

## পদার্থের গাঠনিক ধর্ম



পরীক্ষায় কমন পেতে অনন্য প্রশ্নোত্তর

**প্রশ্ন ▶ ১** 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  $4.8 \times 10^7 Nm^{-2}$ । তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$ ।

◀ শিখনফল: ৪ ও ৬/ক. বো. ২০১৬/

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

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l = ?$

আমরা জানি,  $Y = \frac{FL}{Al}$

বা,  $l = \frac{mgL}{YA}$

$$= \frac{0.1 \times 9.8 \times 0.50}{2 \times 10^{11} \times 10^{-6}}$$

$$= 2.45 \times 10^{-6} m \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** দেয়া আছে,

বস্তুর ভর,  $m = 0.1 kg$

তারের দৈর্ঘ্য তথা বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.50 m$

ঘূর্ণন সংখ্যা,  $N = 600$

সময়,  $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ sec.}$

তারের টান,  $F = ?$

কৌণিক বেগ  $\omega$  হলে,

$$F = m\omega^2 r = m \left( \frac{2\pi N}{t} \right)^2 r$$

$$= 0.1 \times \left( \frac{2 \times 3.1416 \times 600}{60} \right)^2 \times 0.50$$

$$= 197.39 N$$

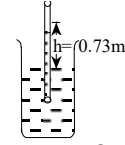
আবার, তারের অসহ পীড়ন =  $\frac{\text{অসহ বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

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

লক্ষ করি,  $F > 48$

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

**প্রশ্ন ▶ ২**



চিত্রে পানিপূর্ণ বীকারে ডুবানো কৈশিক নলের ব্যাস 0.04 mm উপরের উদ্দীপকের আলোকে নিচের প্রশ্নের উত্তর দাও:

◀ শিখনফল: ১৬/চ. বো. 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

### ২ 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,  $h = 0.73$  m  
কৈশিক নলের ব্যাস,  $d = 0.04$  mm  
∴ ব্যাসার্ধ,  $r = 0.02$  mm =  $0.02 \times 10^{-3}$  m  
পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1000$  kg·m<sup>-3</sup>  
∴ পানির তলটান,

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

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

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

- ঘ মনে করি,  
কৈশিক নলের পরিবর্তিত ব্যাসার্ধ =  $r'$   
পানির উচ্চতা,  $h = 0.80$  m  
পানির তলটান,  $T = 0.07154$  N·m<sup>-1</sup> [(গ) উ: হতে]  
পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1000$  kg·m<sup>-3</sup>

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

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

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

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

- প্রশ্ন ▶ ৩ রিমি পরীক্ষা করে দেখলো যে, 4mm ব্যাসের একটি লোহার গোলক কেরসিন তেলে  $4 \times 10^{-2}$  ms<sup>-1</sup> প্রান্ত বেগ নিয়ে পড়ে। রিমির ধারণা হল কেরসিন অপেক্ষা গ্লিসারিনে গোলকটির প্রান্তবেগ বেশি হবে। লোহার ঘনত্ব  $7800$  kgm<sup>-3</sup>, কেরসিনের ঘনত্ব  $800$  kgm<sup>-3</sup>, গ্লিসারিনের ঘনত্ব  $1250$  kgm<sup>-3</sup>, গ্লিসারিনের সান্দ্রতাংক  $1.6$  Nms<sup>-2</sup>।

◀ শিখনফল: ১২/সি. বো. ২০১৬/

- 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. উদ্ভীপকের তথ্যের ভিত্তিতে রিমির ধারণা সঠিক কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

### ৩ 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। সূতরাং বলা যায় সকল সেকেন্ড দোলক সরল দোলক। কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয়।

- গ দেওয়া আছে,  $d = 4$  mm =  $4 \times 10^{-3}$  m  
∴  $r = 2 \times 10^{-3}$  m  
 $v_t = 4 \times 10^{-2}$  m·s<sup>-1</sup>  
 $\rho_s = 7800$  kg·m<sup>-3</sup>  
 $\rho_f = 800$  kg·m<sup>-3</sup>

আমরা জানি,

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

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

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

- আবার,  $F = 6\pi\eta r v_t$   
 $= (6 \times 3.1416 \times 1.5244 \times 2 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-2}) \text{ N}$   
 $= 2.29987 \times 10^{-3} \text{ N (Ans.)}$

- ঘ দেওয়া আছে, লোহার ঘনত্ব,  $\rho_s = 7800$  kg·m<sup>-3</sup>  
গ্লিসারিনের ঘনত্ব,  $\rho_f = 1250$  kg·m<sup>-3</sup>  
গ্লিসারিনের সান্দ্রতাংক,  $\eta = 1.6$  N·s·m<sup>-2</sup>  
ব্যাসার্ধ,  $r = 2 \times 10^{-3}$  m  
প্রান্তবেগ,  $v_t = ?$

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

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

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

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

- ∴ রিমির ধারণা সঠিক নয়।

- প্রশ্ন ▶ ৪ তমালিকা ভিন্ন ব্যাসের একই পদার্থের দু'টি ধাতব গোলক তাপিন তেলের মধ্যে ছেড়ে দিল। গোলক দু'টি প্রান্তিক বেগে তাপিন তেলের তলায় গিয়ে পড়ল। ধাতব পদার্থের ঘনত্ব  $8 \times 10^3$  kgm<sup>-3</sup>, তেলের ঘনত্ব  $8.9 \times 10^2$  kgm<sup>-3</sup> এবং বড় গোলকের ব্যাস 6 cm. [তাপিন তেলের সান্দ্রতাংক  $1.5 \times 10^{-2}$  Pa·s] (সংশোধিত)

◀ শিখনফল: ১২/ব. বো. ২০১৬/

- ক. মৌলিক রাশি কাকে বলে? ১  
খ. বাঁক নেয়া রাস্তার পাশে সতর্কীকরণ সাইনবোর্ডে গাড়ির গতিবেগ  $60$  kmh<sup>-1</sup> 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

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

- খ বাঁক 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 বাঁক নিতে গেলে কেন্দ্রবিমুখী বলের কারণে তা বাইরের দিকে ছিটকে পড়ে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

বাক নেয়া রাস্তায় গাড়ির গতিবেগ  $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  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** এখানে, সান্দ্রতাংক,  $\eta = 1.5 \times 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$

বড় গোলকের ব্যাসার্ধ,

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

গোলকের ঘনত্ব,  $\rho_s = 8 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$

তরলের ঘনত্ব,  $\rho_c = 8.9 \times 10^2 \text{ kg}/\text{m}^3$

**Note:** লক্ষ করো—

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

$$\text{প্লবতা} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_c g$$

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

জানা আছে,

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

আবার, সান্দ্র বল,

$$\begin{aligned} F &= 6\pi\eta r v \\ &= 6\pi\eta r \cdot \frac{2r^2(\rho_s - \rho_c)g}{9\eta} \\ &= \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_s - \rho_c)g \\ &= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (3 \times 10^{-2})^3 \times (8 \times 10^3 - 8.9 \times 10^2) \times 9.8 \\ &= 7.88 \text{ N (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** গোলকদ্বয়ের যেটির প্রান্তিক বেগ বেশি সেটি আগে পড়বে।

ধরা যাক, বড় ও ছোট গোলকের প্রান্তিক বেগ যথাক্রমে  $v_{r1}$  ও  $v_{r2}$ ।

দেওয়া আছে,

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

তর্পিন তেলের ঘনত্ব,  $\rho_f = 8.9 \times 10^2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

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

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

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

বড় গোলকের প্রান্তিক বেগ,  $v_{r1} = \frac{2r_1^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$

ছোট গোলকের প্রান্তিক বেগ,  $v_{r2} = \frac{2r_2^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$

$$\text{সুতরাং } \frac{v_{r1}}{v_{r2}} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{(3 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(2 \times 10^{-2} \text{ m})^2} = \frac{9}{4}$$

$$\text{বা, } v_{r1} = \frac{9}{4} v_{r2}$$

সুতরাং  $v_{r1} > v_{r2}$ । যেহেতু বড় গোলকটির প্রান্ত বেগ ছোট গোলকের প্রান্তিক বেগ থেকে বেশি তাই বড় গোলকটি আগে নিচে পড়বে।

**প্রশ্ন ▶ ৫** 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।

◀ *শিখনফল: ৬ ও ৮/ঢা. বো. ২০১৬/*

- ক. তাৎক্ষণিক বেগ কাকে বলে? ১
- খ. পানির ফোঁটা গোলাকৃতি হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। 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

### ৫ 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।

**গ** প্রথম তারের ব্যাসার্ধ,  $r_1 = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$   
প্রথম তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A_1 = \pi r_1^2 = 3.14 \times (0.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 = 0.785 \times 10^{-6} \text{ m}^2$   
প্রযুক্ত বল,  $F = 5 \times 10^3 \text{ N}$

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

আমরা জানি,

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

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A_1} \times \frac{l_1}{L_1} \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{5 \times 10^3 \text{ N}}{0.785 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \times 0.05 \\ &= 15.9 \times 10^7 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

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

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

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

দ্বিতীয় তারের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক,

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

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

তৃতীয় তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$\begin{aligned} A_3 &= \pi r_3^2 \\ &= 3.14 \times (1.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \\ &= 7.065 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

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

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 ▶ ৬** 0.2 mm ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক নলকে প্রথম ও দ্বিতীয় তরলে ডুবালে যথাক্রমে  $4^\circ$  এবং  $140^\circ$  স্পর্শকোণ তৈরি হয়। প্রথম ও দ্বিতীয় তরলের পৃষ্ঠটান যথাক্রমে  $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$  এবং  $465 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল: ১৬/রা. বো. ২০১৬/

- ক. লম্বি ভেক্টর কাকে বলে? ১
- খ. কেন্দ্রমুখী ত্বরণের ভেক্টর রূপ 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

#### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

**খ** যখন কোনো কণা কোনো বিন্দুকে কেন্দ্র করে  $\omega$  সমকৌণিক বেগে ঘূরে তখন এর ত্বরণ হয়,  $\vec{a} = -\omega^2 \vec{r} = -\frac{v^2}{r^2} \vec{r}$ । এখানে  $\vec{r}$  হচ্ছে যে কোনো মূহুর্তে 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, (তরলদ্বয়ের ঘনত্ব দেয়া নেই)

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

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

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

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

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

তরলের উচ্চতা,  $h_1 = ?$

কৈশিকতার তত্ত্ব থেকে আমরা জানি,

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

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

$$\begin{aligned} &= \frac{2 \times 72 \times 10^{-3} \times \cos 4^\circ}{0.2 \times 10^{-3} \times 1000 \times 9.8 \text{ m}} \\ &= 0.073 \text{ m} \end{aligned}$$

∴ কৈশিক নলে তরলের উত্থান 0.073 m (Ans.)

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

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

স্পর্শকোণ,  $\theta_2 = 140^\circ$

যেহেতু স্পর্শকোণ  $140^\circ$ , তাই বলা যায় এটি পারদ।

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

আমরা জানি,

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

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

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

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

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 ▶ ৭** 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।

◀ শিখনফল: ৬ ও ৭/ঢা. বো. ২০১৫/

- 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

#### ৭ 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  $\Delta D$  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,  $Y_2 = \frac{F}{\pi r_2^2} / \frac{l_2}{L}$

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

$$\therefore Y_1 = 2.083 Y_2$$

সুতরাং প্রথম তারের স্থিতিস্থাপকতা বেশি।

**প্রশ্ন ▶ ৮** একটি পরীক্ষাগারে দুইটি কক্ষ। কক্ষ দুইটিতে দুইটি তার বুলানো আছে। প্রথম কক্ষের কক্ষ তাপমাত্রা  $2^\circ\text{C}$  এবং দ্বিতীয় কক্ষের কক্ষ তাপমাত্রা  $50^\circ\text{C}$ । দ্বিতীয় তারটি প্রথম তার অপেক্ষা মোটা। প্রথম তারের দৈর্ঘ্য  $1 \text{ m}$ , ব্যাস  $5 \text{ mm}$ ,  $3 \text{ kg}$  ভর বুলানোর ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হল  $1 \text{ cm}$  এবং ব্যাসবৃদ্ধি  $0.01 \text{ mm}$ । আবার দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য  $3 \text{ m}$  ব্যাস  $15 \text{ mm}$  সম ভর দেওয়ায় দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি হল  $3 \text{ cm}$  এবং ব্যাস বৃদ্ধি  $0.03 \text{ mm}$ ।

◀ শিখনফল: ৪ ও ৭ / দি. বো. ২০১৫/

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? মতামত ব্যক্ত কর। ৪

### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি শব্দের তীব্রতা অপর একটি শব্দের তীব্রতার দশ গুণ হলে এদের তীব্রতা লেভলের 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,

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

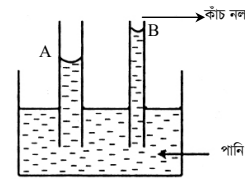
এখন প্রথম ও দ্বিতীয় তারের অসহ ভার যথাক্রমে  $M_1$  ও  $M_2$  হলে,

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

$$\therefore M_2 = 9 M_1$$

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

### প্রশ্ন ▶ ৯



উপরের চিত্রে প্রদর্শিত A নলের ব্যাস  $0.8 \text{ মি.মি.}$  এবং B নলের ব্যাস  $0.4 \text{ মি.মি.}$ । পানির স্পর্শ কোণ  $2^\circ$ , সৃষ্টটান  $72 \times 10^{-5} \text{ Nm}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল: ১৫ / সি. বো. ২০১৫/

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

## ৯ 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,

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \therefore h &= \frac{2T \cos\theta}{r\rho g} \\ &= \frac{2 \times 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} \times \cos 2^\circ}{0.2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} \\ &= 0.0734 \text{ m} \\ &= 7.34 \text{ cm (Ans)} \end{aligned}$$

ঘ কৈশিকতার তত্ত্ব হতে আমরা জানি, তরলের পৃষ্ঠটান,

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

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

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 ▶ ১০ 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 হ্রাস d(mm)
A	0.80	0.5	5	7	0.005
B	0.75	0.6	6	8	0.01

◀ শিখনফল: ৬ ও ৭ /ব. বো. ২০১৫/

- 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

## ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পৃথিবীর আঙ্গিক 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 দেওয়া আছে,

$$A \text{ তারের আদি দৈর্ঘ্য, } L = 0.80 \text{ m}$$

$$\text{আদি ব্যাস, } D = 2 \times 0.5 \text{ mm} = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি, } l = 7 \text{ mm} = 7 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{ব্যাসের হ্রাস, } d = 0.005 \text{ mm} = 0.005 \times 10^{-3} \text{ m}$$

বের করতে হবে, পয়সনের অনুপাত,  $\sigma = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \sigma = - \frac{d/D}{l/L}$$

$$= - \frac{dL}{Dl}$$

$$= - \frac{0.005 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0.80 \text{ m}}{10^{-3} \text{ m} \times 7 \times 10^{-3} \text{ m}} = -0.57 \text{ (Ans)}$$

ঘ A তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y_A = \frac{F_A L_A}{\pi r_A^2 l_A} = \frac{5 \text{ N} \times 0.80 \text{ m}}{3.1416 \times (0.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 7 \times 10^{-3} \text{ m}} = 7.28 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

B তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$$Y_B = \frac{F_B L_B}{\pi r_B^2 l_B} = \frac{6 \text{ N} \times 0.75 \text{ m}}{3.1416 \times (0.6 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 8 \times 10^{-3} \text{ m}} = 4.97 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

যেহেতু  $7.28 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2} > 4.97 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$

অর্থাৎ  $Y_A > Y_B$

অর্থাৎ A ও B তারটির মধ্যে A তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

প্রশ্ন ▶ ১১  $10^{-6} \text{ mm}$  ব্যাস বিশিষ্ট 64টি বৃষ্টির ফোঁটা  $2 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$  প্রাণ্ডীয় বেগে পড়ছে। পানির ঘনত্বের তুলনায় বাতাসের ঘনত্ব উপেক্ষণীয়। পানির পৃষ্ঠটান  $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ । ◀ শিখনফল: ১০ ও ১২

ক. মহাকর্ষীয় ধুবক কাকে বলে? ১

খ. কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তন কাল তার ভরের উপর নির্ভর করে না— ব্যাখ্যা করো। ২

- গ. বায়ুর সান্দ্রতা সহগ নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. উপরোক্ত ঘটনায় পানির সব ফোঁটা একত্রিত হলে তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি পাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একক ভর বিশিষ্ট দুটি বস্তু কণা একক দূরত্ব থেকে যে পরিমাণ বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে তার সংখ্যাগত মানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

**খ** মনে করি, পৃথিবীর ভর  $M$ , ব্যাসার্ধ  $R$  এবং ভূ-পৃষ্ঠ হতে  $h$  উচ্চতায়  $m$  ভরের কোনো কৃত্রিম উপগ্রহ  $T$  আবর্তনকালে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। এক্ষেত্রে কেন্দ্রমুখী বল = উপগ্রহের উপর অভিকর্ষ বল।

বা,  $m\omega^2 r = mg$  [ $r =$  উপগ্রহের বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ]

$$\text{বা, } m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h) = \frac{GMm}{(R+h)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h) = \frac{GM}{(R+h)^2} \text{ বা, } T^2 = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{GM} \dots\dots(i)$$

$$\therefore T = \frac{2\pi(R+h)\sqrt{R+h}}{\sqrt{GM}}$$

কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকালে উপরোক্ত রাশিমালায় উপগ্রহের ভরের রাশি  $m$  অনুপস্থিত। সুতরা, কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল তার ভরের ওপর নির্ভর করে না। আকারে ও ভরে ছোট বা বড় যাই হোক না কেন, কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল কেবল ভূ-পৃষ্ঠ হতে এর উচ্চতার ( $h$ ) ওপর নির্ভর করে; কারণ  $G$ ,  $M$ ,  $R$  রাশিগুলো ধ্রুবমানের।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{ফোঁটার ব্যাস} = 10^{-6} \text{ mm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$\therefore \text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{10^{-9}}{2} \text{ m} = 5 \times 10^{-10} \text{ m}$$

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

$$\text{অন্তঃবেগ, } v = 2 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$$

সান্দ্রতা সহগ,  $\eta = ?$

$$\text{আমরা জানি, } v = \frac{2r^2\rho g}{9\eta}$$

$$\therefore \eta = \frac{2r^2\rho g}{9v} = \frac{2 \times (5 \times 10^{-10})^2 \times 1000 \times 9.8}{9 \times 2 \times 10^{-2}} = 2.72 \times 10^{-14} \text{ Nsm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

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

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

$$\text{ফোঁটার সংখ্যা, } N = 64$$

বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ  $R$  হলে,

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

$$\text{বা, } R = r \sqrt[3]{N}$$

$$\therefore R = 5 \times 10^{-10} \sqrt[3]{64} = 2 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$\therefore$  উৎপন্ন তাপ,

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

$$= 4 \times 3.1416 \times \{64 \times (5 \times 10^{-10})^2 - (2 \times 10^{-9})^2\} \times 72 \times 10^{-3} = 1.085 \times 10^{-17} \text{ J}$$

কিন্তু আমরা জানি,  $H = mS\Delta\theta$

এখানে,  $m =$  বড় ফোঁটার ভর

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

$$= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (2 \times 10^{-9})^3 \times 1000$$

$$= 3.35 \times 10^{-23} \text{ kg}$$

$$\therefore \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta = \frac{H}{mS}$$

$$= \frac{1.085 \times 10^{-17}}{3.35 \times 10^{-23} \times 4200} = 77.1 \text{ K}$$

$$= 77.1^\circ\text{C (Ans.)}$$

**প্রশ্ন ১২** রফিক ও সফিক দুজন মেধাবী ছাত্র। রফিক পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে পরীক্ষণ চলাকালীন 2m দীর্ঘ এবং 1mm ব্যাসবিশিষ্ট একটি তারের ওপর 10N বল প্রয়োগ করে। তারটির উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ । অপরদিকে সফিক 1cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি পেট্রোল ফোঁটাকে ভেঙে সমআয়তনের এক বিলিয়ন ক্ষুদ্র ফোঁটায় বিভক্ত করে। পেট্রোলের পৃষ্ঠটান  $2.6 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল: ৬ ও ১৪

- ক. সেকেন্ড দোলক কাকে বলে? ১  
 খ. স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য কেটে ছোট করা হলে স্প্রিং-ধ্রুবক পরিবর্তিত হবে কি? ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. রফিকের তারটি দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. সফিকের ক্ষেত্রে পৃষ্ঠশক্তি বৃদ্ধি না কি শক্তির নির্গমন ঘটবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড, তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

**খ** স্প্রিং-এর ক্ষেত্রে  $F = -kx$  সমীকরণের  $x$  হলো প্রসারণ। স্প্রিং কেটে ছোট করে দিলে, একই বল প্রয়োগে স্প্রিং পূর্বাপেক্ষা কম প্রসারিত হয়। ফলে  $k$  এর মান বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ স্প্রিং-এর বল ধ্রুবক পরিবর্তিত হবে এবং এক্ষেত্রে মান বেড়ে যায়।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{তারের আদি দৈর্ঘ্য, } L = 2\text{m}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{1}{2} \text{ mm} = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{তারে প্রযুক্ত বল, } F = 10\text{N}$$

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

দৈর্ঘ্য প্রসারণ,  $l = ?$

কৃতকাজ,  $W = ?$

আমরা জানি,  $Y = \frac{FL}{Al}$

$$\text{বা, } l = \frac{FL}{AY}$$

$$= \frac{FL}{\pi r^2 Y}$$

$$= \frac{10 \times 2}{3.1416 \times (0.5 \times 10^{-3})^2 \times 2 \times 10^{11}}$$

$$= 1.27 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

$$= 0.5 \times \frac{Y \times \pi r^2 \times l^2}{L}$$

$$= 0.5 \times \frac{2 \times 10^{11} \times 3.1416 \times (0.5 \times 10^{-3})^2 \times (1.27 \times 10^{-4})^2}{2}$$

$$= 6.33 \times 10^{-4} \text{ J (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $R = 1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$

ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 1 \text{ বিলিয়ন} = 10^9$  টি

পৃষ্ঠটান,  $T = 2.6 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$

পৃষ্ঠশক্তি বৃদ্ধি,  $E = ?$

আমরা জানি,

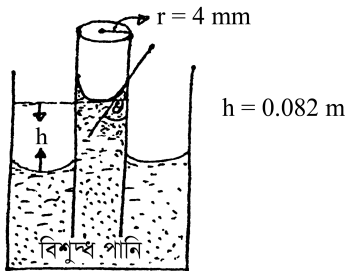
$$E = 4\pi R^2 (N^{\frac{1}{3}} - 1) T$$

$$= 4 \times 3.1416 \times (1 \times 10^{-2})^2 [(10^9)^{\frac{1}{3}} - 1] \times 2.6 \times 10^{-2}$$

$$= 32.63 \times 10^{-3} \text{ J}$$

∴ সফিকের ক্ষেত্রে পৃষ্ঠশক্তি  $32.63 \times 10^{-3} \text{ J}$  বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ▶ ১৩



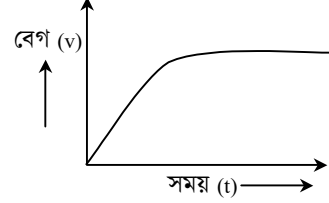
◀ শিখনফল: ১৬

- ক. সান্দ্রতা কী? ১
- খ. তরলের মধ্য দিয়ে পতিত বস্তুর বেগ বনাম সময়ের লেখচিত্র অঙ্কন করে ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপক অনুসারে তরলের পৃষ্ঠটান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপক অনুসারে কৌশিক নলের মধ্য দিয়ে আরোহিত তরলের ওজন কত হবে। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ তরলের মধ্য দিয়ে কোনো বস্তু নির্দিষ্ট বেগে পড়লে, অভিকর্ষের প্রভাবে বস্তুর বেগ বাড়ে। কিন্তু, উর্ধ্বমুখী বল তথা প্লাবতার জন্য বস্তুর নিট ত্বরণ হ্রাস পায়। তরলের সান্দ্রতা জনিত বলের প্রভাবে একসময় বস্তুটি ধুববেগে প্রাপ্ত হয়। একে অন্ত্যবেগ বলে। এক্ষেত্রে বেগ-বনাম-সময় লেখ হলো :



গ দেওয়া আছে,

তরল স্তম্ভের উচ্চতা,  $h = 0.082 \text{ m}$

কৌশিক নলের ব্যাসার্ধ,  $r = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$

জানা আছে,

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

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

বের করতে হবে, পৃষ্ঠটান,  $T = ?$

∴ স্পর্শ কোণ ক্ষুদ্র হলে,

আমরা জানি,

$$T = \frac{1}{2} \rho g h r$$

$$\text{বা, } T = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times 1000 \times 9.8 \times 0.082$$

$$\text{বা, } T = 1.6 \text{ Nm}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

তরল স্তম্ভের উচ্চতা,  $h = 0.082 \text{ m}$

কৌশিক নলের ব্যাসার্ধ,  $r = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$

জানা আছে,

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

আরোহিত তরলের আয়তন  $V$  হলে,

$$V = \pi r^2 h$$

আবার, আরোহিত তরলের ওজন  $W$  হলে,

$$W = \rho V$$

$$\text{বা, } W = \rho \pi r^2 h$$

$$\text{বা, } W = 1000 \times 3.1416 \times (4 \times 10^{-3})^2 \times 0.082 \times 9.8$$

$$\text{বা, } W = 0.0404 \text{ N}$$

সুতরাং, আরোহিত তরলের ওজন  $0.0404 \text{ N}$ ।

প্রশ্ন ▶ ১৪ লাভণ্য পরীক্ষাগারে  $0.5$  পয়সনের অনুপাত বিশিষ্ট একটি সুষম স্থিতিস্থাপক দণ্ডে বল প্রয়োগ করায়  $2 \times 10^{-3}$  দৈর্ঘ্য বিকৃতি ঘটালো। আবার সে একটি কৈশিক নল নিলো যার ব্যাস  $0.587 \text{ mm}$ । সে দেখলো কৈশিক নলটি পানিতে ডুবালে  $0.05 \text{ m}$  উর্ধ্বে উঠে কিন্তু পারদে ডুবালে  $1.55 \text{ m}$  অবনমিত হয়। পানি ও পারদের স্পর্শকোণ  $0^\circ$  এবং  $130^\circ$ , পানির ঘনত্ব  $10^3 \text{ kgm}^{-3}$  এবং পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব  $13.6$ ।

◀ শিখনফল: ৭ ও ১৬



- ক. আয়নিক বন্ধন কাকে বলে? ১  
 খ. কোন তারের দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে তারের অসহ বলের কী পরিবর্তন ঘটে ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. উদ্দীপকের স্থিতিস্থাপক দণ্ডের আয়তনের শতকরা পরিবর্তন নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত তথ্যের আলোকে পানি নাকি পারদ, কোনটির পৃষ্ঠটান বেশি হবে?— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করো। ৪

**১৪ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** ধাতব ও অধাতব মৌলের রাসায়নিক বিক্রিয়াকালে ধাতুর পরমাণুর বহিস্তর থেকে অধাতু পরমাণুর বহিস্তরে এক বা একাধিক ইলেক্ট্রন স্থানান্তরিত হওয়ার মাধ্যমে সৃষ্ট ধনাত্মক আয়ন ও ঋণাত্মক আয়নের মধ্যে স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল দ্বারা যে বন্ধন গঠিত হয়, তাকে আয়নিক বন্ধন বলে।

**খ** তারের দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে তারের অসহ বলের কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

কারণ, অসহ বল = অসহ পীড়ন × তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল।

যেহেতু দৈর্ঘ্যের উপর অসহ বল নির্ভর করে না, সেহেতু দৈর্ঘ্য পরিবর্তনে অসহ বল পরিবর্তন হয় না।

**গ** দেওয়া আছে, পয়সনের অনুপাত,  $\sigma = 0.5$

দৈর্ঘ্য বিকৃতি,  $\frac{\Delta L}{L} = 2 \times 10^{-3}$

∴ পার্শ্ববিকৃতি  $\frac{\Delta r}{r}$  হলে

$$\text{জানি, } \sigma = \frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta L}{L}}$$

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

আয়তন,  $V = \pi r^2 L$

$$\text{বা, } dV = 2\pi r L dr + \pi r^2 dL$$

$$\text{বা, } \frac{dV}{V} = \frac{2\pi r L dr + \pi r^2 dL}{\pi r^2 L} = 2\left(\frac{dr}{r}\right) + \frac{dL}{L}$$

$$\therefore \frac{\Delta V}{V} = 2\frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta L}{L} = (2\sigma + 1) \frac{\Delta L}{L}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{আয়তনের শতকরা পরিবর্তন} &= \frac{\Delta V}{V} \times 100\% \\ &= (2\sigma + 1) \frac{\Delta L}{L} \times 100\% \\ &= (2 \times 0.5 + 1) \times 2 \times 10^{-3} \times 100\% \\ &= 0.4\% \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** দেওয়া আছে, কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{0.587}{2} \text{ mm}$   
 $= 0.2935 \text{ mm}$   
 $= 2.935 \times 10^{-4} \text{ m}$

পানির আরোহণ,  $h_1 = 0.05 \text{ m}$

পারদের অবনমন,  $h_2 = -1.55 \text{ m}$

পানির স্পর্শকোণ,  $\theta_1 = 0^\circ$

পারদের স্পর্শকোণ,  $\theta_2 = 130^\circ$

পানির ঘনত্ব,  $\rho_1 = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

পারদের ঘনত্ব,  $\rho_2 = 13600 \text{ kgm}^{-3}$

পানির পৃষ্ঠটান  $T_1$  হলে,

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{r h_1 \rho_1 g}{2 \cos \theta_1} \\ &= \frac{2.935 \times 10^{-4} \times 0.05 \times 1000 \times 9.8}{2 \cos 0^\circ} \\ &= 71.9 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} \end{aligned}$$

পারদের পৃষ্ঠটান  $T_2$  হলে,

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{r h_2 \rho_2 g}{2 \cos \theta_2} \\ &= \frac{-2.935 \times 10^{-4} \times 1.55 \times 13600 \times 9.8}{2 \cos 130^\circ} \\ &= 111.86 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} \end{aligned}$$

উল্লেখিত তথ্যের আলোকে পারদের পৃষ্ঠটান পানির পৃষ্ঠটান অপেক্ষা বেশি হবে।

**প্রশ্ন ১৫**  $2 \times 10^{-4} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের একটি লোহার বল তর্পিন তেলের ভিতর সম্পূর্ণ নিমজ্জিত করে কেবল অভিকর্ষের প্রভাবে স্থির অবস্থা হতে গতিশীল হতে দেওয়া হলো। কিছু সময় পরে বলটি  $4 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$  প্রান্ত বেগ দিয়ে পড়তে থাকল। লোহা ও তর্পিন তেলের ঘনত্ব যথাক্রমে  $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$  এবং  $0.87 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ।

◀ শিখনফল: ১১

- ক. তরলের পৃষ্ঠটান কাকে বলে? ১  
 খ. সান্দ্রতা গুণাঙ্ক এবং স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মধ্যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য লিখ। ২  
 গ. তর্পিন তেলের সান্দ্রতাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. লোহার বলটির উপর ক্রিয়াশীল নিট বল বনাম সময় এর মধ্যে লেখচিত্র অঙ্কন কর এবং এর প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর। ৪

**১৫ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** কোনো তরলের পৃষ্ঠে একটি সরলরেখা কল্পনা করলে উক্ত রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ঐ রেখার দুই পার্শ্বে তরলের পৃষ্ঠ তলে এক অংশ অন্য অংশের উপরে যে স্পর্শক বল প্রয়োগ করে তাকে তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

**খ** পদার্থের ঘনত্ব বেশি হলে সান্দ্রতা গুণাঙ্ক এবং স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মান বেশি হয়। এটি হলো সাদৃশ্য।

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক  $\text{Nm}^{-2}$  এবং সান্দ্রতা গুণাঙ্কের একক  $\text{Nsm}^{-2}$  এককদ্বয় স্পষ্টত পরস্পর সমান নয়। এটি হলো বৈসাদৃশ্য।

**গ** দেওয়া, আছে,

লোহার বলের ব্যাসার্ধ,  $r = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$

প্রান্তবেগ,  $v_t = 4 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$

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

তর্পিন তেলের ঘনত্ব,  $\sigma = 0.87 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$

বের করতে হবে, সান্দ্রতাঙ্ক,  $\eta = ?$

আমরা জানি,

$$\eta = \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9v_t}$$

$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-4} \text{m})^2 (7.8 - 0.87) \times 10^3 \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2}}{9 \times 4 \times 10^{-2} \text{ms}^{-1}}$$

$$= 15.09 \times 10^{-3} \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ প্রথম অবস্থায় যখন লোহার বলটির গতিবেগ কম থাকে তখন স্টোকসের সূত্র ( $F = 6\pi\eta rv$ ) অনুসারে সান্দ্রতা বলের মান কম থাকে, কিন্তু অভিকর্ষ বল এবং প্লবতা বল ধ্রুবমানের থাকায় উল্লম্ব নিচের দিক বরাবর লম্বি বলের মান বেশি থাকে। এতে বলের গতিবেগ বাড়তে থাকে এবং সমানুপাতে সান্দ্রতা বলের মানও বাড়ে, ফলে লম্বি বলের মান কমতে থাকে। লোহার বলটি প্রান্তবেগ অর্জন



## প্রশ্নব্যাংক

### ► উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

**প্রশ্ন ১৬** নিধি একটি পাত্রে  $72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$  পৃষ্ঠটান এবং  $0.003 \text{Nsm}^{-2}$  সান্দ্রতা গুণাঙ্কের পানির মধ্যে  $0.02 \text{mm}$  ব্যাসের একটি কৈশিক নল ডুবিয়ে লক্ষ্য করলো, পানি নলের ভিতর আরোহন করছে। অপর একটি পাত্রে  $0.04 \text{m}$  ব্যাসার্ধের একটি গোলক  $1020 \text{kgm}^{-3}$  ঘনত্বের তরলের মধ্যে  $4 \text{ms}^{-1}$  প্রান্ত বেগে নিচে পড়ছে। গোলকের ঘনত্ব  $1200 \text{kgm}^{-3}$ । ◀ *শিখনফল: ১০ ও ১৬*

- ক. পয়সনের অনুপাত কাকে বলে? ১
- খ. ইস্পাত রাবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক কেন?—  
ব্যাখ্যা দাও। ২
- গ. কৈশিক নলে পানির আরোহন নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উভয় তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্কের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

### ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর দৈর্ঘ্য বরাবর পীড়ন প্রযুক্ত হলে এর ব্যাসার্ধ বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে ঐ পদার্থের পয়সনের অনুপাত বলে।

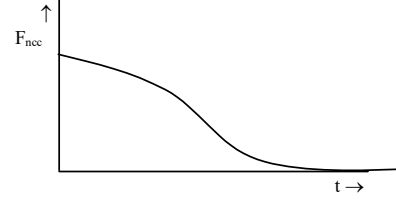
**খ** অভ্যন্তরীণ প্রত্যয়নী বলের মান অনেক বেশি হওয়ায় ইস্পাত রাবারের তুলনায় বেশি স্থিতিস্থাপক। কোনো বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা নির্ভর করে এর উপর প্রযুক্ত পীড়ন অপসারণের পর পুনরায় আগের অবস্থা প্রাপ্তির উপর তথা প্রত্যয়নী বলের উপর। ইস্পাতের প্রত্যয়নী বল রাবারের তুলনায় অনেক গুণ বেশি হওয়ায় স্থিতিস্থাপকতা বেশি হয়।



**সুপার টিপস :** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

**গ**  $0.5 \text{ mm}$  ব্যাসার্ধযুক্ত একটি কৈশিক নল  $7.3 \times 10^{-2} \text{Nm}^{-1}$  পৃষ্ঠটান যুক্ত তরলের মধ্যে খাড়াভাবে ডোবানো আছে। তরলের

করলে সান্দ্রতা এবং প্লাবতার যোগফল অভিকর্ষ বলের সমান হয়, তখন নেট বলের মান শূন্য হয়। বস্তুটি এ অবস্থাতেই (নেট বল শূন্য) পরবর্তীতে পতিত হতে থাকে। সুতরাং লোহার বলটির ওপর ক্রিয়াশীল নেট বল বনাম সময় লেখচিত্র নিম্নরূপঃ



ঘনত্ব  $1 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$  এবং এটি নলকে ভেজায়। নলের ভেতর তরল কত? উচ্চতা পর্যন্ত উঠবে নির্ণয় কর।

**ঘ** একটি পাত্রে  $0.04 \text{m}$  ব্যাসার্ধের একটি গোলক  $1020 \text{kgm}^{-3}$  ঘনত্বের তরলের মধ্যে  $4 \text{ms}^{-1}$  প্রান্ত বেগে নিচে পড়ছে। উক্ত তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। [গোলকের ঘনত্ব  $1200 \text{kgm}^{-3}$ ]

**প্রশ্ন ১৭**  $2 \text{m}$  দৈর্ঘ্য এবং  $5 \text{mm}$  ব্যাসের কোনো তারের দৈর্ঘ্য বরাবর একটি বল প্রয়োগ করায় এর ব্যাস  $0.01 \text{mm}$  কমে যায় এবং দৈর্ঘ্য  $2 \text{cm}$  বৃদ্ধি পায়। ◀ *শিখনফল: ৭*

- ক. সান্দ্রতা কী? ১
- খ. একটি নিরেট পানি বিন্দুর চেয়ে বাতাসপূর্ণ বুদ্ধবুদের পৃষ্ঠটান কম হয় কেন? ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত তারের পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. বল প্রয়োগে কোনো তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে ব্যাসার্ধ হ্রাস পায় এবং দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায় — গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে ধর্মের দরুন প্রবাহী তার অভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক বেগ রোধ করার চেষ্টা করে তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

**খ** বুদ্ধবুদের অভ্যন্তরে অতিরিক্ত চাপ,  $P = \frac{4T}{r}$  বা,  $T = \frac{Pr}{4}$  এবং তরল বিন্দুর অভ্যন্তরস্থ অতিরিক্ত চাপ,  $P = \frac{2T}{r}$  বা,  $T = \frac{Pr}{2}$

সুতরাং উভয় ক্ষেত্রে চাপ (P) এবং ব্যাসার্ধ (r) ধ্রুবমানের হলে তরল বিন্দুর তুলনায় বাতাসপূর্ণ বুদ্ধবুদের পৃষ্ঠটান কম হয়। এর মূল কারণ হলো, তরলের ক্ষেত্রে একটিমাত্র বক্রতল হলেও বুদ্ধবুদের ক্ষেত্রে (বায়ুর সংস্পর্শে রয়েছে) এরূপ বক্রতল দুইটি।



**সুপার টিপস :** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

**গ** এক মিটার দীর্ঘ একটি তারের ব্যাস 1cm। এর দৈর্ঘ্য বরাবর একটি বল প্রয়োগ করায় ব্যাস 0.01 mm হ্রাস পায় এবং দৈর্ঘ্য 1cm বৃদ্ধি পায়। তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করো।

**ঘ** পয়সনের অনুপাতের গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

**প্রশ্ন ▶ ১৮** 2mm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট গোলাকার প্রস্থচ্ছেদের এবং 7m দৈর্ঘ্যের ইস্পাতের একটি তারকে দৃঢ় অবস্থান হতে ঝুলিয়ে অপর প্রান্তে 1400g ভরের একটি ইট সংযুক্ত করা হলো।

◀ শিখনফল: ৪

- ক. আয়তন পীড়ন কাকে বলে? ১  
খ. আন্তঃআণবিক বল বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. তারটির উপর পীড়ন কত হবে? ৩  
ঘ. ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$  হলে, ইট ঝুলানোর ফলে ইস্পাতের তারটির দৈর্ঘ্য কতগুণ হলো— বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** আয়তন বিকৃতি ঘটাবার জন্যে যে পীড়ন প্রয়োগ করতে হয় তবে আয়তন পীড়ন বলে।

**খ** পদার্থের অণুগুলো পরস্পরের প্রতি আকর্ষণ বল প্রয়োগ করে। কাজেই তাদের মধ্যবর্তী আন্তঃআণবিক স্থান থাকা সত্ত্বেও তারা পরস্পর হতে বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে না। এ আকর্ষণ বলকেই আন্তঃআণবিক বল বলে। কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল অত্যন্ত বেশি কিন্তু তরল পদার্থের বেলায় এ বল তুলনামূলকভাবে অনেক কম। ফলে তরল পদার্থের কোনো নির্দিষ্ট আকার থাকে না। বায়বীয় পদার্থের আন্তঃআণবিক বল অতি নগণ্য। তাই বায়বীয় পদার্থের আকার বা আয়তন কিছুই নেই। এ আন্তঃআণবিক বলকেই স্থিতিস্থাপক বল বলা হয়।



**সুপার টিপস :** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

**গ** 0.4 cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি তারে 25 kg এর একটি বস্তু ঝুলিয়ে দেয়া হলো। তারের 1 m দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 1.02 m হলো। তারের বিকৃতি, পীড়ন ও ইয়ং গুণাঙ্কের মান বের করো।

**ঘ** 6 m দীর্ঘ এবং  $1 \text{mm}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি খাড়া তারের প্রান্তে 20 kg এর একটি ভর ঝুলিয়ে দেয়া হলো। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক  $2.35 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$  হলে তারটি কতটুকু বৃদ্ধি পাবে?

**প্রশ্ন ▶ ১৯** পারদ একমাত্র তরল ধাতু। এক পাত্রে রক্ষিত 1000cc পারদের উপর  $4.5 \times 10^7 \text{Nm}^2$  চাপ প্রযুক্ত হলো। অ্যালুমিনিয়ামের 7m দীর্ঘ এবং  $0.1 \text{cm}^2$  প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি তারে, পারদে প্রযুক্ত চাপের সমপরিমাণ পীড়ন প্রযুক্ত হলো। উল্লেখ্য, অ্যালুমিনিয়ামের জন্য,  $Y = 2.6 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$ ।

◀ শিখনফল: ৭

- ক. অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন কী? ১

খ. অ্যালুমিনিয়ামের দৃঢ়তা গুণাঙ্ক  $2.6 \times 10^{10} \text{Nm}^2$  এর অর্থ কী? ২

গ. পারদের আয়তন গুণাঙ্ক  $2.5 \times 10^{10} \text{Nm}^{-2}$  হলে, উদ্দীপকে উল্লিখিত পাত্রের পারদ কতটুকু সংকুচিত হবে? ৩

ঘ. সি.জি. এস. একক অনুযায়ী পারদের সংকোচনের চেয়ে তারের প্রসারণের সাংখ্যিক মান কতগুণ হবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি সৃষ্টির জন্যে বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের ওপর যে বল প্রয়োগ করতে হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন বলে।

**খ** অ্যালুমিনিয়ামের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক  $2.6 \times 10^{10} \text{N-m}^{-2}$  বলতে বুঝায়, একটি অ্যালুমিনিয়াম ঘনকের আকৃতি পরিবর্তন করে 1 রেডিয়ান ব্যবর্তন কোণ উৎপন্ন করতে ঐ ঘনকের পৃষ্ঠের প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের উপর  $2.6 \times 10^{10} \text{N}$  আনুভূমিক বল প্রয়োগ করতে হবে।



**সুপার টিপস :** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

**গ**  $5 \times 10^7 \text{Nm}^{-2}$  চাপে 1000 cc পারদ কতটুকু সংকুচিত হবে? পারদের আয়তন গুণাঙ্ক  $2.5 \times 10^{10} \text{Nm}^{-2}$ ।

**ঘ** 2m দৈর্ঘ্যের ও  $6 \times 10^{-4} \text{m}$  ব্যাসের একটি ইস্পাতের তারের এক প্রান্ত ছাদে বেঁধে অপর প্রান্তে 10 kg ভর ঝুলালে তারটির দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? [ $Y = 2.2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$ ]

**প্রশ্ন ▶ ২০** অলির ভর 40kg। সে 3m করে লম্বা চারটি প্লাস্টিকের সুতা দিয়ে তৈরী দোলনায় বসতে গিয়ে দেখল প্রতিটি সুতা 7cm লম্বা হচ্ছে যাতে দুলাতে অসুবিধা হচ্ছে। সুতার জায়গায় 0.10 cm ব্যাসের সমদৈর্ঘ্যের চারটি তার নিলে প্রতিটি তার মাত্র 3mm লম্বা হচ্ছে যাতে দুলাতে অসুবিধা হচ্ছে না। অলির ভর চারটি তারে সমানভাবে ভাগ হয়ে টান সৃষ্টি করেছে। তার ও প্লাস্টিকের সুতার ব্যাস একই ছিল।

◀ শিখনফল: ৪ ও ৭

ক. অসহ বল কাকে বলে? ১

খ. পীড়ন বলতে কী বোঝা? ২

গ. ঐ তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক কত? ৩

ঘ. সুতা ও তারের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক ছিল? তোমার মতামত ব্যাখ্যা কর। ৪

### ২০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সর্বাপেক্ষা কম যে ভারের বা ওজনের ক্রিয়ার ফলে কোনো বস্তু ছিড়ে বা ভেঙে যায় তাকে ঐ বস্তুর অসহ বল বলে।

**খ** বাহির থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর আকার বা আকৃতির পরিবর্তন ঘটলে স্থিতিস্থাপকতার জন্যে প্রযুক্ত বলের বিরুদ্ধে বস্তুর ভিতর হতে একটি বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর উদ্ভূত প্রতিরোধকারী এ বলের মানকে পীড়ন বলে। মনে করি, A ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো তলের উপর লম্বভাবে ক্রিয়াশীল বল F।

$$\therefore \text{পীড়ন} = \frac{F}{A}$$



**সুপার টিপস :** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

**গ** 0.01 বর্গ সেন্টিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারে 20 kg ভর ঝুলানো অবস্থায় তারের দৈর্ঘ্য 6m হয়। ভরটি অপসারণ করলে তারটির দৈর্ঘ্য 5.995 m. ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক কত?

**ঘ** সুতার চেয়ে ধাতব তারের স্থিতিস্থাপকতা বেশি— ব্যাখ্যা কর।

**প্রশ্ন ▶ ২১** পাঁচ বছরের একটি শিশুকে তার বাবা পুকুরে সাঁতার শিখাচ্ছেন। শিশুটি অনুভূমিক ভাবে ভেসে থাকা শিখে গেছে। শিশুটিকে তার বাবা কিছুক্ষণ পরপর হাত ধরে কিছুটা গভীরে নিয়ে গিয়ে অনুশীলন করাচ্ছেন। শিশুটির উচ্চতা 1.0m।

◀ **শিখনফল:** ১২ ও ১৩

- ক. অস্থিতিস্থাপক বস্তু কাকে বলে? ১  
খ. পানির পৃষ্ঠটান  $72 \times 10^{-3}$  N/m বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত শিশুটিকে অনুভূমিক বরাবর টেনে নিতে তার বাবাকে মোট 0.1456 N বল প্রয়োগ করতে হয়। পুকুরটির পানির পৃষ্ঠটান নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. শিশুটির বাবা পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষক। তাঁর প্রয়োগকৃত বলকে, পানির অণুসমূহের পারস্পরিক আকর্ষণ বল দ্বারা ব্যাখ্যা করতে আগ্রহী। তিনি যেসব সম্ভাব্য যুক্তি দিতে পারেন, সেগুলো উল্লেখ কর। ৪

### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বিকৃতিকারী বল অপসারণের ফলে যদি বস্তুর অবস্থার পুনঃপ্রাপ্তি না ঘটে তা। তাকে নমনীয়তা অস্থিতিস্থাপক বস্তু বলা হয়।

**খ** পানির পৃষ্ঠটানের মান ও এর অর্থ: পানির পৃষ্ঠটানের মান  $72 \times 10^{-3}$  Nsm<sup>-1</sup>। পানির পৃষ্ঠটান  $72 \times 10^{-3}$  Nsm<sup>-1</sup> বলতে বোঝায় পানি পৃষ্ঠে 1m লম্বা একটি রেখা কল্পনা করলে ঐ রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শক রূপে রেখার উভয় পাশে  $72 \times 10^{-3}$  N বল ক্রিয়া করে।



**সুপার টিপস :** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

**গ** পানির উপরিতলে রাখা 0.75m দীর্ঘ এক খণ্ড অনুভূমিকভাবে রাখা তারকে অনুভূমিকভাবে টেনে নিতে  $5.45 \times 10^{-2}$  N বলের প্রয়োজন হয়। পানির পৃষ্ঠটান কত?

**ঘ** পৃষ্ঠটানের আণবিক মতবাদ ব্যাখ্যা করো।

▶ **অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন**

**প্রশ্ন ▶ ২২** একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাত এবং একটি রাবারের তারের প্রতিটিতে 5kg ভর ঝুলালে ইস্পাত এর চেয়ে রাবার 4 গুণ বেশি বৃদ্ধি পায়। ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $Y = 2 \times 10^{11}$  Nm<sup>-2</sup>.

◀ **শিখনফল:** ৬

- ক. ইয়ং এর গুণাঙ্ক কী? ১  
খ. পয়সনের অনুপাত 0.2 বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. ইস্পাতের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করলে পীড়ন কত হবে? ৩  
ঘ. তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

**প্রশ্ন ▶ ২৩**  $2.5 \times 10^{-7}$  m ব্যাসার্ধের দুটি পানি বিন্দুকে একত্রিত করে তৃতীয় একটি পানি বিন্দুতে পরিণত করা হলো। উল্লেখ্য, পানির পৃষ্ঠটান 0.074 Nsm<sup>-1</sup>।

◀ **শিখনফল:** ১৩

- ক. সংসক্তি বলের আণবিক পাল্লার একক কী? ১  
খ. পৃষ্ঠটানের একক ও মাত্রা নির্ণয় করো। ২  
গ. পানি বিন্দুদ্বয়ের একত্রীকরণে নির্গত শক্তি কত হবে? ৩  
ঘ. উদ্দীপক মতে, পানি বিন্দুর তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হবে কী — গাণিতিক বিশ্লেষণ সহকারে মতামত দাও। ৪

**প্রশ্ন ▶ ২৪** একটি গোলাকার তেলের ফোঁটার ঘনত্ব 850 kgm<sup>-3</sup> ও ব্যাসার্ধ  $10^{-4}$  m।  $6 \times 10^3$  kgm<sup>-3</sup> ঘনত্বের এবং 2mm ব্যাসার্ধের একটি ধাতব গোলক পড়ছে। তেলের ফোঁটাটির সান্দ্রতাংক  $1.7 \times 10^{-5}$  Nsm<sup>-2</sup>।

◀ **শিখনফল:** ৯ ও ১৪

- ক. পৃষ্ঠশক্তির একক কী? ১  
খ. স্পর্শ কোণ বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত, গোলকটির চূড়ান্ত গতিবেগ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. তেলের সান্দ্রতাজনিত বল কত হতে পারে— বিশ্লেষণ করো। ৪