘটে তরল পদার্থের সর্বত্র সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

খ. ছোট পিস্টনে চাপ, $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$

এ চাপ প্যাসকেলের সূত্রানুযায়ী বড় পিস্টনের দিকে সঞ্চালিত হয়। অতএব বড় পিস্টনে বল,

$F_2 = \text{চাপ} \times \text{ক্ষেত্রফল}$

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

গ. দেওয়া আছে,

ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_1 = 500 \text{ N}$

ছোট পিস্টনের ব্যাস, $d_1 = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$

বড় পিস্টনের ব্যাস $d_2 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

বড় পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_2 = ?$

$$\begin{aligned}\text{আমরা জানি, } F_2 &= \frac{F_1 A_2}{A_1} = \frac{F_1 \pi \left(\frac{d_2}{2}\right)^2}{\pi \left(\frac{d_1}{2}\right)^2} = \frac{F_1 d_2^2}{d_1^2} \\ &= \frac{500 \text{ N} \times (0.1 \text{ m})^2}{(0.02 \text{ m})^2} \\ &= 12500 \text{ N}\end{aligned}$$

অতএব, বড় পিস্টনে 12500 N বল পড়বে।

ঘ. এখানে, ছোট পিস্টন ও বড় পিস্টনের ক্ষেত্রফল যথাক্রমে A_1 ও A_2 এবং বল যথাক্রমে F_1 ও F_2 ।

$$\text{প্যাসকেলের সূত্রানুসারে, } \frac{A_2}{A_1} = \frac{F_2}{F_1} \dots\dots\dots (i)$$

যন্ত্রের মধ্যকার তরল বাইরে বের হয়ে আসে না। যখন ছোট পিস্টনে চাপ প্রয়োগ করা হয় তখন তা নিচে আসে এবং এই সিলিন্ডারের তরল বড় সিলিন্ডারে চলে যায় ফলে বড় পিস্টনটি উপরে উঠে যায়।

ধরি, ছোট পিস্টনে চাপ প্রয়োগ করায় পিস্টনটি h_1 মিটার নিচে নেমে এল এবং $V \text{ m}^3$ আয়তনের তরল ছোট সিলিন্ডার থেকে বড় সিলিন্ডারে চলে গিয়ে বড় পিস্টনটি h_2 মিটার উপরে উঠল।

তাহলে আয়তন, $V = A_2 h_2 = A_1 h_1$

$$\text{বা, } \frac{A_2}{A_1} = \frac{h_1}{h_2} \dots\dots (ii)$$

এখন (ii) নং সমীকরণের মান (i) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

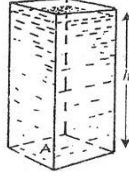
$$\text{বা, } F_2 h_2 = F_1 h_1$$

$$\text{বা, } W_2 = W_1 = \text{কাজ} \quad [\because \text{কাজ} = \text{বল} \times \text{সরণ}]$$

অর্থাৎ বল ভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও উভয় পিস্টনে কাজের পরিমাণ সমান।

প্রশ্ন – ১৩ ➤ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

চিত্রে একটি পাত্রে কেরোসিন রাখা আছে। কেরোসিনের ঘনত্ব 800 kgm^{-3}



ক. প্যাসকেল কাকে বলে? ১

খ. চাপের মাত্রা সমীকরণ নির্ণয় কর। ২

গ. কেরোসিনের উপরিতল থেকে 75 cm

গভীরে কোনো বিন্দুতে চাপের মান

নির্ণয়

কর। ৩

ঘ. তরল পদার্থের মধ্যে কোনো বিন্দুতে

চাপের রাশিমালা প্রতিপাদন কর। ৪

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. 1m^2 ক্ষেত্রফলের ওপর 1N বল লম্বভাবে প্রযুক্ত হলে যে চাপের সৃষ্টি হয় তাকে 1Pa বলে।

খ. বলের মাত্রাকে ক্ষেত্রফলের মাত্রা দিয়ে ভাগ করলে চাপের মাত্রা পাওয়া যাবে।

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

$$= \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$$

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

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

গ. এখানে,

তরলের গভীরতা, $h = 75\text{ cm} = 0.75\text{ m}$

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

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

চাপ, $P = ?$

আমরা জানি,

$$P = h\rho g$$

$$= 0.75\text{ m} \times 800\text{ kgm}^{-3} \times 9.8\text{ ms}^{-2}$$

$$= 5880 \text{ Pa}$$

নির্ণেয় চাপের মান 5880 Pa

ঘ. চিত্রে একটি পাত্রে কিছু পরিমাণ তরল পদার্থ আছে।

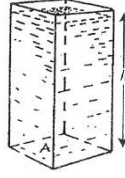
ধরা যাক, পাত্রে ভূমির ক্ষেত্রফল = A

তরলের ঘনত্ব = ρ

তরলের গভীরতা = h

অভিকর্ষজ ত্বরণ = g

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



এখন A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল = তরলের ওজন

$$= \text{তরলের ভর} \times g$$

$$= \text{তরলের আয়তন} \times \text{ঘনত্ব} \times g$$

$$= \text{ভূমির ক্ষেত্রফল} \times \text{গভীরতা} \times \text{ঘনত্ব} \times g$$

$$= Ah\rho g$$

$$\therefore \text{চাপ, } P = \frac{Ah\rho g}{A}$$

$$\text{বা, } P = h\rho g$$

এটাই নির্ণেয় রাশিমালা।

নির্ণেয় রাশিমালায় ক্ষেত্রফল A অনুপস্থিত।

সুতরাং চাপের মান ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভর করে না। ক্ষেত্রফল যত বড় বা যত ছোট হোক চাপের মান একই হবে।

প্রশ্ন-১৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মারিয়ানা ট্রেঞ্চ ফিলিপাইন দ্বীপপুঞ্জের অদূরে অবস্থিত সমুদ্রপৃষ্ঠ হতে গভীরতম স্থান। এর গভীরতা 10865 m। সমুদ্রের পানির ঘনত্ব 1024 kgm^{-3} । তাই নদীর পানি অপেক্ষা সমুদ্রের পানিতে সাঁতার কাটা সহজ। সমুদ্রের যতই নিচে যাওয়া যায় পানির চাপ ততই বেড়ে যায়। অর্থাৎ পানির গভীরতা যতই বৃদ্ধি পায় চাপ ততই বাড়ে।



ক. চাপের এসআই একক কী? ১

খ. নদীর পানি অপেক্ষা সমুদ্রের পানিতে

সাঁতার কাটা সহজ কেন? ২

গ. মারিয়ানা ট্রেসের তলদেশে পানির চাপ

নির্ণয়

?

কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের শেষোক্ত বাক্যটির উত্তরের

সত্যতা বিশ্লেষণ

কর। ৪

▶◀ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. চাপের এসআই একক প্যাসকেল (Pa)।

খ. সমুদ্রের লবণাক্ত পানির ঘনত্ব (এক্ষেত্রে) 1024 kgm^{-3} । নদীর পানির ঘনত্ব (প্রায় 1000 kgm^{-3}) অপেক্ষা বেশি। ফলে সমুদ্রের পানির প্লবতা নদীর পানির প্লবতা অপেক্ষা বেশি হয়। এ কারণেই নদীর পানি অপেক্ষা সমুদ্রের পানিতে সাঁতার কাটা সহজ।

গ. এখানে, সমুদ্রের পানির ঘনত্ব, $\rho = 1024 \text{ kgm}^{-3}$

মারিয়ানা ট্রেসের গভীরতা, $h = 10865 \text{ m}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$

আমরা জানি,

মারিয়ানা ট্রেসের তলদেশে চাপ, $P = h\rho g$

$$P = 1024 \text{ kgm}^{-3} \times 10865 \text{ m} \times 9.81 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 1.09 \times 10^8 \text{ Pa}$$

$\therefore$ মারিয়ানা ট্রেসের তলদেশে পানির চাপ $1.09 \times 10^8 \text{ Pa}$ ।

ঘ. তরল পদার্থের ভেতরে কোনো বিন্দুতে চাপ বলতে ঠিক ঐ বিন্দুর চারদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে অনুভূত বলকে বোঝায়। অর্থাৎ চাপ = বল $\div$ ক্ষেত্রফল।

সমুদ্রের নিচে কোনো স্থানের কোনো বিন্দুতে চাপ হিসাবের সময় ঐ বিন্দুর চারদিকে অত্যন্ত ক্ষুদ্র এলাকা বিবেচনা করি যাতে আমরা ধরে নিতে পারি ঐ ক্ষুদ্র এলাকার মধ্যে চাপের কোনো তারতম্য হচ্ছে না। তারপর সেই ক্ষুদ্র এলাকায় লম্বভাবে ক্রিয়ারত বলকে আনুষঙ্গিক ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফল দিয়ে ভাগ করে ওই বিন্দুতে চাপ হিসাব করতে পারি।

যদি ক্ষুদ্র এলাকার ক্ষেত্রফল A , পানির ঘনত্ব ρ , পানির গভীরতা h এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g হয়, তবে A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল,

$F =$ পানির ওজন

$=$ পানির ভর $\times g$

$=$ পানির আয়তন $\times$ ঘনত্ব $\times g$

$=$ ক্ষুদ্র এলাকার ক্ষেত্রফল $\times$ গভীরতা $\times$ ঘনত্ব $\times g$

$= Ah\rho g$

$\therefore F = Ah\rho g$

এক্ষেত্রে সমুদ্রের পানির ঘনত্ব ρ এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g - ধ্রুবক।

অতএব, $P \propto h$ । অর্থাৎ পানির নিচে চাপ গভীরতার সমানুপাতিক। তাই সমুদ্রের যতই নিচের দিকে যাওয়া যায় পানির চাপ ততই বেড়ে যায়। সুতরাং বলতে পারি উদ্দীপকের শেষোক্ত বাক্যটি সঠিক।

প্রশ্ন –১৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

লোহার তৈরি একটি ফাঁপা ঘনবস্তু পানিতে নিমজ্জিত করলে 60 mL পানি অপসারণ করতে পারে। লোহার বস্তুটির ভর 400g এবং ঘনত্ব 7800 kgm^{-3} ।

ক. চাপের মাত্রা সমীকরণ লেখ। ১

খ. তরল কর্তৃক প্রযুক্ত বল কোন কোন বিষয়ের ওপর নির্ভর করে? ২

গ. লোহার বস্তুটি পানিতে কী অবস্থায় থাকবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৩

ঘ. বস্তুটির ফাঁপা অংশের আয়তন নির্ণয় কর। ৪

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চাপের মাত্রা সমীকরণ $[ML^{-1}T^{-2}]$

খ. তরল কর্তৃক প্রযুক্ত বল নিচের বিষয়গুলোর ওপর নির্ভর করে :

১. বস্তুর আয়তন

২. তরলের ঘনত্ব

৩. অভিকর্ষজ ত্বরণ।

গ. এখানে,

অপসারিত পানির আয়তন, $V = 60 \text{ mL}$

$\therefore$ অপসারিত পানির ভর, $m = 60 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$\therefore$ অপসারিত পানির ওজন, $W_1 = (60 \times 10^{-3} \times 9.8) \text{ N}$
 $= 0.588 \text{ N}$

লোহার বস্তুর ভর, $m = 400 \text{ g} = 0.4 \text{ kg}$

লোহার বস্তুর ওজন, $W_2 = (0.4 \times 9.8) \text{ N} = 3.92 \text{ N}$

এখানে, $W_2 > W_1$

অতএব, লোহার বস্তুটি পানিতে ডুবে যাবে।

ঘ. লোহার বস্তুটির দ্বারা অপসারিত পানির আয়তন $= 60 \text{ mL}$

$$= 60 \times 10^{-3} \text{ L}$$

লোহার বস্তুর আয়তন $=$ পানির আয়তন, $V = \frac{60 \times 10^{-3}}{1000} \text{ m}^3$

$$\therefore V = 60 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

লোহার বস্তুটির ভর, $m = 400 \text{ g} = 0.4 \text{ kg}$

লোহার ঘনত্ব, $\rho = 7800 \text{ kgm}^{-3}$

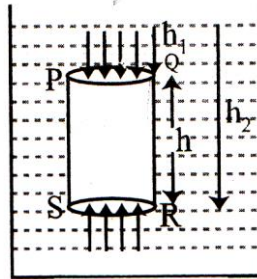
$\therefore$ বস্তুতে উপস্থিত লোহার আয়তন,

$$V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{0.4 \text{ kg}}{7800 \text{ kgm}^{-3}} = 51.28 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{ফাঁপা অংশের আয়তন} = (60 \times 10^{-6} - 51.28 \times 10^{-6}) \text{ m}^3$$
$$= 8.72 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 8.72 \text{ cm}^3$$

অতএব, বস্তুটির ফাঁপা অংশের আয়তন 8.72 cm^3 ।

প্রশ্ন-১৬ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. প্রবাহীর চাপ কাকে বলে?

১

?

খ. তরলের অভ্যন্তরে চাপের সাথে ঘনত্বের

সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

২

গ. পানির উপরিতল থেকে 74 cm
গভীরে কোনো বিন্দুতে চাপের মান
নির্ণয়
কর।

৩

ঘ. পানিতে নিমজ্জিত বস্তুর ওজন হালকা
মনে হওয়ার কারণ গাণিতিকভাবে
বিশ্লেষণ কর।

৪

▶◀ ১৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কোনো তলে স্থির অবস্থায় থেকে প্রবাহী তার প্রতি একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে বল প্রয়োগ করে তার মানকে প্রবাহীর চাপ বলে।

খ. তরল পদার্থের ভেতরে কোনো বিন্দুতে চাপ বলতে ঠিক ঐ বিন্দুর চারদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে অনুভূত বলকে বোঝায়।

ρ ঘনত্বের কোনো তরল পদার্থের ভেতরে h গভীরতায় কোনো বিন্দুতে চাপ, $P = \text{বিন্দুর গভীরতা} \times \text{তরলের ঘনত্ব} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}$ ।

অর্থাৎ, $P = h \times \rho \times g$

$$P = h\rho g$$

যেহেতু g ধ্রুবক

$$\therefore P \propto h\rho$$

অর্থাৎ তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে অনুভূত চাপ ঐ বিন্দুর গভীরতা ও ঘনত্বের সমানুপাতিক।

এটিই চাপের সাথে ঘনত্বের সম্পর্ক।

গ. দেওয়া আছে,

পানির গভীরতা, $h = 74 \text{ cm} = 0.74 \text{ m}$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

চাপ, $P = ?$

আমরা জানি,

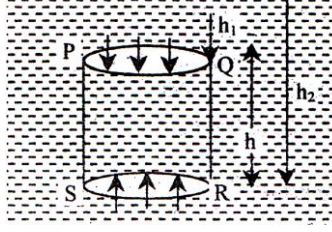
$$\text{চাপ, } P = h\rho g$$

$$= 0.74 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 7252 \text{ Pa}$$

নির্ণেয় চাপের মান 7252 Pa।

ঘ. সাধারণত পানির মধ্যে কোনো কঠিন বস্তুকে নিমজ্জিত করলে বস্তুর প্রতি বিন্দুতে সর্বমুখী চাপ অনুভূত হবে। মনে করি, A প্রস্থচ্ছেদের এবং h উচ্চতার একটি সিলিন্ডার PQRS। এটা ρ ঘনত্বের পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত আছে।



পানির মুক্ততল থেকে সিলিন্ডারের উপরের এবং নিচের পৃষ্ঠের গভীরতা যথাক্রমে h_1 এবং h_2 ।

সুতরাং $h = h_2 - h_1$ ।

সিলিন্ডারের উপরের পৃষ্ঠ PQ তলে পানি কর্তৃক নিম্নমুখী বল,

$$F_1 = Ah_1\rho g$$

আবার সিলিন্ডারের নিচের পৃষ্ঠ SR তলে পানি কর্তৃক উর্ধ্বমুখী বল, $F_2 = Ah_2\rho g$ ।

সিলিন্ডারের বক্রপৃষ্ঠে পানি কর্তৃক প্রযুক্ত পার্শ্বচাপ পরস্পর বিপরীতমুখী ও সমান বিধায় নাকচ হয়ে যায়।

সুতরাং লব্ধি উর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা = $F_2 - F_1$

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

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

$$= Ah\rho g$$

$$= (hA)\rho g$$

$$= V\rho g [\because V = hA]$$

$$= \text{বস্তু কর্তৃক অপসারিত পানির ওজন।}$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, নিমজ্জিত বস্তুর ওপর ক্রিয়ারত উর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা বস্তু কর্তৃক অপসারিত পানির ওজনের সমান। এই উর্ধ্বমুখী বলের জন্যই পানিতে নিমজ্জিত বস্তু ওজন হারায়। কাজেই পানিতে নিমজ্জিত বস্তুর ওজন হালকা বলে মনে হয়।

প্রশ্ন-১৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

1m ব্যাসবিশিষ্ট একটি গোলকের ভর 400 kg। একে 800 kgm^{-3} ঘনত্ববিশিষ্ট একটি তরলের উপরিপৃষ্ঠ হতে 10 m উচ্চতায় ঝুলিয়ে রাখা হয়েছে। [$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$]

ক. পরিমাপ কী? ১

খ. লোহার তৈরি জাহাজ ভাসে কেন? ২

?

গ. গোলকটিকে ছেড়ে দেওয়া হলে

তরলকে স্পর্শ করার ঠিক পূর্বমুহূর্তে

এর গতিশক্তি কত হবে? ৩

ঘ. গোলকটি ঐ তরলে ভাসবে না ডুবে

যাবে— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে

মতামত দাও।

8

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো কিছুর পরিমাণ নির্ণয় করাকে পরিমাপ বলে।

খ. লোহার টুকরা পানিতে ভাসে না কারণ লোহার খণ্ড দ্বারা অপসারিত পানির ওজন লোহা খণ্ডের ওজনের চেয়ে কম। কিন্তু লোহার তৈরি হলেও 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 প্রথমে ডুবতে শুরু করে। খানিকটা ডুবার পর যখন অপসারিত পানির ওজন জাহাজের ওজনের সমান হয় তখন জাহাজটি ভাসতে থাকে।

গ. দেওয়া আছে,

উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

গোলকের ভর, $m = 400 \text{ kg}$

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

গোলকের আদিবেগ, $u = 0$

গোলকের শেষবেগ, $v = ?$

গোলকটির গতিশক্তি, $E_k = ?$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$\text{বা, } v^2 = 196 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$\therefore v = 14 \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং তরল স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে গোলকের বেগ 14 ms^{-1} ।

আবার, গোলকের গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 400 \text{ kg} \times (14 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 200 \text{ kg} \times 196 \text{ m}^2\text{s}^{-2} = 39200 \text{ J}$$

$$\therefore E_k = 39200 \text{ J}$$

সুতরাং তরলকে স্পর্শ করার ঠিক পূর্বমুহূর্তে গোলকটির গতিশক্তি হবে 39200 J ।

ঘ. গোলকটি ঐ তরলে ভাসবে না ডুবে যাবে তা নিচে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো—

এখানে,

গোলকের ভর, $m = 400 \text{ kg}$

গোলকের ব্যাস, $d = 1 \text{ m}$

পানির ঘনত্ব, $\rho_w = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

গোলকের আয়তন, $V = ?$

আমরা জানি,

গোলকের আয়তন,

$$V = \frac{1}{6} \pi d^3 = \frac{1}{6} \times 3.1416 \times (1 \text{ m})^3$$

$$\therefore V = 0.5236 \text{ m}^3$$

আবার, গোলকের ঘনত্ব ρ হলে,

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{400 \text{ kg}}{0.5236 \text{ m}^3} = 763.94 \text{ kgm}^{-3}$$

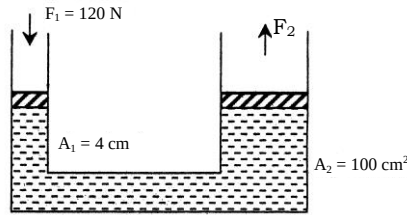
সুতরাং গোলকের ঘনত্ব 763.94 kgm^{-3} ।

উদ্দীপক হতে, তরলের ঘনত্ব 800 kgm^{-1} ।

যেহেতু, তরলের ঘনত্ব গোলকের ঘনত্বের চেয়ে বেশি সেহেতু গোলকটি তরলে ভেসে থাকবে।

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায়, গোলকটির ঘনত্ব তরলের ঘনত্ব অপেক্ষা কম হওয়ায় তরলে ভেসে থাকবে।

প্রশ্ন-১৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. Dead sea কোথায় অবস্থিত? ১

খ. টরিসেলির শূন্যস্থান বলতে কী বোঝ? ২

গ. F_2 এর মান

কত? ৩

?

ঘ. ছোট পিস্টনের উপর যথাক্রমে 15 N,

30 N ও 60 N বল প্রয়োগ করে F_2

এর মান নির্ণয় করে F_1 বনাম F_2 এর

গ্রাফ অঙ্কন করে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. Dead sea জর্ডানে অবস্থিত।

খ. কাচনলে যে পারদ স্তম্ভ দাঁড়িয়ে থাকে তার উপর নলের বন্ধ প্রান্ত পর্যন্ত স্থান শূন্য। এই শূন্যস্থানকে টরিসেলির শূন্যস্থান বলে।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

ছোট পিস্টনের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4 \text{ cm}^2$

বড় পিস্টনের ক্ষেত্রফল, $A_2 = 100 \text{ cm}^2$

ছোট পিস্টনের বল, $F_1 = 120 \text{ N}$

বড় পিস্টনের বল, $F_2 = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{120 \text{ N} \times 100 \text{ cm}^2}{4 \text{ cm}^2} = 3000 \text{ N}$$

অতএব, F_2 এর মান 3000 N।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রের বড় পিস্টন ও ছোট পিস্টনের ক্ষেত্রফল অনুপাত হবে, $\frac{A_2}{A_1} = \frac{100 \text{ cm}^2}{4 \text{ cm}^2} = 25$

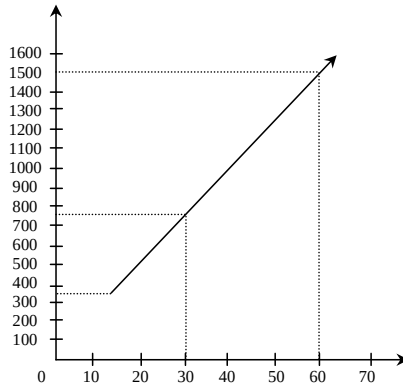
$\therefore$ ছোট পিস্টনে যে বল প্রযুক্ত হবে বড় পিস্টনে তা 25 গুণ বড় আকারে পাওয়া যাবে।

এখন, $F_1 = 15 \text{ N}$ হলে, $F_2 = 15 \times 25 = 375 \text{ N}$

$F_1 = 30 \text{ N}$ হলে, $F_2 = 30 \times 25 = 750 \text{ N}$

এবং $F_1 = 60 \text{ N}$ হলে, $F_2 = 60 \times 25 = 1500 \text{ N}$

এখানে, F_1 ও F_2 এর মানগুলোকে গ্রাফে দেখানো হলো :



F_1 ও F_2 এর মান গ্রাফে স্থাপন করায় একটি সরলরেখা পাওয়া গেল এবং F_1 এর মান বাড়ানোর সাথে সাথে এই সরলরেখা লেখের উপরের দিকে উঠতে থাকবে। অর্থাৎ, ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল বহু গুণে বৃদ্ধি পেয়ে বড় পিস্টনে ক্রিয়া করে।

প্রশ্ন - ১৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

50 cm উচ্চতাসম্পন্ন একটি কাচপাত্র সম্পূর্ণরূপে পারদ দ্বারা পূর্ণ। পারদের ঘনত্ব 13600 kgm^{-3} ।

- ক. হাইড্রোলিক প্রেস কোন নীতির ওপর
ভিত্তি করে তৈরি করা হয়? ১
- খ. ভোঁতা আলপিনের পরিবর্তে তীক্ষ্ণ
ধারালো আলপিন দিয়ে কাগজ ছিদ্র
করা সহজ কেন? ২
- গ. পাত্রের তলায় চাপের পরিমাণ নির্ণয়
কর। ৩

?

- ঘ. পাত্রটি পারদের পরিবর্তে ভিনু কোনো
তরল দ্বারা পূর্ণ করা হলে, পাত্রের
তলায় চাপের কোনো পরিবর্তন হবে
কি? ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ১৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. হাইড্রোলিক প্রেস বলবৃদ্ধিকরণ নীতির ওপর ভিত্তি করে তৈরি করা হয়।

খ. আমরা জানি, ধারালো আলপিনের শীর্ষবিন্দুর ক্ষেত্রফল খুবই কম। ফলে, এতে চাপের পরিমাণ খুব বেশি হয়।
কারণ, চাপ ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক। এতে চাপের মান বেশি হয় বলেই কাগজ ছিদ্র করা সহজ।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই, পারদের গভীরতা, $h = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$

পারদের ঘনত্ব, $\rho = 13600 \text{ kgm}^{-3}$

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

পাত্রের তলায় চাপ, $P = ?$

আমরা জানি,

$$P = h\rho g$$

$$= 0.5 \text{ m} \times 13600 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 66640 \text{ Pa}$$

অতএব, পাত্রের তলার চাপের মান 66640 Pa ।

ঘ. পাত্রটি পারদের পরিবর্তে ভিনু কোনো তরল দ্বারা পূর্ণ করা হলে পাত্রের তলার চাপের পরিবর্তন হবে।

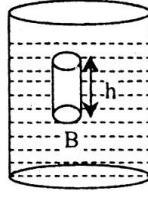
ব্যাখ্যা : তরল পদার্থের ভেতরে কোনো বিন্দুতে চাপ বলতে ঠিক ঐ বিন্দুর চারদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের
উপর লম্বভাবে অনুভূত বলকে বোঝায়।

চিত্রের পাত্রে কিছু পরিমাণ তরল পদার্থ আছে।

ধরি, পাত্রের ভূমির ক্ষেত্রফল = A

তরলের ঘনত্ব = ρ

অভিকর্ষজ ত্বরণ = g



আমরা জানি, চাপ = বল ÷ ক্ষেত্রফল

এখন, A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল = তরলের ওজন

= তরলের ভর $\times$ g

= তরলের আয়তন $\times$ ঘনত্ব $\times$ g

= তরলের ক্ষেত্রফল $\times$ তরলের গভীরতা $\times$ ঘনত্ব $\times$ g

= Ahpg

বা, চাপ, P = Ahpg/A

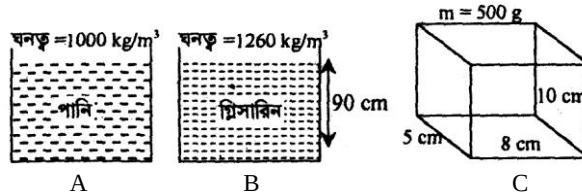
$\therefore$ চাপ, P = hpg

আবার, যেহেতু g ধ্রুবক তাই, $P \propto hp$ ।

অর্থাৎ, স্থির তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে চাপ ঐ বিন্দুর গভীরতা ও ঘনত্বের সমানুপাতিক। সুতরাং, তরলের গভীরতা বাড়লে চাপ বাড়বে এবং ঘনত্ব বাড়লেও চাপ বাড়বে।

পাত্রটি পারদের পরিবর্তে অন্য কোনো তরল দ্বারা পূর্ণ করা হলে তরলের গভীরতা অপরিবর্তিত থাকলেও ঘনত্ব পরিবর্তিত হবে। ফলে চাপের মানও পরিবর্তিত হবে।

প্রশ্ন -২০ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. প্যাসকেলের সূত্রটি লেখ।

১

খ. হুকের সূত্রটি লেখচিত্রের সাহায্যে

ব্যাখ্যা কর।

২

গ. B পাত্রের তলদেশে চাপের পরিমাণ

নির্ণয়

কর।

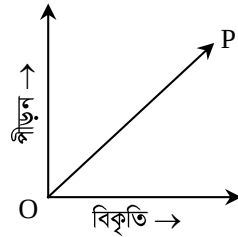
৩

ঘ. C বস্তুটিকে A ও B পাত্রের তরলে
ছেড়ে দিলে কোন ক্ষেত্রে প্লবতার মান
বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্যাসকেলের সূত্রটি হলো— পাত্রে আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশের উপর বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছুমাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সব দিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থের সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

খ. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।



অর্থাৎ পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

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

লেখচিত্র থেকে বলা যায় যে, OP অংশের যেকোনো বিন্দুতে পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত সমান।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

গ্লিসারিনের ঘনত্ব, $\rho = 1260 \text{ kgm}^{-3}$

গভীরতা, $h = 90 \text{ cm} = 0.9 \text{ m}$

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

B পাত্রের তলদেশে চাপ, $P = ?$

আমরা জানি, $P = h\rho g$

$$= 0.9 \text{ m} \times 1260 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 1.11 \times 10^4 \text{ Pa}$$

অতএব, B পাত্রের তলদেশে চাপ $1.11 \times 10^4 \text{ Pa}$ ।

ঘ. C বস্তুটির আয়তন, $V = (10 \times 5 \times 8) \text{ cm}^3$

$$= 400 \text{ cm}^3 = 400 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

A পাত্রের তরলের ঘনত্ব, $\rho_A = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

B পাত্রের তরলের ঘনত্ব, $\rho_B = 1260 \text{ kgm}^{-3}$

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

এখন, C বস্তুটিকে A পাত্রে ছেড়ে দিলে প্লবতার মান,

$$\begin{aligned} W_A &= V \rho_A g \\ &= 400 \times 10^{-6} \text{m}^3 \times 1000 \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2} \\ &= 3.92 \text{ N} \end{aligned}$$

আবার, C বস্তুটিকে B পাত্রে ছেড়ে দিলে প্লবতার মান,

$$\begin{aligned} W_B &= V \rho_B g \\ &= 400 \times 10^{-6} \text{m}^3 \times 1260 \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2} \\ &= 4.94 \text{ N} \end{aligned}$$

এখানে, $W_B > W_A$

অতএব, B পাত্রের প্লবতার মান বেশি হবে।

প্রশ্ন –২১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

1 m ব্যাসার্ধের এবং 5 m দীর্ঘ একটি সিলিন্ডার আকৃতির বস্তুকে 10 m গভীর পুকুরে ডুবিয়ে দেওয়া হলো। বস্তুটির উপরের পৃষ্ঠ পানিপৃষ্ঠ হতে 2 m নিচে অবস্থান করে। পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} ।

ক. হাইড্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব বায়ুর ঘনত্বের চেয়ে কম না বেশি? ১

খ. ইস্পাতের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে কী বোঝায়? ২

গ. বস্তুটির উপর লব্ধি উর্ধ্বমুখী বল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বস্তুটি উর্ধ্বমুখী বল বস্তুটি দ্বারা অপসারিত পানির ওজনের সমান-গাণিতিকভাবে উক্তিটির সত্যতা যাচাই কর। ৪

▶◀ ২১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. হাইড্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব বায়ুর ঘনত্বের চেয়ে কম।

খ. ইস্পাতের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে বোঝায় স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ইস্পাতের পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত 2×10^{11} ।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

বস্তুর ব্যাসার্ধ, $r = 1 \text{ m}$

দৈর্ঘ্য, $h = 5 \text{ m}$

$\therefore$ আয়তন, $V = \pi r^2 h = 3.14 \times (1 \text{ m})^2 \times 5 \text{ m} = 15.7 \text{ m}^3$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

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

বস্তুটির উপর উর্ধ্বমুখী বল, $F = ?$

আমরা জানি, $F = V\rho g$

$$= 15.7 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 1.54 \times 10^5 \text{ N}$$

নির্ণেয় উর্ধ্বমুখী বল $1.54 \times 10^5 \text{ N}$ ।

ঘ. বস্তুটির আয়তন $= 15.7 \text{ m}^3$

$\therefore$ বস্তুটি দ্বারা অপসারিত পানির আয়তন $= 15.7 \text{ m}^3$

$\therefore$ অপসারিত পানির ভর, $m = (15.7 \times 1000) \text{ kg} = 15700 \text{ kg}$

$\therefore$ অপসারিত পানির ওজন, $F_W = (15700 \times 9.8) \text{ N} = 1.54 \times 10^5 \text{ N}$

‘গ’ নং থেকে পাই, বস্তুটির উর্ধ্বমুখী বল, $F = 1.54 \times 10^5 \text{ N}$

এখানে, $F = F_W$

অর্থাৎ, বস্তুটির উর্ধ্বমুখী বল বস্তু দ্বারা অপসারিত পানির ওজনের সমান।

প্রশ্ন –২২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি আয়তাকার ব্লকের তলদেশে ক্ষেত্রফল 25 cm^2 । একে পানির মধ্যে ডুবানো হলো। পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} । পানির উপরিতল থেকে ব্লকের উপরের পৃষ্ঠের গভীরতা 5 cm এবং ব্লকের উচ্চতা 2 cm ।

ক. বরফের ঘনত্ব কত? ১

খ. কঠিন বস্তুর কোনো তরলে ভাসন ও

নিমজ্জনের কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ব্লকের তলদেশে পানির চাপ নির্ণয়

কর। ৩

ঘ. প্রদত্ত উপাত্ত আর্কিমিডিসের সূত্রকে

সমর্থন করে কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. বরফের ঘনত্ব 920 kgm^{-3} ।

খ. কোনো বস্তুকে যখন পানিতে ডুবানো হয় তখন ঐ বস্তুটির উপর দুটি বল ক্রিয়াশীল হয়। বস্তুটির ওজন সরাসরি নিচের দিকে ক্রিয়া করে এবং পানির চাপজনিত লব্ধি বল উপরের দিকে ক্রিয়া করে। দুটি বল একই সরলরেখা বরাবর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় বস্তু পানিতে ডুববে না ভাসবে তা এই বল দুটির ওপর নির্ভর করে। যদি বস্তুর ওজন বস্তু দ্বারা অপসারিত পানির ওজনের চেয়ে বেশি হয় তবে বস্তুটি পানিতে ডুবে যাবে। আর যদি বস্তুর ওজনের চেয়ে বস্তু দ্বারা অপসারিত পানির ওজন বেশি হয় তবে বস্তুটি পানিতে ভেসে থাকবে। আর যদি বস্তু দ্বারা অপসারিত পানির ওজন বস্তুর ওজনের সমান হয় তবে বস্তুটি ঐ পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

$$\text{পানির ঘনত্ব, } \rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

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

$$\begin{aligned} \text{পানির পৃষ্ঠ থেকে ব্লকের তলদেশের গভীরতা, } h &= 5 \text{ cm} + 2 \text{ cm} \\ &= 7 \text{ cm} = 7 \times 10^{-2} \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{ব্লকের তলদেশে পানির চাপ, } P = ?$$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } P &= h\rho g \\ &= 7 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ &= 686 \text{ Pa} \end{aligned}$$

অতএব, ব্লকের তলদেশে পানির চাপ 686 Pa।

ঘ. ব্লকের নিম্নমুখী বল অপেক্ষা উর্ধ্বমুখী বল বেশি হলে ব্লকটি পানিতে ভেসে থাকবে অন্যথায় ডুবে যাবে। নিচে এটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো—

উদ্দীপক হতে,

$$\text{ব্লকের ক্ষেত্রফল, } A = 25 \text{ cm}^2 = 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

ব্লকের উর্ধ্বতলে পানির চাপ,

$$P_1 = 5 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 490 \text{ Pa}$$

‘গ’ হতে পাই, ব্লকের নিম্নতলে পানির চাপ, $P_2 = 686 \text{ Pa}$

ব্লকের উর্ধ্বতলে পানি কর্তৃক প্রযুক্ত বল, $F_1 = ?$

ব্লকের নিম্নতলে পানি কর্তৃক প্রযুক্ত বল, $F_2 = ?$

আমরা জানি,

$$F = PA$$

$$\therefore F_1 = P_1 A$$

$$\text{এবং } F_2 = P_2 A$$

$$\text{এখন, } F_1 = P_1 A = 490 \text{ Pa} \times 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\therefore F_1 = 1.225 \text{ N}$$

$$\text{এবং } F_2 = P_2 A = 686 \text{ Pa} \times 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\therefore F_2 = 1.715 \text{ N}$$

যেহেতু, $1.715 \text{ N} > 1.225 \text{ N}$ সেহেতু $F_2 > F_1$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায়, ব্লকের নিম্নতলে পানি কর্তৃক প্রযুক্ত বল ব্লকের উর্ধ্বতলে পানি কর্তৃক প্রযুক্ত বলের চেয়ে বেশি হওয়ায় বস্তুটি পানিতে ভাসবে।

অতএব, পানিতে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি কিছু ওজন হারায় যা আর্কিমিডিসের সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন –২৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

25 cc আয়তনের একটি বস্তুর ঘনত্ব 19300 kgm^{-3} এই বস্তুটিকে যথাক্রমে কেরোসিনপূর্ণ ও গ্লিসারিনপূর্ণ পাত্রে সম্পূর্ণ ডুবিয়ে ওজন নেওয়া হলো। ডুবন্ত অবস্থায় বস্তুটির ওজনের তারতম্য লক্ষ করা গেল।

ক.কোন তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব 1000

kgm^{-3} ? ১

খ. হিলিয়াম গ্যাসভর্তি বেলুন উপরের

দিকে উঠে যায় কেন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বস্তুটির ভর নির্ণয়

কর। ৩

ঘ. বস্তুটির কেরোসিনে ও গ্লিসারিনে

ওজনের অনুপাত হতে তোমার

মতামত দাও। ৪

▶◀ ২৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. 4°C তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} ।

খ. আমরা জানি, বেলুন মূলত হাইড্রোজেন বা হিলিয়াম গ্যাসপূর্ণ থাকে। হাইড্রোজেন বা হিলিয়াম গ্যাসের ঘনত্ব বাতাসের ঘনত্ব অপেক্ষা কম হয়। সাধারণত বাতাসের ঘনত্ব 1.29 kgm^{-3} এবং হিলিয়ামের ঘনত্ব 0.17 kgm^{-3} । যেহেতু, হিলিয়ামের ঘনত্ব বাতাসের ঘনত্ব থেকে কম তাই হিলিয়াম গ্যাস ভর্তি বেলুন উপরের দিকে উঠে যায়।

গ. এখানে,

বস্তুটির আয়তন,

$$V = 25 \text{ cc} = 25 \text{ cm}^3 = 25 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

বস্তুটির ঘনত্ব, $\rho = 19300 \text{ kgm}^{-3}$

বস্তুটির ভর, $m = ?$

আমরা জানি,

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{বা, } m = \rho V$$

$$= 19300 \text{ kgm}^{-3} \times 25 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$= 0.4825 \text{ kg}$$

অতএব, বস্তুটির ভর 0.4825 kg বা 482.5 g।

ঘ. এখানে, বস্তুটির ভর, $m = 0.4825 \text{ kg}$

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

আমরা জানি, কেরোসিনের ঘনত্ব, $\rho_c = 800 \text{ kgm}^{-3}$

$$\text{গ্লিসারিনের ঘনত্ব, } \rho_g = 1260 \text{ kgm}^{-3}$$

বস্তুটির বাতাসে ওজন, $W = mg$

$$= 0.4825 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 4.7285 \text{ N}$$

কেরোসিনে ডুবানোর ক্ষেত্রে বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব S_c হলে,

$$S_c = \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{19300 \text{ kgm}^{-3}}{800 \text{ kgm}^{-3}} = 24.125$$

$$\text{আমরা জানি, } S_c = \frac{W}{W - W_1}$$

$$\text{বা, } W - W_1 = \frac{W}{S_c}$$

$$\text{বা, } W_1 = W - \frac{W}{S_c}$$

$$= 4.7285 \text{ N} - \frac{4.7285 \text{ N}}{24.125}$$

$$= 4.7285 \text{ N} - 0.196 \text{ N} = 4.5325 \text{ N}$$

$\therefore$ কেরোসিনে বস্তুটির ওজন 4.5325 N।

আবার, গ্লিসারিনে ডুবানোর ক্ষেত্রে বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব S_g হলে,

$$S_g = \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{19300 \text{ kgm}^{-3}}{1260 \text{ kgm}^{-3}} = 15.32$$

$$\text{আমরা জানি, } S_g = \frac{W}{W - W_1}$$

$$\text{বা, } W - W_1 = \frac{W}{S_g}$$

$$\begin{aligned}
 \text{বা, } W_1 &= W - \frac{W}{S_g} \\
 &= 4.7285 \text{ N} - \frac{4.7285 \text{ N}}{15.32} \\
 &= 4.7285 \text{ N} - 0.3086 \text{ N} \\
 &= 4.4199 \text{ N} = 4.42 \text{ N}
 \end{aligned}$$

অতএব, গ্লিসারিনে বস্তুটির ওজন 4.42 N।

বস্তুটির কেরোসিনে ওজন : বস্তুটির গ্লিসারিনে ওজন = 4.53 : 4.42

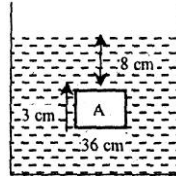
$$\text{বা, } \frac{\text{বস্তুটির কেরোসিনে ওজন}}{\text{বস্তুটির গ্লিসারিনে ওজন}} = \frac{4.53}{4.42} = 1.025$$

∴ বস্তুটির কেরোসিনে ওজন = বস্তুটির গ্লিসারিনে ওজনের 1.025 গুণ।

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণে বলা যায়, কেরোসিনে বস্তুটির ওজন = গ্লিসারিনে বস্তুটির 1.05 গুণ।

প্রশ্ন – ২৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

পানিতে একটি বস্তু A নিমজ্জিত অবস্থায় আছে।



- ক. পীড়ন কাকে বলে? ১
- খ. বস্তু কখন তরলে ভাসে? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বস্তুটির উর্ধ্ব ও নিম্নতলে পানি কী পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করবে তা নির্ণয় কর। ৩

?

- ঘ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত বস্তুটি পানিতে ভাসবে না ডুববে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

▶◀ ২৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- ক. বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর ভেতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।
- খ. কোনো বস্তুর ঘনত্ব যখন তরলের ঘনত্বের চেয়ে কম হয় তখন বস্তুটি তরলে ভেসে থাকে।

এক্ষেত্রে তরলের উর্ধ্বমুখী বল বস্তুর ওজনের চেয়ে বেশি হয়। ফলে উক্ত বস্তুটি আর নিচের দিকে যেতে পারে না তাই ভেসে থাকে।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

$$\begin{aligned}\text{পানির পৃষ্ঠতল হতে ব্লকের উপরিতলের উচ্চতা, } h_1 &= 8 \text{ cm} \\ &= 8 \times 10^{-2} \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{পানির পৃষ্ঠতল হতে ব্লকের নিম্নতলের উচ্চতা, } h_2 &= (8 + 3) \text{ cm} \\ &= 11 \times 10^{-2} \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{পানির ঘনত্ব, } \rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

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

∴ ব্লকের উর্ধ্বতলে চাপ,

$$\begin{aligned}P_1 &= h_1 \rho g \\ &= 8 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ &= 784 \text{ Pa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{এবং ব্লকের নিম্নতলে চাপ, } P_2 &= h_2 \rho g \\ &= 11 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ &= 1078 \text{ Pa}\end{aligned}$$

অতএব, ব্লকের উর্ধ্ব ও নিম্নতলে পানির চাপ যথাক্রমে 784 Pa ও 1078 Pa।

ঘ. এখানে, ব্লকের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল, $A = 36 \text{ cm}^2 = 36 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

এখন, ব্লকের উর্ধ্ব ও নিম্নতলে পানি কর্তৃক প্রযুক্ত বলের মান যথাক্রমে, F_1 ও F_2 হলে,

$$\begin{aligned}F_1 &= Ah_1 \rho g \\ &= 36 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 8 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ &= 2.82 \text{ N}\end{aligned}$$

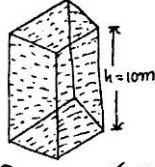
$$\begin{aligned}\text{আবার, } F_2 &= Ah_2 \rho g \\ &= 36 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 11 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ &= 3.88 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\text{এখানে, } F_1 < F_2$$

উপর্যুক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, বস্তুর উপর নিম্নমুখী বল, উর্ধ্বমুখী বল অপেক্ষা কম। অতএব, বস্তুটি ভাসবে।

প্রশ্ন – ২৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

চিত্রের পাত্রটির তলদেশের ক্ষেত্রফল 5 m^2 এবং তলদেশে তরলের চাপ 85260 Pa ।



চিত্র : তরলপূর্ণ পাত্র

ক. বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্বের সমান হলে

কী হবে? ১

খ. কোনো বস্তুকে তরলে ডুবালে তা

হালকা মনে হয় কেন? ২

গ. পাত্রের তলদেশে তরল কর্তৃক প্রযুক্ত

বলের মান নির্ণয়

কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের পাত্রে কোন ধরনের তরল

পদার্থ আছে তা শনাক্ত কর। ৪

২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্বের সমান হলে বস্তুটি পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

খ. কোনো বস্তুকে তরলে ডুবালে প্লবতার কারণে তা হালকা মনে হয়। তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ নিমজ্জিত বস্তুর উপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে উর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ করে যা প্লবতা নামে পরিচিত। এ উর্ধ্বমুখী বল বস্তুর নিম্নমুখী ওজনকে কিছুটা প্রশমিত করে। এ কারণে, কোনো বস্তুকে তরলে ডুবালে তা হালকা মনে হয়।

গ. এখানে,

পাত্রের তলদেশে তরলের চাপ, $P = 85260 \text{ Pa}$

তলদেশের ক্ষেত্রফল, $A = 5\text{m}^2$

প্রযুক্ত বল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{F}{A}$$

বা, $F = PA$

$$= 85260 \text{ Pa} \times 5\text{m}^2$$

$$= 426300 \text{ N}$$

∴ তরল কর্তৃক প্রযুক্ত বলের মান 426300 N।

ঘ. এখানে,

তরলের চাপ, $P = 85260 \text{ Pa}$

গভীরতা, $h = 10 \text{ m}$

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

তরলের ঘনত্ব, $\rho = ?$

আমরা জানি,

$$P = h \rho g$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{P}{hg}$$

$$= \frac{85260 \text{ Pa}}{10 \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore \rho = 870 \text{ kgm}^{-3}$$

অর্থাৎ উদ্দীপকের পাত্রে 870 kgm^{-3} ঘনত্বের তরল রয়েছে।

আমরা জানি, তার্পিন তেলের ঘনত্ব 870 kgm^{-3} ।

সুতরাং উদ্দীপকের পাত্রে তার্পিন তেল রয়েছে।

প্রশ্ন – ২৬ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি গোলাকার কুয়ার তলদেশের ক্ষেত্রফল 68.84 m^2 । উপরের চারদিকে পাড়ের পরিধি 30.8 m । এর তলদেশে পানির চাপ 5.45×10^4 প্যাসকেল।

- ক. বিকৃতি কাকে বলে? ১
- খ. স্থিতিস্থাপক সীমা বলতে কী বোঝ? ২
- গ. উক্ত কুয়ার গভীরতা নির্ণয় কর। ৩

?

- ঘ. কুয়ার আকার, আকৃতি, পরিধি, তলের ক্ষেত্রফল চাপের ওপর কোনো প্রভাব ফেলছে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর প্রতি একক মাত্রায় যে পরিবর্তন সাধিত হয় তাকে বিকৃতি বলে।

খ. যে মানের বল পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে অর্থাৎ সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্ব অবস্থায় ফিরে যায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। প্রত্যেক বস্তুই বলের একটি নির্দিষ্ট সীমা

পর্যন্ত পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে। বিভিন্ন বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা বিভিন্ন। যেমন : ইস্পাত ও হীরার স্থিতিস্থাপক সীমা খুব বেশি কিন্তু দস্তার স্থিতিস্থাপক সীমা খুব কম।

গ. উদ্দীপক হতে, কুয়ার তলদেশে পানির চাপ,

$$P = 5.45 \times 10^4 \text{ Pa}$$
$$= 5.45 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

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

কুয়ার গভীরতা, $h = ?$

আমরা জানি, $P = h\rho g$

$$\text{বা, } h = \frac{P}{\rho g}$$
$$= \frac{5.45 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}}{1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} = 5.56 \text{ m}$$

সুতরাং কুয়ার গভীরতা 5.56 m।

ঘ. কুয়ার আকার, আকৃতি, পরিধি, তলের ক্ষেত্রফল চাপের উপর কোনো প্রভাব ফেলছে না। নিচে এটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো :

বিশ্লেষণ : মনে করি, পাত্রের ভূমির ক্ষেত্রফল = A

তরলের ঘনত্ব = ρ

তরলের গভীরতা = h

অভিকর্ষজ ত্বরণ = g

তরল পদার্থের কোনো বিন্দুতে চাপ বলতে ঠিক ঐ বিন্দুর চারিদিকে অনুভূমিক তলে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে অনুভূত বলকে বোঝায়।

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

এখন, A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল = তরলের ওজন

$$= \text{তরলের ভর} \times g$$

$$= \text{তরলের আয়তন} \times \text{ঘনত্ব} \times g$$

$$= \text{পাত্রের ক্ষেত্রফল} \times \text{গভীরতা} \times \text{ঘনত্ব} \times g$$

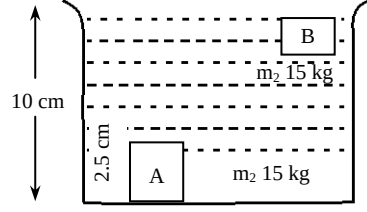
$$= Ah\rho g$$

$$\therefore \text{চাপ, } P = \frac{Ah\rho g}{A}$$

$$\text{বা, } P = h\rho g$$

চাপের উপরিউক্ত সমীকরণ হতে দেখা যায় যে, কুয়ার আকার আকৃতি, পরিধি এবং তলের ক্ষেত্রফল অনুপস্থিত।
অর্থাৎ এরা চাপের উপর কোনো প্রভাব ফেলবে না।

প্রশ্ন –২৭ ▶ নিচের চিত্রটি দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. সঞ্চয়ী কোষে ব্যবহৃত সালফিউরিক

এসিডের ঘনত্ব কত? ১

খ. নৌপথে দুর্ঘটনার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A বস্তুটির উপরিতলের কোনো বিন্দুতে

চাপ নির্ণয়

কর। ৩

?

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী A ও B

উভয় বস্তুর ভর 15 g হওয়া সত্ত্বেও

কার আয়তন বেশি হবে বিশ্লেষণ কর।

৪

▶◀ ২৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. সঞ্চয়ী কোষে ব্যবহৃত সালফিউরিক এসিডের ঘনত্ব $1.3 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$ থেকে $1.5 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$ ।

খ. একটি নৌযান যখন তৈরি করা হয় তখন তার আকৃতি ও আকার এমন হয় যে পানিতে ভাসলে ডুবন্ত অংশটুকু কর্তৃক অপসারিত পানির ওজন নৌযানের ওজনের সমান হয়। নৌযানে যাত্রী যত উঠবে নৌযানটি তত ভারী হবে এবং পানির মধ্যে ডুবতে থাকবে।

সুতরাং নৌযানের ধারণক্ষমতার বেশি যাত্রী ওঠালে সেটা ডুবে যাবে।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

পানির উপরিতল হতে A বস্তুর পৃষ্ঠের উচ্চতা, $h = 10 \text{ cm}$

$$= 0.1 \text{ m}$$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{kgm}^{-3}$

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

A বস্তুর উপরের পৃষ্ঠের কোনো বিন্দুতে চাপ, $P = ?$

আমরা জানি, $P = h\rho g$

$$= 0.1 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 980 \text{ Pa}$$

অতএব, A বস্তুর উপরিতলের কোনো বিন্দুতে চাপ 980 Pa।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রে প্রদর্শিত A ও B-বস্তুদ্বয়ের মধ্যে A বস্তুটি পানিতে নিমজ্জিত এবং B বস্তুটি নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসছে। আবার বস্তু দুটির ভর একই অর্থাৎ 15 kg।

আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

$$\text{বা, } m = \rho V$$

ধরি, A বস্তুর ভর = m_1

$$B \text{ বস্তুর } = m_2$$

$$A \text{ বস্তুর ঘনত্ব} = \rho_1$$

$$B \text{ বস্তুর ঘনত্ব} = \rho_2$$

$$A \text{ বস্তুর আয়তন} = V_1$$

$$B \text{ বস্তুর আয়তন} = V_2$$

$$\therefore A \text{ বস্তুর ভর, } m_1 = \rho_1 V_1$$

$$\text{বা, } 15 \text{ g} = \rho_1 V_1 \dots\dots\dots (i)$$

$$\therefore B \text{ বস্তুর ভর, } m_2 = \rho_2 V_2$$

$$\text{বা, } 15 \text{ g} = \rho_2 V_2 \dots\dots\dots (ii)$$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে,

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \dots\dots\dots (iii)$$

যেহেতু A বস্তুটি ডুবন্ত এবং B বস্তুটি ভাসমান অবস্থায় আছে।

তাই $\rho_1 > \rho_2$ হওয়াটাই স্বাভাবিক।

সুতরাং $\rho_1 > \rho_2$ হওয়ায় (iii) নং সমীকরণ হতে পাওয়া যায়—

$$V_1 < V_2$$

অর্থাৎ B বস্তুর আয়তন A বস্তুর তুলনায় বেশি হবে।

প্রশ্ন –২৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

0.50 kg ভরের একটি বস্তুকে পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত করলে 175 cm^3 পানি অপসারণ করে এবং বস্তুটির পানিতে ওজন 3.185 N।



ক. ঘনত্ব পরিমাপক যন্ত্রের নাম কী?

- খ. পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের মৌলিক
স্বীকার্যগুলো লেখ। ২
- গ. বস্তুটির ঘনত্ব নির্ণয়
কর। ৩

- ঘ. উদ্দীপকের তথ্যগুলো আর্কিমিডিসের
সূত্রকে সমর্থন করে কি? গাণিতিক
বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

▶◀ ২৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. ঘনত্ব পরিমাপক যন্ত্রের নাম হাইড্রোমিটার।

খ. পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের স্বীকার্যগুলো হলো—

১. যেকোনো পদার্থ অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণার সমন্বয়ে গঠিত।
২. অণুগুলো এত ক্ষুদ্র যে তাদেরকে বিন্দুবৎ বিবেচনা করা হয়।
৩. পদার্থের কণাগুলো সর্বদা গতিশীল।
৪. গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুগুলো বেশ দূর দূরে থাকে, এজন্য তাদের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল কাজ করে না বললেই চলে।
৫. গ্যাস ও তরলের ক্ষেত্রে কণাগুলো এলোমেলো ছোটাছুটি করে এজন্য এরা পরস্পরের সাথে এবং পাত্রের দেয়ালের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়।

গ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে পাই,

বস্তুর ভর, $m = 0.50 \text{ kg}$

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

$$\therefore \text{বস্তুর ওজন} = mg = 0.50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 4.9 \text{ N}$$

বস্তু দ্বারা অপসারিত পানির আয়তন = 175 cm^3

আমরা জানি,

$$\therefore 1 \text{ cm}^3 \text{ পানির ভর} = 1 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বস্তুর সমআয়তন পানির ভর} &= 175 \times 1 \text{ g} \\ &= 175 \text{ g} \\ &= 0.175 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বস্তুর সমআয়তন পানির ওজন} &= 0.175 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ &= 1.715 \text{ N} \end{aligned}$$

$\therefore$ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক গুরুত্ব,

$$S = \frac{\text{বস্তুর ওজন}}{4^\circ\text{C তাপমাত্রায় সমআয়তন পানির ওজন}}$$

$$= \frac{4.9}{1.715} = 2.857$$

$$\begin{aligned}\text{বস্তুটির ঘনত্ব } \rho \text{ হলে, } \rho &= S \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \\ &= 2.857 \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \\ &= 2857 \text{ kgm}^{-3}\end{aligned}$$

সুতরাং, বস্তুটির ঘনত্ব 2857 kgm^{-3} ।

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে পাই, বস্তুর ভর, $m = 0.50 \text{ kg}$

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

$$\text{বস্তুর ওজন} = mg$$

$$\therefore \text{বস্তুর ওজন} = 0.50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 4.9 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}\text{বস্তুর দ্বারা অপসারিত পানির আয়তন} &= 175 \text{ cm}^3 \\ &= 175 \times 1\text{g} = 175 \text{ g} \\ &= 0.175 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$[\because 1 \text{ cm}^3 \text{ পানির ভর} = 1\text{g}]$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{বস্তুর দ্বারা অপসারিত পানির ওজন} &= (0.175 \times 9.8) \text{ N} \\ &= 1.715 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\text{বস্তুটির পানিতে ওজন} = 3.185 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{বস্তুর আপাত হারানো ওজন} &= \text{বস্তুর ওজন} - \text{বস্তুর পানিতে ওজন} \\ &= (4.9 - 3.185) \text{ N} = 1.715 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\therefore \text{বস্তু দ্বারা অপসারিত পানির ওজন} = 1.715 \text{ N}$$

$$\text{এবং বস্তুর আপাত হারানো ওজন} = 1.715 \text{ N}$$

সুতরাং উদ্দীপকের তথ্যগুলো অর্কিমিডিসের নীতিকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন -২৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

আরমান সাহেব তার কারখানায় কাপড়ের গাইটগুলো সজ্জুচিত করার কাজে একটি হাইড্রোলিক প্রেস ব্যবহার করেন। এর বড় এবং ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত 3 : 1। বড় পিস্টনে 1800 N বল উৎপন্ন করার দরকার হয়।

ক. বস্তুর ঘনত্ব কিসের ওপর নির্ভরশীল? ১

?

খ. একটি ভারী বস্তুকে বাতাস অপেক্ষা

পানিতে উত্তোলন করা সহজ কেন? ২

গ. ছোট পিস্টনে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ
করলে বড় পিস্টনে উক্ত বল পাওয়া
যাবে?

৩

ঘ. ছোট পিস্টনটিকে ঠিক রেখে বড়
সিলিন্ডারের আকার এবং বড় পিস্টনের
আকার পরিবর্তন করলে কাজের ক্ষেত্রে
আর কোনো বাড়তি সুবিধা পাওয়া যাবে
কিনা বিশ্লেষণ কর।

৪

২৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বস্তুর ঘনত্ব তার উপাদান ও তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল।

খ. আমরা জানি, কোনো ভারী বস্তুকে পানিতে নিমজ্জিত করলে পানি বস্তুটির উপর একটি উর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা প্রয়োগ করে। বস্তুর ওজন ও প্লবতা একই সরলরেখায় বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, ফলে পানিতে বস্তুর ওজন হ্রাস পায়। কিন্তু বাতাসের ক্ষেত্রে এমন ঘটনা ঘটে না।
তাই কোনো ভারী বস্তুকে বাতাস অপেক্ষা পানিতে উত্তোলন করা সহজ।

গ. এখানে, বড় পিস্টনের ব্যাস = d_2

ছোট পিস্টনের ব্যাস = d_1

বড় ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত,

$$d_2 : d_1 = 3 : 1$$

$$\text{বা, } \frac{d_2}{d_1} = \frac{3}{1}$$

বড় পিস্টনে বল, $F_2 = 1800 \text{ N}$

ছোট পিস্টনে বল, $F_1 = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{1}{4} \pi d_2^2}{\frac{1}{4} \pi d_1^2} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

$$\text{বা, } \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{3}{1} \right)^2 = \frac{9}{1}$$

$$\text{বা, } F_1 = \frac{F_2}{9} = \frac{1800 \text{ N}}{9} = 200 \text{ N}$$

অতএব, ছোট পিস্টনে 200 N বল প্রয়োগ করতে হবে।

ঘ. ছোট পিস্টনের আকার ঠিক রেখে বড় সিলিন্ডারের আকার এবং বড় পিস্টনের আকার পরিবর্তন করা হলে কাজের ক্ষেত্রে বাড়তি সুবিধা পাওয়া যেতে পারে।

কারণ, ছোট ও বড় পিস্টনের বল যথাক্রমে F_1 এবং F_2

আবার, ছোট ও বড় সিলিন্ডারের ব্যাস যথাক্রমে d_1 এবং d_2 হলে আমরা জানি, $\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$

$$\text{বা, } F_2 = F_1 \times \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

এ সমীকরণ থেকে দেখা যায়, বড় পিস্টনের ব্যাস বৃদ্ধি করা হলে, বড় পিস্টনে প্রাপ্ত বলের মান বেশি হবে।

অর্থাৎ কাজের ক্ষেত্রে বাড়তি সুবিধা পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন -৩০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



A সিলিন্ডারের ক্ষেত্রফল 1 cm^2 এবং B সিলিন্ডারের ক্ষেত্রফল 1 m^2 ।

ক. চাপ কাকে বলে? ১

খ. নদীর পানি অপেক্ষা সমুদ্রের পানিতে
সাঁতার কাটা সহজতর কেন? ২

গ. B সিলিন্ডারের পিস্টনের উপর 70 kg
ভরের একটি কাপড়ের গাইটকে
তুলতে A পিস্টনে কী পরিমাণ বল
প্রয়োগ করতে হবে?

৩

ঘ. A সিলিন্ডারের পিস্টনটি অপেক্ষা B
সিলিন্ডারের পিস্টনটির উপর প্রযুক্ত
বলের মান বেশি কেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৩০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে।

খ. আমরা জানি, সমুদ্রের পানি সাধারণত লবণাক্ত। লবণাক্ত পানির ঘনত্ব বেশি (সমুদ্রের পানির ঘনত্ব 1024 kgm^{-3}) হওয়ায় প্লবতাও বেশি।

অপরদিকে নদীর পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} । তাই নদীর পানির প্লবতা সমুদ্রের পানি অপেক্ষা কম। এ কারণে নদী অপেক্ষা সমুদ্রের পানিতে সাঁতার কাটা সহজ হয়।

গ. দেওয়া আছে,

A সিলিন্ডারের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 1 \text{ cm}^2 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

B সিলিন্ডারের ক্ষেত্রফল, $A_2 = 1 \text{ m}^2$

B পিস্টনে বল, $F_2 = (70 \times 9.8) \text{ N} = 686 \text{ N}$

মনে করি, A পিস্টনে F_1 পরিমাণ বল প্রয়োগ করতে হবে।

আমরা জানি,

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

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

$$= \left(\frac{686}{1} \times 1 \times 10^{-4} \right) \text{ N}$$

$$= 0.0686 \text{ N}$$

$\therefore$ A পিস্টনে বল প্রয়োগ করতে হবে 0.0686 N।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্র থেকে A ও B সিলিন্ডার দুইটির ক্ষেত্রফল যথাক্রমে 1cm^2 এবং 1m^2 । সিলিন্ডার দুইটি একটি নল দ্বারা সংযুক্ত এবং প্রত্যেক সিলিন্ডারে একটি করে পিস্টন নিশ্ছিদ্রভাবে লাগানো আছে। সিলিন্ডারদ্বয়ে যেকোনো তরল পদার্থ দ্বারা পূর্ণ করে প্রথম পিস্টনে F_1 বল প্রয়োগ করলে ঐ পিস্টনে অনুভূত চাপের পরিমাণ $\frac{F_1}{A_1}$ ।

প্যাসকেলের সূত্রানুসারে এ চাপ তরল পদার্থ দ্বারা সবদিকে সঞ্চালিত হবে। ফলে দ্বিতীয় পিস্টনে প্রযুক্ত উর্ধ্বচাপ হবে $\frac{F_1}{A_1}$ এর সমান। এ চাপের জন্য দ্বিতীয় পিস্টনে অনুভূত উর্ধ্বমুখী বল,

$$F_2 = \frac{F_1}{A_1} \times A_2 \text{ এর সমান।}$$

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

$$\text{বা, } \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{1\text{m}^2}{1\text{cm}^2}$$

$$\text{বা, } \frac{F_2}{F_1} = \frac{1\text{m}^2}{1 \times 10^{-4}\text{m}^2}$$

$$\text{বা, } \frac{F_2}{F_1} = 10^4$$

$$\therefore F_2 = 10^4 \times F_1$$

সুতরাং A সিলিন্ডারের পিস্টন অপেক্ষা B সিলিন্ডারের পিস্টনটির উপর প্রযুক্ত বলের মান বেশি।

প্রশ্ন -৩১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

0.87 আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট বস্তুকে একটি পাথরের টুকরার সাথে বেঁধে পানিতে ছেড়ে দেওয়া হলো। পাথরের টুকরাটির উপাদানের আপেক্ষিক গুরুত্ব 7.86 এবং পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ওজন 4.65 N।

ক. পীড়ন কাকে বলে? ১

খ. পদার্থের প্লাজমা অবস্থা কী? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বস্তুটির আয়তন 60 cm^3 হলে বাতাসে বস্তুর ওজন নির্ণয় কর। ৩

?

ঘ. বস্তু ও পাথর একসঙ্গে বাঁধা অবস্থায় বস্তুটি ভাসবে না ডুববে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৩১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর ভেতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

খ. পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম প্লাজমা। এই প্লাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস। প্লাজমার বড় উৎস হচ্ছে সূর্য। তাছাড়া অন্যান্য 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 কারখানায় প্লাজমা টর্চ দিয়ে ধাতব পদার্থ কাটা হয়।

গ. দেওয়া আছে,

বস্তুটির আপেক্ষিক গুরুত্ব, $S = 0.87$

$\therefore$ বস্তুটির ঘনত্ব, $\rho = 0.87 \times 1000 \text{ kgm}^{-3}$

$$= 870 \text{ kg m}^{-3}$$

বস্তুটির আয়তন, $V = 60 \text{ cm}^3 = 60 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$\therefore$ বস্তুটির ভর, $m = \rho V$

$$= 870 \text{ kgm}^{-3} \times 60 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$= 0.0522 \text{ kg}$$

আবার, বস্তুটির বাতাসে ওজন $W = mg$

$$= 0.0522 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$[\because g = 9.8 \text{ ms}^{-2}]$$

$$= 0.512 \text{ N}$$

অতএব, বাতাসে বস্তুটির ওজন 0.512 N

ঘ. দেওয়া আছে, পাথরের টুকরার উপাদানের আপেক্ষিক গুরুত্ব, $S = 7.86$

$\therefore$ পাথরের টুকরার উপাদানের ঘনত্ব, $\rho = (7.86 \times 1000) \text{ kgm}^{-3}$

$$= 7860 \text{ kgm}^{-3}$$

পাথরের টুকরার পানিতে ওজন, $W_1 = 4.65 \text{ N}$

এখন, পাথরের টুকরার বাতাসে ওজন W হলে,

$$S = \frac{W}{W - W_1}$$

$$\text{বা, } 7.86 = \frac{W}{W - 4.65}$$

$$\text{বা, } 7.86W - 36.549 = W$$

$$\text{বা, } 6.86W = 36.549$$

$$\therefore W = 5.33 \text{ N}$$

$$\therefore \text{পাথরের টুকরার বাতাসে ওজন, } W = 5.33 \text{ N}$$

এখন, পাথরের টুকরার ভর, $m = \frac{5.33 \text{ N}}{9.8 \text{ ms}^{-1}}$

$= 0.54 \text{ kg}$

$\therefore$ পাথরের টুকরার আয়তন, $V = \frac{m}{\rho}$

$= \frac{0.054 \text{ kg}}{7860 \text{ kgm}^{-1}}$

$= 6.87 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

$= 68.7 \text{ m}^3$

‘গ’ নং থেকে পাই, বস্তুটির ভর, $m_1 = 0.0522 \text{ kg}$

বস্তুটির আয়তন, $V_1 = 60 \text{ m}^3$

বাতাসের ওজন $= 0.512 \text{ N}$

বাতাসে বস্তু ও পাতরের মিলিত ওজন, $W_a = (0.512 + 5.33 \text{ N})$

$= 5.842 \text{ N}$

$\therefore$ বস্তু ও পাথরের ওপর পানির প্লবতা বল,

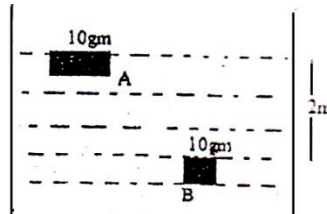
$W_b = (60 + 68.7) \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 9.8 \text{ ms}^{-3} \times 1000 \text{ kgm}^{-3}$

$= 1.261 \text{ N}$

এখানে, $W_a > W_b$

অতএব, মিলিত বস্তুদ্বয় পানিতে ডুবে যাবে।

প্রশ্ন -৩২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. চাপ কী?

১

?

খ. পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} বলতে

কী বোঝ?

২

গ. উদ্দীপকের B বস্তুর উপর চাপের মান

বের

কর।

৩

ঘ. বিকারের পানিতে বস্তু দুটির অবস্থানের

ভিন্নতার কারণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ

কর।

৪

▶◀ ৩২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে।

খ. পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} বলতে বোঝায় 1m^3 আয়তনের পানির ভর 1000 kg ।

অর্থাৎ কোনো পাত্রের দৈর্ঘ্য 1m , প্রস্থ 1m ও উচ্চতা 1m হলে, ঐ পাত্রে পানি রাখলে পানির ভর হবে 1000 kg ।

গ. দেওয়া আছে,

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

গভীরতা, $h = 2 \text{ m}$

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

B বস্তুর ওপর চাপ, $P = ?$

আমরা জানি, $P = h\rho g$

$$= 2 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 19600 \text{ Nm}^{-2}$$

অতএব, B বস্তুর উপর চাপের মান 19600 Nm^{-2}

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে,

উভয় বস্তুর ভর, $m_A = m_B = 10 \text{ g}$

A বস্তুর ঘনত্ব $= \rho_A$

B বস্তুর আয়তন = ρ_B

আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

$$\therefore \rho_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{m}{V_A} [\because m_A = m_B = m = 10 \text{ g}]$$

$$\text{এবং } \rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{m}{V_B}$$

প্রদত্ত চিত্র থেকে দেখা যায়, A বস্তুর আয়তন B বস্তুর আয়তন অপেক্ষা বেশি।

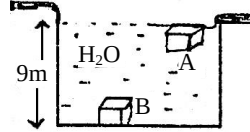
তাই, $V_A > V_B$

$$\therefore \frac{m}{V_A} < \frac{m}{V_B}$$

বা, $\rho_A < \rho_B$

অর্থাৎ A বস্তুর ঘনত্ব, B বস্তুর ঘনত্ব অপেক্ষা কম। তাই বিকারের পানিতে A বস্তু অপেক্ষা B বস্তুটি বেশি নিমজ্জিত হবে।

প্রশ্ন -৩৩ ➤ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রে A ও B বস্তুদ্বয় ঘনাকার এবং উভয়ের ধার 2m.

ক. পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম কী? ১

খ. পীড়ন ও স্থিতিস্থাপক গুণাজ্ঞ একই—

ব্যাখ্যা কর। ২

?

গ. A ও B কর্তৃক অপসারিত তরলের

ওজনের পার্থক্য

কত? ৩

ঘ. A ও B এর অবস্থান উদ্দীপকের
তরলে ভিন্ন হবার কারণ গাণিতিক
যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর।

8

৳ ৩৩নং প্রশ্নের উত্তর ৳

ক. পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম প্লাজমা।

খ. বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। এই প্রতিরোধ বল বাহ্যিক বলকে বাধাদানের চেষ্টা করে। বস্তুর ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভব এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

$$\text{সুতরাং, পীড়ন} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$$

$$\therefore \text{পীড়নের একক } \text{Nm}^{-2}$$

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

এখানে, বিকৃতির কোনো একক নেই। তাই পীড়নের এককই হবে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক অর্থাৎ Nm^{-2} ।

অতএব, পীড়ন ও স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক যেহেতু একই তাই পীড়ন ও স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কও একই।

গ. এখানে,

$$A \text{ এর আয়তন } V_A = B \text{ এর আয়তন } V_B = (2 \text{ m})^3 = 8 \text{ m}^3$$

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

$\therefore A$ কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন,

$$\begin{aligned} W_A &= V_a \rho g \\ &= 8 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ &= 78400 \text{ N} \end{aligned}$$

আবার, B কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন,

$$\begin{aligned} W_B &= V_B \rho g \\ &= 8 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

$$= 78400 \text{ N}$$

$$\text{এখন, } W_A - W_B = (78400 - 78400) \text{ N} = 0$$

অতএব, A ও B কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজনের পার্থক্য শূন্য।

ঘ. উদ্দীপক থেকে পাই, A ও B বস্তুদ্বয় ঘনাকার এবং এদের ধার 2m সুতরাং বস্তুটির আয়তন,

$$V_A = V_B = (2 \text{ m})^3 = 8 \text{ m}^3$$

$$\text{পানির ঘনত্ব, } \rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

এখানে, A বস্তুটি পানিতে নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসছে।

এখন, A বস্তুটির উপর প্লবতা বল = $V_A \rho g$ যা বস্তুর ওজনের সমান।

$\therefore$ বস্তুর ভর m_A হলে,

$$m_A g = V_A \rho g$$

$$\text{বা, } m_A = V_A \rho = 8 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

$$\therefore m_A = 8000 \text{ kg}$$

এখানে, B বস্তুটির উপর পানির প্লবতা বল অবশ্যই বস্তুটির ওজনের চেয়ে কম, ফলে বস্তুটি পানিতে ডুবে গেছে।

অর্থাৎ বস্তুটির ভর m_B হলে,

$$m_B g > V_B \times \rho g$$

$$\text{বা, } m_B > V_A \rho$$

$$\text{বা, } m_B > 8 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

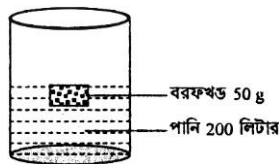
$$\text{বা, } m_B > 8000 \text{ kg}$$

$$\text{অর্থাৎ } m_B > m_A$$

এখানে, B বস্তুর ভর A বস্তুর ভর অপেক্ষা বেশি, ফলে B বস্তুটি পানিতে বেশি ডুবে গেছে।

এজন্যই এদের অবস্থান ভিনু হয়েছে।

প্রশ্ন -৩৪ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



পানির পাত্রটিতে বরফ খণ্ডটির $\frac{1}{12}$ অংশ পানির উপরে এবং $\frac{11}{12}$ অংশ পানির নিচে আছে। উল্লেখ্য, বরফের ঘনত্ব 917 kgm^{-3} ।

- ক. পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম কী? ১
খ. হুকের সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বরফ খণ্ডটির আয়তন নির্ণয় কর। ৩

?

- ঘ. বরফ খণ্ডটি সম্পূর্ণ গলে গেলে উপরিতলের উচ্চতার কোনো পরিবর্তন ঘটবে না— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ৩৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম প্লাজমা।

খ. হুকের সূত্রটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

বিজ্ঞানী রবার্ট হুকের স্থিতিস্থাপকতার সূত্রানুসারে,

পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

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

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

এ ধ্রুবকটিকে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাজ্ঞক বলে।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

বরফের ভর, $m = 50 \text{ g} = 0.05 \text{ kg}$

বরফের ঘনত্ব, $\rho = 917 \text{ kgm}^{-3}$

বরফ খণ্ডের আয়তন, $V = ?$

আমরা জানি,

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{বা, } V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.05 \text{ kg}}{917 \text{ kgm}^{-3}} = 5.45 \times 10^{-5} \text{m}^{-3}$$

সুতরাং, বরফ খণ্ডের আয়তন $5.45 \times 10^{-5} \text{m}^{-3}$ ।

ঘ. বরফ খণ্ড সম্পূর্ণ গলে গেলে পানির উপরিতলের উচ্চতার কোনো পরিবর্তন ঘটে কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নিচে এর ব্যাখ্যা প্রদান করা হলো—

‘গ’ নং হতে প্রাপ্ত, বরফ খণ্ডের আয়তন $= 5.45 \times 10^{-5} \text{m}^3$

উদীপকের চিত্রে পানির পরিমাণ 200 লিটার।

$$\therefore \text{পানির আয়তন} = 200 \times 1000 \text{ cm}^3$$

$$= 2 \times 10^5 \text{ cm}^3$$

$$= 0.2 \text{ m}^3 \quad [\because 10^6 \text{ cm}^3 = 1 \text{ m}^3]$$

$$\therefore \text{বরফ খণ্ডসহ পানির আয়তন} = (0.2 + 5.45 \times 10^{-5}) \text{ m}^3$$

$$= 0.20005 \text{ m}^3$$

আমরা জানি, 1000 cm^3 বা 1 লিটার পানির ভর

$$= 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$$

$$\therefore 200 \text{ লিটার পানির ভর} = 200 \times 1 \text{ kg} = 200 \text{ kg}$$

$$\text{বরফের ভর} = 50 \text{ g} = 0.05 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{বরফ খণ্ডসহ পানির ভর} = (200 + 0.05) \text{ kg} = 200.05 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{বরফসহ পানির আয়তন} = \frac{\text{ভর}}{\text{ঘনত্ব}}$$

$$= \frac{200.05 \text{ kg}}{1000 \text{ kgm}^{-3}}$$

$$= 0.20005 \text{ m}^3$$

যেহেতু, উভয়ক্ষেত্রে পানির আয়তন একই সেহেতু পানির উপরিতলের উচ্চতার কোনো পরিবর্তন ঘটবে না।

প্রশ্ন -৩৫ ➤ নিচের উদীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শিমুল একদিন মেঘনা নদীতে সাঁতার কাটছিল। সে 0.45 kg ভরের এবং 550 kg/m³ ঘনত্বের একটি বল পানির উপরিতল থেকে খাড়া উপরের দিকে ছুড়ে মারল 3 s পর বলটি পুনরায় পানিতে পড়ল।

[আমেনা-বাকী রেসিডেন্সিয়াল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, দিনাজপুর]

ক. পৃথিবী পৃষ্ঠে প্রতি বর্গমিটারের বায়ুর

চাপ কত? ১

খ. কোনো বস্তুর ঘনত্ব 1000 kg/m³

বলতে কী বোঝ? ২

গ. বলটির আয়তন নির্ণয়

?

কর। ৩

ঘ. বলটি পানির উপরিতলে আঘাত করার

পর ডুবে যাবে না ভেসে থাকবে?

বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৩৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. পৃথিবী পৃষ্ঠে প্রতি বর্গমিটারে বায়ুর চাপ প্রায় 10⁵ N।

খ. পানির ঘনত্ব 1000 kgm⁻³ বলতে বোঝায় 1 m³ পানির ভর 1000 কিলোগ্রাম। অর্থাৎ 1 মিটার দীর্ঘ, 1 মিটার প্রস্থ এবং 1 মিটার উচ্চতাবিশিষ্ট কোনো পাত্র পানি দ্বারা পূর্ণ করা হলে সেই পানির ভর হবে 1000 কিলোগ্রাম।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুর ভর, $m = 0.45 \text{ kg}$

বস্তুর ঘনত্ব, $\rho = 550 \text{ kgm}^{-3}$

বলটির আয়তন $V = ?$

আমরা জানি,

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{বা, } V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.45 \text{ kg}}{550 \text{ kgm}^{-3}}$$

$$= 8.18 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$= 818 \text{ cm}^3$$

অতএব, বলটির আয়তন 818 cm^3 ।

ঘ. বলটি পানির উপরিতলে আঘাত করার পর ভেসে থাকবে।

বিশ্লেষণ : কোনো বস্তুর পানিতে ভাসা বা ডুবে যাওয়া বস্তুর ঘনত্বও পানির ঘনত্বের ওপর নির্ভর করে। বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্বের চেয়ে বেশি হলে তা পানিতে ডুবে যাবে। আর বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্বের চেয়ে কম হলে তা পানিতে ভেসে থাকবে এবং বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্বের সমান হলে তা পানিতে নিমজ্জিত অবস্থায় ভেসে থাকবে।

উপরিউক্ত ঘটনার ক্ষেত্রে বলের ঘনত্ব 550 kg/m^3 । অন্যদিকে পানির ঘনত্ব 1000 kg/m^3 । যেহেতু পানির ঘনত্ব বলের ঘনত্বের চেয়ে বেশি তাই বলের ওজন, বল দ্বারা অপসারিত পানির ওজনের চেয়ে কম হবে।

সুতরাং বলটি পানির উপরিতলে ভেসে থাকবে।