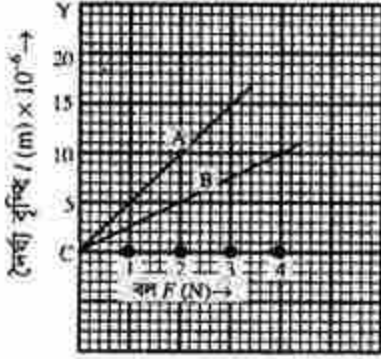


এইস এস সি পদার্থবিজ্ঞান

অধ্যায়-৭: পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

প্রশ্ন ১ চিত্র অনুসারে A তারের আদি দৈর্ঘ্য 1 m এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1 mm^2 । অপরদিকে 2 m দৈর্ঘ্যের B তারের উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $1.2 \times 10^{11} \text{ N.m}^{-2}$ । তার দুটির একটি অপেক্ষাকৃত মোটা এবং অপরটি অধিক স্থিতিস্থাপক। প্রযুক্ত বলের সাথে তার দুটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির লেখচিত্র চিত্রে প্রদর্শিত হয়েছে। A ও B দুটি তারের একটি দিয়ে বড় একটি বোঝাকে বেঁধে অপর তারটি দিয়ে তা টেনে নিয়ে যাওয়া হলো।



- বীট বা স্বরকম্প কাকে বলে? ১
- একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হতে পারে কিনা তা ব্যাখ্যা কর। ২
- A তারটির উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- তার দুটির কোনটিকে কোন কাজে ব্যবহার করার উপযোগী তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কম্পাঙ্কের সামান্য পার্থক্য বিশিষ্ট, সমান বা প্রায় সমান বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গ একই সময় একই সরল রেখা বরাবর একই দিকে সঞ্চারিত হতে থাকলে এদের উপরিপাতনের ফলে শব্দে তীব্রতার যে পর্যায়ক্রমিক হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে তাকে বীট বা স্বরকম্প বলে।

খ একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হতে পারে।

দুটি ভেক্টর \vec{A} ও \vec{B} এর মধ্যবর্তী কোণ θ হলে \vec{A} ও $-\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ $\pi - \theta$ হবে।

\vec{A} ও \vec{B} এর যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হলে,

$$|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$$

$$\text{বা, } \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta} = \sqrt{A^2 + (-B)^2 + 2AB\cos(\pi - \theta)}$$

$$\text{বা, } A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta = A^2 + B^2 + 2AB\cos(\pi - \theta)$$

$$\text{বা, } \cos\theta = \cos(\pi - \theta)$$

$$\therefore \theta = \pi - \theta$$

$$\therefore \theta = \frac{\pi}{2}$$

অর্থাৎ দুটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ $\frac{\pi}{2}$ হলে, ভেক্টর দুটির যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হবে।

গ দেওয়া আছে, A তারটির

আদি দৈর্ঘ্য, $L = 1 \text{ m}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

উদ্দীপকের লেখচিত্র হতে পাই,

প্রযুক্ত বল, $F = 2 \text{ N}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 10 \times 10^{-6} \text{ m}$

ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = ?$

$$\text{আমরা জানি, } Y = \frac{FL}{Al}$$

$$= \frac{2 \times 1}{1 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-6}} \\ = 2 \times 10^{11} \text{ N.m}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক থেকে পাই,

B তারের,

আদি দৈর্ঘ্য, $L = 2 \text{ m}$

ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 1.2 \times 10^{11} \text{ N.m}^{-2}$

প্রযুক্ত বল, $F = 2 \text{ N}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 5 \times 10^{-6} \text{ m}$

ধরি, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= A_B$

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{A_B l}$$

$$A_B = \frac{FL}{Yl}$$

$$= \frac{2 \times 2}{1.2 \times 10^{11} \times 5 \times 10^{-6}} \\ = 6.67 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

অর্থাৎ A অপেক্ষা B মোটা।

আবার, 2 N বল প্রয়োগে A এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 10×10^{-6} এবং B এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $5 \times 10^{-6} \text{ m}$ ।

অর্থাৎ B এর স্থিতিস্থাপকতা বেশি।

অর্থাৎ B কে বোঝা টানার কাজে ব্যবহার করার উপযোগী এবং A বোঝা বাঁধার কাজে ব্যবহার করার উপযোগী।

প্রশ্ন ২ সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তারের ব্যাস যথাক্রমে 1mm, 2mm এবং 3mm। তার তিনটিতে সমান বল $5 \times 10^3 \text{ N}$ প্রয়োগের ফলে এদের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% এবং 1% হলো।

(টা. বো. ২০১৬)

- তাৎক্ষণিক বেগ কাকে বলে? ১
- পানির ফোঁটা গোলাকৃতি হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- 1ম তারটির একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকে কোন তারটির স্থিতিস্থাপক সীমা সবচেয়ে বেশি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে বস্তুর সরণের হারকে তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

খ আমরা জানি, তরলের পৃষ্ঠে কিছু বিভব শক্তি জমা থাকে। এ বিভব শক্তি তরলের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে। তরল পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল কম হলে সঞ্চিত বিভব শক্তিও কম হয়। তরল চায় এর বিভব শক্তিকে সর্বনিম্ন রাখতে। সুতরাং সর্বনিম্ন বিভব শক্তিতে থাকতে হলে পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন করতে হবে। একটি নির্দিষ্ট পানির ফোঁটা গোলাকৃতি হলেই এর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন হয়। এ কারণেই পানির ফোঁটা গোলাকৃতি ধারণ করে।

$$\text{গ} \text{ প্রথম তারের ব্যাসার্ধ, } r_1 = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{প্রথম তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, } A_1 = \pi r_1^2 = 3.14 \times (0.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 = 0.785 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 5 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\text{বিকৃতি, } \frac{l}{L} = 5\% = 0.05$$

আমরা জানি,

একক আয়তনে সঞ্চিত বিভব শক্তি = $\frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A_1} \times \frac{l_1}{L_1}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{5 \times 10^3 \text{ N}}{0.785 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \times 0.05$$

$$= 15.9 \times 10^7 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. প্রথম তারের পীড়ন, $\frac{F}{A_1} = \frac{5 \times 10^3 \text{ N}}{0.785 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 6.37 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

প্রথম তারের বিকৃতি, $\frac{l_1}{L_1} = 5\% = 0.05$

প্রথম তারের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক,

$$Y_1 = \frac{F/A_1}{l_1/L_1} = \frac{6.37 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}}{0.05} = 12.74 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

দ্বিতীয় তারের ব্যাসার্ধ, $r_2 = \frac{2 \text{ mm}}{2} = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

দ্বিতীয় তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_2 = \pi r_2^2 = 3.14 \times (10^{-3} \text{ m})^2$
 $= 3.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

দ্বিতীয় তারের পীড়ন, $\frac{F}{A_2} = \frac{5 \times 10^3 \text{ N}}{3.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1.59 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

দ্বিতীয় তারের বিকৃতি, $\frac{l_2}{L_2} = 2\% = 0.02$

দ্বিতীয় তারের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক,

$$Y_2 = \frac{F/A_2}{l_2/L_2} = \frac{1.59 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}}{0.02} = 7.96 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

তৃতীয় তারের ব্যাসার্ধ, $r_3 = \frac{3 \text{ mm}}{2} = 1.5 \text{ mm} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

তৃতীয় তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_3 = \pi r_3^2$
 $= 3.14 \times (1.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2$
 $= 7.065 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

তৃতীয় তারের পীড়ন, $\frac{F}{A_3} = \frac{5 \times 10^3 \text{ N}}{7.065 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 0.708 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

তৃতীয় তারের বিকৃতি, $\frac{l_3}{L_3} = 1\% = 0.01$

তৃতীয় তারের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক,

$$Y_3 = \frac{F/A_3}{l_3/L_3} = \frac{0.708 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}}{0.01} = 7.08 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

দেখা যায়, $Y_1 > Y_2 > Y_3$

সুতরাং প্রথম তারটির স্থিতিস্থাপকতার সীমা সবচেয়ে বেশি।

প্রশ্ন ৩ দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 5 mm। তার দুটিকে সমান বলে টানলে প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির তিনগুণ হয়। প্রথম তারের পয়সনের অনুপাত 0.5। *(সি. বো. ২০১৪)*

ক. যন্ত্রের কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১

খ. একটি দেয়ালে একটি বল ধাক্কা খেয়ে পিছনে ফিরে আসে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. যখন প্রথম তারের 10% দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে তখন তারের ব্যাসার্ধ কতটুকু হ্রাস পায়? ৩

ঘ. উদ্দীপকের তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে তোমার মতামত ব্যক্ত কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লভ্য কার্যকর শক্তি এবং মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

খ দুটি বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে সংঘর্ষের পর প্রথম বস্তুর শেষ বেগ,

$$v_{1f} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{1i} + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{2i}$$

দেয়ালের সাথে বলের সংঘর্ষের ক্ষেত্রে, $v_{2i} = 0$ এবং $m_2 \gg m_1$ । সুতরাং

$$v_{1f} = -v_{1i} \text{ এবং } v_{2f} = 0$$

অর্থাৎ দেয়াল স্থির থাকবে এবং বলটি একই বেগ বিপরীত দিকে ফিরে আসবে।

গ দেয়া আছে, প্রথম তারের-

দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{\Delta L}{L} = 10\% = 0.1$

ব্যাস, $D = 2 \text{ mm}$

ব্যাস হ্রাস ΔD হলে পয়সনের অনুপাত,

$$\sigma = \frac{\Delta D}{D} / \frac{\Delta L}{L}$$

$$\text{বা, } \frac{\Delta D}{D} = \sigma \times \frac{\Delta L}{L} = 0.5 \times 0.1 = 0.05$$

$$\therefore \Delta D = 0.05 \times 2 \text{ mm} = 0.1 \text{ mm}$$

সুতরাং ব্যাসার্ধ হ্রাস, $\Delta r = \frac{0.1 \text{ mm}}{2} = 0.05 \text{ mm}$ (Ans.)

ঘ ধরা যাক, উভয় তারের আদি দৈর্ঘ্য = L

প্রথম তারের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

দ্বিতীয় তারের ব্যাসার্ধ, $r_2 = 2.5 \text{ mm} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি = l_1

দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি = l_2

শর্তানুসারে, $l_1 = 3 l_2$

প্রথম তারের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক, $Y_1 = \frac{F}{\pi r_1^2} / \frac{l_1}{L}$

দ্বিতীয় তারের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক, $Y_2 = \frac{F}{\pi r_2^2} / \frac{l_2}{L}$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \times \frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ m}}{10^{-3} \text{ m}} \right)^2 \times \frac{l_2}{3 l_2} = \frac{6.25}{3} = 2.083$$

$$\therefore Y_1 = 2.083 Y_2$$

সুতরাং প্রথম তারের স্থিতিস্থাপকতা বেশি।

প্রশ্ন ৪ ইতি তার পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে 100 cm লম্বা ও 4 mm² প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের নিচ প্রান্তে ভার ঝুলিয়ে এর দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তনের পাঠ নিল এবং তার বান্ধবী বিধীকে বলল যে তার পরীক্ষায় দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তন যথাক্রমে 5% ও 6% পাওয়া গেছে। এটা শুনে বিধী বলল, হতে পারে না। তোমার উপাত্ত সংগ্রহে ভুল হয়েছে। (তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$).

(সি. বো. ২০১৭)

ক. শিশিরাজক কী? ১

খ. কোন স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 5 N/m বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত তারটির দৈর্ঘ্য 10 mm বৃদ্ধি করতে কত ভার চাপাতে হবে? ৩

ঘ. বিধীর উক্তির যথার্থতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপমাত্রায় কোনো স্থানের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে শিশির জমতে শুরু করে তাকে শিশিরাজক বলে।

খ কোন স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তের একক সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে প্রত্যয়নী বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

সুতরাং, কোনো স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 5 N/m বলতে বুঝায় ঐ স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তের 1 m সরণ ঘটালে স্প্রিং এর উপর 5 N বল প্রয়োগ করতে হবে অথবা স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তের 1 m সরণ ঘটলে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে 5 N বল প্রয়োগ করে।

গ দেওয়া আছে,

তারের দৈর্ঘ্য, $L = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 4 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 10 \text{ mm} = 10 \times 10^{-3} \text{ m}$

তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

বেঁধ করতে হবে, প্রযুক্ত ভার, $m = ?$

আমরা জানি,

$$F = \frac{YAL}{L}$$

$$\text{বা, } mg = \frac{YAL}{L}$$

$$\text{বা, } m = \frac{YAL}{gL}$$

$$= \frac{2 \times 10^{11} \times 4 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-3}}{9.8 \times 1}$$

$$= 816.32 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

তারটির দৈর্ঘ্য ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে L ও r হলে,

দৈর্ঘ্য পরিবর্তন, $\Delta L = L$ এর (5%)

$$= 0.05L$$

পার্শ্ব পরিবর্তন, $\Delta r = r$ এর ($\pm 6\%$)

$$= \pm 0.06r$$

পয়সনের অনুপাত σ হলে,

$$\sigma = \frac{\Delta r}{\Delta L} \times \frac{L}{r} = \frac{(\pm 0.06r) \times L}{(0.05L) \times r} = \pm 1.2$$

কোন বস্তুর পয়সনের অনুপাতের মান -1 হতে 0.5 এর মধ্যে হয় অর্থাৎ, $-1 < \sigma < 0.5$ ।

অতএব, বিখীর উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন ৫ 0.2 mm ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক নলকে প্রথম ও দ্বিতীয় তরলে ডুবালে যথাক্রমে 4° এবং 140° স্পর্শকোণ তৈরি হয়। প্রথম ও দ্বিতীয় তরলের পৃষ্ঠটান যথাক্রমে $72 \times 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$ এবং $465 \times 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$ ।

(রা. বো. ২০১৬)

ক. লব্ধি ভেক্টর কাকে বলে? ১

খ. কেন্দ্রমুখী ত্বরণের ভেক্টর বৃণ আলোচনা কর। ২

গ. কৈশিক নলে যে পরিমাণ প্রথম তরল উপরে উঠে তা বের কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কৈশিক নলে তরলের উত্থান না পতন বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুই বা ততোধিক ভেক্টর যোগে যে ভেক্টর পাওয়া যায় তাকে এদের লব্ধি ভেক্টর বলে।

খ যখন কোনো কণা কোনো বিন্দুকে কেন্দ্র করে ω সমকৌণিক বেগে ঘুরে তখন এর ত্বরণ হয়, $\vec{a} = -\omega^2 \vec{r} = -\frac{v^2}{r} \vec{r}$ । এখানে \vec{r} হচ্ছে যে কোনো মুহূর্তে কেন্দ্রের সাপেক্ষে কণার অবস্থান ভেক্টর। ত্বরণের রাশিমালা থেকে দেখা যায়, কণার ত্বরণের দিক সর্বদা অবস্থান ভেক্টর \vec{r} এর বিপরীত দিকে অর্থাৎ কেন্দ্রের দিকে। এটিই কেন্দ্রমুখী ত্বরণ।

গ দেওয়া আছে, (তরল ঘনত্ব দেয়া নেই)

$$\text{প্রথম তরলের পৃষ্ঠটান, } T_1 = 72 \times 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$$

$$\text{নলের ব্যাসার্ধ, } r = 0.2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{স্পর্শকোণ, } \theta_1 = 4^\circ$$

যেহেতু পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$, অতএব উক্ত তরলটি পানি।

$$\text{তরলের ঘনত্ব (পানি), } \rho_1 = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

তরলের উচ্চতা, $h_1 = ?$

কৈশিকতার তত্ত্ব থেকে আমরা জানি,

$$T_1 = \frac{h_1 r \rho_1 g}{2 \cos \theta_1}$$

$$\text{বা, } h_1 = \frac{2 T_1 \cos \theta_1}{r \rho_1 g}$$

$$= \frac{2 \times 72 \times 10^{-3} \times \cos 4^\circ}{0.2 \times 10^{-3} \times 1000 \times 9.8} \text{ m}$$

$$= 0.073 \text{ m}$$

\therefore কৈশিক নলে তরলের উত্থান 0.073 m (Ans.)

ঘ দ্বিতীয় তরলের পৃষ্ঠটান, $T_2 = 465 \times 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$

$$\text{নলের ব্যাসার্ধ, } r = 0.2 \text{ mm} = 0.2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{স্পর্শকোণ, } \theta_2 = 140^\circ$$

যেহেতু স্পর্শকোণ 140° , তাই বলা যায় এটি পারদ।

$$\text{পারদের ঘনত্ব, } \rho_2 = 13.6 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$$

আমরা জানি,

$$T_2 = \frac{h_2 r \rho_2 g}{2 \cos \theta_2}$$

$$\text{বা, } h_2 = \frac{2 T_2 \cos \theta_2}{r \rho_2 g}$$

$$= \frac{2 \times 465 \times 10^{-3} \times \cos 140^\circ}{0.2 \times 10^{-3} \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8} \text{ m}$$

$$\therefore h_2 = -0.026 \text{ m.}$$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন থেকে বোঝা যাচ্ছে কৈশিক নলে দ্বিতীয় তরলের অবনমন ঘটেছে অর্থাৎ দ্বিতীয় তরলের অবনমন 0.026 m । (গ) অংশ হতে দেখা যায় প্রথম তরলের আরোহন ঘটেছে 0.073 m । এখানে $0.026 \text{ m} < 0.073 \text{ m}$

তাই বলা যায় যে, কৈশিক নলে দ্বিতীয় তরলের অবনমন অপেক্ষা প্রথম তরলের উত্থান বেশি ঘটেছে।

প্রশ্ন ৬ একই আকারের দশটি পানির ফোঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত হল। প্রতিটি ফোঁটার ব্যাস $5 \times 10^{-7} \text{ m}$ । পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$ ।

(দি. বো. ২০১৭)

ক. সান্দ্রতা কাকে বলে? ১

খ. পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বড় ফোঁটার ব্যাস নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হবে কি না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে ধর্মের দরুন কোনো প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের মধ্যে আপেক্ষিক গতিতে বাধার সৃষ্টি হয় তাকে প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

খ পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না। এর কারণ হলো বৃষ্টির ফোঁটা যখন বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে তখন অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দ্রতার কারণে এর উপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এ ছাড়া বৃষ্টির ফোঁটার উপর উর্ধ্বমুখী প্রবতা বলও কাজ করে এবং এক সময় বৃষ্টির ফোঁটার নিট বল তথা ত্বরণ শূন্য হয়। বৃষ্টির ফোঁটা তখন ধ্রুববেগ নিয়ে পড়তে থাকে। এই বেগকে অন্ত্যবেগ বলে। এই অন্ত্যবেগ প্রাপ্তির কারণে পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায়না।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{ফোঁটার সংখ্যা, } N = 10$$

$$\text{ছোট ফোঁটার ব্যাস, } d = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\text{বড় ফোঁটার ব্যাস, } D = ?$$

বড় ফোঁটার আয়তন = N সংখ্যক ছোট ফোঁটার আয়তন

$$\text{বা, } \frac{1}{6} \pi D^3 = N \times \frac{1}{6} \pi d^3$$

$$\text{বা, } D^3 = 10 d^3$$

$$\text{বা, } D^3 = 10 \times (5 \times 10^{-7})^3$$

$$\text{বা, } D = 1.077 \times 10^{-6} \text{ (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$$\text{ছোট ফোঁটার ব্যাসার্ধ, } r = \frac{5 \times 10^{-7}}{2} \text{ m} = 2.5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\text{ফোঁটার সংখ্যা, } N = 10$$

$$\text{পানির পৃষ্ঠটান, } T = 72 \times 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$$

$$\text{বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ, } R = \frac{1.077 \times 10^{-6}}{2} = 5.386 \times 10^{-7} \text{ m}$$

ছোট ফোঁটাগুলি একত্রিত হয়ে বড় ফোঁটা গঠনে কৃতকাজ, উৎপন্ন তাপ, H এর সমান হলে,

$$H = 4\pi(Nr^2 - R^2) \times T$$

$$= 4 \times 3.1416 [10(2.5 \times 10^{-7})^2 - (5.386 \times 10^{-7})^2] \times 72 \times 10^{-3}$$

$$= 3.03 \times 10^{-13} \text{ J}$$

এখন পানির ভর, $m = \rho V$

$$= \rho \times \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$= 1000 \times \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (5.386 \times 10^{-7})^3$$

$$= 6.544 \times 10^{-16} \text{ kg}$$

আবার, তাপমাত্রার পরিবর্তন $\Delta\theta$ হলে,

$$H = ms \Delta\theta$$

$$\text{বা, } \Delta\theta = \frac{H}{ms}$$

$$= \frac{3.03 \times 10^{-13}}{6.544 \times 10^{-16} \times 4200}$$

$$= 0.11 \text{ K}$$

$$= 0.11 \text{ }^\circ\text{C}$$

অতএব, উদ্দীপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রা 0.11 K বা $0.11 \text{ }^\circ\text{C}$ বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ৭ একটি পরীক্ষাগারে দুইটি কক্ষ। কক্ষ দুইটিতে দুইটি তার ঝুলানো আছে। প্রথম কক্ষের কক্ষ তাপমাত্রা 2°C এবং দ্বিতীয় কক্ষের কক্ষ তাপমাত্রা 50°C । দ্বিতীয় তারটি প্রথম তার অপেক্ষা মোটা। প্রথম তারের দৈর্ঘ্য 1m , ব্যাস 5mm , 3kg ভর ঝুলানোর ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হল 1cm এবং ব্যাসবৃদ্ধি 0.01mm । আবার দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য 3m ব্যাস 15mm সম ভর দেওয়ায় দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি হল 3cm এবং ব্যাস বৃদ্ধি 0.03mm ।

[দি. কো. ২০১৪]

- ক. ডেসিবেল কি? ১
- খ. সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণটি ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রথম ও দ্বিতীয় তারের পয়সনের অনুপাতের তুলনা কর। ৩
- ঘ. তার দুটির মধ্যে কোনটির অসহভার বেশি বলে তুমি মনে কর? যতামত ব্যক্ত কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি শব্দের তীব্রতা অপর একটি শব্দের তীব্রতার দশ গুণ হলে এদের তীব্রতা লেভেলের পার্থক্যের দশ ভাগের এক ভাগ হচ্ছে এক ডেসিবেল।

খ সরল দোলন গতির ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থান হতে কণার সরণ x হলে যদি এর ওপর ক্রিয়াশীল বল F হয় তবে,

$$F \propto -x \text{ বা, } F = -kx$$

এখানে, k হচ্ছে বল ধ্রুবক। কণাটির ভর m হলে, $F = ma$

$$\therefore ma = -kx$$

ত্বরণ a কে ব্যবকলনের সাহায্যে লিখলে পাই,

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\text{বা, } \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0 \quad \text{এখানে, } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

উপরের সমীকরণটিই সরল ছন্দিত স্পন্দনের অন্তরক সমীকরণ।

গ প্রথম তারের ক্ষেত্রে,

$$\text{পয়সনের অনুপাত, } \sigma_1 = -\frac{\Delta D}{D} \times \frac{L}{\Delta L} = -\frac{0.01 \text{ mm} \times 1\text{m}}{5 \text{ mm} \times 0.01\text{m}} = -0.2$$

দ্বিতীয় তারের পয়সনের অনুপাত,

$$\sigma_2 = -\frac{\Delta D}{D} \times \frac{L}{\Delta L} = -\frac{0.03 \text{ mm} \times 3\text{m}}{15 \text{ mm} \times 0.03\text{m}} = -0.2$$

তারদ্বয়ের পয়সনের অনুপাত সমান।

ঘ তারদ্বয়ের পয়সনের অনুপাত সমান হওয়ায় আমরা ধরে নিতে পারি উভয় তার একই উপাদানের। সুতরাং এদের অসহ পীড়ন সমান। আমরা জানি, অসহ ভার = অসহ পীড়ন \times প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এখন প্রথম ও দ্বিতীয় তারের অসহ ভার যথাক্রমে M_1 ও M_2 হলে,

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \left(\frac{5 \text{ mm}}{15 \text{ mm}}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

$$\therefore M_2 = 9 M_1$$

অর্থাৎ দ্বিতীয় তারের অসহ ভার প্রথম তারের অসহ ভারের ৯ গুণ।

প্রশ্ন ৮ A ও B দুটি তরল পদার্থ যাদের ঘনত্ব যথাক্রমে $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ও $800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ । প্রথমে A তরল হতে 0.1 m দৈর্ঘ্যের তারকে অনুভূমিকভাবে উপরে উঠানো হল। পরে 4 mm ব্যাসার্ধের ও $7.8 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ঘনত্বের একটি লোহার গোলককে A ও B উভয় তরলে ছেড়ে দিয়ে দেখা গেল তাদের প্রান্তবেগ যথাক্রমে $2.36 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ও $4 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ [A তরলের পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ এবং $g = 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$]

[দি. কো. ২০১৭]

- ক. স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে? ১
- খ. তারের সম্প্রসারণে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়—ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের তারটিকে উঠানোর সময় প্রযুক্ত বল এর মান হিসাব কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের কোন তরলটি বেশি সান্দ্র—গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে অর্থাৎ হুকের সূত্র মেনে চলে তাকে ঐ বস্তু স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

খ বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করে কোনো বস্তুকে বিকৃত করলে কিছু কাজ করতে হয় এবং ঐ কাজ বস্তুতে বিভব শক্তিরূপে সঞ্চিত থাকে। স্থিতিস্থাপকতার কারণে বস্তু প্রত্যাবর্তী বল দ্বারা তার বিকারে বাধা দেয়। তাই কোনো বস্তুকে বিকৃত করতে হলে এ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। এ কৃতকাজ দ্বারা সঞ্চিত শক্তিকে স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি বলে। সুতরাং একটি তারের সম্প্রসারণেও স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি সঞ্চিত হয় যার মান—

$$\text{স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি} = \frac{1}{2} \times \text{প্রযুক্ত বল} \times \text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}।$$

গ দেওয়া আছে,

$$\text{তারের দৈর্ঘ্য, } l = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{A তরলের পৃষ্ঠটান, } T = 72 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$$

তার উঠানোর সময় প্রযুক্ত বল, $F = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{F}{2l}$$

$$\text{বা, } F = 2lT$$

$$= 2 \times 0.1 \times 72 \times 10^{-3}$$

$$= 144 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$= 1.44 \times 10^{-2} \text{ N (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{A তরলের ঘনত্ব, } \rho_A = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$$

$$\text{B তরলের ঘনত্ব, } \rho_B = 800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$$

$$\text{গোলকের ব্যাসার্ধ, } r = 4 \text{ mm} = 0.004 \text{ m}$$

$$\text{A তরলে গোলকের প্রান্তবেগ, } v_A = 2.36 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\text{B তরলে গোলকের প্রান্তবেগ, } v_B = 4 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\text{গোলকের ঘনত্ব, } \rho_s = 7.8 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

ধরি, A তরলের সান্দ্রতা সহগ η_A ও B তরলের সান্দ্রতা সহগ η_B

আমরা পাই, $\eta_A = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_L)g}{9\nu_A}$
 $= \frac{2 \times (0.004)^2 \times (7.8 \times 10^3 - 1000) \times 9.8}{9 \times 2.36 \times 10^{-2}}$
 $= 1.004 \times 10^{-3} \text{ N.s.m}^{-2}$

অনুরূপভাবে, $\eta_B = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_L)g}{9\nu_B}$
 $= \frac{2 \times (0.004)^2 \times (7.8 \times 10^3 - 800) \times 9.8}{9 \times 4 \times 10^{-2}}$
 $= 6.1 \times 10^{-4} \text{ N.s.m}^{-2}$
 $= 0.61 \times 10^{-3} \text{ N.s.m}^{-2}$

অর্থাৎ, $\eta_A > \eta_B$

আবার, A তরল B তরল অপেক্ষা বেশী সান্দ্র।

প্রশ্ন ৯ রতন 0.1kg ভরের একটি বস্তুকে 0.50m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তারে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে এবং ধারণা করল ঘূর্ণন সংখ্যা 600r.p.m। তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 10^{-6} m^2 এবং অসহ পীড়ন $4.8 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ । তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

[ক. বো. ২০১৬/]

- অন্তবেগ কাকে বলে? ১
- কচু পাতার গায়ে পানি লেগে থাকে না, তবে কাচের গায়ে লেগে থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- অনুচ্ছেদে উল্লিখিত তারটিকে বস্তুসমেত ঝুলিয়ে দেয়া হলে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় কর। ৩
- রতনের ঘূর্ণন সংখ্যায় ধারণার সত্যতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রবাহীর মধ্য দিয়ে পড়ন্ত বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বলসমূহের লব্ধি শূন্য হলে, বস্তুটি যে ধুব বেগে প্রবাহীর মধ্য দিয়ে পড়তে থাকে তাই অন্তঃবেগ।

খ পানির অণু ও কচু পাতার অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল অপেক্ষা পানির অনুসমূহের মধ্যকার সংসক্তি বল বৃহত্তর মানের। তাই কচু পাতার গায়ে পানি লেগে থাকে না। পক্ষান্তরে পানির অণু ও কাচের অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল অপেক্ষা পানির অণুসমূহের মধ্যকার সংসক্তি বল ক্ষুদ্রতর মানের। তাই কাচের গায়ে পানি লেগে থাকে।

গ দেয়া আছে,

বস্তুর ভর, $m = 0.1 \text{ kg}$
 তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 0.50 \text{ m}$
 তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 10^{-6} \text{ m}^2$
 তারের উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N.m}^{-2}$
 জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m.s}^{-2}$

তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = ?$

আমরা জানি, $Y = \frac{FL}{Al}$

বা, $l = \frac{mgL}{YA}$
 $= \frac{0.1 \times 9.8 \times 0.50}{2 \times 10^{11} \times 10^{-6}}$
 $= 2.45 \times 10^{-6} \text{ m (Ans.)}$

ঘ দেয়া আছে,

বস্তুর ভর, $m = 0.1 \text{ kg}$
 তারের দৈর্ঘ্য তথা বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ, $r = 0.50 \text{ m}$
 ঘূর্ণন সংখ্যা, $N = 600$
 সময়, $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ sec.}$
 তারের টান, $F = ?$
 কৌণিক বেগ ω হলে,
 $F = m\omega^2 r = m\left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 r$
 $= 0.1 \times \left(\frac{2 \times 3.1416 \times 600}{60}\right)^2 \times 0.50$
 $= 197.39 \text{ N}$

আবার, তারের অসহ পীড়ন = $\frac{\text{অসহ বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

বা, অসহ বল = তারের অসহ পীড়ন \times ক্ষেত্রফল
 $= 4.8 \times 10^7 \times 10^{-6} = 48 \text{ N}$

লক্ষ করি, $F > 48$

অতএব, রতনের ঘূর্ণন সংখ্যার ধারণা সঠিক নয়। কারণ, ঘূর্ণনসংখ্যা 600 r.p.m হলে তারটি ছিঁড়ে যাবে।

প্রশ্ন ১০ 2 mm ও 4 mm ব্যাসের ও অভিন্ন দৈর্ঘ্যের দুটি তার একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলানো হল। তার দুটিতে অভিন্ন ওজন প্রয়োগ করলে দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির এক-তৃতীয়াংশ হল। দ্বিতীয় তারটির পয়সনের অনুপাত 0.4। [ক. বো. ২০১৭/]

- মহাকর্ষ ধুবক কাকে বলে? ১
- কৈশিক নলে তরলের উত্থান বা পতনের কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করা হলে ব্যাসার্ধ কতটুকু হ্রাস পাবে নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক ভরের দুটি বস্তুকণা একক দূরত্বে থেকে পরস্পরকে যে বলে আকর্ষণ করে তাকে মহাকর্ষীয় ধুবক বলে।

খ যখন তরলের নিজস্ব অণুগুলোর মধ্যকার আকর্ষণের তুলনায় তরল-কৌশিক নলের অণুর আকর্ষণ বেশি হয়, তখন তরলটি কৌশিক নলকে ভেজায়। বিপরীতক্রমে যখন তরলের নিজস্ব অণুগুলোর পারস্পরিক আকর্ষণ তুলনামূলক বেশি হয়, তখন তরলটি কৌশিক নলকে ভেজায় না। যখন কোনো তরল কৈশিক নলকে ভিজায় তখন এদের মধ্যকার স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ হয় ফলে নলের ভিতরের তরলের উপরিতল অবতল আকার ধারণ করায় তলের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায়। তরলের পৃষ্ঠটান তলের ক্ষেত্রফল কমিয়ে সমতল করার চেষ্টা করে। এতে একটা উর্ধ্বমুখী বল উৎপন্ন হয় বলে নলের ভিতরে তরল উপরে উঠে। আর যখন তরল কৈশিক নলকে ভিজায় না তখন এদের মধ্যকার স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হয়। ফলে নলের ভিতরে তরলের উপরিতল উত্তল আকার ধারণ করে। তরলের পৃষ্ঠটান তা সমতল করার চেষ্টা করে বলে একটা নিম্নমুখী বল উৎপন্ন হয়। এতে নলের ভিতরের তরলের পতন ঘটে।

গ দেওয়া আছে, দ্বিতীয় তারের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{4}{2} \text{ mm} = 2 \text{ mm}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\frac{\Delta L}{L} = 5\% = \frac{5}{100} = 0.05$

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.4$

\therefore ব্যাসার্ধের পরিবর্তন, $\Delta r = ?$

আমরা জানি,

$\sigma = -\frac{L \Delta r}{r \Delta L}$

বা, $\Delta r = -\sigma r \frac{\Delta L}{L}$

বা, $\Delta r = -0.4 \times 2 \times 0.05$

$\therefore \Delta r = -0.04 \text{ mm}$

এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে ব্যাসার্ধ হ্রাস পেয়েছে। সুতরাং ব্যাসার্ধ হ্রাস 0.04 mm (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

১ম তারের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 2 \text{ mm}/2 = 1 \text{ mm}$

২য় তারের ব্যাসার্ধ, $r_2 = 4 \text{ mm}/2 = 2 \text{ mm}$

ধরি, প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = l$

\therefore দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 = \frac{l}{3}$

উভয় তারের আদি দৈর্ঘ্য = L

উভয় তারের প্রযুক্ত বল = F

১ম তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক = Y_1

২য় তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক = Y_2

আমরা পাই,

$$Y_1 = \frac{FL}{A_1 l_1}$$

$$Y_2 = \frac{FL}{A_2 l_2}$$

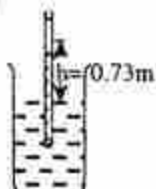
$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{A_2 l_2}{A_1 l_1} = \frac{\pi r_2^2 \frac{l}{3}}{\pi r_1^2 l} = \frac{r_2^2}{3 r_1^2} = \frac{(2 \text{ mm})^2}{3(1 \text{ mm})^2} = \frac{4}{3}$$

$$\text{বা, } Y_1 = \frac{4}{3} Y_2$$

$$\therefore Y_1 > Y_2$$

যেহেতু, ১ম তারের ইয়ং এর গুণাংক ২য় তারের ইয়ং এর গুণাংক অপেক্ষা বেশি। তাই ১ম তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

প্রশ্ন ১১



চিত্রে পানিপূর্ণ বীকারে ডুবানো কৈশিক নলের ব্যাস 0.04 mm

উপরের উদ্দীপকের আলোকে নিচের প্রশ্নের উত্তর দাও:

চ. বা. ২০১৬/

- ক. পৃষ্ঠটান কী? ১
- খ. কাচে তৈলাক্ত পদার্থ লাগালে স্পর্শ কোণ বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের আলোকে পানির তলটান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কৈশিক নলের ব্যাসার্ধের কী পরিবর্তনে পানির উচ্চতা 0.80m হবে নির্ণয়পূর্বক কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরল পৃষ্ঠে একটি কল্পিত রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার উপর লম্ব তরল পৃষ্ঠের স্পর্শক বরাবর যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

খ যে সকল ক্ষেত্রে তরল কঠিনকে ভিজায় সে সব ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ সূক্ষ্ম কোণ হয়। পানি পানিকে ভিজায় বলে কাচের থাকে পানির স্পর্শ কোণ সূক্ষ্ম কোণ হয়। কাচে তেল লাগানো হলে পানি তৈলাক্ত কাচকে ভিজায় না ফলে স্পর্শ কোণ স্থূল হয়। সুতরাং বলা যায়, কাচে তৈলাক্ত পদার্থ লাগালে স্পর্শ কোণ বৃদ্ধি পায়।

গ দেওয়া আছে, উচ্চতা, $h = 0.73 \text{ m}$
কৈশিক নলের ব্যাস, $d = 0.04 \text{ mm}$

$$\therefore \text{ব্যাসার্ধ, } r = 0.02 \text{ mm} = 0.02 \times 10^{-3} \text{ m}$$

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

$$\therefore \text{পানির তলটান,}$$

$$T = \frac{hr\rho g}{2\cos\theta}$$

$$= \frac{0.73 \times 0.02 \times 10^{-3} \times 1000 \times 9.8}{2 \times 1}; [\cos\theta = 1]$$

$$= 0.07154 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ মনে করি,

$$\text{কৈশিক নলের পরিবর্তিত ব্যাসার্ধ} = r'$$

$$\text{পানির উচ্চতা, } h = 0.80 \text{ m}$$

$$\text{পানির তলটান, } T = 0.07154 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} \text{ [(গ) উ: হতে]}$$

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

$$T = \frac{hr'\rho g}{2}$$

$$\text{বা, } r' = \frac{2T}{h\rho g} = \frac{2 \times 0.07154}{0.80 \times 1000 \times 9.8}$$

$$= 1.825 \times 10^{-5} \text{ m}$$

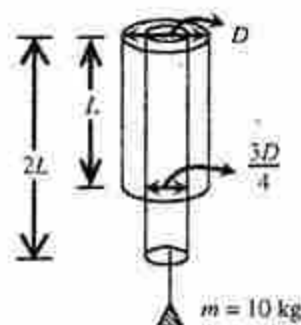
$$\therefore \text{ব্যাসার্ধের পরিবর্তন, } \Delta r = r - r'$$

$$= (0.02 \times 10^{-3} - 1.825 \times 10^{-5}) \text{ m}$$

$$= 1.75 \times 10^{-6} \text{ m}$$

ব্যাসার্ধের পরিমাণ $1.75 \times 10^{-6} \text{ m}$ কমানো হলে পানির উচ্চতা 0.80 m হবে।

প্রশ্ন ১২



একটি তারে 10 kg ভর কুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়।

উপাদান	Y-এর মান
অ্যালুমিনিয়াম	$7 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
লোহা	$11.5 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
তামা	$13 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
ইস্পাত	$20 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

চি. বা. ২০১৭/

- ক. স্থিতিস্থাপক সীমা কী? ১
- খ. দুটি সিলিন্ডারে রক্ষিত O_2 গ্যাসের তাপমাত্রা যথাক্রমে 20°C ও 25°C । কোন গ্যাসের সান্দ্রতা বেশী হবে? কারণসহ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের তারের পয়সনের অনুপাতের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. তারের ব্যাস $D = 4.22 \times 10^{-2} \text{ mm}$ হলে উদ্দীপকের তথ্য মতে এটি কোন পদার্থের তৈরি, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রযুক্ত বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে তাকে ঐ বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

খ 25°C তাপমাত্রায় রক্ষিত গ্যাসের সান্দ্রতা বেশি হবে।
গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুযায়ী গ্যাস অণুগুলোর মধ্যে দূরত্ব তরলের তুলনায় অনেক বেশি হওয়ায়, আন্তঃআণবিক বল নেই বললেই চলে। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুসমূহের গড় বেগ বৃদ্ধি পায়, ফলে সংঘর্ষও বাড়ে। সংঘর্ষ বাড়ার কারণে বিভিন্ন স্তরের প্রবাহে বাধার পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। গ্যাসের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক তার পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।

সুতরাং 25°C তাপমাত্রায় O_2 গ্যাসের সান্দ্রতা বেশি হবে।

গ দেওয়া আছে, তারের দৈর্ঘ্য, L

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি } \Delta L = 2L - L = L$$

$$\text{তারের ব্যাস, } D$$

$$\text{ব্যাসের পরিবর্তন, } \Delta D = \frac{3}{4} D - D = \left(\frac{3}{4} - 1\right) D = -\frac{1}{4} D$$

$$\text{আমরা জানি, পয়সনের অনুপাত, } \sigma = -\frac{L}{D} \frac{\Delta D}{\Delta L} = -\frac{L}{D} \frac{-\frac{1}{4} D}{L} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore \sigma = 0.25 \text{ (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$$\text{কুলানো ভর, } m = 10 \text{ kg}$$

$$\text{তারের আদি দৈর্ঘ্য, } L$$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি } l = 2L - L = L$$

$$\text{তারের ব্যাসার্ধ, } r = \frac{D}{2} = \frac{4.22 \times 10^{-2}}{2} \text{ mm} = 2.11 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

আমরা জানি, ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l} = \frac{10 \times 9.8 \times L}{3.1416 \times (2.11 \times 10^{-3})^2 \times L}$$

$$= \frac{98}{1.398 \times 10^{-9}}$$

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

তারের ইয়ং এর গুণাঙ্কের মান প্রদত্ত উপাদান গুলোর মধ্যে অ্যালুমিনিয়ামের ইয়ং এর গুণাঙ্কের সাথে মিলে যায়। সুতরাং তারটি অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি।

প্রশ্ন ১৩ রিমি পরীক্ষা করে দেখলো যে, 4mm ব্যাসের একটি লোহার গোলক কেরসিন তেলে $4 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$ প্রান্ত বেগ নিয়ে পড়ে। রিমির ধারণা হল কেরসিন অপেক্ষা গ্লিসারিনে গোলকটির প্রান্তবেগ বেশি হবে। লোহার ঘনত্ব 7800 kg.m^{-3} , কেরসিনের ঘনত্ব 800 kg.m^{-3} , গ্লিসারিনের ঘনত্ব 1250 kg.m^{-3} , গ্লিসারিনের সান্দ্রতাংক 1.6 N.s.m^{-2} ।

- ক. কাজ-শক্তির উপপাদ্যটি লেখ। ১
- খ. সকল সেকেন্ড দোলকই সরল দোলক কিন্তু সকল সরলদোলক সেকেন্ড দোলক নয় কেন? ২
- গ. সান্দ্র বল নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে রিমির ধারণা সঠিক কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কাজ শক্তি উপপাদ্য: কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুর গতি শক্তির পরিবর্তনের সমান।

খ একটি ক্ষুদ্র ভারী বস্তুকে ওজনহীন পাকহীন অপ্রসারণশীল নমনীয় সূতার সাহায্যে কোনো দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলিয়ে দিলে যদি তা বিনা বাধায় অল্প বিস্তারে এদিক ওদিক দুলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে। সরল দোলকের দোলনকাল নির্দিষ্ট নয়।

কিন্তু যে দোলাকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড তাকে সেকেন্ড দোলক বলে। সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল নির্দিষ্ট এবং তা দুই সেকেন্ড। সুতরাং বলা যায় সকল সেকেন্ড দোলক সরল দোলক। কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয়।

গ দেওয়া আছে, $d = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$

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

$$v_i = 4 \times 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$$

$$\rho_L = 7800 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\rho_f = 800 \text{ kg.m}^{-3}$$

আমরা জানি,

$$\eta = \frac{2r^2(\rho_L - \rho_f)g}{9v_i}$$

$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-3})^2 \times (7800 - 800) \times 9.8}{9 \times 4 \times 10^{-2}} \text{ N.m.s}^{-2}$$

$$= 1.5244 \text{ N.s.m}^{-2}$$

আবার, $F = 6\pi\eta r v_i$

$$= (6 \times 3.1416 \times 1.5244 \times 2 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-2}) \text{ N}$$

$$= 2.29987 \times 10^{-3} \text{ N (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, লোহার ঘনত্ব, $\rho_L = 7800 \text{ kg.m}^{-3}$

গ্লিসারিনের ঘনত্ব, $\rho_f = 1250 \text{ kg.m}^{-3}$

গ্লিসারিনের সান্দ্রতাংক, $\eta = 1.6 \text{ N.s.m}^{-2}$

ব্যাসার্ধ, $r = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

প্রান্তবেগ, $v_i = ?$

$$v_i = \frac{2r^2(\rho_L - \rho_f)g}{9\eta}$$

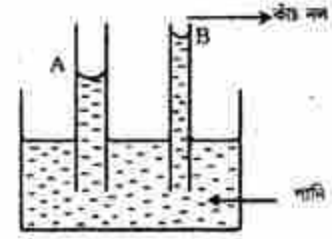
$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-3})^2 \times (7800 - 1250) \times 9.8}{9 \times 1.6}$$

$$= 3.56 \times 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$$

$$= 3.65 \times 10^{-2} < 4 \times 10^{-2}$$

\therefore রিমির ধারণা সঠিক নয়।

প্রশ্ন ১৪



উপরের চিত্রে প্রদর্শিত A নলের ব্যাস 0.8 মি.মি. এবং B নলের ব্যাস 0.4 মি.মি.। পানির স্পর্শ কোণ 2° , পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ ।

সি. বো. ২০১৫/১৬

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
- খ. বৃষ্টির ফোঁটা কচুপাতাকে ভিজায় না অথচ আম পাতাকে ভিজায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. B নলের পানির উচ্চতা বের কর। ৩
- ঘ. নল দুটিতে পানির উচ্চতার তারতম্যের কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কঠিন তরল স্পর্শ বিন্দুতে তরল পৃষ্ঠের স্পর্শক তরলের ভিতরে কঠিনের পৃষ্ঠের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে স্পর্শকোণ বলে।

খ পানির অণু ও কচুপাতার অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল অপেক্ষা পানির অণুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বল বৃহত্তর মানের। তাই বৃষ্টির ফোঁটা কচুপাতাকে ভিজায় না। পক্ষান্তরে পানির অণু ও আম পাতার অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল অপেক্ষা পানির অণুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বল ক্ষুদ্রতর মানের। তাই বৃষ্টির ফোঁটা আমপাতাকে ভিজায়।

গ দেওয়া আছে,

$$B \text{ কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ, } r = \frac{0.4 \text{ mm}}{2} = 0.2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{পানির স্পর্শকোণ, } \theta = 2^\circ$$

$$\text{পৃষ্ঠ টান, } T = 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$$

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

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

বের করতে হবে, B নলে পানির উচ্চতা, $h = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{r\rho gh}{2 \cos \theta}$$

$$\therefore h = \frac{2T \cos \theta}{r\rho g}$$

$$= \frac{2 \times 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} \times \cos 2^\circ}{0.2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1000 \text{ kg.m}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$= 0.0734 \text{ m}$$

$$= 7.34 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ কৈশিকতার তত্ত্ব হতে আমরা জানি, তরলের পৃষ্ঠটান,

$$T = \frac{r\rho gh}{2 \cos \theta}$$

$$h = \frac{2T \cos \theta}{r\rho g}$$

A ও B নলের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে r_A ও r_B এবং পানির উচ্চতা h_A ও h_B হলে

$$h_A = \frac{2T \cos \theta}{r_A \rho g}$$

$$h_B = \frac{2T \cos \theta}{r_B \rho g}$$

$$\frac{h_A}{h_B} = \frac{r_B}{r_A}$$

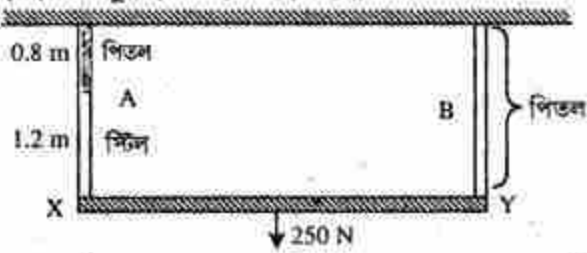
যেহেতু $r_B < r_A$ সেহেতু $h_A > h_B$

সুতরাং আমরা বলতে পারি নলের ব্যাসার্ধের ভিন্নতাই নলের ভিতর তরলের উচ্চতার ভিন্নতার কারণ। যে নলের ব্যাসার্ধ যত কম সে নলে তরলের উচ্চতা তত বেশি।

প্রশ্ন ১৫ একটি 250 N ওজনের ভারী সুমম ধাতব বার XY সমান দৈর্ঘ্যের দুটি তার A ও B দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে (অসম্প্রসারিত অবস্থা)। প্রতিটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2.5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ । B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 5×10^{-3} । A তারের 0.8 m পিতলের বাকী 1.2 m স্টীলের। (সংশোধিত)

স্টীলের ইয়ং-এর গুণাংক $= 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$

পিতলের ইয়ং-এর গুণাংক $= 1 \times 10^{11} \text{ Pa}$



- ক. সাদৃশ্য গুণাংকের মাত্রা সমীকরণ লিখ। ১
খ. পৃথিবীর কেন্দ্রের সরলদোলকের দোলনকাল কিরূপ হবে—
ব্যাখ্যা করো। ২
গ. B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় করো। ৩
ঘ. বারের কোন প্রান্ত বেশি নিচু হবে, যাচাই করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সাদৃশ্য গুণাংকের মাত্রা, $[\eta] = \text{ML}^{-1}\text{T}^{-1}$

খ. সরলদোলকের দোলনকালের সমীকরণ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

সরলদোলকের দোলনকাল তার দৈর্ঘ্য এবং অভিকর্ষজ ত্বরণের ওপর নির্ভরশীল। পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য হওয়ায় সরল দোলকের দোলনকাল অসীম হয়।

গ. দেওয়া আছে,

B তাদের দৈর্ঘ্য = A তারের দৈর্ঘ্য, $L = 0.8 + 1.2 = 2 \text{ m}$

B তারের বিকৃতি, $\frac{\Delta L}{L} = 5 \times 10^{-3}$

\therefore B তাদের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L_B = 5 \times 10^{-3} \times 2 \text{ m} = 10^{-2} \text{ m} = 10 \text{ mm}$

B তাদের ইয়ংয়ের গুণাংক, $Y = 1 \times 10^{11} \text{ Pa}$

B তাদের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2.5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $E = ?$

আমরা জানি,

$$E = \frac{1}{2} \frac{Y A \Delta L^2}{L} = \frac{1}{2} \times \frac{1 \times 10^{11} \times 2.5 \times 10^{-7} \times (10^{-2})^2}{2} = 0.625 \text{ J (Ans.)}$$

চিত্রে, 250N বল XY এর মধ্যবিন্দুতে কাজ করে। তাই A ও B তারে তা

সমানভাবে বিভক্ত হয়। তাই উভয় তারে প্রযুক্ত বল, $F = \left(\frac{250}{2}\right) \text{ N}$ ।

বিকল্প পদ্ধতি: Q প্রযুক্ত বল, $F = 250 \text{ N}/2 = 125 \text{ N}$

$$E = \frac{1}{2} F \Delta L_B = \frac{1}{2} \times 125 \text{ N} \times 10^{-2} \text{ m} = 0.625 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ. দেয়া আছে,

B তাদের দৈর্ঘ্য, $L = 2 \text{ m}$

\therefore B তাদের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L_B = 10 \text{ mm}$

A তারের ক্ষেত্রে,

পিতলের অংশের দৈর্ঘ্য, $L_1 = 0.8 \text{ m}$

স্টীলের অংশের দৈর্ঘ্য, $L_2 = 1.2 \text{ m}$

উভয় পদার্থের অংশের ওপর টান সমান হওয়ায়,

$$\frac{F}{A} = Y_1 \times \frac{\Delta L_1}{L_1} \dots\dots (i)$$

$$\frac{F}{A} = Y_2 \times \frac{\Delta L_2}{L_2} \dots\dots (ii)$$

$$(i) \text{ হতে, } \Delta L_1 = \frac{F}{A} \cdot \frac{L_1}{Y_1} = \frac{250/2}{2.5 \times 10^{-7}} \times \frac{0.8}{10^{11}} = 4 \times 10^{-3} \text{ m} = 4 \text{ mm}$$

$$(ii) \text{ হতে, } \Delta L_2 = \frac{F}{A} \cdot \frac{L_2}{Y_2} = \frac{250/2}{2.5 \times 10^{-7}} \times \frac{1.2}{2 \times 10^{11}} = 3 \times 10^{-3} \text{ m} = 3 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{ A তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } \Delta L_A = \Delta L_1 + \Delta L_2 = (4 + 3) \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, $\Delta L_A < \Delta L_B$

তাই, তারের Y প্রান্তটি বেশি নিচু হবে।

প্রশ্ন ১৬ 1 m^2 ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট এবং 8 mm পুরুত্বের স্টীল প্লেটের নিচের পৃষ্ঠ দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে উপরের পৃষ্ঠে বল প্রয়োগ করে ব্যবর্তন তৈরি করা হল। স্টীলের ব্যবর্তন গুণাংক $8 \times 10^{10} \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$ ।

বি. বো. ২০১৭/

- ক. প্রান্তিক বেগের সংজ্ঞা লিখ। ১
খ. পৃষ্ঠটান সংখ্যাগতভাবে পৃষ্ঠশক্তির সমান হলেও তারা এক নয়— ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্লেটের ব্যবর্তন বিকৃতি 0.3 হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ৩
ঘ. প্লেটকে $8.5 \text{ N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$ সান্দ্রতার সহগের তরলের 2 mm পুরু স্তরের উপর স্থাপন করে $500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ বেগে গতিশীল করতে সমান বল প্রয়োগ করতে হবে কি মতামত দাও? ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তু কোনো প্রবাহীর মধ্য দিয়ে পতিত হওয়ার সময় প্রথমে অভিকর্ষের প্রভাবে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে। কিন্তু সেই সাথে এর উপর সান্দ্রতা জানিত বাধাও বৃদ্ধি পায়। ফলে বস্তুর নিট ত্বরণ কমতে কমতে এক সময় শূন্য হয়। তখন বস্তুটি ধ্রুব বেগে পতিত হতে থাকে। এই ধ্রুব বেগকে প্রান্তিক বেগ বলে।

খ. তরলের পৃষ্ঠটান হচ্ছে তরল পৃষ্ঠে একটি কল্পিত রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার উপর লম্ব তরল পৃষ্ঠের স্পর্শক বরাবর ক্রিয়াশীল বল। আর তরলের পৃষ্ঠ শক্তি হচ্ছে তরল পৃষ্ঠের একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত বিভব শক্তি। তাই পৃষ্ঠটান সংখ্যাগতভাবে পৃষ্ঠশক্তির সমান হলেও তারা এক নয়।

গ. দেওয়া আছে,

স্টীল প্লেটের ক্ষেত্রফল, $A = 1 \text{ m}^2$

ব্যবর্তন বিকৃতি, $\theta = 0.3$

ব্যবর্তন গুণাংক, $n = 8 \times 10^{10} \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$

প্রয়োগকৃত বল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$n = \frac{F}{A\theta}$$

$$\therefore F = nA\theta = (8 \times 10^{10} \times 1 \times 0.3) \text{ N} = 2.4 \times 10^{10} \text{ N (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

ধাতব প্লেটের ক্ষেত্রফল, $A = 1 \text{ m}^2$

তরলের সান্দ্রতা সহগ, $\eta = 8.5 \text{ N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$

$$\text{বেগের গতি, } \frac{dv}{dy} = \frac{500}{2 \times 10^{-3}} \text{ s}^{-1} = 2.5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$$

প্রয়োজনীয় বল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = \eta A \frac{dv}{dy} = (8.5 \times 1 \times 2.5 \times 10^5) \text{ N} = 2.125 \times 10^6 \text{ N}$$

অতএব, প্লেটকে $500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ বেগে গতিশীল করতে সমান মানের বল প্রয়োগ করতে হবে না।

প্রশ্ন ১৭ তমালিকা ভিন্ন ব্যাসের একই পদার্থের দুটি ধাতব গোলক তার্পিন তেলের মধ্যে ছেড়ে দিল। গোলক দুটি প্রান্তিক বেগে তার্পিন তেলের তলায় গিয়ে পড়ল। ধাতব পদার্থের ঘনত্ব $8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$, তেলের ঘনত্ব $8.9 \times 10^2 \text{ kgm}^{-3}$ এবং বড় গোলকের ব্যাস 6 cm। [তার্পিন তেলের সান্দ্রতাংক $1.5 \times 10^{-2} \text{ Pa-s}$] (সংশোধিত)

(ব. বো. ২০১৬/১৭)

- ক. মৌলিক রাশি কাকে বলে? ১
খ. বাক নেয়া রাস্তার পাশে সতর্কীকরণ সাইনবোর্ডে গাড়ির গতিবেগ 60 kmh^{-1} লেখা থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. প্রান্তিক বেগের সময় বড় গোলকটির উপর প্রযুক্ত সান্দ্র বল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. ছোট গোলকের ব্যাসার্ধ 2 cm হলে, কোন গোলকটি আগে নিচে পতিত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সিদ্ধান্ত দাও। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রাশি অন্য কোনো রাশির উপর নির্ভরশীল নয় তাকে মৌলিক রাশি বলে।

খ বাক নেয়ার সময় কেন্দ্রমুখী বল সৃষ্টির জন্য গাড়িকে কেন্দ্রের দিকে হেলানো প্রয়োজন। এ জন্য রাস্তা কেন্দ্রের দিকে ঢালু করা হয়। এ ঢাল অনুসারে গাড়ির গতিবেগের একটি সর্বোচ্চ মান নির্ধারণ করা থাকে। এর থেকে বেশি বেগে বাক নিতে গেলে কেন্দ্রবিমুখী বলের কারণে তা বাইরের দিকে ছিটকে পড়ে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

বাক নেয়া রাস্তায় গাড়ির গতিবেগ 60 kmh^{-1} এর অর্থ হলো সর্বোচ্চ এই বেগ নিয়ে ঐ বাক অতিক্রম করা যাবে। এর থেকে বেশি বেগে ঐ বাকে গাড়ি চালাতে গেলে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

গ জানা আছে,

$$\text{প্রান্তবেগ, } v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{9\eta}$$

আবার, সান্দ্র বল,

$$F = 6\pi\eta rv$$

$$= 6\pi\eta r \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{9\eta}$$

$$= \frac{4}{3}\pi r^3(\rho_s - \rho_l)g$$

$$= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (3 \times 10^{-2})^3$$

$$\times (8 \times 10^3 - 8.9 \times 10^2) \times 9.8$$

$$= 7.88 \text{ N (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{সান্দ্রতাংক, } \eta = 1.5 \times 10^{-2} \text{ Pa.s}$$

বড় গোলকের ব্যাসার্ধ,

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

$$\text{গোলকের ঘনত্ব } \rho_s = 8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$$

$$\text{তরলের ঘনত্ব } \rho_l = 8.9 \times 10^2 \text{ kgm}^{-3}$$

Note: লক্ষ্য করো—

$$\text{ওজন} = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s g$$

$$\text{প্রবতা} = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l g$$

$$\therefore \text{সান্দ্রবল} = \text{ওজন} - \text{প্রবতা}$$

ঘ গোলকদ্বয়ের যেটির প্রান্তিক বেগ বেশি সেটি আগে পড়বে।

ধরা যাক, বড় ও ছোট গোলকের প্রান্তিক বেগ যথাক্রমে v_{11} ও v_{12} ।

দেওয়া আছে,

$$\text{ধাতব পদার্থ বা গোলকের ঘনত্ব, } \rho_s = 8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$$

$$\text{তার্পিন তেলের ঘনত্ব, } \rho_l = 8.9 \times 10^2 \text{ kgm}^{-3}$$

$$\text{বড় গোলকের ব্যাসার্ধ, } r_1 = \frac{6 \text{ cm}}{2} = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{ছোট গোলকের ব্যাসার্ধ, } r_2 = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{তার্পিন তেলের সান্দ্রতাংক, } \eta = 1.5 \times 10^{-2} \text{ Pa.s}$$

$$\text{বড় গোলকের প্রান্তিক বেগ, } v_{11} = \frac{2r_1^2(\rho_s - \rho_l)g}{9\eta}$$

$$\text{ছোট গোলকের প্রান্তিক বেগ, } v_{12} = \frac{2r_2^2(\rho_s - \rho_l)g}{9\eta}$$

$$\text{সুতরাং } \frac{v_{11}}{v_{12}} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{(3 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(2 \times 10^{-2} \text{ m})^2} = \frac{9}{4}$$

$$\text{বা, } v_{11} = \frac{9}{4} v_{12}$$

সুতরাং $v_{11} > v_{12}$ । যেহেতু বড় গোলকটির প্রান্তিক বেগ ছোট গোলকের প্রান্তিক বেগ থেকে বেশি তাই বড় গোলকটি আগে নিচে পড়বে।

প্রশ্ন ১৮ A ও B দুটি তারের বিভিন্ন রাশির মান নিম্নের ছকে প্রদান করা হলো :

তার	দৈর্ঘ্য L(m)	ব্যাসার্ধ r(mm)	বল F(N)	দৈর্ঘ্য প্রসারণ l(mm)	ব্যাসের স্থাস d(mm)
A	0.80	0.5	5	7	0.005
B	0.75	0.6	6	8	0.01

(ব. বো. ২০১০/১১)

- ক. পৃষ্ঠ শক্তি কাকে বলে? ১
খ. পৃথিবীতে বছরের দিনের সংখ্যা পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যবর্তী গড় দূরত্বের সাথে কীভাবে সম্পর্কিত ব্যাখ্যা কর। ২
গ. A তারের পয়সনের অনুপাত হিসাব কর। ৩
ঘ. A ও B তারটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক — গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরল পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল প্রতি বর্গ একক (m^2) বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠশক্তি বলে।

খ পৃথিবীর আক্ষিক গতির সাথে সূর্যের দূরত্বের কোন সম্পর্ক নেই। পৃথিবীতে বছরে দিনের সংখ্যা বলতে সূর্যের চার দিকে পৃথিবীর একবার ঘুরে আসতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে পৃথিবী নিজ অক্ষের চারদিকে যতবার ঘুরে।

পৃথিবীতে দিনের সংখ্যা বলতে এখানে সূর্যের চতুর্দিকে পৃথিবীর আবর্তনকালকে (T) বুঝানো হয়েছে। পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব R হলে, গ্রহ সম্পর্কিত কেপলারের ৩য় সূত্রানুসারে, $T^2 \propto R^3$

গ ১২(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 0.57

ঘ ১০(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: A তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

প্রশ্ন ১৯ 3m দৈর্ঘ্যের একটি তারের ভর 20gm। 50N বলে টানলে এর দৈর্ঘ্য 1 mm বৃদ্ধি পায়। পারদের আয়তন গুণাক্ষিক $2.2 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ (তারের উপাদানের ঘনত্ব $7.5 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$)।

(রাষ্ট্রপাঠী ক্যাডেট কলেজ)

- ক. সংশ্লিষ্ট বল কী? ১
খ. প্রবাহীর সান্দ্রতা বলতে কী বোঝায়— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. তারটির ইয়ং এর গুণাক্ষক নির্ণয় করো। ৩
ঘ. 1 লিটার আয়তনের পারদের আয়তন $2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ কমানোর জন্য কৃতকাজ এবং পারদে সঞ্চিত বিভবশক্তি সমান হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একই পদার্থের অণুসমূহের মধ্যকার আকর্ষণ বলকে সংশ্লিষ্ট বল বলে।

খ প্রবাহী যখন প্রবাহিত হয় তখন এর বিভিন্ন স্তরের মধ্যে একটি আপেক্ষিক গতি সৃষ্টি হয় এবং প্রবাহী এ আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়। এ বাধা দেয়ার ধর্মই সান্দ্রতা। তরলের ক্ষেত্রে অণুগুলোর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল সান্দ্রতার জন্য দায়ী। কিন্তু গ্যাসীয় পদার্থের ক্ষেত্রে অণুগুলোর ছোটাছুটির কারণে পরস্পরের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হওয়ার কারণে সান্দ্রতা সৃষ্টি হয়। সান্দ্রতা প্রবাহীর এক বিশেষ ধর্ম।

গ এখানে,

$$\text{তারের আদিদৈর্ঘ্য, } L = 3 \text{ m}$$

$$\text{তারের ভর, } m = 20 \text{ gm} = 0.02 \text{ kg}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য বরাবর প্রযুক্ত বল, } F = 50 \text{ N}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } l = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{তারের উপাদানের ঘনত্ব, } \rho = 7.5 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$$

$$\text{বের করতে হবে, ইয়ং এর গুণাক্ষক, } Y = ?$$

$$\text{তারের আয়তন, } V = \frac{\text{ভর}}{\text{ঘনত্ব}} = \frac{0.02 \text{ kg}}{7.5 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}} = 2.67 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

তারের আদি প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \frac{V}{L} = \frac{2.67 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{3 \text{ m}} = 8.89 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

∴ ইয়ং এর গুণাংক, $Y = \frac{FL}{\Delta L} = \frac{50 \text{ N} \times 3 \text{ m}}{8.89 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \times 10^{-3} \text{ m}} = 1.69 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$

ঘ দেওয়া আছে,

পারদের আয়তন গুণাংক, $K = 2.2 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$

আদি আয়তন, $V = 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

আয়তন বৃদ্ধি, $v = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

পীড়ন = $\frac{F}{A}$ হলে, $K = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{v}{V}}$

∴ $\frac{F}{A} = K \frac{v}{V} = 2.2 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2} \times \frac{2 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{10^{-3} \text{ m}^3} = 4.4 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$

তরলের ক্ষেত্রে পীড়নকে চাপ হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

কৃতকাজ, $W = P \Delta V = 4.4 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2} \times 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 88 \text{ J}$

আবার, একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি

$= \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$

বা, $\frac{\text{মোট সঞ্চিত বিভবশক্তি}}{\text{আয়তন}} = \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$

∴ মোট সঞ্চিত বিভবশক্তি $= \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি} \times \text{আয়তন}$

$= \frac{1}{2} \times 4.4 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2} \times \frac{2 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{10^{-3} \text{ m}^3} \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 44 \text{ J}$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল, আয়তন কমানোর জন্য কৃতকাজ এবং পারদের সঞ্চিত বিভবশক্তি সমান হবে না।

প্রশ্ন ২০ সমান দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুটি তার A ও B এর ব্যাস যথাক্রমে 1mm ও 3mm. $5 \times 10^3 \text{ N}$ মানের একটি বল দুটি তারের উপরই ক্রিয়া করে এবং তাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 5% এবং 1% বৃদ্ধি পায়।

(রংপুর ক্যাডেট কলেজ, রংপুর)

ক. অসহ পীড়ন কাকে বলে? ১

খ. পানির সান্দ্রতা গুণাংক 10^{-3} Nsm^{-2} বলতে তুমি কী বোঝ? ২

গ. A তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপরোক্ত দুটি তারের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? ৪

গাণিতিক যুক্তিসহ তোমার মতামত দাও।

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর সর্জনীয় যে পরিমাণ বল প্রযুক্ত হলে বস্তুটি ভেঙে বা ছিড়ে যায় তাকে অসহ পীড়ন বলে।

খ পানির সান্দ্রতা 10^{-3} Pa.s বলতে বোঝায়, পানির মধ্যে 1m ব্যবধানে অবস্থিত 1 m^2 ক্ষেত্রফলের দুটি স্তর পরস্পরের সাপেক্ষে 1 ms^{-1} আপেক্ষিক বেগে গতিশীল হলে এদের মধ্যকার সান্দ্রবল 10^{-3} N ।

গ A তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি,

$U = \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} \times 0.05$

$= \frac{1}{2} \times \frac{5 \times 10^3}{\pi \times \left(\frac{10^{-3}}{2}\right)^2} \times 0.05$

$= 159.15 \text{ MJ (Ans.)}$

দেওয়া আছে,

A তারের, দৈর্ঘ্য বিকৃতি,

$\frac{l}{L} = 5\% = 0.05$

প্রযুক্ত বল, $F = 5 \times 10^3 \text{ N}$

ব্যাস, $d = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

জানা আছে,

সান্দ্রতা, গুণাংক

$\eta = \frac{(F/A)}{(dv/dy)}$

ঘ তার দুটির মধ্যে সেটিই বেশি স্থিতিস্থাপক হবে যার স্থিতিস্থাপক গুণাংক বেশি।

A তারের ক্ষেত্র,

ইয়ং এর গুণাংক, $Y_A = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

$= \frac{F}{\frac{\Delta L}{L}}$

$= \frac{5 \times 10^3}{\pi \left(\frac{0.001}{2}\right)^2} \times 0.05$

$= 1.273 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

[কারণ, দেয়া আছে, A তারের ব্যাস = 1mm
বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 5\% = 0.05$]

অনুরূপভাবে, B তারের ইয়ং গুণাংক,

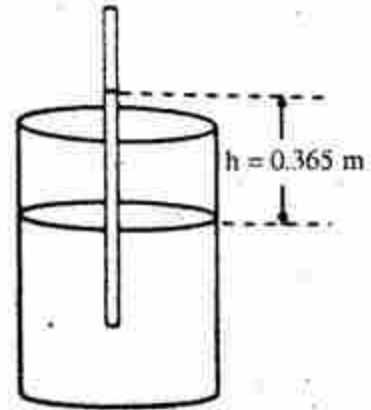
$Y_B = \frac{F}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{5 \times 10^3}{\pi \left(\frac{0.003}{2}\right)^2} \times 0.01$

$= 0.707 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 < Y_A$

[দেয়া আছে, B তারের, ব্যাস, $d = 0.003 \text{ m}$
বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 1\% = 0.01$]

যেহেতু A তারের স্থিতিস্থাপক গুণাংক তথা ইয়ং এর গুণাংক বেশি তাই A তার B তার অপেক্ষা অধিক স্থিতিস্থাপক।

প্রশ্ন ২১ 0.04mm ব্যাসের কৈশিক নল পারদে ভর্তি একটি বিকারে ডুবানো হয়েছে। পারদের ঘনত্ব 13600 kg/m^3



(ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ)

ক. পয়সনের ratio কি? ১

খ. লেডের আয়তন গুণাংক $1.6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে কি বোঝায়? ২

গ. উদ্ভীপকের আলোকে পারদের পৃষ্ঠটান নির্ণয় করো? ৩

ঘ. যদি কৈশিক নলের ভিতর পারদের উচ্চতা 0.45m হত তাহলে কৈশিক নলের ব্যাসার্ধের কি পরিবর্তন হত? গাণিতিক ভাবে মতামত দাও। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে পয়সনের অনুপাত বলে।

খ লেডের আয়তন গুণাংক $1.6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে বুঝায়, বাহ্যিক বল প্রয়োগে কিছু পরিমাণ লেডের আয়তন পরিবর্তন করা হলে উদ্ভূত আয়তন পীড়ন এবং আয়তন বিকৃতির অনুপাত হবে $1.6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

গ ১১ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : 0.486 Nm^{-1} ।

ঘ ১১ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : $4 \times 10^{-3} \text{ mm}$ কমে যায়।

প্রশ্ন ২২ একটি ত্রুটিপূর্ণ ট্যাপ হতে ফোঁটায় ফোঁটায় পানি পড়ছিল। এরকম ২৭ ফোঁটা মিলে একটি বৃহৎ ফোঁটা গঠন করলো। প্রতিটি ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাস ছিল $4 \times 10^{-7} \text{m}$ । পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$ ।

(কৌশলদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম)

- স্পর্শকোণ কী?
- পতনকালে বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বাড়ার কথা। কিন্তু এমনটি প্রকৃতপক্ষে হয় না— কেন ব্যাখ্যা করো।
- উপরোক্ত প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ নির্ণয় করো।
- উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনার ফলে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে— গাণিতিক বিশ্লেষণ এবং যথাযথ যুক্তির সাহায্যে দেখাও।

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে তরল তলে অভিকর্ষক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে ঐ কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

খ অবাধে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা পতনের সময় এর বেগ বৃদ্ধি পেয়ে অতি উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হওয়ার কথা। কিন্তু তা হয় না বায়ুর সান্দ্রতা বা সান্দ্র বলের কারণে যা বায়ুর সাপেক্ষে বৃষ্টির ফোঁটার আপেক্ষিক বেগের সমানুপাতিক ($F = 6\pi\eta r v$ বা $F \propto v$ সূত্রানুসারে)। তাই বৃষ্টির ফোঁটা পতনের সময় প্রথম দিকে ফোঁটার বেগ বাড়তে থাকলেও একই সাথে সান্দ্র বলও বৃদ্ধি পায়। এক সময় সান্দ্র বল বৃষ্টির ফোঁটার ওজনের সমান হয়ে হয়ে যায়। (প্রবতা বল নগণ্য)। তখন বৃষ্টির ফোঁটাটি সমবেগে পতিত হতে থাকে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{প্রতিটি ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাস, } d = 4 \times 10^{-7} \text{m}$$

$$\text{প্রতিটি ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ, } r = 2 \times 10^{-7} \text{m}$$

$$\text{পানির পৃষ্ঠটান, } T = 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$$

$$\text{ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা, } N = 27$$

বের করতে হবে, ক্ষুদ্র ফোঁটাগুলো একত্রীকরণের ফলে কৃতকাজ, $W = ?$

$$\text{বৃহৎ ফোঁটার ব্যাসার্ধ } R \text{ হলে, } \frac{4}{3} \pi R^3 = 27 \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\therefore R = \sqrt[3]{27r^3} = 3r = 3 \times 2 \times 10^{-7} \text{m} = 6 \times 10^{-7} \text{m}$$

পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন,

$$\begin{aligned} \Delta A &= 27 \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2 = 4\pi [27r^2 - R^2] \\ &= 4 \times 3.1416 \times [27(2 \times 10^{-7} \text{m})^2 - (6 \times 10^{-7} \text{m})^2] \\ &= 9.048 \times 10^{-12} \text{m}^2 \end{aligned}$$

আমরা জানি,

$$\text{পৃষ্ঠশক্তির মান} = \text{পৃষ্ঠটানের মান}$$

$$\therefore \text{পানির পৃষ্ঠশক্তি, } E = 72 \times 10^{-3} \text{Jm}^{-2}$$

\therefore উদ্দীপকে বর্ণিত প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ,

$$\begin{aligned} W &= E \Delta A \\ &= 72 \times 10^{-3} \text{Jm}^{-2} \times 9.048 \times 10^{-12} \text{m}^2 \\ &= 651.46 \times 10^{-14} \text{J} = 6.515 \times 10^{-13} \text{J} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ পানির গোলকের পৃষ্ঠতলের সাথে বিভবশক্তি জড়িত। এ বিভবশক্তির মান পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফলের সমানুপাতিক। তাই ক্ষেত্রফল হ্রাস পেলে বিভবশক্তি হ্রাস পাবে এবং অবশিষ্ট শক্তি তাপরূপে প্রকাশ পাবে। এ কারণে, উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনায় পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

$$\begin{aligned} \text{বৃহৎ পানির ফোঁটার আয়তন, } V &= \frac{4}{3} \pi R^3 \\ &= 1.333 \times 3.1416 \times (6 \times 10^{-7} \text{m})^3 \\ &= 9.046 \times 10^{-19} \text{m}^3 \end{aligned}$$

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

সুতরাং, বৃহৎ পানির ফোঁটার ভর,

$$\begin{aligned} m &= V\rho = 9.046 \times 10^{-19} \text{m}^3 \times 1000 \text{kgm}^{-3} \\ &= 9.046 \times 10^{-16} \text{kg} \end{aligned}$$

আবার, পানির আপেক্ষিক তাপ, $S = 4200 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

\therefore বৃহৎ পানি ফোঁটার তাপমাত্রা বৃদ্ধি $\Delta\theta$ হলে, বৃহৎ পানি ফোঁটা কর্তৃক শোষিত তাপ,

$$\begin{aligned} Q &= mS\Delta\theta \\ \text{বা, } \Delta\theta &= \frac{Q}{mS} = \frac{6.515 \times 10^{-13} \text{J}}{9.046 \times 10^{-16} \text{kg} \times 4200 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}} \\ &= 0.1715^\circ\text{C} \end{aligned}$$

অতএব, উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনায় পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে এবং এই বৃদ্ধির পরিমাণ 0.1715°C ।

প্রশ্ন ২৩ $5 \times 10^{-4} \text{m}$ ব্যাসার্ধের বাতাসের বুদবুদ 10^3kgm^{-3} ঘনত্বের তরলের মধ্যে দিয়ে উপরে উঠছে। বুদবুদটির উর্ধ্বমুখী বেগ $5.45 \times 10^{-5} \text{ms}^{-1}$ এবং লোহার ঘনত্ব $7.8 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$ ।

(ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ)

- পৃষ্ঠটান কি?
- অন্তঃবেগ ব্যাখ্যা করো।
- তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বের করো।
- যদি সমান ব্যাসার্ধের একখন্ড লোহার গোলক তরলের ভিতর ফেলা হয় তাহলে বাতাসের বুদবুদ তরলের ভিতর থেকে উপরে উঠলেও লোহা নিচে পড়ে—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরল পৃষ্ঠের উপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

খ কোনো প্রবাহীর মধ্য দিয়ে যখন অপর কোনো প্রবাহী বা কঠিন পদার্থের টুকরা রাখা হয় বা ফেলা হয়, তখন এটি ঘনত্বের তারতম্যের ওপর ভিত্তি করে উপরে উঠতে থাকে বা নিচে নামতে থাকে। প্রথমদিকে এর গতিবেগ বাড়তে থাকলেও এর ওপর সান্দ্রবলের মান গতিবেগের সমানুপাতে বাড়তে থাকে। একসময় উর্ধ্বমুখী ও নিম্নমুখী বলসমূহের লব্ধি শূন্য হয়। তখন বস্তুটি সমবেগে গতিশীল থাকে। ঐ বেগকেই উক্ত প্রবাহীতে উক্ত বস্তুর অন্তঃবেগ বলে।

গ দেওয়া আছে, বুদবুদের ব্যাসার্ধ, $r = 5 \times 10^{-4} \text{m}$

$$\text{তরলের ঘনত্ব, } \sigma = 10^3 \text{kgm}^{-3}$$

$$\text{প্রান্তবেগ, } v_t = -5.45 \times 10^{-5} \text{ms}^{-1} \text{ [: উর্ধ্বমুখী]}$$

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

এবং বায়ুর ঘনত্ব, $\rho = 1.29 \text{kgm}^{-3}$

বের করতে হবে, তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক, $\eta = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } \eta &= \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9v_t} \\ &= \frac{2(5 \times 10^{-4} \text{m})^2(1.29 - 10^3) \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2}}{9(-5.45 \times 10^{-5} \text{ms}^{-1})} \\ &= 9.98 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1} \end{aligned}$$

ঘ 'গ' হতে পাই, তরলের সান্দ্রতাঙ্ক, $\eta = 9.98 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$

উদ্দীপক ও প্রশ্নানুযায়ী,

লোহার গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = 5 \times 10^{-4} \text{m}$

এবং ঘনত্ব, $\rho = 7.8 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$

তরলের ঘনত্ব, $\sigma = 10^3 \text{kgm}^{-3}$

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

\therefore লোহার গোলকের প্রান্তবেগ,

$$\begin{aligned} v_t &= \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9\eta} \\ &= \frac{2(5 \times 10^{-4} \text{m})^2(7.8 \times 10^3 - 10^3) \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2}}{9 \times 9.98 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}} \\ &= 3.7 \times 10^{-4} \text{ms}^{-1} \end{aligned}$$

যেহেতু প্রান্তবেগ ধনাত্মক পাওয়া গেছে, সুতরাং লোহার গোলকটি ঐ তরলে ছেঁড়ে দেয়ায় $3.7 \times 10^{-4} \text{ms}^{-1}$ বেগে নিচে পতিত হতে থাকবে।

অর্থাৎ উক্ত তরলে বায়ু বুদবুদ নিচ থেকে উপরের দিকে উঠলেও লোহার গোলকটি নিচের দিকে পড়ে।

প্রশ্ন ২৪ একটি ইস্পাতের পেরেক (কৃন্তন গুণাঙ্ক = 8.27×10^{10} Pa) এর ব্যাস 1 cm এবং এটি দেয়ালের ভেতরে লাগানো আছে। দেয়ালের বাইরে এর দৈর্ঘ্য 4 cm। 36000 N মানের বল এর প্রান্তে প্রয়োগ করা হলো।

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

- ইয়ং এর গুণাঙ্ক কাকে বলে? ১
- স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা করো। ২
- পেরেকের বিচ্যুতির মান, d নির্ণয় করো। ৩
- এর প্রান্তে 50000 N বল প্রয়োগ করলে বিচ্যুতি d থেকে বেশি হবে -গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে।

খ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুবক সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে।

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

বিভিন্ন পদার্থের জন্য স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বিভিন্ন রকমের হয়। এটি পদার্থের উপাদানের উপর নির্ভর করে। একটি নির্দিষ্ট উপাদানের পদার্থের ক্ষেত্রে, পীড়ন \propto বিকৃতি। অর্থাৎ পীড়ন যে অনুপাতে পরিবর্তন করা হবে এবং বিকৃতিও সেই অনুপাতে পরিবর্তিত হবে। এই নির্দিষ্ট অনুপাতই হলো ঐ উপাদানের পদার্থের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক। আবার বিভিন্ন পদার্থের একই বিকৃতি ঘটাতে যার বেশি পীড়ন দরকার তার স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক তথা স্থিতিস্থাপকতা বেশি। অর্থাৎ একাধিক পদার্থের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক তুলনা করে তাদের মধ্যে স্থিতিস্থাপকতার তুলনা করা যায়।

গ এখন, কৃন্তন বিকৃতি, θ হলে,

$$S = \frac{F/A}{\theta}$$

$$\text{বা, } S = \frac{F}{A\theta}$$

$$\text{বা, } \theta = \frac{F}{AS}$$

এখানে,
কৃন্তন গুণাঙ্ক,
 $S = 8.27 \times 10^{10}$ pa
 $= 8.27 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$
বল, $F = 36000 \text{ N}$
ব্যাসার্ধ, $r = \frac{\text{ব্যাস}}{2} = 0.5 \text{ cm}$
 $= 0.5 \times 10^{-2} \text{ m}$
পেরেকের বিচ্যুতি, $d = ?$

$$= \frac{36000}{\pi \times (0.5 \times 10^{-2})^2 \times 8.27 \times 10^{10}}$$

$$= 5.54 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

জানা আছে, কৃন্তন বিকৃতি = $\frac{\text{বিচ্যুতি}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}}$

$$\therefore \theta = \frac{d}{L} \text{ বা, } d = \theta \times L$$

এখানে, পেরেকের দেয়ালের বাইরে, দৈর্ঘ্য, $L = 4 \text{ cm}$

$$\therefore \text{পেরেকের বিচ্যুতি, } d = 5.54 \times 10^{-3} \times 4$$

$$= 0.02216 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ উল্লীপক হতে পাই,

$$\text{কৃন্তন গুণাঙ্ক, } S = 8.27 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$$

প্রথম ক্ষেত্রে প্রযুক্ত বল, $F_1 = 36000 \text{ N}$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে প্রযুক্ত বল, $F_2 = 50000 \text{ N}$

এখন, প্রথম ক্ষেত্রে বিচ্যুতি d_1 ও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বিচ্যুতি d_2 হলে,

এখানে, $d_1 = d = 0.02216 \text{ cm}$ ('গ' হতে প্রাপ্ত)

$$\therefore \text{কৃন্তন গুণাঙ্ক, } S = \frac{F/A}{\theta} \dots\dots\dots (i)$$

যেখানে θ হচ্ছে কৃন্তন বিকৃতি।

$$\text{কৃন্তন বিকৃতি, } \theta = \frac{F/A}{S}$$

'গ' হতে $\theta_1 = 5.54 \times 10^{-3} \text{ rad}$

$$\text{এবং } \theta_2 = \frac{F_2}{AS}$$

$$\therefore \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{F_2}{F_1}$$

$$\text{বা, } \theta_2 = \frac{50000}{36000} \times 5.54 \times 10^{-3}$$

$$= 7.694 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

আবার, কৃন্তন বিকৃতি = $\frac{\text{সরণ বা বিচ্যুতি (d)}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}}$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, পেরেকের বিচ্যুতি, d_2 হলে

$$\text{এখন, } \theta_2 = \frac{d_2}{L}$$

$$\text{বা, } d_2 = L \times \theta_2$$

$$= 4 \times 7.694 \times 10^{-3}$$

$$= 0.03078 \text{ cm} > d_1$$

অর্থাৎ বলের মান বৃদ্ধি করলে বিচ্যুতি, d এর মান বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ২৫ তানিয়া 4mm ব্যাসের একটি কৈশিক নলের এক প্রান্ত বিশুদ্ধ পানিতে ডুবায়। নলে উঠিত পানির উচ্চতা পরিমাণ করে 0.082m. এরপর সে এক তৃতীয়াংশ ব্যাসার্ধের আরেকটি কৈশিক নল সাধারণ পানিতে ডুবায়। তানিয়া 1ম নলে উঠিত পানির ভর এবং ২য় নলে উঠিত পানির ভরের ব্যবধান পর্যবেক্ষণ করে।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

- প্রভাব গোলক কাকে বলে? ১
- তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে তরলের সান্দ্রতা কমে, কিন্তু গ্যাসের সান্দ্রতা বাড়ে কেন- ব্যাখ্যা করো। ২
- উল্লীপকের প্রথম ক্ষেত্রে পানির তলটান কত? ৩
- তানিয়ার পর্যবেক্ষণের ফলাফল কী হতে পারে? গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো অণুকে কেন্দ্র করে এর আণবিক আকর্ষণের পাত্রের সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে কোনো গোলক কল্পনা করলে ঐ গোলককে ঐ অণুর প্রভাব গোলক বলে।

খ তরলের সান্দ্রতা উৎপন্ন হয় আন্তঃআণবিক বলের কারণে। কিন্তু গ্যাসের সান্দ্রতা উৎপন্ন হয় অণুগুলোর মধ্যকার সংঘর্ষের কারণে। তাপমাত্রা বাড়লে তরলের আন্তঃআণবিক বল হ্রাস পায় এবং গ্যাস অণুসমূহের মধ্যকার সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায়। তাই তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাসের সান্দ্রতা বাড়ে কিন্তু তরলের সান্দ্রতা কমে।

গ পানির তলটান,

$$T = \frac{\text{rhp}\gamma}{2 \cos\theta}$$

$$= \frac{2 \times 10^{-3} \times 0.082 \times 10^3 \times 9.8}{2 \cos 0^\circ}$$

$$= 0.8036 \text{ Nm}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে, নলের ব্যাসার্ধ,

$$r = \frac{D}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mm}$$

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

তরলের উচ্চতা, $h = 0.082 \text{ m}$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 10^3 \text{ kgm}^{-3}$

পানির ক্ষেত্রে, স্পর্শকোণ, $\theta = 0^\circ$

ঘ তরলের পৃষ্ঠটান, T হলে,

$$T = \frac{\text{rhp}\gamma}{2 \cos\theta}$$

অতএব $r \propto \frac{1}{h}$ যখন অন্যান্য রাশিগুলো স্থির।

$$\therefore \frac{h_2}{h_1} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$\text{বা, } h_2 = \frac{r_1}{r_2} \times h_1$$

$$= \frac{r_1}{3} \times h_1$$

$$= 3h_1$$

$$= 0.246 \text{ m}$$

এখানে,

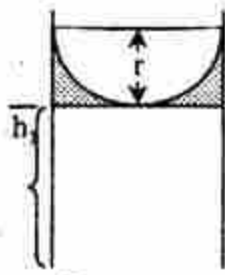
1ম নলের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

২য় নলের ব্যাসার্ধ,

$$r_2 = \frac{r_1}{3} = 6.67 \times 10^{-4} \text{ m}$$

1ম নলের উচ্চতা, $h_1 = 0.082$

২য় নলের উচ্চতা, $h_2 = ?$



h_1 উচ্চতার উপরের অংশের পানির আয়তন = আয়তক্ষেত্রের আয়তন -

$$\text{ফাকা অর্ধবৃত্তের আয়তন} = \pi r^2 h - \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{1}{3} \pi r^3$$

$$\therefore \text{মোট আয়তন, } V = \left(\pi r^2 h + \frac{1}{3} \pi r^3 \right)$$

$$1ম নলে পানির ভর, m_1 = \rho V_1$$

$$= \rho \times \left(\pi r_1^2 h_1 + \frac{1}{3} \pi r_1^3 \right)$$

$$= \rho \times \pi r_1^2 \left(h_1 + \frac{r_1}{3} \right)$$

$$= 1.04 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$2য় নলে পানির ভর, m_2 = \rho V_2$$

$$= \rho \times \left(\pi r_2^2 h_2 + \frac{1}{3} \pi r_2^3 \right)$$

$$= \rho \times \pi r_2^2 \left(h_2 + \frac{r_2}{3} \right)$$

$$= 3.44 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$\therefore \Delta m = m_2 - m_1 = (3.44 - 1.04) \times 10^{-4} = 0.24 \text{ mg}$$

অতএব, ১ম নলে উত্থিত পানির ভর ২য় নলে উত্থিত পানির ভর অপেক্ষা ০.২৪mg বেশি।

প্রশ্ন ২৬ একই আকারের দশটি পানির ফোঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত হলো। প্রতিটি ফোঁটায় ব্যাস $5 \times 10^{-7} \text{ m}$ । পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-7} \text{ Nm}^{-1}$ ।

(রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা)

ক. টর্ক কাকে বলে?

খ. $\hat{i} \times \hat{i} = 0$ হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের বড় ফোঁটার ব্যাস নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্দীপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যা কোন অঘূর্ণনশীল বস্তুতে ঘূর্ণন সৃষ্টি করে বা ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক বেগের পরিবর্তন করে তাকে টর্ক বলে।

$$\begin{aligned} \text{খ } |\hat{i} \times \hat{i}| &= |\hat{i}| \times |\hat{i}| \sin \alpha \\ &= 1.1 \sin 0 \\ &= 1.1 \cdot 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{এখানে, } |\hat{i}| = 1$$

$$\alpha = 0 [\because \text{ভেক্টরদ্বয় একই}]$$

আমরা জানি, যে ভেক্টরের মান শূন্য তাকে নাল ভেক্টর বলে।

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে $\hat{i} \times \hat{i}$ এর মান শূন্য। অর্থাৎ $\hat{i} \times \hat{i}$ ভেক্টরটি নাল ভেক্টর।

গ ৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য। উত্তর : $1.07 \times 10^{-6} \text{ m}$

ঘ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ২৭ ১m দৈর্ঘ্যের P ও Q দুটি তারের মুক্তপ্রান্তে সমান ভার যুক্ত করার ফলে উভয় তারের দৈর্ঘ্য ৫mm করে প্রসারণ হয়। P ও Q তারের ইয়ং-এর গুণাংক যথাক্রমে $1.3 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ এবং $2.1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ । P তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 5 mm^2 । একজন ছাত্র প্রদত্ত তথ্য হতে হিসাব করে দেখল যে, Q তারের পয়সনের অনুপাত ০.৫ অপেক্ষা কম হয়।

(নটর ডেম কলেজ, ঢাকা)

ক. সান্দ্রতা কী?

খ. কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ যত কম হয় পানি স্তরের উচ্চতা তত বেশি হয়—ব্যাখ্যা কর।

গ. তার দুটির উপর প্রযুক্ত পীড়নের তুলনা কর।

ঘ. উদ্দীপকের ছাত্র কর্তৃক Q তারের পয়সনের অনুপাতের হিসাব সঠিক কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে ধর্মের দরুন কোন প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাধার সৃষ্টি হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

খ পানির মধ্যে কাচনল ডুবালে অপেক্ষাকৃত সরু নলের অভ্যন্তরে পানি বেশি উপরে উঠে। এর কারণ হলো, কৈশিক নলে উত্থিত পানির উচ্চতা নলের ব্যাসার্ধের ব্যস্তানুপাতিক ($T = \frac{h\rho g r}{2}$ সমীকরণ অনুসারে T, ρ , g

ধ্রুব থাকলে $hr = \text{ধ্রুবক বা, } h \propto \frac{1}{r}$)।

আমরা জানি, পৃষ্ঠটানজনিত উর্ধ্বমুখী বল নলের পরিধির সমানুপাতিক ($F = T \times 2\pi r$)। তবে উত্তোলিত পানির ওজন ব্যাসার্ধের বর্গের সমানুপাতিক ($W = mg = V\rho g = \pi r^2 h\rho g$; h, ρ , g ধ্রুবমানের হলে $W \propto r^2$)। তাই অপেক্ষাকৃত সরু নল ব্যবহার করলে প্রাপ্ত উর্ধ্বমুখী বল সামান্য কমে গেলেও উত্তোলনযোগ্য পানির ওজন অনেক বেশি কমে যায়। তাই সরু নলের অভ্যন্তরে পানি বেশি উপরে উঠে।

গ P তারের ওপর প্রযুক্ত পীড়ন $\frac{F_p}{A_p}$ হলে,

P তারের উপাদানের ইয়ং

$$\text{গুণাংক, } Y_p = \frac{F_p/A_p}{l_p/L_p}$$

$$\text{বা, } \frac{F_p}{A_p} = Y_p \frac{l_p}{L_p}$$

$$= 1.3 \times 10^{11} \times \frac{5 \times 10^{-3}}{1}$$

$$= 6.5 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

এখানে,

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ, } l_p = 5 \text{ mm} \\ = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{আদি দৈর্ঘ্য, } L_p = 1 \text{ m}$$

Q তারের ওপর প্রযুক্ত পীড়ন $\frac{F_Q}{A_Q}$ হলে, Q তারের উপাদানের ইয়ং

$$\text{গুণাংক, } Y_Q = \frac{F_Q/A_Q}{l_Q/L_Q}$$

$$\text{বা, } \frac{F_Q}{A_Q} = Y_Q \frac{l_Q}{L_Q}$$

$$= 2.1 \times 10^{11} \times \frac{5 \times 10^{-3}}{1}$$

$$= 1.05 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$$

এখানে,

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ, } l_Q = 5 \text{ mm} \\ = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{আদি দৈর্ঘ্য, } L_Q = 1 \text{ m}$$

\therefore Q তারে পীড়ন P তারের পীড়ন অপেক্ষা বেশি।

ঘ 'গ' থেকে পাই, P তারের পীড়ন, $\frac{F_p}{A_p} = 6.5 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$

$$\text{যেহেতু P তাদের ক্ষেত্রে } 5 \text{ mm}^2 = 5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{প্রয়োগকৃত বল, } F_p = 6.5 \times 10^8 \times 5 \times 10^{-6} \\ = 3250 \text{ N}$$

যেহেতু P ও Q তারে সমান ভার দেয়া হয়েছিল, $F_Q = F_p$

'গ' থেকে পাই Q তারের পীড়ন, $\frac{F_Q}{A_Q} = 1.05 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$

$$\therefore \text{Q তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, } A_Q = \frac{F_Q}{1.05 \times 10^9}$$

$$= \frac{3250}{1.05 \times 10^9}$$

$$= 3.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

যেহেতু বল প্রয়োগের আগে ও পরে আয়তন সমান।

$$\therefore V_1 = V_2$$

$$\text{বা, } A_1 L_1 = A_2 L_2$$

$$\text{বা, } A_1 L_1 = A_2 (L_1 + l)$$

$$\text{বা, } A_2 = \frac{A_1 L_1}{L_1 + l}$$

$$= \frac{3.1 \times 10^{-6} \times 1}{1 + 5 \times 10^{-3}}$$

$$= 3.085 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

\therefore বল প্রয়োগের পূর্বে ব্যাসার্ধ r_1 হলে,

$$A_1 = \pi r_1^2$$

$$\text{বা, } r_1 = \sqrt{\frac{A_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{3.1 \times 10^{-6}}{3.1416}} = 9.93 \times 10^{-4} \text{ m}$$

বল প্রয়োগের পরে ব্যাসার্ধ r_2 হলে,

$$A_2 = \pi r_2^2$$

$$\text{বা, } r_2 = \sqrt{\frac{A_2}{\pi}} = \frac{3.085 \times 10^{-6}}{3.1416} = 9.9095 \times 10^{-4} \text{ m}$$

\therefore পয়সনের অনুপাত δ হলে,

$$\delta = \frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta l}{L}} = \frac{\frac{9.93 \times 10^{-4} - 9.9095 \times 10^{-4}}{9.93 \times 10^{-4}}}{\frac{5 \times 10^{-3}}{1}}$$

$$= \frac{2.064 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}}$$

$$= 0.413 \text{ যা } 0.5 \text{ অপেক্ষা কম।}$$

অতএব, ছাত্র কর্তৃক হিসাব সঠিক ছিল।

প্রশ্ন ২৮ P ও Q দুটি তরল পদার্থ যাদের ঘনত্ব যথাক্রমে 1000 kgm^{-3} ও 800 kgm^{-3} । প্রথমে P তরল হতে 0.1 m দৈর্ঘ্যের তারকে অনুভূমিকভাবে উপরে উঠানো হল। পরে 4 mm ব্যাসার্ধের ও $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ঘনত্বের একটি লোহার গোলককে P ও Q উভয় তরলে ছেঁড়ে দিয়ে দেখা গেল তাদের প্রান্তবেগ যথাক্রমে $2.36 \times 10^2 \text{ ms}^{-1}$ ও $4 \times 10^2 \text{ ms}^{-1}$ [P তরলের পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ এবং $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$]

(ইনজিনিয়ারিং ইন্সটিটিউটসিটী স্কুল এক কলেজ, ঢাকা)

ক. স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে? ১

খ. তারের সম্প্রসারণে বিভব শক্তি সঞ্চিত হয়—ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের তারটি উঠানোর সময় প্রযুক্ত বল এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কোন তরলটি বেশি সান্দ্র-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে অপসারণ করলে বস্তুটি সম্পূর্ণরূপে পূর্বাবস্থায় ফিরে যায় বলের সেই মানকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

খ বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করে কোনো বস্তুকে বিকৃত করলে কিছু কাজ করতে হয় এবং ঐ কাজ বস্তুতে বিভব শক্তিরূপে সঞ্চিত থাকে। স্থিতিস্থাপকতার কারণে বস্তু প্রত্যাবর্তী বল দ্বারা তার বিকারে বাধা দেয়। তাই কোনো বস্তুকে বিকৃত করতে হলে এ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। এ কৃতকাজ দ্বারা সঞ্চিত শক্তিকে স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি বলে।

সুতরাং একটি তারের সম্প্রসারণেও স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি সঞ্চিত হয় যার মান—

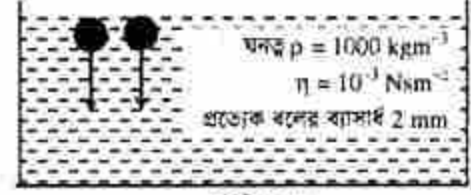
$$\text{স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি} = \frac{1}{2} \times \text{প্রযুক্ত বল} \times \text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি।}$$

গ ৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $7.2 \times 10^{-3} \text{ N}$

ঘ ৮(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: P তরলটি বেশি সান্দ্র।

প্রশ্ন ২৯ নদীমাতৃক বাংলাদেশ সীতার শেখা খুবই প্রয়োজন। সীতার শিখতে গিয়ে জারা সুইমিং পুলের পাশে একই আকৃতির কিছু লোহার ও কাচের বল দেখতে পেল। কৌতূহলবশত জারা ভিন্ন পদার্থের দুটি বলকে পুলের স্থির পানিতে একই সাথে ছেঁড়ে দিল এবং নিচে পড়া পর্যবেক্ষণ করল। সে লক্ষ্য করল বল দুটি ভিন্ন সময়ে তলদেশে পৌঁছল। লোহা ও কাঁচের ঘনত্ব যথাক্রমে $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ও $2.4 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ।

(মাইনস্টোন কলেজ, ঢাকা)



সুইমিং পুল

ক. আদি দশা কাকে বলে? ১

খ. সরল দোলন গতি সম্পন্ন কণার মোট শক্তি সরণের উপর নির্ভর করে না—ব্যাখ্যা কর। ২

গ. লোহার বলটি 59.23 ms^{-1} প্রান্তিক বেগে পতিত হলে এর উপর সান্দ্র বল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বল দুটি ভিন্ন সময়ে তলদেশে পৌঁছানোর কারণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সরল দোলন গতি সম্পন্ন কোনো বস্তুর যাত্রার শুরুর মুহূর্তে যে দশা থাকে তাকে এর epoch বা আদি দশা বলে।

খ সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার মোট যান্ত্রিক শক্তি E হচ্ছে গতিশক্তি এবং বিভব শক্তির সমষ্টি।

$$\therefore E = K + U$$

$$= \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t + \delta) + \frac{1}{2} k A^2 \sin^2(\omega t + \delta)$$

$$\therefore E = \frac{1}{2} k A^2$$

যেহেতু বল ধ্রুবক k এবং বিস্তার A ধ্রুব সংখ্যা, সুতরাং দেখা যায় যে, মোট যান্ত্রিক শক্তি একটি ধ্রুবক। সর্বোচ্চ সরণের ক্ষেত্রে অর্থাৎ বিস্তারের প্রান্তে গতিশক্তি শূন্য, কিন্তু বিভব শক্তির মান $\frac{1}{2} k A^2$ । সাম্য অবস্থানে

বিভব শক্তি শূন্য, কিন্তু গতিশক্তি $\frac{1}{2} k A^2$ । অন্য সকল অবস্থানে কণাটির

গতিশক্তি এবং বিভবশক্তি উভয়ই থাকে এবং তাদের সমষ্টি হচ্ছে $\frac{1}{2} k A^2$ । অর্থাৎ দেখা যায় যে, সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন সম্পন্ন কোন

কণার মোট শক্তি কণাটির বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক।

$$\text{অথবা, } E \propto A^2$$

অর্থাৎ সরল দোলন গতি সম্পন্ন কণার মোট শক্তি সরণের উপর নির্ভর করে না।

গ

$$F = 6\pi\eta r v$$

$$= 6\pi \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3} \times 59.23$$

$$= 2.23 \times 10^{-3} \text{ N (Ans.)}$$

এখানে, প্রান্তিক বেগ, $v = 59.23 \text{ ms}^{-1}$
তরলের সান্দ্রতা, $\eta = 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$
বলের ব্যাসার্ধ, $r = 2 \text{ mm}$
 $= 2 \times 10^{-3} \text{ m}$
বাধাদানকারী সান্দ্র বল, $F = ?$

ঘ তরলের অন্তঃপ্রবেশের জন্য,

$$v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{9\eta}$$

কাঁচের বলের জন্য অন্তঃপ্রবেশ

$$v_g = \frac{2r^2(\rho_{gl} - \rho_l)g}{9\eta}$$

এখানে,
বলদুটির ব্যাসার্ধ, $r = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$
তরলের ঘনত্ব, $\rho_l = 10^3 \text{ kgm}^{-3}$
লোহার ঘনত্ব, $\rho_{gl} = 7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$
কাঁচের ঘনত্ব, $\rho_g = 2.4 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$

এবং লোহার বলের জন্য অন্তঃক্ষেপণ

$$v_i = \frac{2r^2(\rho_{sl} - \rho_l)g}{9\eta}$$

$$\therefore \frac{v_g}{v_i} = \frac{2r^2(\rho_{sl} - \rho_l)g}{9\eta} \times \frac{9\eta}{2r^2(\rho_{sl} - \rho_l)g}$$

$$= \frac{\rho_{sl} - \rho_l}{\rho_{sl} - \rho_l}$$

$$\therefore \frac{v_g}{v_i} = \frac{2.4 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3}}{7.8 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3}}$$

$$\text{বা, } \frac{v_g}{v_i} = \frac{7}{34}$$

এখন বল দুটির তলদেশে পৌঁছানোর জন্য সময় প্রয়োজনীয় লোহার বলের জন্য t_i এবং কাঁচের বলের জন্য t_g হলে এবং পাত্রের গভীরতা d হলে,

$$\frac{t_i}{t_g} = \frac{d/v_i}{d/v_g}$$

$$\frac{t_i}{t_g} = \frac{v_g}{v_i} = \frac{7}{34}$$

$$\text{বা, } \frac{t_i}{t_g} = 0.2059 (< 1)$$

$$\therefore t_i < t_g$$

অতএব লোহার বলের জন্য সময় কম লাগবে। এদের ঘনত্বের ভিন্নতার জন্য অন্তঃক্ষেপণ ভিন্ন হয় এজন্য সময়ও বিভিন্ন হয়।

প্রশ্ন ৩০ 2m দৈর্ঘ্যের দুটি P ও Q উপাদানের তারের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 1 mm ও 2mm। প্রত্যেক তারের দৈর্ঘ্য 5mm বৃদ্ধি করতে P তারের তিনগুণ বল Q তারে প্রয়োগ করতে হয়। P তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

(বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পার্বনিক কলেজ)

- সাম্প্রতিক কালে বলে? ১
- বৃষ্টির ফোঁটার বেগ সুস্থ হয় কেন ব্যাখ্যা করো। ২
- উদ্ভীপকে উল্লিখিত P তারের দৈর্ঘ্য উল্লিখিত পরিমাণ বৃদ্ধি করলে তারে কি পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত হবে নির্ণয় করো। ৩
- উদ্ভীপকে উল্লিখিত কোন তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক গাণিতিক যুক্তিসহ আলোচনা করো। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে ধর্মের দরুন কোন প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাধার সৃষ্টি হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সাম্প্রতিক বলে।

খ অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা পতনের সময় এর বেগ বৃদ্ধি পেয়ে উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হওয়ার কথা কিন্তু তা হয় না। এর কারণ হল বৃষ্টির ফোঁটা যখন বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সাম্প্রতিকতার কারণে এর ওপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় ফোঁটাটির নিট ত্বরণ শূন্য হয়। ফোঁটাটি তখন ধ্রুববেগ নিয়ে পড়তে থাকে।

গ

P তারে সঞ্চিত শক্তি,

$$W = \frac{1}{2} \frac{YA l^2}{L}$$

$$= \frac{Y \times \pi r^2 \times l^2}{2L}$$

এখানে,

P তারের জন্য

দৈর্ঘ্য, $L = 2\text{m}$

ব্যাসার্ধ, $r = 1 \times 10^{-3}\text{m}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 5 \times 10^{-3}\text{m}$

ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

$$= \frac{1 \times 2 \times 10^{11} \times 3.1416 \times (1 \times 10^{-3})^2 \times (5 \times 10^{-3})^2}{2 \times 2}$$

$$= 3.927 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ

Q তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y_Q = \frac{F_Q L_Q}{A_Q l_Q}$$

P তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y_P = \frac{F_P L_P}{A_P l_P}$$

$$\therefore \frac{Y_Q}{Y_P} = \frac{F_Q L_Q}{A_Q l_Q} \times \frac{A_P l_P}{F_P L_P}$$

এখানে,

P তারের ইয়ং এর

গুণাঙ্ক, $Y_P = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

দৈর্ঘ্য, $L_P = 2\text{m}$

ব্যাসার্ধ, $r_P = 1 \times 10^{-3}\text{m}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_P = 5 \times 10^{-3}\text{m}$

প্রযুক্ত বল $= F_P N$

Q তারের,

দৈর্ঘ্য, $L_Q = 2\text{m}$

ব্যাসার্ধ, $r_Q = 2 \times 10^{-3}\text{m}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_Q = 5 \times 10^{-3}\text{m}$

প্রযুক্ত বল, $F_Q = 3F_P N$

$$= \frac{3F_P \times 2 \times \pi \times (1 \times 10^{-3})^2 \times 5 \times 10^{-3}}{\pi \times (2 \times 10^{-3})^2 \times 5 \times 10^{-3} \times F_P \times 2}$$

$$= \frac{3 \times (1 \times 10^{-3})^2}{(2 \times 10^{-3})^2}$$

$$\text{বা, } Y_Q = 0.75 \times Y_P$$

$$\therefore Y_Q = 1.5 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

দেখা যাচ্ছে যে, P তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বেশি অর্থাৎ Q তারের স্থিতিস্থাপকতা P তারের চেয়ে কম হবে।

প্রশ্ন ৩১ 20 সেন্টিমিটার দীর্ঘ ও 0.02 সেন্টিমিটার ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি কাঁচের তৈরি কৈশিক নলকে পানির ভেতর ডুবানো হল এবং নলের মধ্যে পানির উচ্চতা 4 সেন্টিমিটার হলো।

(আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা)

- পৃষ্ঠতল কাকে বলে? ১
- মাটির পাত্রে পানি ঠাণ্ডা থাকে কেন? ২
- পানির পৃষ্ঠটান নির্ণয় করো। ৩
- যদি সম্পূর্ণ সজ্জাকে মুক্তভাবে পড়ন্ত লিফটে রাখা হয় তবে কৈশিক নলের ভেতরে পানির উচ্চতার কীরূপ পরিবর্তন হবে—গাণিতিক বিশ্লেষণ পূর্বক মতামত দাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরলের মুক্ততলের ক্ষেত্রফল একক পরিমাণ বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠতল বলে।

খ মাটির পাত্রে ক্ষুদ্র ছিদ্রগুলো কৈশিক নলের মতো কাজ করে, ফলে পাত্র থেকে পানি পাত্রে গায়ে উঠে আসে এবং বাষ্পীভূত হয়। এই বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় তাপ পাত্রে পানি থেকেই শোষিত হয়, ফলে পানি ঠাণ্ডা থাকে।

গ পানির পৃষ্ঠটান,

$$T = \frac{r h \rho g}{2}$$

পানির ক্ষেত্রে, $\cos \theta = 1$

$$= \frac{0.02 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-2} \times 1 \times 10^3 \times 9.8}{2}$$

$$= 0.0392 \text{ Nm}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে, নলের ব্যাসার্ধ,
 $r = 0.02\text{cm} = 0.02 \times 10^{-2}\text{m}$
উচ্চ পানির উচ্চতা,
 $h = 4\text{cm} = 4 \times 10^{-2}\text{m}$
পানির ঘনত্ব,
 $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$

ঘ যদি সম্পূর্ণ সজ্জাকে মুক্তভাবে পড়ন্ত লিফটে রাখা হয় তবে কৈশিক নলের মধ্যে পানির উচ্চতার পরিবর্তন ব্যাখ্যা—

মুক্তভাবে পড়ন্ত লিফটের ক্ষেত্রে অভিকর্ষীয় ত্বরণের মানের উপর কৈশিক নলের পানির উচ্চতা নির্ভর করবে।

পানির পৃষ্ঠটান T হলে,

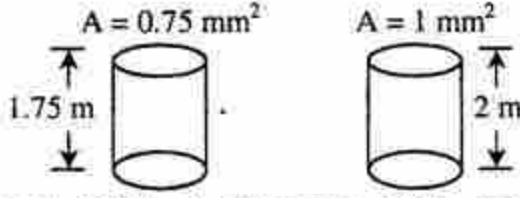
$$T = \frac{r h \rho g}{2 \cos \theta}$$

এখন পানির পৃষ্ঠটানের উপর g এর প্রভাব নেই। পানির ঘনত্ব, ρ এবং নলের ব্যাসার্ধ, r ধ্রুবক। অর্থাৎ g পরিবর্তিত হলে উচ্চতার পরিবর্তন হবে।

$$\therefore h = \frac{2T \cos \theta}{r \rho g}$$

g এর মান কমতে থাকলে h এর মান বাড়তে থাকবে। এখন g এর মান শূন্য হলে $h \rightarrow \infty$ অর্থাৎ, নলের ভেতর দিয়ে পানি উপচে পরবে। অর্থাৎ পানি উঠার জন্য g এর বিরুদ্ধে কোনো ধরনের কাজ করতে হবে না। অর্থাৎ মূলতঃ পড়ন্ত লিফটের জন্য কৈশিক নলের ভেতর পানি উপচে পড়বে।

প্রশ্ন ৩২



উদ্দীপকের তার-১ এ 20kg এ এবং তার-২ এ 25kg ভর ঝুলালে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 1mm পাওয়া যায়।

[নিউ গভ. ত্রিগ্রহী কলেজ, রাজশাহী]

- প্রান্তিক বেগ কাকে বলে? ১
- পারদে কৈশিক বল ডুবালে পারদ নিচে নেমে যায় কেন-ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের ১ম তারের একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের তার-১ এবং তার-২ এর অসহভার-গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষের প্রভাবে কোনো প্রবাহীর মধ্য দিয়ে গতিশীল কোনো বস্তু সর্বোচ্চ যে বেগে উপনীত হলে নিট বল শূন্য হয় এবং বস্তুটি সমবেগে চলতে থাকে, সে বেগকে বলা হয় প্রান্তিকবেগ বা অন্তঃপ্রবেগ।

খ কৈশিক বল সাধারণত কাঁচের তৈরী। পারদ ও কাঁচ অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল পারদ অণুসমূহের মধ্যকার সংশ্লিষ্ট বল অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর। তাই পানি ও পারদের মধ্যকার স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হয়। ফলে কৈশিক নলের ভিতরের পারদের উপরিতল উত্তল আকার ধারণ করে। পারদের পৃষ্ঠটান তা সমতল করার চেষ্টা করে। ফলে একটি নিম্নমুখী বল উৎপন্ন হয় যা নলের ভিতরের পারদকে নিচের দিকে ঠেলে দেয়। ফলে পারদ নিচে নামে।

গ একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি,

$$U = \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{mg}{A} \times \frac{l}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{20 \times 9.8}{0.75 \times 10^{-6}} \times \frac{10^{-3}}{1.75}$$

$$= 7.46 \times 10^4 \text{ Jm}^{-3}$$

(Ans)

এখানে,
১ম তারের জন্য
আদি দৈর্ঘ্য, $L = 1.75 \text{ m}$
ক্ষেত্রফল, $A = 0.75 \text{ mm}^2$
 $= 0.75 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
ভর, $m = 20 \text{ kg}$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

ঘ ১ম তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y_1 = \frac{F_1 L_1}{A_1 l_1}$$

$$= \frac{m_1 g L_1}{A_1 l_1}$$

$$= \frac{20 \times 9.8 \times 1.75}{0.75 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-3}}$$

$$= 4.57 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

(Ans)

এখানে,
১ম তারের জন্য
ভর, $m_1 = 20 \text{ kg}$
ক্ষেত্রফল, $A_1 = 0.75 \text{ mm}^2$
 $= 0.75 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
দৈর্ঘ্য, $L_1 = 1.75 \text{ m}$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

২য় তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y_2 = \frac{m_2 g L_2}{A_2 l_2}$$

$$= \frac{25 \times 9.8 \times 2}{1 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-3}}$$

$$= 4.9 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

(Ans)

এখানে, ২য় তারের জন্য
ভর, $m_2 = 25 \text{ kg}$
ক্ষেত্রফল, $A_2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
দৈর্ঘ্য, $L_2 = 2 \text{ m}$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

১ম তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, ২য় তার অপেক্ষা কম। অর্থাৎ

$$\text{ইয়ং এর গুণাঙ্ক} = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$$

যার ক্ষেত্রে পীড়ন বেশি হবে তার ইয়ং এর গুণাঙ্ক বেশি হবে।

আবার পীড়ন বেশি হলে অসহ ভার বেশি হবে।

প্রশ্ন ৩৩ ভিন্ন উপাদানের তৈরি দুটি ধাতব তারে প্রযুক্ত বলের জন্য দৈর্ঘ্য প্রসারণ সংক্রান্ত পরীক্ষায় প্রাপ্ত বিভিন্ন রাশির মান নিম্নরূপ:

তার	দৈর্ঘ্য (m)	ব্যাস (mm)	প্রযুক্ত বল (N)	দৈর্ঘ্য প্রসারণ (mm)
A	1.5	2	2×10^6	4
B	3	2.2	20	0.1

[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

- স্থিতিস্থাপক সীমা কী? ১
- কোন কৈশিক নলে পানির আরোহণ ঘটে কিন্তু পারদের অবরোহন ঘটে- ব্যাখ্যা কর। ২
- A তারটির প্রতি একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে অপসারণ করলে বস্তুটি সম্পূর্ণরূপে পূর্বাবস্থায় ফিরে যায় বলের সেই মানকে ঐ বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

খ কৈশিক বল সাধারণত কাঁচ দিয়ে তৈরি হয়। কাঁচ ও পানি অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল পানি অণুসমূহের মধ্যকার সংশ্লিষ্ট বল অপেক্ষা বৃহত্তর হওয়ায় কৈশিক নলে পানির আরোহণ ঘটে। এক্ষেত্রে স্পর্শকোণ সূক্ষ্ম এবং কৈশিক নলে পানির উত্থান নলের ব্যাসার্ধের ব্যস্তানুপাতিক। অপরদিকে, পারদ ও কাঁচ অণুর মধ্যকার অসঞ্জন বল পারদ অণুসমূহের মধ্যকার সংশ্লিষ্ট বল অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর। তাই কৈশিক নলে পারদের অবনমন ঘটে। এক্ষেত্রে স্পর্শকোণ স্থূল এবং কৈশিক নলে পারদের অবনমন নলের ব্যাসার্ধের ব্যস্তানুপাতিক।

গ

A তারের একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি,

$$U = \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{2 \times 10^6}{\pi \times (1 \times 10^{-3})^2} \times \frac{4 \times 10^{-3}}{1.5}$$

$$= 8.5 \times 10^8 \text{ Jm}^{-3} \text{ (Ans)}$$

এখানে,
A তারের দৈর্ঘ্য, $L = 1.5 \text{ m}$
A তারের ব্যাসার্ধ, $r = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$
প্রযুক্ত বল, $F = 2 \times 10^6 \text{ N}$
দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $l = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$

ঘ ১০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৩৪ পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে রাখা 20cm বাহুবিশিষ্ট একটি অ্যালুমিনিয়ামের ঘনকের ওপর 1000 N ব্যবর্তন বল প্রয়োগ করে। ফলে ঘনকের ওপরের পৃষ্ঠ নিচের অপেক্ষা 0.02 cm সরে যায়। অপরদিকে, সুজাত $1.256 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট 8000000টি পারদের ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বড় ফোঁটা তৈরি হয়। পারদের পৃষ্ঠটান $465 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ । [আমদানোবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিনেট]

- হুকের সূত্রটি লেখ। ১
- অসহ পীড়ন জানার প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। ২
- রাহাতের ব্যবহৃত ঘনকের ব্যবর্তন গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- সুজাতের বড় ফোঁটা তৈরিতে শক্তির শোষণ না-কি নিঃসরণ ঘটবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।

খ কোনো বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর সর্বনিম্ন যে বল প্রয়োগে বস্তুটি ছিড়ে বা ভেঙে যাবে তাকে ঐ বস্তুর অসহ পীড়ন বলে। কোনো বস্তু নিয়ে কাজ করার সময় তার অসহ পীড়ন না জানলে তা সর্বোচ্চ কত বল সহ্য করতে পারবে এবং তাকে কী কাজে ব্যবহার করা যাবে বা কী কাজে কোন বস্তু ব্যবহার করা যাবে তা নির্দিষ্ট করা যাবে না। এ কারণে ব্যবহার্য পদার্থের অসহ পীড়ন জনা প্রয়োজন।

গ

এখন,
ব্যবর্তন গুণাঙ্ক $\eta = \frac{F}{A\theta}$
এখানে, বিকার, $\theta = \frac{x}{L}$
 $\therefore \eta = \frac{FL}{Ax}$
 $= \frac{1000 \times 0.2}{0.04 \times 2 \times 10^{-4}}$
 $= 2.5 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$

এখানে,
বল, $F = 1000 \text{ N}$
দৈর্ঘ্য, $L = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$
ক্ষেত্রফল, $A = 0.2 \times 0.2$
 $= 0.04 \text{ m}^2$
সরণ, $x = 0.02 \text{ cm}$
 $= 2 \times 10^{-4} \text{ m}$

ঘ এখন, আয়তন অপরিবর্তিত থাকলে

$\frac{4}{3} \pi R^3 = N \times \frac{4}{3} \pi r^3$
বা, $R^3 = Nr^3$
 $R = (N)^{\frac{1}{3}} r$
 $= 200 \times 0.01$
 $= 2 \text{ m}$
এখানে,
ছোট ফোঁটায় ব্যাসার্ধ,
 $r^2 = \frac{A}{4\pi}$
 $\therefore r = \sqrt{\frac{1.256 \times 10^{-3}}{4\pi}}$
 $= 9.997 \times 10^{-3} \text{ m}$
 $= 0.01 \text{ m}$
পৃষ্ঠটান, $T = 465 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$
বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $= R$
ফোঁটার সংখ্যা, $N = 8000000$

আবার, ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA

$W = \Delta A \times T$
 $= 4\pi (Nr^2 - R^2)T$
 $= 4\pi \times \{8 \times 10^6 \times (0.01)^2 - 2^2\} \times 465 \times 10^{-3}$
 $= 4651.32 \text{ J}$

শক্তির পরিমাণ ধনাত্মক, অর্থাৎ শক্তি নির্গত হবে।

প্রশ্ন ৩৫ সানি 0.5mm ব্যাসের একটি কাঁচ নলকে একটি পাত্রে রক্ষিত 1050 kgm⁻³ ঘনত্বের একটি তরলে উল্লম্বভাবে প্রবেশ করাল। এর ফলে নলের ভেতর কিছু তরল প্রবেশ করে পাত্রের তরলের মস্ত তল থেকে নলের ভিতরে তরল 5.7cm উপরে উঠে গেল।

(প্রাক্তনবাহিনী সরকারি কলেজ, ব্রাহ্মণবাড়িয়া)

- ক. শিশিরাঙ্ক কী? ১
- খ. বিশুদ্ধ পারদ ও কাঁচের মধ্যকার স্পর্শ কোণ 139° বলতে কী বোঝ? ২
- গ. নলে উখিত তরলের উপর ক্রিয়াশীল উর্ধ্বমুখী বল নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. 0.5mm এর পরিবর্তে 1mm ব্যাসের নল একইভাবে প্রবেশ করালে উদ্দীপকের ঘটনার কীরূপ পরিবর্তন ঘটবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

খ কাঁচের সাথে পারদের স্পর্শকোণ 139°, যা একটি স্থূল কোণ। এ তথ্যের দ্বারা বোঝায় যে পারদের ঘনত্ব কাঁচের ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি। আবার পারদের অণুসমূহের মধ্যকার সংশ্লিষ্ট বল হতে কাঁচ ও পারদের আসঞ্জন বল ক্ষুদ্রতর অর্থাৎ পারদ কাঁচকে ভেজায় না। আবার পারদের ভেতর কোনো কৈশিক নল ডুবালে নলের ভেতরের পারদের উপরিতল উত্তল হয় তাই নলের ভেতর পারদ নিচে নেমে যায়।

গ এখন,

নলে উখিত তরলের উপর ক্রিয়াশীল উর্ধ্বমুখী বল, F হলে,

পৃষ্ঠটান, $T = \frac{F}{l}$

বা, $F = T \times l$

বা, $F = 2\pi r T \cos\theta$

আবার, পৃষ্ঠটান, $T = \frac{rhp\gamma}{2 \cos\theta}$

$\therefore F = 2\pi r \times \frac{rhp\gamma}{2}$
 $= 3.1416 \times (0.25 \times 10^{-3})^2 \times 5.7 \times 10^{-2} \times 1050 \times 9.8$
 $= 1.15 \times 10^{-4} \text{ N (Ans.)}$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই, 0.5mm ব্যাসের নল প্রবেশ করালে উখিত তরলের উচ্চতা,

$h = 5.7 \text{ cm}$
 $= 5.7 \times 10^{-2} \text{ m}$

তরলের পৃষ্ঠটান T হলে আমরা পাই,

$T = \frac{rhp\gamma}{2 \cos\theta} \dots (i)$

এখন, প্রথম ক্ষেত্রে নলের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0.25 \times 10^{-3} \text{ m}$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে নলের ব্যাসার্ধ, $r_2 = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

এখন (i) হতে, তরলের পৃষ্ঠটান T ধুবক

অর্থাৎ, $T = \frac{r_1 h_1 p \gamma}{2 \cos\theta} = \frac{r_2 h_2 p \gamma}{2 \cos\theta}$
বা, $r_1 h_1 = r_2 h_2$
বা, $h_2 = \frac{r_1 h_1}{r_2}$
 $= \frac{0.25 \times 10^{-3} \times 5.7 \times 10^{-2}}{0.5 \times 10^{-3}}$
 $= \frac{5.7 \times 10^{-2}}{2}$
 $= 0.0285 \text{ m}$

অতএব ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ করার ফলে উখিত তরলের উচ্চতা অর্ধেক হয়ে যাবে।

প্রশ্ন ৩৬ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

200kg ভরবিশিষ্ট একটি গাছের গুড়িকে নির্দিষ্ট স্থানে নেওয়ার জন্য একজন কাঠুরে এর অগ্রভাগে একটি রশি বেঁধে গুড়িকে টানছেন। টান প্রয়োগের ফলে রশিটির দৈর্ঘ্য 0.05% বৃদ্ধি পেল এবং এর ব্যাস 0.005% কমে গেল। উল্লেখ্য 5m দৈর্ঘ্যের রশিটির ব্যাস 0.025 এবং ব্যাস 1.05% হ্রাস পেলে ছিড়ে যাবে।

(চট্টগ্রাম বিজ্ঞান কলেজ)

- ক. টর্ক কী? ১
- খ. রাস্তার বাঁকে সাইকেল আরোহীকে হেলে থাকতে হয় কেন— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. দৈর্ঘ্য প্রসারিত অবস্থায় রশিটির পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. প্রথমে প্রযুক্ত টানে গুড়িটি সরাতে না পেরে কাঠুরে টান দ্বিগুণ করল এবং রশিটির দৈর্ঘ্য 11% বেড়ে গেল। রশিটি কি ছিড়ে যাবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে তোমার মতামত দাও। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যা কোন অঘূর্ণনশীল বস্তুতে ঘূর্ণন সৃষ্টি করে বা ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক বেগের পরিবর্তন করে তাকে টর্ক বলে।

খ বক্রপথে সাইকেল চালানোর সময় আরোহীকে সাইকেলসহ বাঁকের কেন্দ্রের দিকে হেলে যেতে দেখা যায়। বৃত্তাকার পথে চলার জন্য প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বল সৃষ্টির জন্য এরূপ হেলে যেতে হয়। কাত হয়ে চলার সময় সাইকেলের উপর ভূমির প্রতিক্রিয়া বলের অনুভূমিক উপাংশ কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়।

গ। পয়সনের অনুপাত σ হলে,

$$\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{0.005 \times 10^{-2}}{0.05 \times 10^{-2}} = 0.1 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{পার্শ্ব বিকৃতি} &= 0.005\% \\ &= 0.005 \times 10^{-2} \\ \text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি} &= 0.05\% \\ &= 0.05 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

ঘ। 'গ' হতে, রশিটির পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.1$

এখন, রশিটির টান দ্বিগুণ করায় যদি দৈর্ঘ্য 11% বৃদ্ধি পায়, তবে দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= 11 \times 10^{-2}$

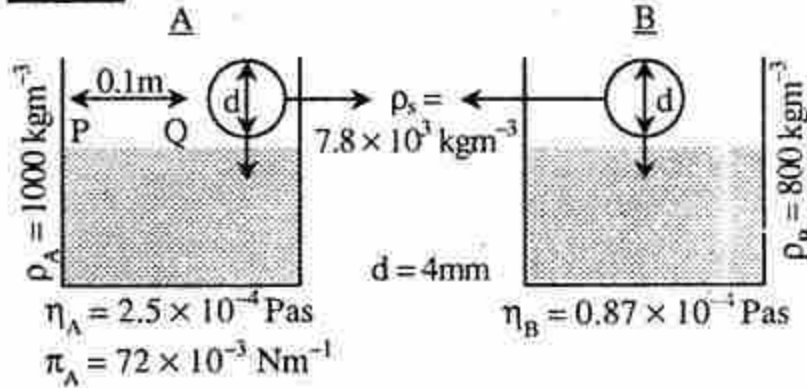
$$\therefore \text{পয়সনের অনুপাত } \sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, পার্শ্ব বিকৃতি} &= \sigma \times \text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি} \\ &= 0.1 \times 11 \times 10^{-2} \\ &= 11 \times 10^{-3} \\ &= 1.1 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

\therefore রশিটির ব্যাস হ্রাস পাবে 1.1%

যেহেতু ব্যাস 1.05% হ্রাস পেলে ছিঁড়ে যায়, তাই উপরিউক্ত ক্ষেত্রে রশির ব্যাস 1.1% হ্রাস পাওয়ায় রশিটি ছিঁড়ে যাবে।

প্রশ্ন ৩৭



গোলকগুলো তরলগুলোর তলদেশ থেকে একই উচ্চতায় অন্তর্বেগ প্রাপ্ত হয়।

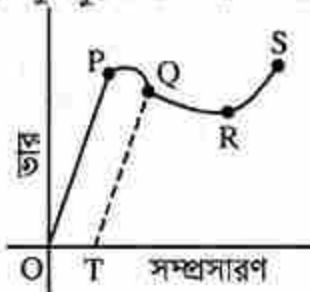
(মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ)

- ক. পৃষ্ঠটান কাকে বলে? ১
- খ. ভার প্রসারণ লেখচিত্রের প্রকৃতি কেমন তা ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. A তরল থেকে PQ তারটিকে উপরে টেনে তুললে কি পরিমাণ বল লাগবে? ৩
- ঘ. কোন তরলের ক্ষেত্রে গোলকটি আগে তলদেশে পৌঁছবে? গাণিতিক যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। কোনো তরল পৃষ্ঠের উপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

খ। একটি তারের একপ্রান্ত একটি দৃঢ় অবলম্বনে আটকে অপর প্রান্তে কিছু ওজন ঝুলিয়ে পরীক্ষা করলে দেখা যাবে যে, ওজনের পরিমাণ বাড়ালে তারের দৈর্ঘ্যও বেড়ে যায়। এখন ওজন ও দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির লেখচিত্র অঙ্কন করলে চিত্রের মত একটি রেখা পাওয়া যাবে। লেখচিত্রটি O থেকে P বিন্দু পর্যন্ত একটি সরলরেখা, অর্থাৎ P বিন্দু পর্যন্ত তারের সম্প্রসারণ ভারের সমানুপাতিক এবং ঐ বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে যে কোন অবস্থান থেকে ভার সরিয়ে নিলে বস্তুটি তার আগের অবস্থায় ফিরে আসবে। সুতরাং ঐ বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক রূপে আচরণ করে এবং P বিন্দু বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা নির্দেশ করে।



স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম করে ভার চাপালে দেখা যাবে লেখ নিচের দিকে বাক নিচ্ছে। এই সময়ে যে কোন মুহূর্তে (চিত্রে Q বিন্দু) ভার অপসারণ করে নিলেও তারটি আর আগের অবস্থায় ফিরে আসে না। তখন ভার-সম্প্রসারণ চিত্রে QT হয়। অর্থাৎ তারে একটি স্থায়ী বিকৃতি OT থেকে যায়। ভার আরো বৃদ্ধি করলে ভার-সম্প্রসারণ লেখ অনিয়মিতভাবে ওঠা-নামা করে এবং তারের কোন কোন জায়গা সরু হয়ে পরে। R পর্যন্ত এরকম চলে। R বিন্দুকে নতি বিন্দু বলে। এরপর ভার আরো বাড়ালে তারের বিভিন্ন জায়গা আরো সরু হতে থাকে এবং কোন এক জায়গা থেকে তার ছিঁড়ে যায় (চিত্রে S বিন্দু)। S বিন্দুকে সহন সীমা বলে।

গ। A তরল হতে PQ তারকে টেনে উপরে তুলতে F বল দিতে হলে,

$$\begin{aligned} F &= 2lT \\ &= 2 \times 0.1 \times 72 \times 10^{-3} \\ &= 0.0144 \text{ N (Ans.)} \end{aligned}$$

এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $l = 0.1 \text{ m}$
A তরলের পৃষ্ঠটান,
 $T = 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$

ঘ। যেহেতু গোলকদ্বয় একই উচ্চতায় অন্তর্বেগ প্রাপ্ত হয়, তাই যার অন্তর্বেগ বেশি সে গোলকটি আগে তলদেশে পৌঁছবে।

A তরলে অন্তর্বেগ, v_A হলে,

$$v_A = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_A)g}{9\eta_A}$$

B তরলে অন্তর্বেগ, v_B হলে,

$$v_B = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_B)g}{9\eta_B}$$

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_A)g}{9\eta_A} \times \frac{9\eta_B}{2r^2(\rho_s - \rho_B)g}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\eta_B(\rho_s - \rho_A)}{\eta_A(\rho_s - \rho_B)} \\ &= \frac{0.87 \times 10^{-4}}{2.5 \times 10^{-4}} \times \frac{7800 - 1000}{7800 - 800} \\ &= 0.34 \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{v_A}{v_B} < 1$$

বা, $v_A < v_B$

অর্থাৎ, B তরলে গোলকের অন্তর্বেগ A তরলের চেয়ে বেশি।

ফলে B তরলে গোলকটি আগে পড়বে।

প্রশ্ন ৩৮ একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে 2 মিটার দীর্ঘ 0.001 মি ব্যাসার্ধের সম স্থিতিস্থাপকতার দুটি তার ঝুলানো আছে। প্রথম তারে 10 কেজি ভর ঝুলানো হলে 5% এবং দ্বিতীয় তারে 15 কেজি ভর ঝুলানো হলে 7% দৈর্ঘ্য প্রসারণ ঘটে।

(পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর)

- ক. সান্দ্রতা কাকে বলে? ১
- খ. 'কাঁচের উপর পানি ছড়িয়ে পড়ে অন্যদিকে পারদ ফোটার আকার ধারণ করে'—ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের আলোকে প্রথম তারটির একক আয়তনে বিভব শক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কোন তারটি অধিক স্থিতিস্থাপক গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। যে ধর্মের দরুন কোন প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাধার সৃষ্টি হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

খ। তরল পদার্থের সাধারণ ধর্ম হলো পৃষ্ঠটান যার দরুন তরল গোলাকার ফোটার আকার ধারণ করতে চায়। কারণ গোলাকার অবস্থায় তরলের পৃষ্ঠদেশ সর্বাপেক্ষা কম। তাই পৃষ্ঠশক্তিও সর্বনিম্ন হয়।

কাঁচ ও পারদের মধ্যবর্তী আসঞ্জন বল, পারদপৃষ্ঠের অণুগুলোর মধ্যবর্তী পৃষ্ঠটানজনিত সংশ্লিষ্ট বলের তুলনায় অনেক কম হওয়ায় কাঁচের উপর রাখা পারদ ফোঁটার গঠনের তেমন পরিবর্তন হয় না, তাই কাঁচের উপর পারদ ফোঁটার আকার ধারণ করে। কিন্তু পানি ও কাঁচের মধ্যবর্তী আসঞ্জন বল পানির সংশ্লিষ্ট বলের তুলনায় বেশি হওয়ায় পানির ফোঁটা কাঁচের উপরে এর স্বাভাবিক গোলাকার গঠন হারায় এবং ছড়িয়ে পড়ে।

গ একক আয়তনে বিভব শক্তি,

$$U = \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{10 \times 9.8}{\pi \times (0.001)^2} \times \frac{0.1}{2}$$

$$= 7.798 \times 10^5 \text{ J (Ans)}$$

এখানে,
আদি দৈর্ঘ্য, $L = 2 \text{ m}$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 2 \times \frac{5}{100}$
 $= 0.1 \text{ m}$
ভর, $m = 10 \text{ kg}$
ব্যাসার্ধ, $r = 0.001 \text{ m}$

ঘ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক,

$$Y_1 = \frac{F_1 L_1}{A_1 l_1}$$

$$= \frac{m_1 g \times L_1}{\pi r_1^2 \times l_1}$$

$$= \frac{10 \times 9.8 \times 2}{\pi \times (0.001)^2 \times 0.1}$$

$$= 6.239 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans)}$$

এখানে, প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,
 $l_1 = 2 \times \frac{5}{100} = 0.1 \text{ m}$
আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2 \text{ m}$
ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0.001 \text{ m}$
ভর, $m_1 = 10 \text{ kg}$
স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y_1 = ?$

আবার,

$$Y_2 = \frac{m_2 g L_2}{\pi r_2^2 l_2}$$

$$= \frac{15 \times 9.8 \times 2}{\pi \times (0.001)^2 \times 0.14}$$

$$= 6.685 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans)}$$

দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি
 $l_2 = 2 \times \frac{7}{100} = 0.14 \text{ m}$
আদি দৈর্ঘ্য, $L_2 = 2 \text{ m}$
ভর, $m_2 = 15 \text{ kg}$
ব্যাসার্ধ, $r_2 = 0.001 \text{ m}$
গুণাঙ্ক, $Y_2 = ?$

দেখা যাচ্ছে, $Y_2 > Y_1$

অতএব, দ্বিতীয় তারের স্থিতিস্থাপকতা বেশি।

প্রশ্ন ৩৯ ০.৪ mm ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক নলকে ১ম ও ২য় তরলে ডুবালে যথাক্রমে 4° ও 139° স্পর্শ কোণ তৈরি হয়। ১ম ও ২য় তরলের পৃষ্ঠটান যথাক্রমে $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ ও $465 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ এবং ১ম ও ২য় তরলের ঘনত্ব যথাক্রমে 1000 kgm^{-3} এবং 13596 kgm^{-3} ।

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

- গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ৩য় সূত্রটি লিখ। ১
- মহাকর্ষীয় বিভবের মান সর্বদা ঋণাত্মক কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্ভীপকের কৈশিক নলে যে পরিমাণ ১ম তরল উপরে উঠে তা নির্ণয় কর। ৩
- উদ্ভীপকের কৈশিক নলে তরলের উত্থান না পতন বেশি হবে? তা গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

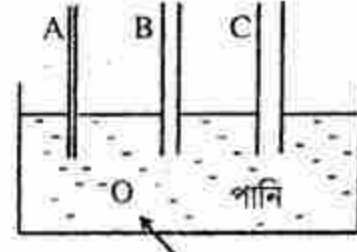
ক সূর্যের চারদিকে প্রতিটি গ্রহের আবর্তনকালের বর্গ সূর্য থেকে ঐ গ্রহের গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক।

খ দুটি বস্তুর মধ্যে সর্বদা আকর্ষণ বল বিদ্যমান থাকায় একক ভরের বস্তুকে বৃহৎ ভরসম্পন্ন বস্তুর দিকে নিতে বহিঃস্থ বা বাইরের কোন এজেন্টকে প্রকৃতপক্ষে কোন কাজ করতে হয় না। বহিঃস্থ এজেন্ট কর্তৃক কৃত কাজ ধনাত্মক। যেহেতু এক্ষেত্রে বহিঃস্থ এজেন্টকে কোন কাজ করতে হয় না। সুতরাং এক্ষেত্রে সম্পন্ন কাজ হবে ঋণাত্মক। কাজেই কোন বিন্দুতে একটি বস্তু বা বস্তু সমষ্টি কর্তৃক সৃষ্ট মহাকর্ষীয় বিভবের মান সর্বদা ঋণাত্মক হয়।

গ ৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 36.64 mm।

ঘ ৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: উত্থান বেশি হবে।

প্রশ্ন ৪০



পানির অভ্যন্তরে বুদবুদ

পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ এবং বুদবুদটির ব্যাস 8mm।

[সাতার ক্যাটিনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- সম্মেল কী? ১
- একটি বিপ্রতীপ ভেক্টরকে সদৃশ ভেক্টর বলা যেতে পারে— ব্যাখ্যা করো। ২
- উদ্ভীপকের বুদবুদের অভ্যন্তরে অতিরিক্ত চাপ কত? ৩
- কোন নলে পানি বেশি উপরে উঠবে?— গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক উপসূরগুলোর কম্পাঙ্ক যদি মূল সূরের কম্পাঙ্কের সরল গুণিতক হয়, তাহলে সেই সকল উপসূরকে সম্মেল বলে।

খ একই দিকে ক্রিয়াশীল দুটি সমজাতীয় ভেক্টরের একটির মান অপরটির মানের বিপরীত হলে ভেক্টর দুটিকে পরস্পর বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে। যেমন— $\vec{A} = A \hat{a}$ এবং $\vec{B} = \frac{1}{A} \hat{a}$ হলে \vec{A} ও \vec{B} ভেক্টরদ্বয় পরস্পর বিপ্রতীপ ভেক্টর।

যেহেতু বিপ্রতীপ ভেক্টরদ্বয় একই দিকে ক্রিয়াশীল তাই, বিপ্রতীপ ভেক্টরকে সদৃশ ভেক্টর বলা যেতে পারে।

গ উদ্ভীপকের বুদবুদের অভ্যন্তরে অতিরিক্ত চাপ P হলে,

$$P = \frac{2T}{r}$$

$$= \frac{2 \times 72 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}}$$

$$= 36 \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,
পানির পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$
বুদবুদের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{d}{2}$
 $= \frac{8 \text{ mm}}{2}$
 $= 4 \text{ mm}$
 $= 4 \times 10^{-3} \text{ m}$

ঘ চিত্র থেকে দেখতে পাই A, B, C নলের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে r_A , r_B ও r_C হলে, $r_A < r_B < r_C$ ।

এখন কোনো নলের ব্যাসার্ধ r হলে একে T পৃষ্ঠটানের কোনো তরলে ডোবালে যদি h উচ্চতায় তরল উঠে তাহলে,

$$h = \frac{2T \cos \theta}{\rho g r}$$

[θ হলো তরল ও উক্ত নলের উপাদানের মধ্যবর্তী সূক্ষ্ম কোণ]
যেহেতু তরল হিসেবে এখানে পানি ব্যবহৃত হয়েছে এবং নলের উপাদান একই তাই তিনটি নলের জন্যই T , $\cos \theta$, ρ ও g ধ্রুবক।

$$\therefore h = \text{ধ্রুবক} \times \frac{1}{r}$$

$$\text{বা, } h \propto \frac{1}{r}$$

$$\text{যেহেতু, } r_A < r_B < r_C \text{ এবং } h \propto \frac{1}{r}$$

$$\text{তাই, } h_A > h_B > h_C$$

যেখানে h_A , h_B ও h_C যথাক্রমে A, B ও C নলে পানির উচ্চতা।

\therefore A নলে পানি সবচেয়ে বেশি উপরে উঠবে। (Ans.)

প্রশ্ন ৮১ দুটি একই দৈর্ঘ্যের তারের প্রথমটির ব্যাস 2mm এবং তারটির উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{10} \text{Nm}^{-2}$ । দ্বিতীয় কোন তারের ব্যাস 1mm। তার দুটিতে 15kg ভর ঝুলালে প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির চারগুণ হয়।

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

- প্রান্তিক বেগ কাকে বলে? ১
- গরম স্যুপ মুখের মধ্যে বেশি ছড়ায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের ভর ঝুলানোর ফলে প্রথম তারের 5mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলে এর প্রকৃত দৈর্ঘ্য কত তা নির্ণয় কর। ৩
- য. তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষের প্রভাবে কোনো প্রবাহীর মধ্যদিয়ে গতিশীল কোনো বস্তু সর্বোচ্চ যে বেগে উপনীত হলে নিট বল শূন্য হয় এবং বস্তুটি সমবেগে চলতে থাকে, সে বেগকে বলা হয় প্রান্তিকবেগ বা অন্তঃবেগ।

খ স্যুপের প্রধান অংশ জলীয় (পানি)। তাপমাত্রা বেশি হলে পানির পৃষ্ঠটান এবং সান্দ্রতা কমে যায়। একারণে ঠান্ডা পানির তুলনায় গরম পানির চলাচলে সুবিধা বেশি। তাই ঠান্ডা স্যুপ থেকে গরম স্যুপ মুখের ভেতর বেশি ছড়িয়ে পড়ে।

গ

তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক	এখানে,
$Y = \frac{FL}{A\Delta L}$	তারের ব্যাস, $D = 2 \text{ mm}$
$L = \frac{YA\Delta L}{F}$	ব্যাসার্ধ, $r = \frac{D}{2} = 1 \text{ mm}$
$= \frac{Y \pi r^2 \Delta L}{mg}$	$= 1 \times 10^{-3} \text{ m}$
	দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$
	ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$
	ভর, $m = 15 \text{ kg}$
	প্রকৃত দৈর্ঘ্য, $L = ?$
	$= \frac{2 \times 10^{10} \times \pi \times (1 \times 10^{-3})^2 \times 5 \times 10^{-3}}{15 \times 9.8}$
	$= 2.14 \text{ m (Ans.)}$

ঘ ১০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর : দ্বিতীয় তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

প্রশ্ন ৮২ কোন পদার্থের তৈরি একটি তারের এক প্রান্ত একটি দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে অপর প্রান্তে 30 kg ভর ঝুলালে তারটি দ্বিগুণ লম্বা হয় এবং এর ব্যাস এক-চতুর্থাংশ কমে যায়।

[সরকারি বেগম রোকেয়া কলেজ, রংপুর]

- পরবশ কম্পন কী? ১
- হুকের সূত্রটি বর্ণনা কর। ২
- উদ্দীপকের তথ্য হতে পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর। ৩
- য. তারটির ব্যাসার্ধ $2.163 \times 10^{-2} \text{ mm}$ এটি কোন পদার্থের তৈরি গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত ব্যক্ত কর। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর আরোপিত পর্যাবৃত্ত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক বস্তুর স্বাভাবিক কম্পাঙ্কের চেয়ে ভিন্নতর হলে বস্তুটি প্রথমে অনিয়মিতভাবে কম্পিত হয় ও পরে আরোপিত স্পন্দনের কম্পাঙ্কে কম্পিত হয়। এই ধরনের কম্পনকে পরবশ কম্পন বলে।

খ হুকের সূত্রটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক। অর্থাৎ, পীড়ন \propto বিকৃতি।

বা, পীড়ন = ধ্রুবক \times বিকৃতি

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

গ ১২ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 0.25

ঘ এখন,

ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y = \frac{FL}{A\Delta L} = \frac{mgL}{\pi r^2 \Delta L}$$

$$= \frac{30 \times 9.8 \times L}{\pi \times (2.163 \times 10^{-5})^2 \times L} = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

Y এর মান ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্কের সাথে মিলে যায়। অতএব, তারটি ইস্পাতের তৈরি।

এখানে,

ব্যাসার্ধ, $r = 2.163 \times 10^{-5} \text{ m}$

ভর, $m = 30 \text{ kg}$

আদি দৈর্ঘ্য = L

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = L$

প্রশ্ন ৮৩ করিম একদিন গবেষণাগারে 2m দৈর্ঘ্যের এবং 0.4 mm ব্যাসার্ধের একটি ইস্পাতের এবং আরেকটি তামার তারের নিচের প্রান্তে 12 kg ভর ঝুলিয়ে দেওয়ার পর উভয় তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ যথাক্রমে 0.025 m এবং 0.20 m পেল। ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

[আবদুল উদ্দিন শাহ শিশু নিকেতন স্কুল ও কলেজ, গাইবান্ধা]

- কেপলারের তৃতীয় সূত্র লিখ। ১
- কাচের উপর পারদ গোলাকার আকার ধারণ করে কেন— ব্যাখ্যা করো। ২
- প্রসারিত অবস্থায় ইস্পাত তারের স্থিতি শক্তি নির্ণয় করো। ৩
- য. কোন তারটি ক্রেনের তার হিসেবে করিম ব্যবহার করতে পারবে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও? ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সূর্যের চারদিকে প্রতিটি গ্রহের আবর্তনকালের বর্গ সূর্য থেকে ঐ গ্রহের গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক।

খ তরল পদার্থের সাধারণ ধর্ম হলো পৃষ্ঠটান। যেহেতু গোলাকার অবস্থায় তরলের পৃষ্ঠদেশ সর্বাপেক্ষা কম তাই পৃষ্ঠশক্তি সর্বনিম্ন হয়। কাঁচ ও পারদের মধ্যবর্তী আসঞ্জন বল, পারদ পৃষ্ঠের অণুগুলোর মধ্যবর্তী পৃষ্ঠটানজনিত বলের তুলনায় অনেক কম হওয়ায় কাচের উপর রাখা পারদ ফোটার গঠনের তেমন পরিবর্তন হয় না। তাই কাচের উপর পারদ ফোটার আকার ধারণ করে। কিন্তু পানি ও কাচের মধ্যবর্তী আসঞ্জন বল পানির সংশ্লিষ্ট বলের তুলনায় বেশি হওয়ায় পানির ফোটা কাচের উপর এর স্বাভাবিক গোলাকার গঠন হারায় এবং ছড়িয়ে পড়ে।

গ ইস্পাতের তারের স্থিতিশক্তি,

$$W = \frac{1}{2} F\Delta L = \frac{1}{2} mg\Delta L = \frac{1}{2} \times 12 \times 9.8 \times 0.025 \text{ J} = 1.47 \text{ J}$$

এখানে, ইস্পাত তারের,

দৈর্ঘ্য, $L = 2 \text{ m}$

ব্যাসার্ধ, $r = 0.4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}$

ঝুলানো ভর, $m = 12 \text{ kg}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = 0.025 \text{ m}$

ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

ঘ তামার তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

ইস্পাতের তারের স্থিতিশক্তি,

$$Y_c = \frac{FL}{A\Delta L} = \frac{mgL}{\pi r^2 \Delta L} = \frac{12 \times 9.8 \times 2}{\pi \times (4 \times 10^{-4})^2 \times 0.2} = 2.34 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$$

এখানে,

তামার তারের জন্য দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = 0.20 \text{ m}$

দৈর্ঘ্য, $L = 2 \text{ m}$

ব্যাসার্ধ, $r = 4 \times 10^{-4} \text{ m}$

ভর, $m = 12 \text{ kg}$

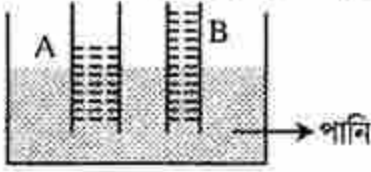
ইস্পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = 0.025 \text{ m}$

ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y_i = \frac{FL}{A\Delta L} = \frac{mgL}{\pi r^2 \Delta L} = \frac{12 \times 9.8 \times 2}{\pi \times (4 \times 10^{-4})^2 \times 0.025} \text{ Nm}^{-2} = 1.87 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$$

লক্ষ্য করি, $Y_i > Y_c$ । অর্থাৎ যে ইস্পাতের তার ব্যবহার করতে পারবে।

প্রশ্ন ▶ ৪৪ পাশের চিত্রের প্রদর্শিত A নলের ব্যাস ০.৪ মি.মি. এবং B নলের ব্যাস ০.৪ মি.মি.। পানির স্পর্শ কোণ 2° , পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ ।



(ম্যাট্রাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ)

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
খ. এক সাথে অনেকগুলো সৈন্য ব্রীজের উপর দিয়ে মার্চ করে যাওয়া সঠিক নয় কেন। ব্যাখ্যা করো। ২
গ. B নলের পানির উচ্চতা বের করো। ৩
ঘ. নল দুটিতে পানির উচ্চতার তারতম্যের কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে তরল তলে অভিকর্ষ স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে ঐ কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

খ সৈন্যরা ব্রীজের উপর দিয়ে মার্চ করে গেলে ব্রীজের ওপর প্রযুক্ত বল অত্যধিক মানের হয়। এ বলের কম্পাঙ্ক ব্রীজের স্বাভাবিক কম্পাঙ্কের সমান বা কাছাকাছি হলে ব্রীজটিতে অনুনাদ সৃষ্টি হবে এবং এটি সর্বোচ্চ বিস্তার সহকারে কম্পিত হবে। তখন ব্রীজটি ভেঙ্গে যাবার সম্ভাবনা থাকে। এ কারণে এক সাথে অনেকগুলো সৈন্য ব্রীজের উপর দিয়ে মার্চ করে যাওয়া সঠিক নয়।

গ ১৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৫ x ও y দুটি ধাতব তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে ১ম ও ১.৫ম এবং এদের ব্যাস যথাক্রমে ৫ mm ও ৭ mm। x তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করায় এর দৈর্ঘ্য ১.১cm বৃদ্ধি পেল এবং ব্যাস ০.০১ mm কমে গেল। y তারের দৈর্ঘ্য বরাবর $6.5 \times 10^4 \text{ N}$ বল প্রয়োগ করায় এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ১.৩ cm হলো। x তারের ইয়ং এর গুণাংক $2.0 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

(মাহোদেব নৌবাহিনী স্কুল এন্ড কলেজ, বুলনা)

- ক. পৃষ্ঠটান কাকে বলে? ১
খ. 'অবাধে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চ বেগে প্রাপ্ত হয় না কেন?' ২
গ. x তারের পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্ভীপকের x ও y তারের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরল পৃষ্ঠের উপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

খ অবাধে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা পতনের সময় এর বেগ বৃদ্ধি পেয়ে অতি উচ্চ বেগে প্রাপ্ত হওয়ার কথা। কিন্তু তা হয় না বায়ুর সান্দ্রতা বা সান্দ্র বলের কারণে যা বায়ুর সাপেক্ষে বৃষ্টির ফোঁটার আপেক্ষিক বেগের সমানুপাতিক ($F = 6\pi\eta rv$ বা $F \propto v$ সূত্রানুসারে)। তাই বৃষ্টির ফোঁটা পতনের সময় প্রথম দিকে ফোঁটার বেগ বাড়তে থাকলেও একই সাথে সান্দ্র বলও বৃদ্ধি পায়। এক সময় সান্দ্র বল বৃষ্টি ফোঁটার ওজনের সমান হয়ে যায়। (প্রবতা বল নগণ্য)। তখন বৃষ্টির ফোঁটাটি সমবেগে পতিত হতে থাকে।

গ ১২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: ০.১৪২

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: Y তারের স্থিতিস্থাপকতা বেশি।

প্রশ্ন ▶ ৪৬ x ও y দুটি তরল পদার্থ যাদের ঘনত্ব যথাক্রমে 100 kgm^{-3} এবং 800 kgm^{-3} । প্রথমে x তরল হতে ০.১m দৈর্ঘ্যের তারকে অনুভূমিকভাবে উঠানো হলো। পরে ৪mm ব্যাসার্ধের ও $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ঘনত্বের একটি লোহার গোলককে x ও y উভয় তরলে ছেড়ে দিয়ে দেখা গেল তাদের প্রান্তিকবেগ $2.36 \times 10^2 \text{ ms}^{-1}$ এবং $4 \times 10^2 \text{ ms}^{-1}$ । [x তরলের পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ এবং $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$]

(শেখ ফজিলাতুন্নেছা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ)

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
খ. পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্ভীপকের তারটিকে উঠানোর সময় প্রযুক্ত বল এর মান হিসাব করো। ৩
ঘ. উদ্ভীপকের কোন তরলটি বেশি সান্দ্র— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যুক্তি দাও। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে তরল তলে অভিকর্ষ স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে ঐ কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

খ পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না। এর কারণ হলো বৃষ্টির ফোঁটা যখন বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে তখন অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দ্রতার কারণে এর উপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় বৃষ্টির ফোঁটার নিট ত্বরণ শূন্য হয়। বৃষ্টির ফোঁটা তখন ধ্রুববেগে নিয়ে পড়তে থাকে। এই বেগকে অন্ত্যবেগ বলে। এই অন্ত্যবেগ প্রাপ্তির কারণে পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না।

গ ৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৭ দুটি লোহার নিরেট গোলকের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে ২mm ও ৩mm। গোলকদ্বয়কে একই সাথে গ্লিসারিন ভর্তি একটি লম্বা চোঙে ছেড়ে দেয়া হলো। ছোট গোলকটি অন্তঃবেগ প্রাপ্ত হওয়ার পর ২০cm অতিক্রম করতে সময় লাগল ২.৯s। গ্লিসারিনের ঘনত্ব 1260 kgm^{-3} লোহার ঘনত্ব 7850 kgm^{-3} এবং গ্লিসারিনের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক 0.83 Nsm^{-2} ।

(বি.এ.এফ. শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম)

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
খ. পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. অন্তঃবেগ প্রাপ্ত হওয়ার পর ছোট গোলকটির উপর সান্দ্রতাজনিত বল নির্ণয় করো। ৩
ঘ. কোন গোলকটি আগে পতিত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে তরল তলে অভিকর্ষ স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে ঐ কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

খ বৃষ্টির ফোঁটার বেগ প্রাথমিক অবস্থায়, অভিকর্ষজ বলের কারণে বৃদ্ধি পেতে থাকে। বেগ যত বৃদ্ধি পায় এর বিপরীতে উর্ধ্বমুখী সান্দ্র বলের মানও ততো বৃদ্ধি পায়। কেননা সান্দ্রবল বৃষ্টির কণার বেগের সমানুপাতিক। কিছু সময় পরে উর্ধ্বমুখী সান্দ্রবল ও প্রবতা বলের সমষ্টি নিম্নমুখী পানির কণার ওজনের সমান হয়ে যায়, অর্থাৎ লম্বি বল শূন্য হয়। লম্বি বল শূন্য হয় বলে পানির কণার ত্বরণ আর থাকে না। তখন এটি ধ্রুব বেগে (প্রাপ্ত বেগ) পড়ে। তাই পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না।

গ দেওয়া আছে,

ছোট গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3}\text{m}$

প্রাপ্ত বেগ, $v = \frac{s}{t} = \frac{20\text{cm}}{2.9}$

$$= \frac{0.2\text{m}}{2.9\text{s}}$$

$$= 0.069\text{ ms}^{-1}$$

সান্দ্রতাংক, $\eta = 0.83\text{ Nsm}^{-2}$

\therefore সান্দ্রতা বল, $F = ?$

আমরা জানি, $F = 6\pi\eta rv$

$$= 6\pi \times 0.83 \times 2 \times 10^{-3} \times 0.069$$

$$= 2.157 \times 10^{-3}\text{N}$$

$$= 2.16 \times 10^{-3}\text{N (Ans.)}$$

ঘ 'গ' হতে ছোট গোলকের অন্তঃবেগ, $v = 0.069\text{ ms}^{-1}$

বড় গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = 3\text{mm}$

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

লোহার গোলকের ঘনত্ব, $\rho_1 = 7.8 \times 10^3\text{kgm}^{-3}$

তরলের ঘনত্ব, $\rho_2 = 1.26 \times 10^3\text{kgm}^{-3}$

তরলের সান্দ্রতাংক, $\eta = 0.83\text{Nsm}^{-2}$

\therefore বড় গোলকের প্রাপ্তিক বেগ v' হলে

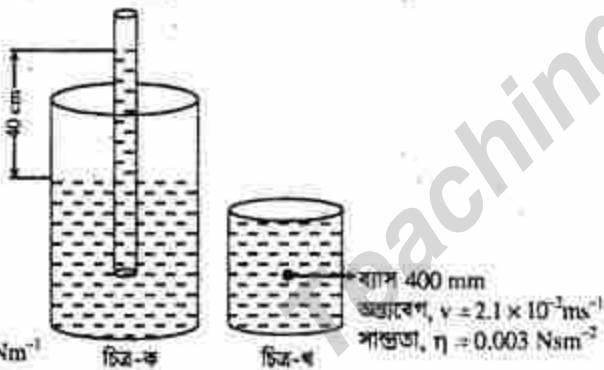
$$\text{আমরা জানি, } v' = \frac{2r^2(\rho_1 - \rho_2)g}{9\eta}$$

$$\text{বা, } v' = \frac{2 \times (3 \times 10^{-3})^2 \times (7.8 \times 10^3 - 1.26 \times 10^3) \times 9.8}{9 \times 0.83}$$

$$\therefore v' = 0.1544\text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ বড় গোলকের অন্তঃবেগ $>$ ছোট গোলকের অন্তঃবেগ। সুতরাং বড় গোলকটি প্রথমে পাত্রে তলায় পৌঁছাবে।

প্রশ্ন 8৮ উদ্দীপকটি লক্ষ্য করো:



কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ,

$$r = 0.03\text{ m}$$

$$\text{পৃষ্ঠটান } T = 72 \times 10^{-3}\text{ Nm}^{-1}$$

চিত্র-ক

চিত্র-খ

[রফিকুল ইসলাম মহিলা কলেজ]

ক. পরম আর্দ্রতা কাকে বলে? ১

খ. কাপড় কাঁচার সময় সামান্য গরম পানি ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. 'খ' চিত্রের ধাতব গোলকের উপর কী পরিমাণ সান্দ্র বল ক্রিয়া করবে? ৩

ঘ. 'ক' চিত্রের পানি বিশুদ্ধ কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণে যাচাই করো। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থানের বাতাসে প্রতি ঘনমিটারে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প আছে তাকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে।

খ পানির পৃষ্ঠটান $T = T_0(1 - \alpha)$ সমীকরণ অনুসারে তাপমাত্রার বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পায়। এখানে α ধনাত্মক রাশি যা পৃষ্ঠটানের তাপমাত্রা সহগ নামে পরিচিত। t হলো পানির তাপমাত্রা ($^{\circ}\text{C}$) এবং T_0 হলো 0°C -এ পানির পৃষ্ঠটান।

ঠান্ডা পানির তুলনায় গরম পানির পৃষ্ঠটান এবং সান্দ্রতা কম হওয়ায় এ পানি সহজেই প্রবাহিত হয়। তাই ঠান্ডা পানির চেয়ে গরম পানি ব্যবহারে কাপড় কাঁচা বেশি সুবিধাজনক।

গ দেয়া আছে,

ধাতব গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{400\text{ mm}}{2} = 200\text{ mm}$

$$= 0.2\text{m}$$

অন্তঃবেগ, $v = 2.1 \times 10^{-2}\text{ms}^{-1}$

সান্দ্রতা, $\eta = 0.003\text{ Nsm}^{-2}$

বের করতে হবে, সান্দ্রবল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = 6\pi\eta rv$$

$$= 6 \times 3.1416 \times 0.2\text{m} \times 0.003\text{ Nsm}^{-2} \times 2.1 \times 10^{-2}\text{ ms}^{-1}$$

$$= 0.0002375\text{ N (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ, $r = 0.03\text{mm}$

$$= 0.03 \times 10^{-3}\text{m}$$

এবং কৈশিক নলে পানির উচ্চতা, $h = 40\text{ cm}$

পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3}\text{ Nm}^{-1}$

প্রদত্ত পানির ঘনত্ব (ρ) বের করে যাচাই করা সম্ভব, এটি বিশুদ্ধ পানি কিনা।

যেহেতু $h \gg r$, সুতরাং এক্ষেত্রে $T = \frac{r\rho gh}{2 \cos \theta}$ সূত্রটি ব্যবহার করা যাবে।

যেহেতু θ দেয়া নেই, সুতরাং $\theta = 0^{\circ}$ ধর্তব্য; বিশুদ্ধ পানির ক্ষেত্রে $\theta = 0^{\circ}$ এবং পানিতে সামান্য ভেজাল মিশ্রিত থাকলে θ অশূন্য হলেও তা অত্যন্ত নগণ্য মানের এবং $\cos \theta$ এর মান ১ ধরে নেয়া যায়।

$$\therefore \rho = \frac{2T \cos \theta}{rgh} = \frac{2 \times 72 \times 10^{-3}\text{ Nm}^{-1} \times 1}{0.03 \times 10^{-3}\text{m} \times 9.8\text{ ms}^{-2} \times 0.4\text{ m}}$$

$$= 1224\text{ kgm}^{-3}$$

$\rho = 1224\text{ kgm}^{-3} > 1000\text{ kgm}^{-3}$ । অতএব, 'ক' চিত্রের পানি বিশুদ্ধ নয়।

প্রশ্ন ৪৯ একটি ত্রুটিপূর্ণ পানির কল দিয়ে $4 \times 10^{-7}\text{m}$ ব্যাসের ফোঁটা ফোঁটা পানি পড়ছিল। এরকম ২৭ টি পানির ফোঁটা মিলে একটি বড় ফোঁটা তৈরি হলো, পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$

[বান্দরবান সরকারি কলেজ]

ক. অন্তঃবেগ কি? ১

খ. স্প্রিং সাধারণত ইম্পাতের তৈরি হয় কিন্তু তামার তৈরি হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. নির্গত শক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ঘটনায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষের প্রভাবে কোনো প্রবাহীর মধ্য দিয়ে গতিশীল কোনো বস্তু সর্বোচ্চ যে বেগে উপনীত হলে নিট বল শূন্য হয় এবং বস্তুটি সমবেগে চলতে থাকে, সে বেগকে বলা হয় প্রাপ্তিকবেগ বা অন্তঃবেগ।

খ স্প্রিং সাধারণত ইম্পাতের তৈরি হয়, তামার হয় না।

কারণ: ইম্পাতের স্থিতিস্থাপকতা তামার তুলনায় বেশি। অর্থাৎ তামার তুলনায় ইম্পাতের স্থিতিস্থাপক সীমার মান বেশি। মনে করি, একই আকারের একটি ইম্পাতের তৈরি ও অপরটি তামার তৈরি দুটি স্প্রিং-এর উপর সমান বল প্রয়োগ করা হল। আস্তে আস্তে প্রযুক্ত বলের মান বাড়ানো হলে দেখা যাবে, যে বলের ক্রিয়ায় ইম্পাতের তৈরি স্প্রিংয়ে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম বজায় থাকছে সেই বলের ক্রিয়ায় তামার তৈরি স্প্রিংয়ে স্থায়ী বিকৃতি ঘটছে। তাই স্প্রিং সাধারণত তামার পরিবর্তে ইম্পাত দিয়ে তৈরি হয়।

গ

এখানে,
 $\frac{4}{3}\pi R^3 = 27 \times \frac{4}{3}\pi r^3$
 বা, $R = 3r = 3 \times 2 \times 10^{-7} \text{ m}$
 $\therefore R = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$

এখানে, ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ,
 $r = \frac{4 \times 10^{-7}}{2} = 2 \times 10^{-7} \text{ m}$
 পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$
 ফোঁটার সংখ্যা, $N = 27$
 বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ $R = ?$
 নির্গত শক্তি, $W = ?$

আমরা জানি,

$W = (\Delta A_1 - \Delta A_2)T$
 $= 4\pi(Nr^2 - R^2)T$
 $= 4 \times 3.14 \{27 \times (2 \times 10^{-7})^2 - (6 \times 10^{-7})^2\} \times (72 \times 10^{-3}) \text{ J}$
 $\therefore W = 6.5 \times 10^{-13} \text{ J}$

ঘ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫০ 100m দৈর্ঘ্যের একটি ধাতব তারে একটি $2 \times 10^{-4} \text{ m}$ ব্যাসার্ধের $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ঘনত্বের একটি লোহার গোলক ঝুলানো আছে। তারটি ছিঁড়ে গোলকটি তারটির নিচে রক্ষিত একটি পানির পাত্রে পড়ে গেল। পানির অভ্যন্তরে গোলকটি $4 \times 10^{-1} \text{ ms}^{-1}$ প্রান্ত বেগ নিয়ে পড়তে থাকল।

(এস ও এস হারম্যান মেইনার কলেজ, ঢাকা)

- ক. ধারারেখ প্রবাহ কী? ১
- খ. ইম্পাত রাবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক, ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের ধাতব তারের অসহ ভার নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের পাত্রে রক্ষিত পানির সান্দ্রতাজ্ঞ কিসে হবে, নির্ণয় কর। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রবাহীর বেগের বিভিন্ন বিন্দুতে প্রবাহীর কণিকাগুলের গতিবেগ সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাকে ধারারেখ প্রবাহ বলে।

খ নির্দিষ্ট আকারের রাবারের টুকরাতে সামান্য বিকৃতি ঘটাতে যে বল প্রয়োগ করতে হয়। সম আকারের ইম্পাতের টুকরাতে একই বিকৃতি ঘটাতে অনেক বেশি বল প্রয়োগ করতে হয়। অর্থাৎ রাবারের তুলনায় ইম্পাতের স্থিতিস্থাপক গুণাজ্ঞ বেশি বলে ইম্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক।

গ গোলকের আয়তন V হলে,

গোলকের ভর,
 $m = \rho \times V$
 $= 7.8 \times 10^3 \times \frac{4}{3}\pi \times (2 \times 10^{-4})^3$
 $= 2.6 \times 10^{-7} \text{ kg}$

\therefore অসহ ভার, $W = mg = 2.6 \times 10^{-7} \times 9.8$
 $= 2.56 \times 10^{-6} \text{ N (Ans.)}$

ঘ অন্ত্যবেগ,

$v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$
 বা, $\eta = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9v}$
 $= \frac{2 \times (2 \times 10^{-4})^2 \times (7.8 \times 10^3 - 1 \times 10^3) \times 9.8}{9 \times 4 \times 10^{-1}}$
 $= 1.48 \times 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2} \text{ (Ans.)}$

প্রশ্ন ▶ ৫১ সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তারের ব্যাস যথাক্রমে 2mm, 3mm এবং 4mm। তার তিনটিতে সমান বল $5 \times 10^4 \text{ N}$ প্রয়োগের ফলে এদের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 4%, 2% এবং 1% হলো।

(ডঃ আব্দুর রাজ্জাক মিউনিসিপ্যাল কলেজ, যশোর)

- ক. বিভব শক্তি কী? ১
- খ. ক্রিকেট খেলায় ক্যাচ ধরার সময় খেলোয়াড় হাতটাকে পিছনে টেনে নেয় কেন? ২
- গ. ১ম তারটির একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে কোন তারটির স্থিতিস্থাপক সীমা সবচেয়ে বেশি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তুর অভ্যন্তরীণ বা পারিপার্শ্বিক অবস্থা বা অবস্থানের কারণে তাতে কিছু শক্তি থাকতে পারে এবং যার বিনিময়ে তা কাজ করতে পারে তাকে ঐ বস্তুর বিভব শক্তি বা স্থিতিশক্তি বলে।

খ $F = ma$ সূত্রানুসারে, ত্বরণ কম হলে প্রযুক্ত বল কম হবে। বেগের পরিবর্তন ধ্রুব হলে, ঐ পরিবর্তনে যত বেশি সময় নেয়া হবে, ত্বরণের মান কত কম হবে। তাই ক্রিকেট খেলায় ক্যাচ ধরার সময় খেলোয়াড় হাতটাকে পিছনে টেনে নেয়, যাতে বেগের নির্দিষ্ট পরিবর্তনে (যেমন 5 ms^{-1} হতে 0 ms^{-1}) বেশি সময় লাগে। ফলে, ত্বরণ এবং প্রতিক্রিয়া বল কম মানের হয়।

গ ১৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

Hints : একক আয়তনে শক্তি, $W = \frac{1}{2} \text{ পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$

$= \frac{1}{2} (F/A) \times \left(\frac{l}{L}\right)$

এখানে, $\frac{l}{L} = 0.04$

উত্তর: $3.183 \times 10^8 \text{ J}$

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: ১ম ও ৩য় তারের স্থিতিস্থাপক গুণাজ্ঞ সমান। ২য় তারের স্থিতিস্থাপক গুণাজ্ঞ ১ম ও ৩য় তারের চেয়ে কম।

অতএব, বলা যায়, ১ম ও ৩য় তারের স্থিতিস্থাপক সীমা, ২য় তারের চেয়ে বেশি হবে।

প্রশ্ন ▶ ৫২ $2 \times 10^{-4} \text{ m}$ ব্যাসার্ধবিশিষ্ট পানির 216 টি ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি ফোঁটা তৈরী করল। এতে $4.5 \times 10^{-5} \text{ J}$ শক্তি নির্গত হয়।

(সরকারি শহীদ বুলবুল কলেজ, ঢাকা)

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
- খ. অশান্ত সমুদ্রে শান্ত করতে পানির উপর তেল ঢেলে দেয়া হয় কেন? ২
- গ. উদ্দীপকের পানির পৃষ্ঠটান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. এক্ষেত্রে তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হবে কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে তরল তলে অভিকর্ষ স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে ঐ কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

খ তেলের পৃষ্ঠটান পানির চেয়ে বেশি। তাই অশান্ত সমুদ্রে তেল ছড়িয়ে দেয়া হলে তেলের পৃষ্ঠতল সর্বদাই সংকুচিত হতে চায়। সংকোচনের এর প্রবণতা পানির তুলনায় অনেক বেশি বলে সমুদ্রপৃষ্ঠ পূর্বের তুলনায় বেশ খানিকটা শান্ত হতে বাধ্য হয় এবং তেলের সর বা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ন্যূনতম মানে উপনীত হয়।

গ

এখন,

$N \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3$

বা, $R^3 = Nr^3$

বা, $R^3 = 216r^3$

$\therefore R = 6r$

দেওয়া আছে,

ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $d = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$

\therefore ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $r = 10^{-4} \text{ m}$

ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা, $N = 216$

নির্গত শক্তি, $W = 4.5 \times 10^{-5} \text{ J}$

ধরি, বড় ব্যাসার্ধ = R

ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন, $\Delta A = N \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2$
 $= 4\pi Nr^2 - 4\pi \times (6r)^2$
 $= 4\pi Nr^2 - 4\pi \times 36r^2$
 $= 4\pi r^2(N - 36)$
 $= 4\pi \times (10^{-4})^2 \times (216 - 36)$
 $= 2.262 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

পৃষ্ঠটান, $T = \frac{W}{\Delta A}$

$= \frac{4.5 \times 10^{-5}}{2.262 \times 10^{-5}} \text{ N/m}$
 $= 1.989 \text{ N/m}$

ঘ

$$W = mS\Delta\theta$$

$$\text{বা, } 4.5 \times 10^{-5} = pV \times 4200 \times \Delta\theta$$

$$\text{বা, } 4.5 \times 10^{-5} = 1000 \times 9.047 \times 10^{-10} \times 4200 \times \Delta\theta$$

$$\therefore \frac{\Delta\theta}{4.5 \times 10^{-5}} = \frac{1000 \times 9.047 \times 10^{-10} \times 4200}{0.0118 K}$$

জানা আছে,

$$\text{পানির আপেক্ষিক তাপ, } S = 4200 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{ক্ষুদ্র ফোটার ব্যাসার্ধ, } r = 1 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

$$\therefore \text{আয়তন, } V = N \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$= 216 \times \frac{4}{3} \pi \times (1 \times 10^{-4})^3$$

$$= 9.047 \times 10^{-10} \text{ m}^3$$

$$\text{নির্গত শক্তি, } W = 4.5 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta = ?$$

অতএব, তাপমাত্রা 0.0118 K বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ৫৩ মোহন 0.1 kg ভরের একটি বস্তুকে 0.50 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তারে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে এবং ধারণা করল ঘূর্ণন সংখ্যা 600 r.p.m তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 10^{-6} m^2 । অসহ পীড়ন $4.8 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ । তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

[সৈয়দপুর সরকারি কালিগারি কলেজ, নীলফামারী]

- অন্তঃবেগ কাকে বলে? ১
- কচু পাতার গায়ে পানি লেগে থাকে না, তবে কাচের গায়ে লেগে থাকে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- অনুচ্ছেদে উল্লিখিত তারটিকে বস্তুসম্মত ঝুলিয়ে দেয়া হলে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় করো। ৩
- মোহনের ঘূর্ণন সংখ্যার ধারণার সত্যতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

৯ নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৫৪ একটি 2mm ব্যাসার্ধের লৌহ গোলক কেরোসিনের মধ্য দিয়ে 4 cms^{-1} বেগে পড়ছে। লোহা ও কেরোসিনের ঘনত্ব যথাক্রমে 7800 kgm^{-3} ও 800 kgm^{-3} ।

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- পরম তাপমাত্রা কাকে বলে? ১
- অন্তঃবেগ ব্যাখ্যা করো। ২
- কেরোসিনের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের লৌহ গোলকটি পানির মধ্য দিয়ে পড়লে অন্তঃবেগ বৃদ্ধি পাবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কেলভিন স্কেলে প্রকাশিত তাপমাত্রাই বস্তুর পরম তাপমাত্রা। তাপগতিবিদ্যায় গ্যাস অণুর অভ্যন্তরীণ শক্তি তাপমাত্রার যে মানের সাথে সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়, তাই গ্যাসের পরম তাপমাত্রা।

খ সান্দ্র তরলের মধ্যে পতনশীল বস্তুর উপর তিনটি বল কাজ করে। প্রথমত, বস্তুর ওজন নিচের দিকে, দ্বিতীয়ত, প্লবতা বল উপরের দিকে এবং তৃতীয়ত, সান্দ্রতা বল গতির বিপরীত দিকে তথা পতনশীল বস্তুর ক্ষেত্রে উপরের দিকে। স্থিরাবস্থায় সান্দ্রতা বল ক্রিয়া করে না, তাই প্লবতা অপেক্ষা ওজন বেশি হওয়ার কারণে বস্তুটি নিচের দিকে ত্বরণ প্রাপ্ত হয় এবং বেগ বাড়তে থাকে। কিন্তু বেগ বৃদ্ধির সাথে সাথে সান্দ্র বলও বাড়তে থাকে। এক সময় প্লবতা বল ও সান্দ্র বলের যোগফল ওজনের সমান হয় ফলে নিট বল শূন্য হয় এবং ধ্রুব বেগ প্রাপ্ত হয়। এ বেগকেই অন্তঃবেগ বলা হয়।

গ

কেরোসিনের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক, η হলে,

কেরোসিন লৌহগোলকের অন্তঃবেগ,

$$v = \frac{2r^2(\rho_l - \rho_k)g}{9\eta}$$

$$\text{বা, } \eta = \frac{2r^2(\rho_l - \rho_k)g}{9v}$$

$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-3})^2 \times (7800 - 800) \times 9.8}{9 \times 0.04}$$

$$= 1.524 \text{ Nsm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

লৌহ গোলকের

অন্তঃবেগ,

$$v = 4 \text{ cms}^{-1} = 0.04 \text{ ms}^{-1}$$

লৌহের ঘনত্ব,

$$\rho_l = 7800 \text{ kgm}^{-3}$$

কেরোসিনের ঘনত্ব,

$$\rho_k = 800 \text{ kgm}^{-3}$$

লৌহ গোলকের ব্যাসার্ধ,

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

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

ঘ উদ্দীপকের লৌহ গোলকটি পানির মধ্য দিয়ে পড়লে অন্তঃবেগ, v_w হলে

$$v_w = \frac{2r^2(\rho_l - \rho_w)g}{9\eta_w}$$

$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-3})^2 \times (7800 - 1000) \times 9.8}{9 \times 0.89}$$

$$= 0.0665 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 6.65 \text{ cms}^{-1}$$

এখানে,

পানির সান্দ্রতাগুণাঙ্ক,

$$\eta_w = 0.89 \text{ Nsm}^{-2}$$

পানির ঘনত্ব,

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

লৌহের ঘনত্ব,

$$\rho_l = 7800 \text{ kgm}^{-3}$$

উদ্দীপক হতে পাই, কেরোসিনে লৌহ গোলকের অন্তঃবেগ, $v_k = 4 \text{ cms}^{-1}$

$$\therefore v_w > v_k$$

অর্থাৎ, পানিতে লৌহ গোলকটির অন্তঃবেগ বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ৫৫ আসাদ 6m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের এবং অপর একটি সীসার তার নিয়ে উভয়কে একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলিয়ে দিল। অতঃপর নিচ প্রাপ্তে 25 kg ভর ঝুলিয়ে দেখল যে, ইস্পাত ও সীসার ক্ষেত্রে যথাক্রমে 0.02m ও 0.0325 m প্রসারণ হয়েছে।

[লালমনিরহাট সরকারি কলেজ, লালমনিরহাট]

- পৃষ্ঠশক্তি কাকে বলে? ১
- প্রমাণ কর যে, $\tau = I\alpha$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। ২
- প্রসারিত অবস্থায় ইস্পাত তারের স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকে কোন তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরলের মৃত্ততলের ক্ষেত্রফল একক পরিমাণ বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ শক্তি প্রদান করতে হয় তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠ শক্তি বলে।

খ ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তনের হার ঐ বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল টর্কের সমানুপাতিক এবং টর্ক যদিকে ক্রিয়া করে কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তনও ঐ দিকে ঘটে।

সূত্রানুযায়ী কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega$ -এর পরিবর্তনের হার $\frac{dL}{dt}$ প্রযুক্ত

টর্ক τ -এর সমানুপাতিক।

$$\text{অর্থাৎ, } \tau \propto \frac{dL}{dt} \propto I \frac{d\omega}{dt} \propto I\alpha$$

$$\text{বা, } \tau = kI\alpha$$

এখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এস. আই. এককে $k = 1$

$$\therefore \tau = I\alpha$$

গ স্থিতি শক্তি,

$$W = \frac{1}{2} \frac{Y A l^2}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{F L A l^2}{A l^2}$$

$$= \frac{1}{2} F l$$

$$= \frac{1}{2} m g l$$

$$= \frac{1}{2} \times 25 \times 9.8 \times 0.02$$

$$= 2.45 \text{ J (Ans.)}$$

ইস্পাতের তারের,
দৈর্ঘ্য, $L = 6 \text{ m}$
ব্যাসার্ধ, $r = \frac{0.6 \text{ mm}}{2}$
 $= 0.3 \times 10^{-3} \text{ m}$
দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $l = 0.02 \text{ m}$
নিচে ভর, $m = 25 \text{ kg}$

ঘ ইস্পাতের স্থিতিস্থাপক গুণাংক,

$$Y_s = \frac{F L}{A l}$$

$$= \frac{m g L}{\pi r^2 l}$$

$$= \frac{25 \times 9.8 \times 6}{\pi \times (0.3 \times 10^{-3})^2 \times 0.02}$$

$$= 2.6 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

এখানে,
ব্যাসার্ধ, $r = \frac{0.6 \text{ mm}}{2}$
 $= 0.3 \times 10^{-3} \text{ m}$
দৈর্ঘ্য, $L = 6 \text{ m}$
ভর, $m = 25 \text{ kg}$
দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $l = 0.02 \text{ m}$

সীসার স্থিতিস্থাপক গুণাংক,

$$Y_l = \frac{F L}{A l}$$

$$= \frac{m g L}{\pi r^2 l}$$

$$= \frac{25 \times 9.8 \times 6}{\pi \times (0.3 \times 10^{-3})^2 \times 0.0325}$$

$$= 1.6 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 < Y_s$$

∴ ইস্পাতের তারটির স্থিতিস্থাপকতা বেশি।

জানা আছে যে, পদার্থের স্থিতিস্থাপক গুণাংক বেশি তার স্থিতিস্থাপকতা ও বেশি।

প্রশ্ন ৫৬ রফিক এবং কাদের 2mm এবং 4mm ব্যাসের অভিন্ন দৈর্ঘ্যের দুটি তার নিয়ে একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলিয়ে অভিন্ন বল প্রয়োগ করল। বল প্রয়োগ করার পর রফিক দেখতে পেল তার তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কাদের তারের এক তৃতীয়াংশ। রফিকের তারের পয়সনের অনুপাত 0.4।

[কুমিল্লা সরকারি সিটি কলেজ]

- ক. সেকেন্ড দোলক কি? ১
- খ. বৈদ্যুতিক পাখার গতি পর্যাবৃত্ত কেন? ২
- গ. রফিকের তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করা হলে ব্যাসার্ধ কতটুকু হ্রাস পাবে? ৩
- ঘ. উদ্ভীপকে রফিক এবং কাদের তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় কর। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

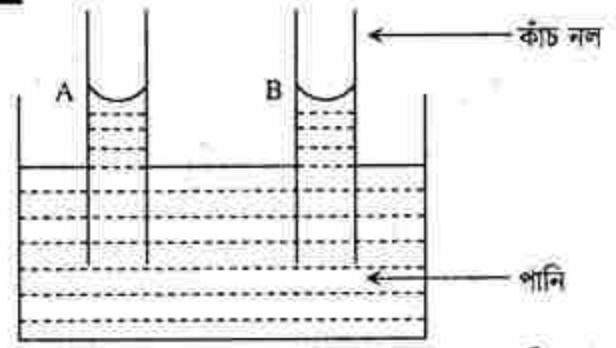
ক. যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড, তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

খ. বৈদ্যুতিক পাখা ঘূর্ণনের সময় এর গতিপথে একই দিক বরাবর নির্দিষ্ট সময় পরপর কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে অতিক্রম করে চলে। কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। সুতরাং বৈদ্যুতিক পাখার গতি একটি পর্যাবৃত্ত গতি।

গ. ১০ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. ১০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৫৭



[লক্ষ্মীপুর সরকারি কলেজ]

উপরের চিত্রে প্রদর্শিত A নলের ব্যাস 0.8 মিমি এবং B নলের ব্যাস 0.4 মিমি। পানির স্পর্শ কোণ 2° , পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ ।

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
- খ. নলের মধ্য দিয়ে পানি উপরে ওঠে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. B নলের পানির উচ্চতা বের করো। ৩
- ঘ. নল দুটিতে পানির উচ্চতার তারতম্যের কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে ঐ কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

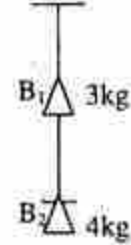
খ. পানি অণুসমূহের মধ্যকার সংশ্লিষ্ট বল অপেক্ষা নলের অণু ও পানির অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল বৃহত্তর। তাই পৃষ্ঠটানজনিত কারণে নলের মধ্য দিয়ে পানি উপরে উঠে। এক্ষেত্রে $T = \frac{h r \rho g}{2}$ বা $h = \frac{2T}{r \rho g}$

সূত্রানুসারে T, ρ, g ধ্রুব থাকলে $h \propto \frac{1}{r}$ অর্থাৎ নল যত সরু হবে ঐ নলে তরলের উত্থান তত বেশি হবে।

গ. ১৪ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. ১৪ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৫৮ চিত্রে 0.5m দৈর্ঘ্য ও 0.4cm ব্যাসের দুটি ইস্পাতের তারে যথাক্রমে 3kg ও 4kg ভর ঝুলানো হয়েছে। তারের ভঙ্গুর পীড়ন $7.2 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ ।



[সরকারি আজিজুল হক কলেজ, বাগুড়া]

- ক. সান্দ্রতা গুণাংক কি? ১
- খ. শীতল পানির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুততর হয় কেন? ২
- গ. ইস্পাতের তারদ্বয়ে সর্বোচ্চ কত ভার ঝুলানো যাবে? ৩
- ঘ. B_2 তারের প্রসারণ B_1 তারের প্রসারণের দ্বিগুণ হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে বেগের গতি একক হলে তাদের একক ক্ষেত্রফলে যে সান্দ্রতা বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাংক বলে।

খ. তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের অণুগুলো তাপ থেকে শক্তি গ্রহণ করে বেশি শক্তি পায় এবং এদের গতি বেড়ে যায় এতে অণুগুলোর গড় মুক্ত পথ বৃদ্ধি পায় ফলে এদের মধ্যে ঘর্ষণ কম হয়। গড় মুক্ত পথ বৃদ্ধির ফলে তরলের স্তরের আপেক্ষিক বাধা কমে যায়। ফলে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়। আর এ জন্যই, শীতল পানির গতির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুত হয়।

গ দেওয়া আছে, ভজুর পীড়ন = $7.2 \times 10^8 \text{ Pa}$
তারের ব্যাসার্ধ, $r = 0.2 \times 10^{-2} \text{ m}$.
সর্বোচ্চ ঝুলানো ভর, $m = ?$

আমরা জানি,

$$\text{ভজুর পীড়ন} = \frac{F}{A} = \frac{mg}{\pi r^2}$$

$$\text{বা, } \frac{7.2 \times 10^8 \text{ Pa} \times \pi \times (0.2 \times 10^{-2})^2}{g} = m$$

$$\therefore m = 923 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ প্রথম তারটিতে ঝুলানো ভরের পরিমাণ, $m_1 = (3 + 4) \text{ kg} = 7 \text{ kg}$
প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য, $L_1 = 0.5 \text{ m}$.

আবার,

দ্বিতীয় তারটিতে ঝুলানো ভরের পরিমাণ, $m_2 = 4 \text{ kg}$
দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য, $L_2 = 0.5 \text{ m}$.
তারদ্বয়ের ব্যাসার্ধ, $r = 0.2 \times 10^{-2} \text{ m}$.

ধরি, তারদ্বয়ের দৈর্ঘ্য প্রসারণ যথাক্রমে l_1 ও l_2

আমরা জানি,

$$\text{ইয়ং এর গুণাংক, } Y = \frac{F_1 L_1}{A_1 l_1} = \frac{F_2 L_2}{A_2 l_2}$$

$$\text{বা, } \frac{m_1 g L_1}{\pi r^2 l_1} = \frac{m_2 g L_2}{\pi r^2 l_2}$$

$$\text{বা, } \frac{m_1}{l_1} = \frac{m_2}{l_2}$$

$$\text{বা, } l_2 = \frac{m_2}{m_1} \times l_1 = \frac{4}{7} \times l_1$$

$$\therefore l_2 = 0.57 l_1$$

অর্থাৎ, B_2 এর প্রসারণ B_1 এর প্রসারণের 0.57 গুণ হবে।

সুতরাং, B_2 তারের প্রসারণ B_1 তারের প্রসারণের দ্বিগুণ হবে না।

প্রশ্ন ৫৯ 4mm ব্যাসার্ধের একটি লোহার বল কেরোসিন তেলের মধ্যদিয়ে $4 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$ অন্তঃবেগ নিয়ে পড়ছে। লোহা ও কেরোসিনের ঘনত্ব যথাক্রমে $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ এবং $0.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$, অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2} ।

(কলকাতার সরকারি মহিলা কলেজ, কলকাতা)

- কৈশিকতা কী? ১
- শীতল পানির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুততর হয় কেন? ২
- উদ্ভীপকের কেরোসিনের সান্দ্রতা গুণাংক নির্ণয় করো। ৩
- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, লোহার বলটি পানির ভেতর দিয়ে পড়লে এর অন্তঃবেগ বৃদ্ধি পাবে। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো সবু নলের মধ্য দিয়ে, তরল ও কঠিনের সংশ্লিষ্ট ও আসঞ্জন বলের ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার ফলে তরলের উত্থান বা অবনমনের ধর্মকে কৈশিকতা বলে।

খ তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের অণুগুলো তাপ থেকে শক্তি গ্রহণ করে বেশি শক্তি পায় এবং এদের গতিশক্তি বেড়ে যায়। ফলে অণুগুলোর গড় মুক্ত পথ বৃদ্ধি পায় এবং এদের মধ্যে ঘর্ষণ কম হয়। গড় মুক্ত পথ বৃদ্ধির ফলে তরলের স্তরের আপেক্ষিক বাধা কমে যায়। ফলে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়। আর এ জন্যই শীতল পানির গতির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুত হয়।

গ এখানে, লোহার বলের ব্যাসার্ধ, $r = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$
অন্তঃবেগ, $v = 4 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$
লোহার ঘনত্ব, $\rho = 7.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
কেরোসিনের ঘনত্ব, $\rho_k = 0.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
কেরোসিনের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক, $\eta = ?$

আমরা জানি,

$$v = \frac{2r^2 (\rho - \rho_k) \times g}{9\eta}$$

$$\therefore \eta = \frac{2r^2 (\rho - \rho_k) \times g}{9v}$$

$$= \frac{2 \times (4 \times 10^{-3})^2 \times (7.8 - 0.8) \times 10^3 \times 9.8}{9 \times 4 \times 10^{-2}}$$

$$= 6.1 \text{ Nsm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ লোহার বলটি যখন পানির মধ্য দিয়ে পড়বে তখন মাধ্যম পানি।

পানির ঘনত্ব, $\sigma_w = 1000 \text{ kg/m}^3$

পানির সান্দ্রতা গুণাংক, $\eta_w = 0.89 \text{ Nsm}^{-2}$ (ধরে)

এখন, আমরা জানি,

$$\text{পানিতে অন্তঃবেগ, } v = \frac{2r^2 (\rho - \rho_w) g}{9\eta}$$

$$= \frac{2 \times (4 \times 10^{-3})^2 \times (7800 - 1000) \times 9.8}{9 \times 0.89}$$

$$= 26.6 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে, পানিতে লোহার বলের অন্তঃবেগ কেরোসিনের চেয়ে বেশি।

তাই গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখা যায় যে, লোহার বলটি পানির ভেতর দিয়ে পড়লে এর অন্তঃবেগ বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ৬০ তামা, লোহা ও মধুর আপেক্ষিক গুরুত্ব যথাক্রমে 7, 6 এবং 1.4। উভয় গোলকের ব্যাস 6mm হলেও তামার গোলককে কাচ পাত্রে রাখা মধুতে আলতোভাবে ছেড়ে দিলে দেখা যায় এটি অন্তঃবেগে তিন সেকেন্ড সময়ে 6cm যায়।

ক. গ্যাসীয় অণুর মুক্ত পথ কী? ১

খ. Boltzman ধ্রুবক ব্যাখ্যা করো। ২

গ. মধুর সান্দ্রতা সহগ হিসেব করো। ৩

ঘ. উভয় গোলক এক সাথে মধুতে ছাড়া হলে কোন গোলকটি আগেই পাত্রের তলদেশ স্পর্শ করবে- তার গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী সময়ে একটি গ্যাস অণু গড়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে গড় মুক্তপথ বলে।

খ প্রতি অণু গ্যাসের জন্য মোলার ধ্রুবকের মানকে Boltzman ধ্রুবক (K) বলে, গাণিতিকভাবে, $K = \frac{R}{N_A}$ [R = মোলার গ্যাস ধ্রুবক]
[N_A = অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যা]

গ মধুর সান্দ্রতা সহগ, η হলে ও তামার গোলকের অন্তঃবেগ, v হলে

$$v = \frac{2r^2 (\rho_c - \rho_H) g}{9\eta}$$

$$\text{বা, } \eta = \frac{2r^2 (\rho_c - \rho_H) g}{9v}$$

$$= \frac{2 \times (3 \times 10^{-3})^2 \times (7000 - 1400) \times 9.8}{9 \times 0.02}$$

$$= 5.49 \text{ Nsm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{অন্তঃবেগ, } v = \frac{s}{t} = \frac{6}{3}$$

$$= 2 \text{ ms}^{-1} = 0.02 \text{ ms}^{-1}$$

তামার ঘনত্ব,

$$\rho_c = \text{আপেক্ষিক গুরুত্ব} \times \text{পানির}$$

$$\text{ঘনত্ব} = 7 \times 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$= 7000 \text{ kgm}^{-3}$$

এবং মধুর ঘনত্ব,

$$\rho_H = 1.4 \times 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

$$= 1400 \text{ kgm}^{-3}$$

তামার গোলকের ব্যাসার্ধ,

$$r = \frac{6}{2}$$

$$= 3 \text{ mm}$$

$$= 3 \times 10^{-3}$$

ঘ লোহার অন্তঃবেগ, v_1 হলে,

$$v_1 = \frac{2r^2 (\rho_l - \rho_H) g}{9\eta}$$

$$= \frac{2 \times (3 \times 10^{-3})^2 \times (6000 - 1400) \times 9.8}{9 \times 5.49}$$

$$= 0.0164 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 1.64 \text{ cms}^{-1}$$

এখানে,

লোহার ঘনত্ব,

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

‘গ’ থেকে পাই,

মধুর সান্দ্রতা সহগ,

$$\eta = 5.49 \text{ Nsm}^{-2}$$

\therefore লোহার অন্তঃবেগ, v_1 তামার অন্তঃবেগ, $v_c = 2 \text{ cms}^{-1}$ অপেক্ষা কম।

যেহেতু তামার অন্তঃবেগ বেশি, তাই তামার গোলকটি আগে পাত্রের তলদেশ স্পর্শ করবে।

প্রশ্ন ৬১ 12kg ভরের কোন বস্তু 0.4m লম্বা এবং $10^{-6}m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তারের এক প্রান্তে বেধে ঘুরানো হচ্ছে। এতে তারটির দৈর্ঘ্য 0.006% বৃদ্ধি পেল। তারটির উপাদানের অসহ পীড়ন $4.8 \times 10^7 Nm^{-2}$ । *[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক কলেজ, চট্টগ্রাম]*

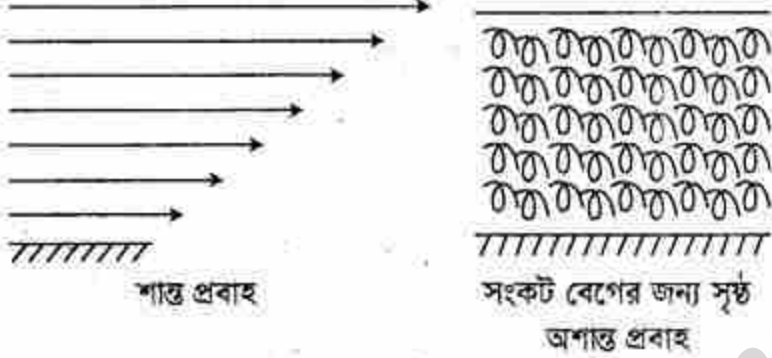
- ক. পৃষ্ঠটান কী? ১
খ. প্রবাহীর ক্ষেত্রে অন্তঃবেগ ও সংকট বেগের মধ্যে পার্থক্য কী? ২
গ. তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্কের মান কত হবে? ৩
ঘ. তারটিকে সর্বোচ্চ কত কৌণিক বেগে ঘুরানো যাবে—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরল পৃষ্ঠের উপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

খ কোন প্রবাহীর মধ্যে মূলতঃ পড়ন্ত কোন বস্তুর বেগ প্রাথমিক অবস্থায় বাড়তে থাকে। বেগ যত বাড়তে সান্দ্রতা বলও সমানুপাতিক হারে বাড়তে থাকে। এভাবে এমন একটি অবস্থায় পৌঁছায় যখন নিট বল শূন্য হয়ে যায় তখন বস্তুটি যে সমবেগ অর্জন করে তাকে অন্তঃবেগ বলে। যেমন মাটিতে একটি বৃষ্টির ফোটার বেগ।

আবার প্রবাহী যখন খুব ধীর গতিতে কোন পৃষ্ঠের উপর দিয়ে যায় তখন সান্দ্রতার জন্য এর বিভিন্ন স্তরে আপেক্ষিক বেগের সৃষ্টি হয়। তখন প্রবাহ লাইনগুলো সুসম সমান্তরালে থাকে। একে শান্ত প্রবাহ বলে।



প্রবাহীর বেগ বৃদ্ধি করতে থাকলে সর্বনিম্ন যে বেগে উপনীত হলে প্রবাহ লাইনগুলো আর সুসম থাকে না, বিভিন্ন স্তরে মিশ্রিত হয়ে বিশৃঙ্খলতা সৃষ্টি হয় তা হলো সংকট বেগ। এ ধরনের প্রবাহকে অশান্ত প্রবাহ বলে।

গ তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y = \frac{mgL}{Al}$$

$$= \frac{12 \times 9.8 \times 0.4}{10^{-6} \times 2.4 \times 10^{-3}}$$

$$= 1.96 \times 10^{12} Nm^{-2}$$

(Ans.)

এখানে,
তারের দৈর্ঘ্য, $L = 0.4m$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 0.4 \times \frac{0.006}{100}$
 $= 2.4 \times 10^{-5}m$
ভর, $m = 12 kg$
ক্ষেত্রফল, $A = 10^{-6} m^2$

ঘ কৌণিক কম্পাঙ্ক ω_m হলে,

$$F = m\omega_m^2 l$$

$$\text{বা, } \omega_m^2 = \frac{F}{ml}$$

$$= \frac{PA}{ml}$$

$$= \frac{4.8 \times 10^7 \times 1 \times 10^{-6}}{12 \times 0.4}$$

$$\text{বা, } \omega_m^2 = 10$$

$$\therefore \omega_m = 3.16 \text{ rads}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,
তারের ক্ষেত্রফল,
 $A = 10^{-6}m^2$
অসহ পীড়ন,
 $P = 4.8 \times 10^7 Nm^{-2}$
ভর, $m = 12 kg$
সর্বোচ্চ কৌণিক বেগ, $\omega_m = ?$
তারের দৈর্ঘ্য, $l = 0.4m$

প্রশ্ন ৬২ একটি কৈশিক নলের ব্যাস 0.57m। একে $7.2 \times 10^{-2}Nm^{-1}$ পৃষ্ঠটানের পানির মধ্যে ডুবালে নলের মধ্যে পানি উপরে উঠে। একই নল পারদে ডুবালে পারদের পৃষ্ঠ 1.875cm পরিমাণ অবনমিত হয়। পারদের ঘনত্ব $13.6 \times 10^3 gm^{-3}$ । পানি ও পারদের স্পর্শ কোণ যথাক্রমে 5° ও 139° । *[বরিশাল মহিলা মহাবিদ্যালয়]*

- ক. বেগ অবক্রম কাকে বলে? ১
খ. বাধাহীনভাবে বায়ুর মধ্যদিয়ে পতনশীল বস্তুর উচ্চবেগ প্রাপ্ত হয় না কেন? ২
গ. পৃষ্ঠ টানের জন্য কৈশিক নলের মধ্যে কত ভরের পানি উঠবে? ৩
ঘ. পানি ও পারদের পৃষ্ঠটান সমান হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রবাহীর মধ্যদিয়ে কোনো বস্তু চলার চেষ্টা করলে বস্তু সংলগ্ন স্তরসমূহের মধ্যে প্রতি একক দৈর্ঘ্য ব্যবধানে বেগের পরিবর্তন বা নতিকেই বেগ অবক্রম বলে।

খ বাধাহীনভাবে বায়ুর মধ্য দিয়ে পতনশীল বস্তুর বেগ যতই বৃদ্ধি পেতে থাকে, এর উপর বায়ুর সান্দ্র বল ততই বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় বস্তুর প্রবর্তা এবং সান্দ্র বলের সমষ্টি এর ওজনের সমান হয় অর্থাৎ উর্ধ্বমুখী বলদ্বয়ের সমষ্টি নিম্নমুখী বলের সমান হয়। এসময় বস্তুর উপর নেটবল শূন্য হওয়ায় এটি ধ্রুববেগ প্রাপ্ত হয়, যা প্রান্তিক বেগ নামে পরিচিত। এই কারণে বাধাহীনভাবে বায়ুর মধ্য দিয়ে পতনশীল বস্তু উর্ধ্ববেগ প্রাপ্ত হয় না।

গ এখানে, কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{0.587}{2} = 0.2935 mm$

পানির ক্ষেত্রে স্পর্শকোণ, $\theta = 5^\circ$

পানির পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-2} Nm^{-1}$

কৈশিক নলে পানির উপর পৃষ্ঠটানজনিত মোট উর্ধ্বমুখী বল
 $= 2\pi r T \cos\theta$

এই উর্ধ্বমুখী বল কৈশিক নলের তরলের ওজন দ্বারা প্রশমিত হবে।

অতএব, কৈশিক নলের তরলের ভর m হলে,

$$mg = 2\pi r T \cos\theta$$

$$\text{বা, } m = \frac{2\pi r T \cos\theta}{g}$$

$$\text{বা, } m = \frac{2\pi \times 0.2935 \times 10^{-3} \times 72 \times 10^{-2} \times \cos 5^\circ}{9.8} kg$$

$$\text{বা, } m = 1.3497 \times 10^{-4} kg$$

$$\therefore m = 0.13497 gm \text{ (Ans.)}$$

ঘ পারদের ঘনত্ব, $\rho = 13.6 \times 1000 kgm^{-3} = 13600 kgm^{-3}$

পারদের স্পর্শ কোণ, $\theta = 139^\circ$

কৈশিক নলে পারদের অবনমন, $h = -1.875 cm = -0.01875 m$

পারদের পৃষ্ঠটান T হলে, $T = \frac{\rho g h}{2 \cos\theta}$

$$= \frac{2.935 \times 10^{-4} \times 13600 kgm^{-3} \times 9.8 ms^{-2} \times (-0.01875 m)}{2 \cos 139^\circ}$$

$$= 0.486 Nm^{-1}$$

$$= 486 \times 10^{-3} Nm^{-1} >> 72 \times 10^{-3} Nm^{-1}$$

সুতরাং পানি ও পারদের মধ্যে পারদের পৃষ্ঠটান বেশি।

প্রশ্ন ৬৩ মুক্তা পরীক্ষাগারে $13600 kgm^{-3}$ ঘনত্বের এবং $10^{-4}m$ ব্যাস বিশিষ্ট 10^6 সংখ্যক পারদের ফোঁটা মিলিয়ে একটি বড় ফোঁটা তৈরি করে কাঁচের লম্বা দুধপূর্ণ জারের উপর থেকে ছেড়ে দিল এবং দেখলো যে কিছুদূর পতনের পর সেটি সমবেগে পতিত হচ্ছে। পারদের পৃষ্ঠটান $4.7 \times 10^{-1} Nm^{-1}$ এবং দুধের সান্দ্রতাজ্ঞক $3 \times 10^{-2} poise$ । পারদের আপেক্ষিক তাপ $125 Jkg^{-1}K^{-1}$ । *[রাজশাহী ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ]*

- ক. হুকের সূত্রটি বিবৃত করো। ১
খ. বৃষ্টির ফোঁটা কচু পাতাকে ভিজায় না কিন্তু আম পাতাকে ভিজায়। ব্যাখ্যা করো। ২
গ. বড় ফোঁটা তৈরি করতে যে পরিমাণ শক্তি ব্যয় হয়েছে তা দিয়ে 1 kg পারদের তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি পাবে? ৩
ঘ. পারদের ফোঁটার সমবেগ নির্ণয় করো। ৪

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।

খ পানির অণু ও কচুপাতার অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল অপেক্ষা পানির অণুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বল বৃহত্তর মানের। তাই বৃষ্টির ফোঁটা কচুপাতাকে ভিজায় না। পক্ষান্তরে পানির অণু ও আম পাতার অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল অপেক্ষা পানির অণুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বল ক্ষুদ্রতর মানের। তাই বৃষ্টির ফোঁটা আমপাতাকে ভিজায়।

গ পারদের বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ, R ও ছোট ফোঁটার ব্যাসার্ধ, r হলে, বড় ফোঁটার আয়তন = ছোট ফোঁটার আয়তন

$$\text{বা, } \frac{4}{3}\pi R^3 = 10^6 \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\text{বা, } R^3 = 10^6 \times r^3$$

$$\therefore R = 100r = 100 \times 5 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

\therefore ক্ষেত্রফল হ্রাস হবে,

$$\Delta A = 10^6 \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2 = 10^6 \times 4\pi \times (5 \times 10^{-5})^2 - 4\pi \times (5 \times 10^{-3})^2 = 31.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

\therefore নির্গত শক্তি E হলে,

$$E = T\Delta A$$

$$= 4.7 \times 10^{-1} \times 31.1 \times 10^{-3} = 14.62 \times 10^{-3} \text{ J}$$

এখন, এ নির্গত শক্তি পুরোটাই তাপে পরিণত হলে যদি পারদের তাপমাত্রা, $\Delta\theta$ বৃদ্ধি পায়,

$$Q = E$$

$$\text{বা, } mS\Delta\theta = E$$

$$\text{বা, } \Delta\theta = \frac{E}{mS}$$

$$= \frac{14.62 \times 10^{-3}}{1 \times 125}$$

$$= 0.117 \text{ K বা } 0.117^\circ \text{C (Ans.)}$$

ঘ পারদের ফোঁটার সমবেগ, v হলে,

$$v = \frac{2r^2(p_m - p_l)g}{9\eta}$$

$$= \frac{2 \times (5 \times 10^{-3})^2 \times (13600 - 1033) \times 9.8}{9 \times 3 \times 10^{-3}}$$

$$= 228.06 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

' g ' থেকে পাই, পারদের

ফোঁটার ব্যাসার্ধ,

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

পারদের ঘনত্ব,

$$\rho_m = 13600 \text{ kgm}^{-3}$$

জানা আছে, দুধের ঘনত্ব,

$$\rho_l = 1033 \text{ kgm}^{-3}$$

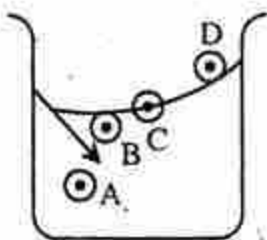
দুধের সান্দ্রতাংক,

$$\eta = 3 \times 10^{-2} \text{ Poise}$$

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

অর্থাৎ, দুধের মধ্য দিয়ে পারদের ফোঁটাটি 228.06 ms^{-1} সমবেগে পরতে থাকবে।

প্রশ্ন ৬৪



[কুমিয়া সরকারি কলেজ]

ক. ধারা রেখ প্রবাহ কি?

১

খ. সান্দ্রতা বলতে কি বুঝায়? এর গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা করো।

২

গ. উদ্দীপকের স্পর্শকোণের আলোকে তরলের বৈশিষ্ট্য লিখ।

৩

ঘ. A, B, C ও D অবস্থানে অণুগুলোর উপর নীট বল আণবিক মতবাদ অনুযায়ী ব্যাখ্যা করো।

৪

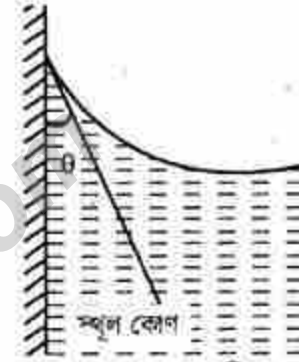
ক যদি প্রবাহীর বিভিন্ন স্তর পরস্পরের সমান্তরালে চলে তবে তাকে ধারা রেখা বা স্রোতরেখা প্রবাহ বলে।

খ যে ধর্মের দরুন কোন প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাধার সৃষ্টি হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে বেগের নতি একক রাখতে (অর্থাৎ একক দূরত্বে অবস্থিত দুটি প্রবাহী স্তরের মধ্যে একক আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে) প্রবাহী স্তরের একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বলের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বলে।

সান্দ্রতা গুণাঙ্ক প্রবাহীটি যে সান্দ্রতা প্রদর্শন করে তার পরিমাপকে বোঝায়। সান্দ্রতা গুণাঙ্ক যত বেশি প্রবাহীটি তত বেশি সান্দ্র অর্থাৎ সচলতা কম। কক্ষ তাপমাত্রায় গ্লিসারিনের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক পানির চেয়ে এক হাজার গুণ বেশি। তাপমাত্রা বাড়ালে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পেলেও গ্যাসের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। যেসব তরল উক্ত নিউটনের সূত্র মানে তাদের নিউটনীয় তরল বলে। পানি, দুধ, মধু, আলকাতরা ইত্যাদি নিউটনীয় তরল আবার তৈলরং অ-নিউটনীয় তরল যাদের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক নেই।

গ

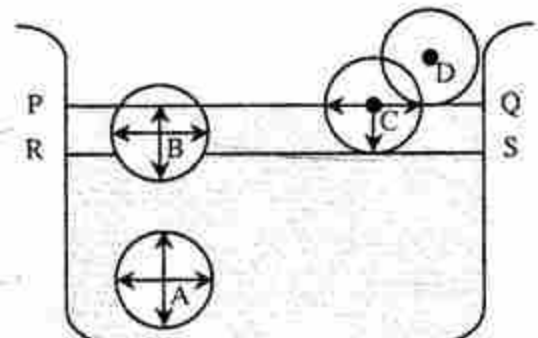


কোনো একটি কঠিন বস্তু খাড়াভাবে পানিতে বা অন্য কোনো তরলে আংশিকভাবে ডুবালে তাদের সংযোগ স্থানে তরল তল কিছুটা বেঁকে যায়। তরলের বিভিন্ন অণুর মধ্যে সংসক্তি বল ছাড়াও কঠিন ও তরলের অণুর আসঞ্জন বল আছে। এক্ষেত্রে একই পদার্থের বিভিন্ন অণুগুলোর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলই সংসক্তি বল। এই বল দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক সূত্র মেনে চলে। অন্যদিকে বিভিন্ন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলই আসঞ্জন বল। সংসক্তি বল তরল তলকে উপরে উঠাতে চেষ্টা করে। এই দুটি বলের সম্মিলিত ক্রিয়ায় তরল তল কঠিন পদার্থের গা বেয়ে উপরে ওঠে কিংবা নেমে যায়।

স্পর্শ কোণ 90° অপেক্ষা কম হলে সূক্ষ্ম স্পর্শ কোণ হয়। যে সব তরলের ঘনত্ব কঠিনের ঘনত্ব অপেক্ষা কম সে সব তরল সাধারণত কঠিনকে ভিজায়। এসব ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ সূক্ষ্ম কোণ হয়।

অতএব, উদ্দীপকের তরলের ঘনত্ব পাত্রের ঘনত্ব অপেক্ষা কম এবং তরল-কঠিনের মধ্যে আসঞ্জন তরলের সংসক্তি বল অপেক্ষা বেশি।

ঘ



চিত্রে A, B, C কোন তরলের তিনটি অণু। A অণুটি রয়েছে তরলের গভীরে, তাই এর আণবিক আকর্ষণের প্রভাব গোলকটি তরলের ভেতরে রয়েছে। এই অণুটি এর প্রভাব গোলকের ভেতরকার সকল অণু দ্বারা চতুর্দিকে সমানভাবে আকৃষ্ট হচ্ছে। সুতরাং এর ওপর সংসক্তি বলের লব্ধি শূন্য। অর্থাৎ এর ওপর মোট কোন সংসক্তি বল ক্রিয়া করছে না। তাই এই অণুটি যে অবস্থায় আছে, সেই অবস্থায়ই থাকবে।

B অণুটি তরলের এমন জায়গায় রয়েছে যে, এ প্রভাব গোলকের কিছুটা অংশ তরলের বাইরে রয়েছে। এই প্রভাব গোলকের ওপরের অর্ধাংশে তরলের যত সংখ্যক অণু থাকবে নিচের অর্ধাংশে তার চেয়ে বেশি সংখ্যক অণু থাকবে। এর ফলে B অণুর ওপর ক্রিয়াশীল নিম্নমুখী সংসক্তি বল উর্ধ্বমুখী সংসক্তি বলের চেয়ে বেশি হবে। ফলে B অণুটি একটি নিম্নমুখী লব্ধি বল অনুভব করে।

C অণুটি তরল পদার্থের মুক্ত তলে অবস্থিত। এর প্রভাব গোলকের ওপরের অর্ধাংশ তরলের বাইরে এবং নিচের অর্ধাংশ তরলের ভেতর রয়েছে। সুতরাং ওপরের অংশে ক্রিয়াশীল কোন সংসক্তি বল নেই, শুধু অণুটির ওপর নিম্নমুখী সংসক্তি বল ক্রিয়াশীল। কাজেই এ ক্ষেত্রে C অণুটি সর্বাধিক নিম্নমুখী বল দ্বারা আকর্ষিত হবে।

অপরটিকে D বিন্দুটি তরলের বাইরে অবস্থিত এবং এর চারদিকে প্রভাব গোলকে কেবল বায়ুর অণু আছে। ফলে এর চারপাশে আকর্ষণ সমান। ফলে এটির ওপর নিট বল আকর্ষণ শূন্য হবে।

প্রশ্ন ৬৫ মি. জাহিদ সাহেব 0.02mm ব্যাসের একটি কৈশিক নল পানিতে ডুবিয়ে লক্ষ করলেন যে, কৈশিক নলের ভেতর পানির আরোহণ হল। তিনি অপর একটি পাত্রে 1020kgm^{-3} ঘনত্বের তরলের মধ্যে 4cm ব্যাসার্ধের এবং 1200kgm^{-3} ঘনত্বের একটি গোলক 4ms^{-1} প্রান্তিক বেগে পড়তে দেখলেন। [পানির সান্দ্রতা গুণাঙ্ক $1 \times 10^{-3}\text{Nsm}^{-2}$ এবং পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$]

[এম. ই. আইচ আরিফ কলেজ]

- ক. পয়সনের অনুপাত কী? ১
- খ. টিস্যু পেপার পানি শুষে নেয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্ভীপকের কৈশিক নলে পানির আরোহন নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্ভীপকের উভয় তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্কের তুলনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে পয়সনের অনুপাত বলে।

খ টিস্যু পেপারে অতি ক্ষুদ্র ব্যাসার্ধ্যুক্ত বহুসংখ্যক ছিদ্র থাকে। টিস্যু পেপারের উপাদানের অণু ও পানির অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল পানি অনুসমূহের মধ্যে ক্রিয়ারত সংশক্তি বল অপেক্ষা বৃহত্তর।

তাই $T = \frac{h\rho g}{2}$ বা, $h = \frac{1}{r} \frac{2T}{\rho g}$ বা, $h \propto \frac{1}{r}$ (T, ρ , g ধ্রুবক হওয়ায়)
সূত্রানুসারে এ সব ছিদ্রসমূহে খুব সহজেই পানি প্রবেশ করে। এভাবেই টিস্যু পেপার পানি শুষে নেয়।

গ এখানে,

$$\text{পৃষ্ঠটান, } T = 72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{0.02 \times 10^{-3}}{2}\text{m} = 0.01 \times 10^{-3}\text{m}$$

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

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

পানির আরোহন উচ্চতা, $h = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{h\rho g}{2}$$

$$\text{বা, } h = \frac{2T}{\rho g}$$

$$\text{বা, } h = \frac{2 \times 72 \times 10^{-3}}{1000 \times 9.8 \times 0.01 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore h = 1.47\text{m}$$

\therefore কৈশিক নলে পানির আরোহন 1.47m (Ans.)

ঘ এখানে,

$$\text{পানির সান্দ্রতা গুণাঙ্ক, } \eta_1 = 0.003\text{Nsm}^{-2}$$

$$\text{গোলকের ব্যাসার্ধ, } r = 0.04\text{m}$$

$$\text{গোলকের ঘনত্ব, } \rho = 1200\text{kgm}^{-3}$$

$$\text{তরলের ঘনত্ব, } \sigma = 1020\text{kgm}^{-3}$$

$$\text{প্রান্তবেগ, } v = 4\text{ms}^{-1}$$

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

$$\text{তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক, } \eta_2 = ?$$

আমরা জানি,

$$\eta_2 = \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9v}$$

$$\text{বা, } \eta_2 = \frac{2 \times (0.04)^2(1200 - 1020) \times 9.8}{9 \times 4}$$

$$\therefore \eta_2 = 0.1568\text{Nsm}^{-2}$$

$$\therefore \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{0.1568}{0.003} = 52.27$$

$$\therefore \eta_2 = 52.27 \times \eta_1$$

সুতরাং উক্ত তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক পানির সান্দ্রতা গুণাঙ্কের 52.27 গুন।

প্রশ্ন ৬৬ $7.8 \times 10^3\text{kgm}^{-3}$ ঘনত্বের দুটি লোহার গোলক যাদের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 2mm এবং 3mm গোলক দুটিকে $1.26 \times 10^3\text{kgm}^{-3}$ ঘনত্বের ও 0.83Pas সান্দ্রতা সহগ বিশিষ্ট কোন তরলের মধ্য দিয়ে পড়তে দেওয়া হলো। ছোট গোলকটি অন্তঃবেগ প্রাপ্তির পর 2.9sec এ 20cm দূরত্ব অতিক্রম করে।

[ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ]

- ক. স্পর্শ কোণ কী? ১
- খ. পৃষ্ঠটানের আণবিক তত্ত্ব ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. ছোট গোলকের উপর ক্রিয়াশীল সান্দ্রবল নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. কোন গোলকটি দ্রুত নিচে পতিত হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে ঐ কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

খ ধরা যাক, PQ হলো একটি তরলের পৃষ্ঠতল। এবং RS হলো পৃষ্ঠতল হতে একটি অণুর ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বে নিচে আরেকটি তল। এখন কোন অণুকে তরলের ভেতর থেকে RS তলের ওপরে আনতে নিম্নমুখী সংসক্তি বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হবে এবং এই কাজ অণুটির বিভব শক্তি বৃদ্ধি করবে। সুতরাং RS তলের নিচে অবস্থিত অণুগুলোর তুলনায় ওপরের অণুগুলোর বিভব শক্তি বেশি। কিন্তু আমরা জানি, সকল বস্তুই সর্বনিম্ন বিভব শক্তিতে আসতে চায়। এখন RS তল থেকে মুক্ত তল PQ পর্যন্ত যতগুলো অণু আছে, তাদের বিভব শক্তি সর্বনিম্ন করতে হলে মুক্ত পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল হ্রাস করতে হবে। কাজেই তরলের মুক্ত পৃষ্ঠ সর্বদা তার ক্ষেত্রফল হ্রাস করতে চেষ্টা করে এবং সঙ্কুচিত হতে চায়, ফলে মুক্ত পৃষ্ঠটি একটি টান টান স্থিতিস্থাপক পর্দার ন্যায় আচরণ করে এবং টান অবস্থায় থাকে। এই টান তরলের পৃষ্ঠের স্পর্শক বরাবর ক্রিয়া করে। তরল পৃষ্ঠে একটি রেখা কল্পনা করলে এই টান ঐ রেখার সাথে লম্ব হয়। রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে এই টানই পৃষ্ঠটান।

গ ১৭ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

$$\text{উত্তর : } 2.16 \times 10^{-3}\text{N}$$

ঘ ১৭ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : বড় গোলকটি অপেক্ষাকৃত দ্রুত নিচে পতিত হবে।

পদার্থবিজ্ঞান

সপ্তম অধ্যায় : পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

২৪০. স্ফটিকাকার বা ক্রিস্টালিন পদার্থের কণাসমূহ কীভাবে সাজানো থাকে? (জান)

- (ক) ঘণাকারে (খ) এলোমেলোভাবে
(গ) ত্রিমাত্রিক বিন্যাসে (ঘ) স্তূপাকারে

২৪১. তরল ও কঠিন পদার্থের মধ্যকার স্পর্শ কোণ নির্দেশে কোনটি হলে তরল পদার্থ, কঠিন পদার্থকে ভিজাবে না?

- (ক) 0° (খ) 40°
(গ) 60° (ঘ) 120°

২৪২. আন্তঃআণবিক আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল সমান হয় যখন— (জান)

- (ক) $r > r_0$ (খ) $r < r_0$
(গ) $r = 0$ (ঘ) $r = r_0$

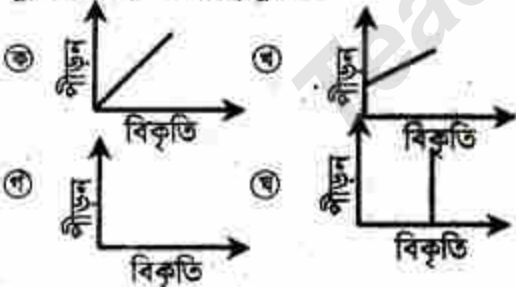
২৪৩. সমযোজী বন্ধনের অপর নাম কী? (আর্মড গুনিশ ব্যাটালিয়ন পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বগুড়া)

- (ক) প্রোটন জোড় বন্ধন (খ) মুক্ত জোড় বন্ধন
(গ) আপেক্ষিক ইলেক্ট্রন বন্ধন
(ঘ) ইলেকট্রন জোড় বন্ধন

২৪৪. NaCl ক্রিস্টালের গলনাঙ্ক কত (জান)

- (ক) 1071K (খ) 1072K
(গ) 1073K (ঘ) 1074K

২৪৫. পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর লেখচিত্র কোনটি? (অনুধাবন) (কুমিল্লা সরকারি কলেজ, কুমিল্লা)



২৪৬. একটি সম্পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর ইয়ং গুণাঙ্ক কত হবে? (জান)

- (ক) শূন্য (খ) 1
(গ) অসীম (ঘ) $\frac{1}{2}$

২৪৭. রবার্ট হুক কত সালে পীড়ন ও বিকৃতির মধ্যকার সম্পর্ক স্থাপন করেন? (জান)

- (ক) ১৫৭৮ খ্রিস্টাব্দে (খ) ১৬৭৮ খ্রিস্টাব্দে

(গ) ১৭৭৮ খ্রিস্টাব্দে (ঘ) ১৮৭৮ খ্রিস্টাব্দে

২৪৮. ইস্পাতের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক— (জান)

(কিমিরিওপল ক্যান্টনমেন্ট স্যাপার কলেজ, নাটোর)

- (ক) $4.8 \times 10^{10} \text{ N.m}^{-2}$ (খ) $8.4 \times 10^{10} \text{ N.m}^{-2}$
(গ) $48 \times 10^{10} \text{ N.m}^{-2}$ (ঘ) $84 \times 10^{10} \text{ N.m}^{-2}$

২৪৯. আয়তন গুণাঙ্ককে কখনও কখনও কী বলা হয়? (জান)

- (ক) সংনম্যতা (খ) অসংনম্যতা
(গ) আয়তন বিকৃতি (ঘ) আয়তন পীড়ন

২৫০. স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক Y, (দৃঢ়তা) গুণাঙ্ক η এবং বাস্ক (আয়তন) গুণাঙ্ক K এই তিন রাশির মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? (উচ্চতর দক্ষতা)

- (ক) $3/Y = 9/\eta + 1/K$ (খ) $9/Y = 1/\eta + 3/K$
(গ) $9/Y = 3/\eta + 1/K$ (ঘ) $1/Y = 9/\eta + 3/K$

২৫১. সান্দ্রতা গুণাঙ্কের মাত্রা কত? (জান)

- (ক) $[ML^{-2}T^{-1}]$ (খ) $[M^{-1}L^{-1}T^{-1}]$
(গ) $[ML^{-1}T^{-2}]$ (ঘ) $[ML^{-1}T^{-1}]$

২৫২. কোন পদার্থের সান্দ্রতা সবচেয়ে বেশি? (জান)

- (ক) তেল (খ) দুধ
(গ) মধু (ঘ) পানি

২৫৩. পানির সান্দ্রতা গুণাঙ্ক নির্দেশে কোনটি? (জান)

- (ক) 1 Nsm^{-2} (খ) 10 Nms^{-2}
(গ) 10^{-3} Nsm^{-2} (ঘ) 10^3 Nsm^{-2}

২৫৪. উঁচু স্থান থেকে এক ফোঁটা মধু বায়ুর মধ্য দিয়ে v বেগে পড়ছে। এর ঘনত্ব ρ এবং ব্যাসার্ধ r। বায়ুর সান্দ্রতাঙ্ক η হলে ফোঁটাটির ওপর ক্রিয়াশীল সান্দ্র বল কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $\frac{6\pi\eta}{rv}$ (খ) $6\pi\eta rv$
(গ) $\frac{1}{6\pi\eta rv}$ (ঘ) $\frac{6\pi\eta r}{v}$

২৫৫. প্রবাহের সান্দ্রতার বেলায় কোনটি সঠিক? (জান)

- (ক) তেল > আলকাতরা > দুধ
(খ) আলকাতরা > দুধ > তেল
(গ) আলকাতরা > তেল > দুধ
(ঘ) দুধ > তেল > আলকাতরা

২৫৬. 2 mm ব্যাসের কোনো পানি বিন্দুর ভিতরের ও বাইরের চাপের পার্থক্য কত হবে? (পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$) (প্রয়োগ)

- (ক) 3.62 Nm^{-2} (খ) 6.67 Nm^{-2}
(গ) 13.6 Nm^{-2} (ঘ) 288 Nm^{-2}

২৫৭. পানির উপরিতলে রাখা ০.০৫ম দীর্ঘ একটি সূচকে টেনে তুলতে সর্বাধিক যে বলের প্রয়োজন (পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$)। (প্রয়োগ)

ক) $7.2 \times 10^{-3} \text{N}$ খ) $3.6 \times 10^{-3} \text{N}$

গ) $1.4 \times 10^{-3} \text{N}$ ঘ) $7.2 \times 10^{-4} \text{N}$ ক

২৫৮. সাবান বুদবুদের চাপ P , পৃষ্ঠটান T এবং ব্যাসার্ধ r -এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? (জ্ঞান)

ক) $P = \frac{4T}{r}$ খ) $P = \frac{2T}{r}$

গ) $P = \frac{4T}{3r}$ ঘ) $P = \frac{T}{r}$ ক

২৫৯. 20°C তাপমাত্রায় পানির পৃষ্ঠটান কত? (প্রয়োগ)

ক) $72 \times 10^{-4} \text{Nm}^{-1}$ খ) $72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$

গ) $72 \times 10^{-2} \text{Nm}^{-1}$ ঘ) $72 \times 10^{-1} \text{Nm}^{-1}$ খ

২৬০. যেসব তরল কাঁচকে ভেজায় না তাদের স্পর্শ কোণ— (জ্ঞান)

ক) প্রায় শূন্য খ) প্রায় 90°

গ) 90° এর চেয়ে ছোটো 90° এর চেয়ে বড় ঘ) 90° ক

২৬১. বিশুদ্ধ পানি ও কাচের মধ্যকার স্পর্শ কোণ কত? (জ্ঞান) / সরকারি বিজ্ঞান কলেজ, ঢাকা/

ক) 0° খ) 8°

গ) 139° ঘ) 150° ক

২৬২. ছোট ছোট পোকামাকড় পানির উপর দিয়ে চলাচল করতে পারে কোনটি কারণে? (জ্ঞান)

ক) সান্দ্রতা খ) পৃষ্ঠটান

গ) স্থিতিস্থাপকতা ঘ) সংসক্তি খ

২৬৩. আন্তঃআণবিক বল— (উচ্চতর দক্ষতা)

i. অল্প জায়গার মধ্যে পদার্থের বহুসংখ্যক অণুকে একত্রিত করে রাখে

ii. অণুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের ওপর নির্ভরশীল

iii. প্রধানত এক প্রকার চৌম্বক বল

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii

গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ক

২৬৪. পরমাণুসমূহের মধ্যে ন্যূনতম স্থিতিশক্তি বজায় রাখার জন্যে বিভিন্ন বন্ধন সৃষ্টি হয় উক্ত বন্ধনসমূহের মধ্যে— (উচ্চতর দক্ষতা)

i. আয়নিক বন্ধন খুবই দৃঢ়

ii. সমযোজী বন্ধনে পরমাণুসমূহে ইলেকট্রন

শেয়ার করে

iii. ধাতব বন্ধন সমযোজী বন্ধনের চেয়ে শক্তিশালী
নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii

গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ক

২৬৫. একটি ধাতব গোলকের উপর $3 \times 10^6 \text{Nm}^{-2}$ আয়তন পীড়ন প্রয়োগ করলে ০.২ আয়তন বিকৃতি হয়। তাহলে— (অনুধাবন)

i. আয়তন গুণাঙ্কের মান হলো $1.5 \times 10^7 \text{Nm}^{-2}$

ii. $4 \times 10^6 \text{Nm}^{-2}$ আয়তন পীড়ন প্রয়োগ করলে আয়তন বিকৃতি হবে ০.২৬৭

iii. $2 \times 10^6 \text{Nm}^{-2}$ আয়তন পীড়ন প্রয়োগ করলে আয়তন বিকৃতি হবে ০.১৩৩

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii

গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii খ

২৬৬. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন ও অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত— (অনুধাবন)

i. একটি ধ্রুবক

ii. বস্তুর উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নামে পরিচিত

iii. K দ্বারা প্রকাশ করা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii

গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ক

২৬৭. তাপমাত্রা হ্রাস পেলে—

সরকারি এম এম কলেজ, যশোর/

i. তরলের সান্দ্রতাংক বাড়ে

ii. গ্যাসের সান্দ্রতাংক হ্রাস পায়

iii. সকল প্রবাহীর সান্দ্রতাংক হ্রাস পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii

গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ক

২৬৮. পানির পৃষ্ঠটান হ্রাস পায়— (অনুধাবন)

i. তাপমাত্রা হ্রাস পেলে

ii. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে

iii. সাবানের ফেনা মিশালে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii

গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii গ

২৬৯. স্পর্শ কোণ নির্ভর করে— (অনুধাবন)

- কঠিন ও তরলের প্রকৃতির ওপর
- তরলের মুক্ত পৃষ্ঠের উপরের মাধ্যমের ওপর
- তরলের ভরের ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

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

২৭০. আসঞ্জন বল সংসক্তি বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলে— (অনুধাবন)

- স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ হয়
- তরল কাচনলের দেয়ালকে ভিজায়
- কাচনলে তরলের আরোহণ ঘটে

নিচের কোনটি সঠিক?

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

২৭১. স্পর্শ কোণ 120° হলে কৈশিক নলে তরল— (অনুধাবন)

- উপরে উঠবে
- নিচে নামবে
- অপরিবর্তিত থাকবে

নিচের কোনটি সঠিক?

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

২৭২. পৃষ্ঠটানের ব্যবহার দেখা যায়— (জান) (আইজিয়ান স্কুল ও কলেজ, মতিবিল, ঢাকা)

- গাছে পানির পরিবহনে
- পানির উপর পোকামাকড়ের চলাচলে
- থার্মোমিটারের নলে পাদ ঢালতে

নিচের কোনটি সঠিক?

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

উদাহরণটি পড়ে ২৭৩ ও ২৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
তেলের ফোটার ঘনত্ব 800kgm^{-3} ও ব্যাসার্ধ $1 \times 10^{-4}\text{m}$ । ফোটাটি $1.722 \times 10^{-5}\text{Nsm}^{-2}$ সান্দ্রতা গুণাক্ত বিশিষ্ট বায়ুর ভিতর দিয়ে পড়ছে। বায়ুর ঘনত্ব 1.3kgm^{-3} ।

২৭৩. ফোটাটির চূড়ান্ত গতিবেগ কত হবে? (প্রয়োগ)
(নটর ডেম কলেজ, ঢাকা)

- (ক) 0.51ms^{-1} (খ) 1.01ms^{-1}
(গ) 1.51ms^{-1} (ঘ) 2.01ms^{-1}

২৭৪. যদি ফোটাটিকে ও $1.002 \times 10^{-5}\text{Nsm}^{-2}$ সান্দ্রতা

গুণাক্ত বিশিষ্ট পানিতে নিমজ্জিত করা হয় তবে পানির মধ্যে— (প্রয়োগ) (নটর ডেম কলেজ, ঢাকা)

- (ক) এর প্রান্তিক বেগ বেশি
(খ) প্রান্তিক বেগ কম হবে
(গ) নিচের দিকে গতিশীল হবে
(ঘ) ফোটাটি স্থির থাকবে

উদাহরণটি পড়ে ২৭৫ – ২৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

0.5cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট পানির একটা ফোটা 25টি ক্ষুদ্র ফোটায় বিভক্ত করা হলো। পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$ ।

২৭৫. প্রতিটি ছোট ফোটার ব্যাসার্ধ কত হবে? (প্রয়োগ)

- (ক) $0.17 \times 10^{-1}\text{m}$ (খ) $0.17 \times 10^{-2}\text{m}$
(গ) $0.17 \times 10^{-3}\text{m}$ (ঘ) $0.17 \times 10^{-4}\text{m}$

২৭৬. বড় ফোটা থেকে ছোট ফোটাগুলো তৈরি হওয়ায় ক্ষেত্রফলের কী পরিমাণ বৃদ্ধি ঘটল? (প্রয়োগ)

- (ক) $5.93 \times 10^{-2}\text{m}^2$ (খ) $5.93 \times 10^{-3}\text{m}^2$
(গ) $5.93 \times 10^{-4}\text{m}^2$ (ঘ) $5.93 \times 10^{-5}\text{m}^2$

২৭৭. উপরোক্ত ক্ষেত্রে— (অনুধাবন)

- পৃষ্ঠশক্তি বৃদ্ধি $427.68 \times 10^{-7}\text{J}$
- ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ $427.68 \times 10^{-7}\text{J}$
- পৃষ্ঠটানের বৃদ্ধি $427.68 \times 10^{-7}\text{Nm}$

নিচের কোনটি সঠিক?

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

উদাহরণটি পড়ে ২৭৮ ও ২৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

r ব্যাসার্ধের একটি বৃদ্ধবৃদ্ধের পৃষ্ঠটান T যার মধ্যে P চাপের বাতাস আছে। এর মধ্যে আরও বাতাস প্রবেশ করানোর ফলে এর ব্যাসার্ধ হলো $2r$ ।

২৭৮. দ্বিতীয় বৃদ্ধবৃদ্ধের ক্ষেত্রে পৃষ্ঠটান হবে— (প্রয়োগ)

(রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা)

- (ক) T এর চেয়ে সামান্য কম
(খ) T এর সমান
(গ) T এর চেয়ে সামান্য বেশি
(ঘ) $2T$ এর সমান

২৭৯. দুই ক্ষেত্রে পৃষ্ঠশক্তির অনুপাত হবে— (প্রয়োগ)

(রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা)

- (ক) 4 (খ) 2
(গ) 1 (ঘ) $\frac{1}{2}$