

# পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

## Structural Properties of Matter

অধ্যায়  
০৭

এ অধ্যায়ে  
অনন্য  
সংযোজন

শিখনফলের  
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠ্যবইয়ের সূত্রসহ  
প্রশ্ন ও উত্তর

সমর্পিত অধ্যায়ের  
প্রশ্ন ও উত্তর

সেরা কলেজের  
প্রশ্ন বিশ্লেষণ

জ্যাপন-এ  
MCQ Exam

### ডি.মি.কা (Introduction)

সকল কঠিন পদার্থই বল প্রয়োগে বিকৃত হয় এবং প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তু পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। এ বিকৃতির মান বলের পরিমাণ, বলের প্রয়োগ বিন্দু এবং বস্তুর ধর্মের ওপর নির্ভর করে। বস্তুর এ ধর্মই হচ্ছে স্থিতিস্থাপকতা। প্রত্যেক বস্তুই বলের একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে। একে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। কোনো বস্তু বা তারের ওপর ক্রমাগত পীড়নের (ভার/ক্ষেত্রফল) হাস-বৃন্দি করলে পীড়নের সাথে সাথে বিকৃতি হয় না অর্থাৎ, বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে। এ অবস্থায় অসহজের অপেক্ষা কম ভারে তারটি ছিঁড়ে যেতে পারে। বিখ্যাত বিজ্ঞানী লর্ড কেলভিন এ অবস্থার নাম দিয়েছেন স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি। তরল ও গ্যাসকে একত্রে প্রবাহী বলে। এদেরকে কোনো পাত্রে আবশ্য না করলে এরা চিরকাল প্রবাহিত হতে থাকবে।

### ► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক পাটে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে খুঁজে বের করার জন্য প্রতিটি পার্টের সাথে পৃষ্ঠা নম্বর দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা পার্টসমূহ অনুসরণে প্রস্তুতি গ্রহণ করলে পরীক্ষায় যেভাবেই প্রশ্ন আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিচিত করতে পারবে।

### PART 01 অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর



সৃজনশীল অংশ  
কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর  
পৃষ্ঠা : ৪৬৫-৫২



বহুনির্বাচনি অংশ  
১০০% নির্তুল প্রশ্ন ও উত্তর  
পৃষ্ঠা : ৫১৩-৫২৮

### PART 02 যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সৃজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ৫২৯



### PART 03 এক্সক্লিসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও ইচএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ৫৩১

### PART 04 বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতনুগতিক ধারার গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের সমরয়ে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৫০১



### PART 05 এক্সক্লিসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিচিতকরণে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ৫০১

### EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

- মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিদ্যবিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রয়োজন পৃষ্ঠা ৫০২

চিচার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে  
ভিন্ন ধারায় উপস্থাপন

শিখনফল

শিখন যাচাই

উপকরণ

### অধ্যায় সংশ্লিষ্ট বিজ্ঞানীর পরিচিতি



**আলেক্সেন্ডার গ্রেহাম বেল** মেরিকান ভৌত রসায়নবিদ সময়ের সময়ে বৃহৎ আবিষ্কার এবং ইলেক্ট্রন জোড় ধারণার জন্য স্বর্ণপীয় হয়ে আছেন। তিনি রাসায়নিক ব্যবনের আধুনিক ধারণা দেন।



**জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সেল** ক্রিন রসায়নবিদ আর্টিং ল্যাঙ্গুয়ার সময়ের সময়ে বৃহৎ নিয়ে গবেষণা করেন। তিনি গ্যাসপূর্ণ ইনক্যাডেসেট ল্যাম্প উভাবন করেন। ১৯৩২ সালে ল্যাঙ্গুয়ার নোবেল পুরস্কার লাভ করেন।



**জ্যারেল স্টেফেনসন** টিপ পদার্থবিদ ও পণ্ডিতজ্ঞ জর্জ গ্যারিয়েল স্টেকস তরলের সান্দুতা ও স্টেকস উপপাদ্যের জন্য বিখ্যাত। তিনি সমবর্তীত আলোর বর্ণনা দেওয়ার জন্য চারটি প্যারামিটার I, Q, U, G-গ্যারিয়েল স্টেকস V-এর ব্যাখ্যা প্রদান করেন।



### ওয়েব সাইটে তথ্য সংযোগ

অধ্যায়টিকে বিষয়বস্তুর ওপর শিখনফলের ধারাবাহিকতায় প্রশ্ন তৈরিতে এবং উত্তরকে তথ্যবস্তু ও নির্দৃষ্টতা নিচিতকরণে বোর্ড বইয়ের পাশাপাশি নিম্নোক্ত ওয়েব লিংকের সহায়তা নেওয়া হয়েছে—

[en.wikipedia.org/wiki/Intermolecular\\_force](http://en.wikipedia.org/wiki/Intermolecular_force)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Covalent\\_bond](http://en.wikipedia.org/wiki/Covalent_bond)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Intramolecular\\_force](http://en.wikipedia.org/wiki/Intramolecular_force)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Van\\_der\\_Waals\\_force](http://en.wikipedia.org/wiki/Van_der_Waals_force)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen\\_bond](http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_bond)

[en.wikipedia.org/wiki/Ionic\\_bonding](http://en.wikipedia.org/wiki/Ionic_bonding)

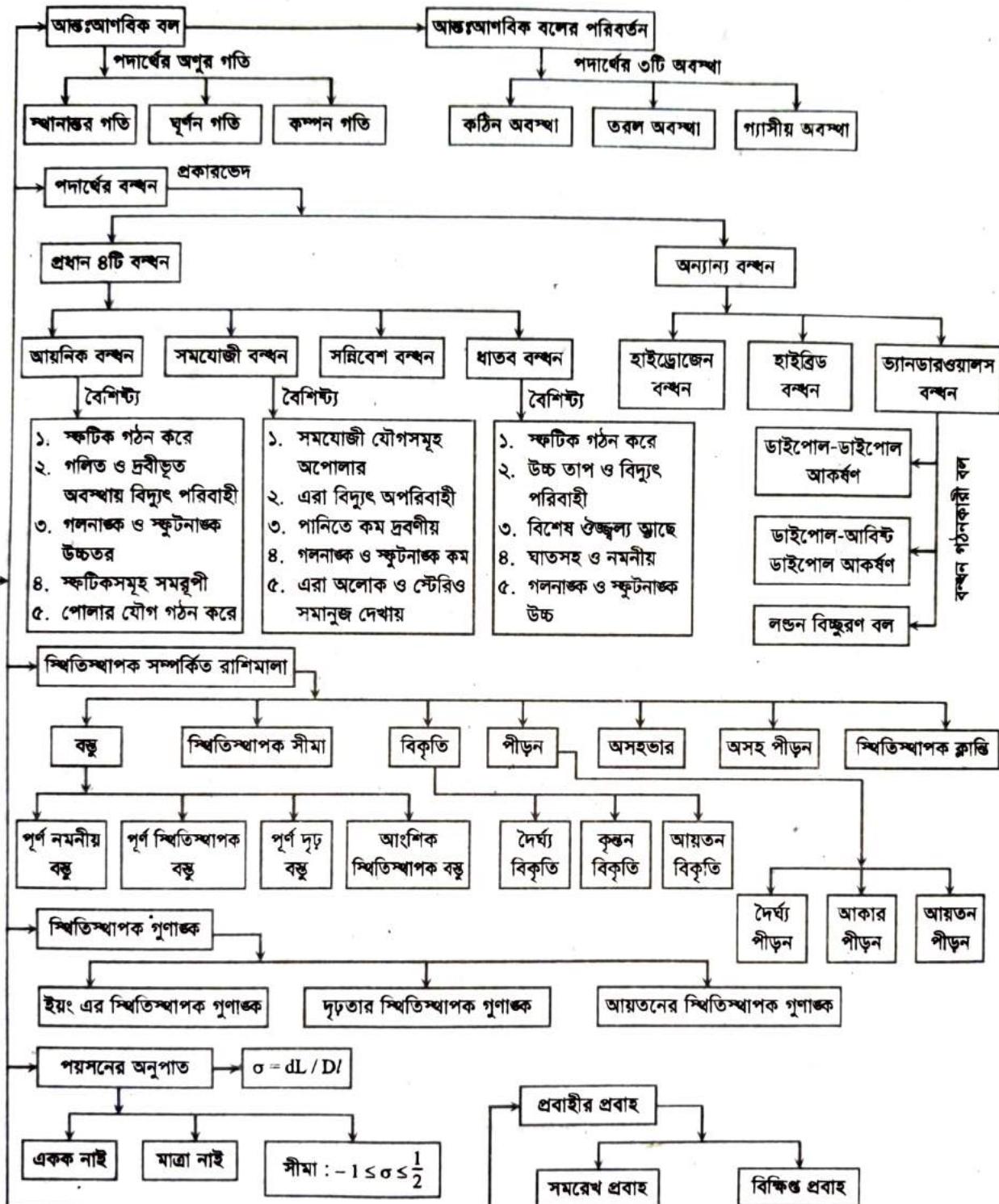
[en.wikipedia.org/wiki/Elasticity\\_\(physics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Elasticity_(physics))

[en.wikipedia.org/wiki/Terminal\\_velocity](http://en.wikipedia.org/wiki/Terminal_velocity)

୧୮  
ମୁଦ୍ରଣ

অধ্যায়ের  
প্রবাহ চিত্র

ପ୍ରିୟ ଶିକ୍ଷାରୀ ବସ୍ତୁରା, କୋମୋ ଅଧ୍ୟାୟର ବିଷୟବସ୍ତୁର ବିନ୍ୟାସ ଓ ଧାରାବାହିକତା ସମ୍ପର୍କେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହତେ ଧାରଣା ଥାକଲେ ଶ୍ରେ ଓ ଉତ୍ତର ଆୟାସ କରା ସହଜ ହୁଏ । ନିମ୍ନେ ଏ ଅଧ୍ୟାୟର ପୁରୁଷପୂର୍ଣ୍ଣ ବିଷୟବସ୍ତୁ ପ୍ରାବାହ ଚିତ୍ର (Flow Chart) ଆକାରେ ଉପମ୍ରାଗନ କରା ହୈଲୁ, ଯା ତୋମାଦେର ମହାନେ ଏକ ନଜାରେ ଅଧ୍ୟୟାୟଟି ସମ୍ପର୍କେ ଶ୍ରେଷ୍ଠ ଧାରଣା ପେତେ ସହାୟତା କରାବେ ।



## অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis).....

- ১০৬টি সৃজনশীল প্রক্ষ + উভর (বোর্ড প্রক্ষ ২৭টি + অনুশীলনীর প্রক্ষ ৬৫টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রক্ষ ৮টি + কলেজ প্রক্ষ ৫টি + সমর্বিত প্রক্ষ ১টি)
  - ৩১৪টি বহুনির্বাচনি প্রক্ষ + উভর (বোর্ড প্রক্ষ ৬১টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রক্ষ ১৯টি + কলেজ প্রক্ষ ১০৪টি + অনশীলনীর প্রক্ষ ৫০টি)

অনলাইনে প্রস্তুতি যাচাই



সৃজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি  
বহুনির্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি



শ্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পূর্ণবলে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দুটি অংশে বিভক্ত— সৃজনশীল অংশ ও বহুবির্বাচনি অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রথা ও উত্তরের পাশাপাশি এইচএসসি পরীক্ষা, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল, শীর্ষস্থানীয় কলেজ ও সমৰ্বিত অধ্যায়ের প্রোগ্রাম সংযোজন করা হয়েছে। প্রশ্ন ও উত্তরে সর্বশেষ সংশোধিত ফরম্যাট অনুসৃত হয়েছে।

### অধ্যায়ের শিখনকল

- পদাৰ্থের আন্তঃআণবিক বলের প্রকৃতি ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- পদাৰ্থের বিভিন্ন প্ৰকাৰ বস্থন ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- আন্তঃআণবিক বলের আলোকে পদাৰ্থের স্থিতিস্থাপক আচৰণ ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- স্থিতিস্থাপকতা সম্পর্কিত রাশিমালা ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- হুকের সূত্র ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- লেখচিত্ৰে সাহায্যে পীড়ন-বিকৃতিৰ সম্পর্ক ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- পয়সনেৰ অনুপাত ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- ব্যবহাৰিক : ভাৰ্নিয়াৰ প্ৰস্তুতি ব্যবহাৰ কৰে ইয়ং এৰ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নিৰ্ণয় কৰতে পাৰব।
- প্ৰবাৰ্হীৰ প্ৰবাহ এবং প্ৰতিক বেগ ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- সান্দুতা ও সান্দুতা গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- ঘৰ্ষণ ও সান্দুতাৰ সম্পর্ক ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- তৱলে পতনশীল বস্তুৰ ক্ষেত্ৰে স্টোক্স এৰ সূত্র ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- পৃষ্ঠান ও পৃষ্ঠাস্তুতি ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- সংস্কৃতি বল, আসঙ্গন বল এবং স্পৰ্শ কোণ ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।

### শিখন অৰ্জন যাচাই

- আন্তঃআণবিক বল সম্পর্কে ধাৰণা লাভ কৰতে পাৰব।
- ভ্যানডাৰ ওয়ালস বস্থন বা বল ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- আন্তঃআণবিক বল ও পদাৰ্থের স্থিতিস্থাপকতা সম্পর্কে ধাৰণা লাভ কৰতে পাৰব।
- ইয়ং-এৰ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নিৰ্ণয় কিভাবে কৰা হয় তা জানতে পাৰব।
- প্ৰতিক বেগেৰ সমীকৰণ নিৰ্ণয় কৰতে পাৰব।
- সান্দুতাৰে মাত্ৰা ও একক নিৰ্ণয় কৰতে পাৰব।
- কৈশিক নলে তৱলেৰ আৱোহণেৰ জন্য পৃষ্ঠান নিৰ্ণয়েৰ তত্ত্ব প্ৰতিপাদন কৰতে পাৰব।

### শিখন সহায়ক উপকৰণ

- বিভিন্ন ধৰনেৰ পদাৰ্থেৰ বস্থনেৰ ছবি ও ভিডিও।
- আন্তঃআণবিক বল, স্থিতিশক্তি ও আন্তঃআণবিক দূৰত্বেৰ রেখাচিত্ৰ।
- ক্লু গজেৰ সাহায্যে পৰীক্ষাধীন তাৰেৰ ব্যাসাৰ্ধ, নিৰ্ণয় এবং ছক।
- পৃষ্ঠানেৰ ব্যবহাৰেৰ বিভিন্ন ধৰনেৰ ছবি ও ভিডিও।
- এ অধ্যায়েৰ গুৱুত্পূৰ্ণ সূত্ৰাবলি, প্ৰতীক ও একক পৰিচিতিৰ চার্ট।



### সকল বোর্ডেৰ এইচএসসি পৰীক্ষাৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

প্ৰিয় শিক্ষার্থী, সারা দেশৰে ৮টি শিক্ষা বোর্ডেৰ এইচএসসি পৰীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়েৰ সৃজনশীল প্ৰশ্নসমূহেৰ যথাযথ উত্তৰ নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্ৰশ্ন ও উত্তৰ অনুশীলনেৰ মাধ্যমে তোমৰা এইচএসসি পৰীক্ষাৰ প্ৰস্তুতি পৰাবৰ্তন কৰতে পাৰব।

### এইচএসসি পৰীক্ষা ২০১৯ এৰ প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

**১** একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে  $200 \text{ cm}$  দৈৰ্ঘ্য ও  $1 \text{ mm}^2$  প্ৰস্থজ্বেদবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন উপাদানেৰ তাৰ A ও B ঝুলিয়ে তাৱলয়েৰ নিচে  $10 \text{ kg}$  কৰে ভৱ ঝুলানো হলো। ফলে A তাৱটিৰ দৈৰ্ঘ্য 7% ও B তাৱটিৰ দৈৰ্ঘ্য 8% বৃদ্ধি পেল।  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

**১** ক. সংন্মতা কী?

**১** খ. শীতল পানি থেকে গৱম পানিৰ গতি দ্রুততাৰ হয় কেন? ব্যাখ্যা দাও।

**২** **২** গ. B তাৱটিৰ একক আয়তনেৰ বিভব শক্তি কত?

**৩** **৩** ঘ. সমান বল প্ৰয়োগে বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধিৰ সাথে ইয়ং-এৰ গুণাঙ্কেৰ মধ্যে সম্পর্ক উদ্বোকেৰ আলোকে গণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কৰ।

(জ. বো. '১৯)

$$\therefore \text{বল, } F = mg = 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 98 \text{ N}$$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি, } l' = 0.08 \times L = 0.08 \text{ L}$$

$$\text{ইয়ং এৰ গুণাঙ্ক, } Y = ?$$

$$\text{একক আয়তনে বিভবশক্তি, } U = ?$$

$$\text{আমৰা জানি, } Y = \frac{FL}{Al} = \frac{98 \text{ N} \times L}{1 \times 10^{-6} \times 0.08 \text{ L}} = 12.25 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{আবাৰ, } U = \frac{1}{2} Y \left( \frac{l}{L} \right)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 12.25 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2} \times \left( \frac{0.08L}{L} \right)^2 = 3.92 \times 10^6 \text{ J}$$

**৩** ‘g’ হতে পাই,

$$B \text{ তাৰেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক, } Y_B = 12.25 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$A \text{ তাৰেৰ ক্ষেত্ৰে, } L = 2 \text{ m}$$

$$l' = 0.07 \times L = 0.07 \text{ L}$$

$$F = 98 \text{ N}$$

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

$$A \text{ তাৰেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক, } Y_A = ?$$

$$\text{আমৰা জানি, } Y_A = \frac{FL}{Al'} = \frac{98 \text{ N} \times L}{1 \times 10^{-6} \times 0.07 \text{ L}} = 14 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{এখন, } \frac{Y_B}{Y_A} = \frac{12.25 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}}{14 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}}$$

$$\therefore Y_B = 0.875 Y_A$$

অতএব, উপৱেৰ গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, B তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি বেশি কিন্তু ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক A তাৰেৰ চেয়ে কম। অৰ্থাৎ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধিৰ সাথে ব্যতীনুপাতে পৰিবৰ্তিত হয়।

**১** সংন্মতা হলো স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নেৰ অনুপাত।

**২** শীতল পানিৰ চেয়ে গৱম পানিৰ গতি দ্রুততাৰ হয়। এৰ কাৰণ তৱলেৰ প্ৰবাহগতি নিৰ্ভৰ কৰে এৰ সান্দুতা ধৰ্মেৰ উপৰ। যে তৱলেৰ সান্দুতা যত কম তাৰ দ্রুতি তত বেশি। পানিকে উত্তোলন কৰা হলে এৰ সান্দুতা সহগ ছান্স পায় ফলে এৰ গতি দ্রুততাৰ হয়।

**৩** এখনে, তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য,  $L = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$

তাৰেৰ প্ৰস্থজ্বেদেৰ ক্ষেত্ৰফল,  $A = 1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

তাৰ,  $m = 10 \text{ kg}$

একই আয়তন, উপাদান ও  $0.5 \times 10^{-2} \text{ m}$  ব্যাসার্ধবিহীন একটি নিরেট সিলিন্ডার ও গোলক একত্রে পানিতে ছেড়ে দেয়া হলো। বন্ধুয়ের উপাদানের ও পানির ঘনত্ব যথাক্রমে  $7800 \text{ kg m}^{-3}$  এবং  $1000 \text{ kg m}^{-3}$ । পানির সান্দৃতা সহগ  $0.001 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ।

ক. কৈশিকতা কাকে বলে?

খ. একটি হাইড্রোজেন গ্যাসবেলুন ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পরে ফেটে যায় কেন— ব্যাখ্যা কর।

গ. সিলিন্ডারটি পানির ডেতে খাড়াভাবে পতনশীল হলে এর প্রতি বেগ নির্ণয় কর।

ঘ. সিলিন্ডার ও গোলকের মধ্যে কোনটি অধিক সান্দু বল অনুভব করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

[ৱা. বো. '১৯]

### ২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কৈশিক নলে তরলের উঠা এবং নামা সংক্রান্ত ঘটনাকে কৈশিকতা বলে।

খ. বয়েলের স্ক্রান্সুরারে, আমরা জানি, স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন চাপের ব্যাসনুপাতিক। অর্থাৎ, চাপ কমলে আয়তন বাড়ে। ভূমি থেকে উচুতে উচ্চতে থাকলে আস্তে আস্তে চাপ কমতে থাকে ফলে আয়তন বাড়তে থাকে। এভাবে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পর আয়তন বাড়তে বাড়তে বেলুনের প্রসারণ সীমার বাইরে চলে যায় ফলে ফেটে যায়। একারণে একটি হাইড্রোজেন গ্যাস বেলুন ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পরে ফেটে যায়।

গ. এখানে, ব্যাসার্ধ,  $r = 0.5 \times 10^{-2} \text{ m}$

সিলিন্ডারের ঘনত্ব,  $\rho = 7800 \text{ kg m}^{-3}$

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

পানির সান্দৃতা সহগ,  $\eta = 0.001 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

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

প্রতিবেগ,  $v = ?$

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

$$= \frac{2 \times (0.5 \times 10^{-2})^2 (7800 - 1000) \times 9.8}{9 \times 0.001} \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore v = 370.22 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, সিলিন্ডারটি পানির মধ্যে খাড়াভাবে পতনশীল হলে এর প্রতিবেগ  $370.22 \text{ m s}^{-1}$  হবে।

ঘ. এখানে, ব্যাসার্ধ,  $r = 0.5 \times 10^{-2} \text{ m}$

ধরা যাক, সিলিন্ডারটির দৈর্ঘ্য  $h$

$\therefore$  উদ্ধীপক অনুসারে,

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = \pi r^2 h$$

$$\text{বা, } h = \frac{4}{3}r = \frac{4}{3} \times 0.5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\therefore h = 6.67 \times 10^{-3} \text{ m}$$

সিলিন্ডারটির তলের ক্ষেত্রফল,

$$A_1 = 2\pi r(r + h)$$

$$\text{বা, } A_1 = 2\pi \left( r + \frac{4}{3}r \right) = \frac{14\pi r^2}{3}$$

গোলকের তলের ক্ষেত্রফল,  $A_2 = 4\pi r^2$

আমরা জানি, সান্দুবল  $\alpha$  তলের ক্ষেত্রফল,

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

$$\text{বা, } \frac{F_1}{F_2} = \frac{14\pi r^2}{3 \times 4\pi r^2} = \frac{14}{12} = \frac{7}{6}$$

$$\therefore \frac{F_1}{F_2} > 1$$

$$\text{বা, } F_1 > F_2$$

অর্থাৎ, সিলিন্ডারটির উপর প্রযুক্ত সান্দু বল গোলকের উপর প্রযুক্ত সান্দু বল অপেক্ষা বেশি।

অতএব, সিলিন্ডারটি অধিক সান্দু বল অনুভব করবে।

ঝ. মানহা পানির উপরিতলে তাসমান  $5 \text{ cm}$  দৈর্ঘ্যের একটি তারকে অনুভূমিক অবস্থায় খাড়া উপরে তুললো। এরপর পানিতে একটি লোহার গোলককে ছেড়ে দিয়ে প্রতিবেগ পরিমাপ করলো। পরবর্তীতে ঐ পানির তাপমাত্রা বাড়িয়ে আবারও একই গোলককে ছেড়ে দিয়ে প্রতিবেগ পরিমাপ করলো।

ক. সংন্ধ্যাতা কাকে বলে?

খ. সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেশি হলে অণুগুলো আকর্ষণ না বিকর্ষণ বল লাভ করে—ব্যাখ্যা দাও।

গ. মানহা তারটিকে উপরে তুলতে কী পরিমাপ বল প্রয়োগ করবে নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্ধীপকের কোন ক্ষেত্রে প্রতিবেগ বেশি পাওয়া যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও।

[কু. বো. '১৯]

### ৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কৈশিক নলে তরলের উঠা এবং নামা সংক্রান্ত ঘটনাকে কৈশিকতা বলে।

খ. পদাৰ্থের উপাদানসমূহ যে বিশেষ ধৰনের আকর্ষণ শক্তি হারা পৰম্পরারে সাথে যুক্ত থাকে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে। আর অণুগুলো প্রায়  $10^{-9} \text{ m}$  থেকে  $10^{-10} \text{ m}$  দূরত্বে থেকে পৰম্পরাকে আকর্ষণ করে। এই দূরত্বের পরিবর্তন হলে আকর্ষণ বলের মানও পরিবর্তন হবে। দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিক বলের মান কমে। এ কারণেই কঠিন পদাৰ্থের আন্তঃআণবিক বলের মান সবচেয়ে বেশি এবং গ্যাসের সবচেয়ে কম।

অতএব, সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেশি হলে অণুগুলো আকর্ষণ করবে তবে দূরত্ব বাড়ার সাথে সাথে আকর্ষণের মাত্রা কমতে থাকবে।

ঘ. এখানে, তারের দৈর্ঘ্য,  $l = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$   
পানির পৃষ্ঠাটান,  $T = 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$

বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$T = \frac{F}{2l}$$

$$\text{বা, } F = T \times 2l = 72 \times 10^{-3} \times 2 \times 5 \times 10^{-2} \text{ N}$$

$$\therefore F = 7.2 \times 10^{-3} \text{ N}$$

অতএব, মানহা তারটিকে উপরে তুলতে  $7.2 \times 10^{-3} \text{ N}$  বল প্রয়োগ করবে।

ঝ. আমরা জানি, প্রাত বেগ,  $v = \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9\eta}$

এখানে,  $r = গোলকের ব্যাসার্ধ ; h = সান্দুতা গুণাঙ্ক$

$g = অভিকর্ষজ ত্বরণ ; \rho = গোলকের ঘনত্ব$

$\eta = পানির ঘনত্ব$

উপরিউক্ত স্কুন্সুরারে,  $r, g$  স্থির থাকলে সম্পর্কটি দাঁড়ায়  $v \propto (\rho - \sigma)$  অর্থাৎ প্রাত বেগ গোলকও পানির ঘনত্বের পার্থক্যের সমানুপাতিক এবং সান্দুতাঙ্কের ব্যাসনুপাতিক।

এখন তাপমাত্রা বাড়ালে পানির ঘনত্ব কমে বলে  $(\rho - \sigma)$  বাড়ে।

আবার তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে পানির সান্দুতাঙ্ক কমতে থাকে।

সুতরাং উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে প্রতিবেগ বাড়বে।

অতএব, উদ্ধীপকের ২য় ক্ষেত্রে প্রাত বেগ বেশি পাওয়া যাবে।

যাকি পরীক্ষাগারে একটি তার ইস্পাতের তৈরি কি না যাচাই করছিল। এজন্য সে 2 m দীর্ঘ এবং 1.12 mm ব্যাসবিশিষ্ট একটি তার নিল। তারটিতে 25 J বিভবশক্তি প্রয়োগ করায় তারটির দৈর্ঘ্য 3 cm বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস  $5 \times 10^{-3}$  mm হ্রাস পায়। বিশুল্খ ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

- ক. সন্দৰ্ভ কাকে বলে? ১
- খ. কাচ পৃষ্ঠে সম্পরিমাণ তেল ও পিসারিন রাখলে কোনটি বেশি জায়গা জুড়ে থাকবে? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উচ্চীপকের তারটির পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. রাফিকের ব্যবহৃত তারটি ইস্পাতের ছিল কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[চ. বো. '১৯]

### ৪নং প্রশ্নের উত্তর

যে ধর্মের জন্য প্রবাহী এর অভ্যন্তরীণ বিভিন্ন ভরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতির বিপরীতে (স্পন্সীয়ভাবে) বাধার সূচি করে তাকে প্রবাহীর সন্দৰ্ভ বলে।

আমরা জানি, যার ঘনত্ব যত কম একই বস্তুর সংস্পর্শে সে তত বেশি ছড়ায়। এখানে তেল ও পিসারিনের মধ্যে তেলের ঘনত্ব পিসারিন অপেক্ষা কম বলে একই বস্তুর সংস্পর্শে তেল বেশি ছড়াবে। এজন্য কাচ পৃষ্ঠে সম্পরিমাণ তেল ও পিসারিন রাখলে তেল বেশি জায়গা জুড়ে থাকবে।

$$\text{এখানে, ব্যাস, } D = 1.12 \text{ mm} = 1.12 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{ব্যাস পরিবর্তন, } \Delta d = -5 \times 10^{-3} \text{ mm} = -5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য, } L = 2 \text{ m}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য পরিবর্তন, } \Delta l = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

আমরা জানি,

$$\sigma = \frac{\frac{\Delta d}{D}}{\frac{\Delta l}{L}} = \frac{\Delta d \times L}{D \times \Delta l} = \frac{-5 \times 10^{-6} \times 2}{1.12 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-2}}$$

$$\therefore \sigma = -0.298$$

অতএব, উচ্চীপকের তারটির পয়সনের অনুপাত  $-0.298$ ।

এখানে, বিভব শক্তি,  $U = 25 \text{ J}$

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

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } l = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{1.12}{2} \text{ mm} = 5.6 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, } A = \pi r^2$$

$$= 3.1416 \times (5.6 \times 10^{-4})^2 \text{ m}^2$$

$$= 9.85 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$\text{ইস্পাতের ইয়াঁয়ের গুণাঙ্ক, } Y_s = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

ধরি, রাফিকের ব্যবহৃত তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক  $Y$

$$\text{সূতরাং, } U = \frac{1}{2} \frac{YA^2}{L}$$

$$\text{বা, } Y = \frac{2UL}{A^2} = \frac{2 \times 25 \times 2}{9.85 \times 10^{-7} \times (3 \times 10^{-2})^2} \text{ Nm}^{-2}$$

$$\therefore Y = 1.13 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে,  $Y \neq Y_s$

অর্থাৎ রাফিকের তারের ইয়ং গুণাঙ্ক এবং ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক এক নয়। অতএব, রাফিকের ব্যবহৃত তারটি ইস্পাতের ছিল না।

একটি দীপ পরেবণাগারে 6 m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের এবং আরেকটি সীসার তারের শেষ প্রান্তে পর্যায়ক্রমে 25 kg ভর ঝুলিয়ে দেওয়ার পর উভয় তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ পেল যথাক্রমে 0.026 m এবং 0.325 m [ $Y_s = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ]



- ক. বস্থন শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. আন্তঃআণবিক বলের সাথে আন্তঃআণবিক দূরত্বের সম্পর্ক কীরূপ? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রসারিত অবস্থায় ইস্পাত তারটির মধ্যে স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উচ্চীপকের কোন তারটির ভার নেওয়ার সামর্থ্য বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[সি. বো. '১৯]

### ৫নং প্রশ্নের উত্তর

যে শক্তির দ্রুত অগুতে পরমাণুময় আবস্থ থাকে তাকে বস্থন শক্তি বলে।

পদার্থের উপাদানসমূহ যে বিশেষ ধরনের আকর্ষণ শক্তি দ্বারা পরম্পরার সাথে যুক্ত থাকে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে। আর অগুলো প্রায়  $10^{-9} \text{ m}$  থেকে  $10^{-10} \text{ m}$  দূরত্বে থেকে পরম্পরাকে আকর্ষণ করে। এই দূরত্বের পরিবর্তন হলে আকর্ষণ বলের মানও পরিবর্তন হবে। দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিক বলের মান কমে। এ কারণেই কঠিন পদার্থের আন্তঃআণবিক বলের মান সবচেয়ে বেশি এবং গ্যাসের সবচেয়ে কম।

এখানে, তারের দৈর্ঘ্য,  $L = 6 \text{ m}$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{0.6}{2} \text{ mm} = 0.3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\therefore \text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, } A = \pi r^2 \\ = 3.1416 \times (0.3 \times 10^{-3})^2 \text{ m}^2 \\ = 2.83 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

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

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ, } I_1 = 0.026 \text{ m}$$

আমরা জানি, স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি,

$$U = \frac{1}{2} \frac{Y_s A I_1^2}{L} = \frac{1}{2} \times \frac{2 \times 10^{11} \times 2.83 \times 10^{-7} \times 0.026^2}{6} \text{ J}$$

$$\therefore U = 3.19 \text{ J}$$

অতএব, প্রসারিত অবস্থায় ইস্পাত তারটির মধ্যে স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি  $3.19 \text{ J}$ ।

এখানে, সীসার তারের দৈর্ঘ্য,  $L = 6 \text{ m}$

সীসার তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$A = \text{ইস্পাতের তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল} \\ = 2.83 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ ['গ' হতে]}$$

$$\text{বল, } F = mg = 25 \times 9.8 \text{ N} = 245 \text{ N}$$

$$\text{সীসার তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, } I_2 = 0.325 \text{ m}$$

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

ধরি, সীসার তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y_L$

$$\text{আমরা জানি, } Y_L = \frac{F}{A} = \frac{FL}{I_2} = \frac{245 \times 6}{2.83 \times 10^{-7} \times 0.325} \text{ Nm}^{-2}$$

$$\therefore Y_L = 1.6 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$$

দেখা যাচ্ছে,  $Y_s > Y_L$  অর্থাৎ ইস্পাতের মান সীসা অপেক্ষা বেশি। অতএব, উচ্চীপকের ইস্পাতের তারটির ভার নেওয়ার সামর্থ্য বেশি।

একটি স্টীল তারের উপর 10 N বল প্রয়োগে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় 0.1 mm। বলের পরিবর্তন করার ফলে একই দৈর্ঘ্যের এবং বিগুল ব্যাসার্ধের অন্য একটি তারে সম্পরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে।

ক. শিল্পীরাঙ্ক কী? ১

খ. স্থির ভরের কোনো প্রাপ্তি সম্প্রসারিত হলে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ পরিবর্তন হয় কি— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উচ্চীপকের প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উচ্চীপকে উচ্চিত্বিত বলের পরিবর্তনের পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[ব. বো. '১৯]

### ৩০ ৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তাঁর ভেতরের জলীয় বাস্প ছারা সম্পৃক্ত হয় তাকে এই বায়ুর শিশিরাত্মক বলে।

খ. আমরা জানি, মুক্তিবেগ,  $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

ভ. স্থির ধারকলে সম্পর্কটি দাঢ়ায়—

$$v_e \propto \frac{1}{\sqrt{R}}$$

অর্থাৎ, স্থির ভরের ক্ষেত্রে মুক্তিবেগ গ্রহের ব্যাসার্ধের বর্গমূলের ব্যতানুপাতিক। অতএব, স্থির ভরের কোনো গ্রহ সম্প্রসারিত হলে প্রাচীনতে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ কমবে।

গ. এখানে, প্রযুক্ত বল,  $F = 10 \text{ N}$

দৈর্ঘ্য বৃত্তি,  $l = 0.1 \text{ mm} = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m}$

কৃতকাজ,  $W = ?$

আমরা জানি,  $W = Fl = 10 \times 0.1 \times 10^{-3} \text{ J} = 10^{-3} \text{ J}$

অতএব, উদ্দীপকের ১ম তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে কৃতকাজ  $10^{-3} \text{ J}$ ।

ঘ. এখানে, ১ম বল,  $F = 10 \text{ N}$

১ম ক্ষেত্রে, ব্যাসার্ধ,  $r$

২য় ক্ষেত্রে, ব্যাসার্ধ,  $r' = 2r$

উভয় ক্ষেত্রে আদি দৈর্ঘ্য এবং দৈর্ঘ্য বৃত্তি যথাক্রমে  $L$  এবং  $l$ ।

এখন, উভয় তার স্টীলের হলে,

শর্তনুসারে,

$$\frac{FL}{A'l} = \frac{F'L}{A'l}$$

$$\text{বা, } \frac{F}{A} = \frac{F'}{A'}$$

$$\text{বা, } \frac{F}{\pi r^2} = \frac{F'}{\pi r'^2}$$

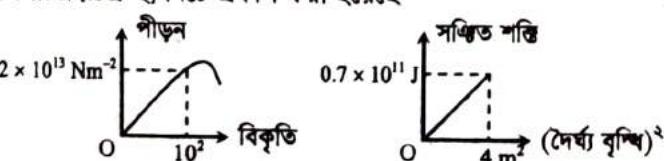
$$\text{বা, } F' = \left(\frac{r'}{r}\right)^2 \times F = \left(\frac{2r}{r}\right)^2 \times F = 4 \times F = 4 \times 10 \text{ N}$$

$$\therefore F' = 40 \text{ N}$$

$$\therefore \text{পরিবর্তন, } \Delta F = F' - F = (40 - 10) \text{ N} = 30 \text{ N}$$

অতএব, উদ্দীপকের উল্লিখিত বলের পরিবর্তনের পরিমাণ  $30 \text{ N}$ ।

**প্রশ্ন ৭** | 2 m দৈর্ঘ্যের ও  $0.8 \text{ mm}$  প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসবিশিষ্ট দুটি তার ভিত্তি তার নেওয়া হলো। তার দুটির প্রথমটির ক্ষেত্রে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বনাম বিকৃতির লেখচিত্র [চিত্র-১] এবং দ্বিতীয়টির ক্ষেত্রে মোট সঞ্চিত শক্তি বনাম (দৈর্ঘ্য বৃত্তি) $^2$  এর লেখচিত্র [চিত্র-২] নিচে প্রকাশ করা হয়েছে—



ক. স্থিতিস্থাপক ক্রান্তি কাকে বলে?

খ. পয়সনের অনুপাত ধনাত্মক বলতে কী বুঝায়?

গ. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ১ম তারে চিত্র-১ অনুসারে সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? নির্ণয় কর।

ঘ. দুটি তারের মধ্যে কোনটি অধিক স্থিতিস্থাপক—গাপিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর।

[নি. বো. '১৯]

### ৩১ ৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তু বা তারের উপর ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস বৃত্তি করলে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম হাস পায়। এর ফলে বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তু পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না। কিছুটা দেরী হয়। বস্তুর এই অবস্থাকে স্থিতিস্থাপক ক্রান্তি বলে।

খ. পয়সনের অনুপাত ধনাত্মক বলতে বুঝায় ধনাত্মক দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে পার্শ্ব বিকৃতিও ধনাত্মক হয়। অর্থাৎ বল প্রয়োগে বস্তুকে দৈর্ঘ্য বরাবর সম্প্রসারিত করলে এটি পার্শ্ব বরাবরও সম্প্রসারিত হয়।

গ. এখানে, চিত্র-১ অনুসারে, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে সর্বোচ্চ পীড়ন,  $\frac{F}{A} = 2 \times 10^{13} \text{ Nm}^{-2}$

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে সর্বোচ্চ বিকৃতি,  $\frac{l}{L} = 10^2$

১ম তারটির আয়তন,

$$V = AL = \pi r^2 L$$

$$= \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 L$$

$$= 3.1416 \times \left(\frac{0.8 \times 10^{-3}}{2}\right)^2 \times 2 \text{ m}^3$$

$$= 1.0053 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{13} \times 10^2 \times 1.0053 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$= 1.0053 \times 10^9 \text{ J}$$

অতএব, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ১ম তারে চিত্র-১ অনুসারে সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ  $1.0053 \times 10^9 \text{ J}$ ।

ঘ. চিত্র-১ অনুসারে, ১ম তারের ইয়ং গুণাঙ্ক,

$$\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{2 \times 10^{13}}{10^2} \text{ Nm}^{-2}$$

$$\therefore Y_1 = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

চিত্র-২ অনুসারে, ২য় তারের ক্ষেত্রে,

$$\text{সঞ্চিত শক্তি, } W = 0.7 \times 10^{11} \text{ J}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃত্তি, } l^2 = 4 \text{ m}^2$$

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

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$

$$= 3.1416 \times \left(\frac{0.8 \times 10^{-3}}{2}\right)^2$$

$$= 5.03 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

আমরা জানি,

$$W = \frac{Y_2 A l^2}{2L}$$

$$\text{বা, } Y_2 = \frac{2WL}{A l^2} = \frac{2 \times 0.7 \times 10^{11} \times 2}{5.03 \times 10^{-7} \times 4} \text{ Nm}^{-2}$$

$$\therefore Y_2 = 1.39 \times 10^{17} \text{ Nm}^{-2}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে,  $Y_2 > Y_1$

অতএব, দুটি তারের মধ্যে ২য় তারটি অধিক স্থিতিস্থাপক।

ঘ. এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

ঠ. দৃঢ় অবস্থার হতে 1 m দৈর্ঘ্যের একই উপাদানের দুটি তারের প্রত্যেকটির মূল্যপ্রাপ্তি 0.05 kg ভর বুলানো হলো। তারগুলোর ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 4 mm (ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $= 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ )।

ক. সান্দেহ কাকে বলে?

খ. বৃত্তির ফোটা গোলাকার কেন?

গ. প্রথম তারটির একক আয়তনে স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর।

ঘ. ভরসহ প্রত্যেকটি বুলানো তার সরল দোলকের ন্যায় আচরণ করলে কোনটি ধীরে চলবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর।

ঘ. ক. সেট : ঢাকা, রাজশাহী, যশোর, সিলেট, দিনাজপুর বোর্ড ২০১৮।

**৮নং অধ্যেত উত্তৰ**

ক) যে ধৰ্মের জন্য প্ৰবাহী এৰ অভ্যন্তৱীণ বিভিন্ন স্তৱেৱ মধ্যকাৰ আপেক্ষিক গতিৰ বিপৰীতে (স্পৰ্শীয়ভাৱে) বাধাৰ সৃষ্টি কৰে তাকে প্ৰবাহীৰ সান্দৰ্ভতা বলে।

খ) আমৰা জানি, পৃষ্ঠানোৰ কাৰণে তৱলেৰ মুক্ত পৃষ্ঠা বা মুক্ততল টানা স্থিতিস্থাপক পদাৰ্থেৰ মতো আচৰণ কৰে। এ কাৰণে বৱ আয়তনেৰ তৱল পদাৰ্থ পৃষ্ঠানোৰ কাৰণে তাৰ ক্ষেত্ৰফল ছান কৰতে চেষ্টা কৰে এবং সংকুচিত হয়। এ সময় তৱল পদাৰ্থ এমন জ্ঞানিক আকাৰ ধাৰণ কৰে যেন ক্ষেত্ৰফল সৰ্বাপেক্ষা কম হয়। তৱল পদাৰ্থ গোলাকাৰ হলে এৰ ক্ষেত্ৰফল সৰ্বনিম হয়। এ কাৰণেই বৃত্তিৰ ফোটা গোলাকৃতি হয়।

গ) আমৰা জানি,

$$\begin{aligned} \frac{FL}{A_1 l_1} &= Y \\ \text{বা, } l_1 &= \frac{FL}{A_1 Y} \\ &= \frac{FL}{\pi r_1^2 \times Y} \\ &= \frac{0.49 \times 1}{3.1416 \times (10^{-3})^2 \times 2 \times 10^{11}} \\ \therefore l_1 &= 7.799 \times 10^{-7} \text{ m.} \end{aligned}$$

∴ ১ম তাৰটিৰ একক আয়তনে স্থিতিশক্তি -

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \frac{Y l_1^2}{L_1^2} &= \frac{1}{2} \times \frac{2 \times 10^{11} \times (7.799 \times 10^{-7})^2}{1^2} = \frac{0.12165}{2} \\ &= 0.061 \text{ J} \end{aligned}$$

অতএব, প্ৰথম তাৰটিৰ একক আয়তনে স্থিতিশক্তি 0.061 J.

ঘ) এখানে, ১ম তাৰেৰ ব্যাসাৰ্ধ  $r_1 = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

২য় তাৰেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r_2 = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 2 r_1$   
'গ' হতে পাই,

১ম তাৰেৰ প্ৰসাৱণ,  $l_1 = 7.799 \times 10^{-7} \text{ m}$

২য় তাৰেৰ প্ৰসাৱণ  $l_2$  হলে,

$$\begin{aligned} \frac{FL}{\pi r_1^2 l_1} &= \frac{FL}{\pi r_2^2 l_2} \\ \text{বা, } l_2 &= \frac{r_1^2 \times l_1}{r_2^2} \\ &= \frac{r_1^2}{4r_1^2} l_1 = \frac{l_1}{4} = \frac{7.799 \times 10^{-7}}{4} \\ \therefore l_2 &= 1.95 \times 10^{-7} \text{ m} \\ \therefore l_1 > l_2 \end{aligned}$$

তৱল ঝুলানোৰ পৰ তাৰহয় প্ৰসাৱণ হয়ে যথাক্রমে  $L_1$  ও  $L_2$  দৈৰ্ঘ্য প্ৰাপ্ত হলে-

$$L_1 = L + l_1$$

$$L_2 = L + l_2$$

যেহেতু  $l_1 > l_2$  সেহেতু  $L_1 > L_2$

সৱল দোলকেৰ ক্ষেত্ৰে আমৰা জানি,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

এখন,  $L_1 > L_2$

$$\text{বা, } \frac{L_1}{L_2} > 1$$

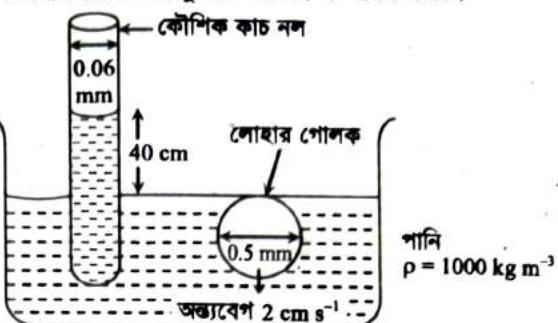
$$\text{বা, } \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} > 1$$

$$\text{বা, } \frac{T_1}{T_2} > 1$$

বা,  $T_1 > T_2$  অৰ্থাৎ প্ৰথম তাৰটিৰ দোলনকাল বেশি।

অতএব, তৱলহ প্ৰত্যেকটি ঝুলানো তাৰ সৱল দোলকেৰ ন্যায় আচৰণ কৰলে প্ৰথমটি ধীৱে চলবে।

তাজিন পৰীক্ষাগাৰে পানিৰ সান্দৰ্ভতা নিৰ্ণয়েৰ জন্য নিচেৰ চিত্ৰানুযায়ী পৰীক্ষা সম্পাদন কৰে।



ক. সান্দৰ্ভ সহগ কাকে বলে?

খ. স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে পয়সনেৰ অনুপাত প্ৰযুক্ত পীড়নেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না কেন?

গ. লোহার গোলকেৰ উপৰ পানিৰ সান্দৰ্ভ বল নিৰ্ণয় কৰ। (পানিৰ সান্দৰ্ভ গুণাঙ্ক  $3 \times 10^{-3} \text{ N s m}^{-2}$ )

ঘ. পৰীক্ষাগাৰে ব্যবহৃত পানি বিশুদ্ধ কি-না পৰীক্ষালক্ষ্য ফলাফল বিশ্লেষণ কৰে সিদ্ধান্ত দাও। (উল্লেখ্য বিশুদ্ধ পানিৰ পৃষ্ঠান 72  $\times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$ )

[খ সেট : কুমি঳া, চট্টগ্ৰাম, বৰিশাল বোর্ড ২০১৮]

**৯নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ**

ক) নিৰ্দিষ্ট তাপমাত্ৰায় প্ৰবাহীৰ দুটি স্তৱেৱ মধ্যে বেগেৰ নতি এক রাখতে প্ৰবাহীৰ স্তৱেৱ প্ৰতি একক ক্ষেত্ৰফলে যে স্পৰ্শকীয় বলেৱ প্ৰয়োজন হয় তাকে এ প্ৰিবাহীৰ সান্দৰ্ভ-সহগ বলে।

খ) পয়সনেৰ অনুপাত হচ্ছে স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে বস্তুৰ পাৰ্শ্ববিকৃতি ও দৈৰ্ঘ্য বিকৃতিৰ অনুপাত। অৰ্থাৎ পয়সনেৰ অনুপাত হচ্ছে দুটি একমাত্ৰিক বিকৃতিৰ অনুপাত। আবাৰ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে প্ৰযুক্ত পীড়ন যাই হোক না কেন, একমাত্ৰিক বিকৃতি সৰদা সমানুপাতিক। তাই স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে পয়সনেৰ অনুপাত প্ৰযুক্ত পীড়নেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না।

ঘ) এখানে, লোহার গোলকেৰ ব্যাসাৰ্ধ,

$$r = \frac{0.5}{2} \text{ mm} = 0.25 \text{ mm} = 0.25 \times 10^{-3} \text{ m}$$

অন্তঃবেগ,  $v = 2 \text{ cm s}^{-1} = 2 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$

পানিৰ সান্দৰ্ভাঙ্ক,  $\eta = 3 \times 10^{-3} \text{ N s m}^{-2}$

সান্দৰ্ভবল,  $F = নিৰ্ণয়$

আমৰা জানি,  $F = 6\pi\eta rv$

$$\begin{aligned} &= 6 \times 3.1416 \times 0.25 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2} \\ &= 2.827 \times 10^{-7} \text{ N} \end{aligned}$$

অতএব, লোহার গোলকেৰ উপৰ পানিৰ সান্দৰ্ভ বল  $2.827 \times 10^{-7} \text{ N}$ .

ঘ) এখানে, পানি ভন্ডেৰ উচ্চতা,  $h = 40 \text{ cm} = 40 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$\text{কৈশিক ললেৱ ব্যাসাৰ্ধ, } r = \frac{0.06}{2} \text{ mm} = 0.03 \times 10^{-3} \text{ m}$$

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

অভিকৰ্ষজ তুলণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

পৃষ্ঠান  $T$  হলে,

$$\text{আমৰা জানি, } T = \frac{hpgr}{2}$$

$$= \frac{40 \times 10^{-2} \times 1000 \times 9.8 \times 0.03 \times 10^{-3}}{2} \text{ N m}^{-1}$$

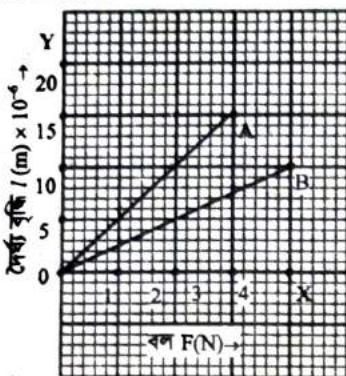
$$= 0.0588 \text{ N m}^{-1}$$

$$\therefore T = 58.8 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

উকিপকে প্ৰদত্ত তথ্যানুসাৰে নিৰ্ণয়কৃত পানিৰ পৃষ্ঠান বিশুদ্ধ পানিৰ পৃষ্ঠানেৰ সমান নয়। অতএব পৰীক্ষাগাৰে ব্যবহৃত পানি বিশুদ্ধ নয়।

### এইচএসসি পৰীক্ষা ২০১৭ এৰ প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

চিত্ৰ অনুসৰে A তাৰেৱ আদি দৈৰ্ঘ্য 1 m এবং প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল  $1 \text{ mm}^2$ । অপৰদিকে 2 m দৈৰ্ঘ্যেৰ B তাৰেৱ উপাদানেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক  $1.2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ । তাৰ দুটিৰ একটি অপেক্ষাকৃত মোটা এবং অপৰটি অধিক স্থিতিস্থাপক। প্ৰযুক্ত বলেৱ সাথে তাৰ দুটিৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধিৰ লেখচিত্ৰ চিত্ৰে প্ৰদৰ্শিত হয়েছে। A ও B দুটি তাৰেৱ একটি দিয়ে বড় একটি বোঝাকে বেধে অপৰ তাৰটি দিয়ে তা টেনে নিয়ে যাওয়া হলো।



ক. বীট বা বৰকম্প কাকে বলে?

খ. একই জাতীয় দুটি ভেট্ৰেৱ যোগফল ও বিয়োগফলেৱ মান সমান হতে পাৰে কি-না। তা ব্যাখ্যা কৰ।

গ. A তাৰটিৰ উপাদানেৰ ইয�়ং-এৰ গুণাঙ্ক নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. তাৰ দুটিৰ কোনটিকে কোন কাজে ব্যবহাৰ কৰা উপযোগী তা গাণিতিকভাৱে বিশ্ৰেষণেৰ মাধ্যমে মতামত দাও।

[ঢ. বো. '১৭]

### ১০নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. সমান বা প্ৰায় সমান তীব্ৰতা ও প্ৰায় সমান কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একই দিকে অগ্ৰগামী দুটি শব্দ তরঙ্গোৱ উপৰিপাতনেৰ ফলে শব্দেৰ বৃদ্ধি প্ৰাবল্যেৰ হ্ৰাস-বৃদ্ধি ঘটনাকে বৰকম্প বা বীট বলে।

খ. মনে কৰি, একই জাতীয় দুটি ভেট্ৰেৱ  $\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  এৰ মধ্যবৰ্তী কোণ ০ হলে এদেৱ যোগফল ও বিয়োগফলেৱ মান সমান হবে,

$$\text{অৰ্থাৎ, } |\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$$

$$\text{বা, } |\vec{A} + \vec{B}|^2 = |\vec{A} - \vec{B}|^2$$

$$\text{বা, } (\vec{A} + \vec{B}) \cdot (\vec{A} + \vec{B}) = (\vec{A} - \vec{B}) \cdot (\vec{A} - \vec{B})$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \vec{A} \cdot \vec{A} + \vec{B} \cdot \vec{A} + \vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{B} \cdot \vec{B} &= \vec{A} \cdot \vec{A} - \vec{B} \cdot \vec{A} \\ &\quad - \vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{B} \cdot \vec{B} \end{aligned}$$

$$\text{বা, } 2(\vec{A} \cdot \vec{B}) = -2(\vec{A} \cdot \vec{B}) [\because \vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}]$$

$$\text{বা, } 4(\vec{A} \cdot \vec{B}) = 0$$

$$\text{বা, } \vec{A} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\text{বা, } AB \cos \theta = 0 ; A \neq 0, B \neq 0$$

$$\text{বা, } \theta = 90^\circ$$

অতএব, একই জাতীয় দুটি ভেট্ৰেৱ মধ্যবৰ্তী কোণ  $90^\circ$  হলে অৰ্থাৎ ভেট্ৰেৱ প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল,  $A = 1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

$$\text{প্ৰযুক্ত বল, } F = 3 \text{ N}$$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি, } I = 15 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{ইয়ং গুণাঙ্ক, } Y_A = ?$$

$$\text{আমৰা জানি, } Y_A = \frac{FL}{AJ} = \frac{3 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \times 15 \times 10^{-6} \text{ m}} = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

অতএব, A তাৰটিৰ উপাদানেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

ঘ. এখানে, A তাৰেৱ আদি দৈৰ্ঘ্য,  $L = 1 \text{ m}$

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

$$\text{ইয়ং গুণাঙ্ক, } Y_A = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} [\text{গুণাঙ্ক থেকে প্ৰাপ্ত}]$$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি, } I = 15 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{এখন, } Y_A = \frac{FL}{AJ}$$

$$\text{বা, } \frac{F}{A} = \frac{Y_A I}{L} = \frac{2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \times 15 \times 10^{-6} \text{ m}}{1 \text{ m}} = 3 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$$

আবাৰ, B তাৰেৱ আদি দৈৰ্ঘ্য,  $L' = 2 \text{ m}$

$$\text{ইয়ং গুণাঙ্ক, } Y_B = 1.2 \times 10^{11} \text{ Nm}^2$$

$$\text{প্ৰযুক্ত বল } F' = N$$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি, } I' = 7.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

এখন, B তাৰেৱ প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল  $A'$  হলে,

$$Y_B = \frac{F' L'}{A' I'}$$

$$\text{বা, } \frac{F'}{A'} = \frac{Y_B I'}{L'} = \frac{1.2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \times 7.5 \times 10^{-6} \text{ m}}{2 \text{ m}} = 4.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

এখনে,  $\frac{F}{A} > \frac{F'}{A'}$  অৰ্থাৎ A তাৰটিৰ অসহগীড়নেৰ মান বেশি। সুতৰাং বড় বোঝাটিকে টেনে নিয়ে যাওয়াৰ ক্ষেত্ৰে A তাৰটি বেশি ব্যবহাৰ উপযোগী।

**প্ৰশ্ন ১১** ইতি তাৰ পদাৰ্থবিজ্ঞান ল্যাবে 100 cm লম্বা ও  $4 \text{ mm}^2$  প্ৰস্থচ্ছেদেৰ একটি তাৰেৱ নিচ পাতে তাৰ বুলিয়ে এৱ দৈৰ্ঘ্য পৰিবৰ্তন ও পাৰ্শ্ব পৰিবৰ্তনেৰ পাঠ নিল এবং তাৰ বান্ধবী বিধীকে বলল যে তাৰ পৰীক্ষায় দৈৰ্ঘ্য পৰিবৰ্তন ও পাৰ্শ্ব পৰিবৰ্তন যথাকৃতে 5% ও 6% পাওয়া গেছে। এটি শুনে বিধী বলল, হতে পাৰে না। তোমাৰ উপাত্ত সংগ্ৰহ তুল হয়েছে। (তাৰেৱ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ )

ক. শিশিৰাঙ্ক কী?

খ. কোনো স্প্ৰিং-এৰ স্প্ৰিং ধূৰক 5 N/m বলতে কী বুঝি?

গ. উদীপকে বৰ্ণিত তাৰটিৰ দৈৰ্ঘ্য 10 mm বৃদ্ধি কৰতে

কত তাৰ চাপাতে হবে?

ঘ. বিধীৰ উক্তিৰ যথাৰ্থতা গাণিতিকভাৱে যাচাই কৰি।

[ঢ. বো. '১৭]

### ১১নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. যে তাপমাত্ৰায় একটি নিৰ্দিষ্ট আয়তনেৰ বায়ু এৱ তেতৱেৱ জলীয় বাস্প বাৰা সম্পৃক্ত হয় তাকে সেই বায়ুৰ শিশিৰাঙ্ক বলে।

খ. একটি স্পিৰিং এৰ স্পিৰিং ধূৰক 5 N/m বলতে বুঝায় তাৰ স্পিৰিং এৰ মুক্ত প্রাতেৰ 1 m সৱল ঘটাতে স্পিৰিং এৰ ওপৰ 5 N বল প্ৰয়োগ কৰতে হবে।

ঘ. এখানে, তাৰেৱ আদি দৈৰ্ঘ্য,  $L = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

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

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

$$\text{অভিকৰ্ষণ তুলণ, } g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি, } I = 10 \text{ mm} = 10 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{প্ৰয়োজনীয় তাৰ, } F = ?$$

$$\text{আমৰা জানি, } Y = \frac{FL}{AI}$$

$$\text{বা, } F = \frac{YA}{L}$$

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

$$= 8000 \text{ N}$$

অতএব, তাৰটিৰ দৈৰ্ঘ্য 10 mm বৃদ্ধি কৰতে 8000 N ভাৱ চাপাতে হবে।

এখানে, পাৰ্শ্ববিকৃতি = 6% =  $\frac{6}{100}$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি} = 5\% = \frac{5}{100}$$

$$\therefore \text{তাৰেৰ পয়সনেৰ অনুপাত}, \sigma = \frac{\text{পাৰ্শ্ববিকৃতি}}{\text{দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি}}$$

$$= \frac{\frac{6}{100}}{\frac{5}{100}} = \frac{6}{100} \times \frac{100}{5} = 1.2$$

কিন্তু, আমৰা জানি, পয়সনেৰ অনুপাতৰ মান  $-1$  থেকে  $\frac{1}{2}$  এৰ মধ্যে।

$$\text{অৰ্ধাং}-1 < \sigma < \frac{1}{2}$$

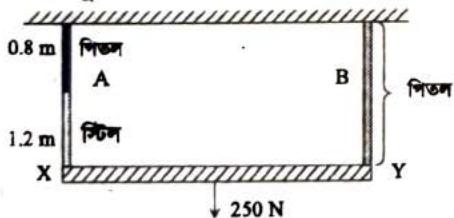
এখানে,  $\sigma$  এৰ মান 1.2 যা পয়সনেৰ অনুপাতৰ সীমাৰ বাইৱে।

অতএব, আমৰা বলতে পাৰি ইতিৰ উপাত সংগ্ৰহ ভুল ছিল অৰ্ধাং বিহীন উক্তিৰ উপৰ্যুক্তি যথোৰ্ধ্ব ছিল।

একটি 250 N ওজনেৰ ভাৱী সুষম ধাতব বাৰ XY সমান দৈৰ্ঘ্যেৰ দুটি তাৰ A ও B থাৱা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্ৰে দেখানো হয়েছে (অসম্পূর্ণ অবস্থা)। প্ৰতিটি তাৰেৰ প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল  $2.5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ . B তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি  $2.5 \times 10^{-4}$ , A তাৰেৰ 0.8 m পিতলেৰ বাকী 1.2 m স্টিলেৰ।

স্টিলেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক =  $2 \times 10^{11} \text{ Pa}$

পিতলেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক =  $1 \times 10^{11} \text{ Pa}$



- ক. সান্দৰ্ভ গুণাঙ্কেৰ মাত্ৰা সমীকৰণ লিখ।  
খ. পৃথিবীৰ কেন্দ্ৰে সৱলদোলকেৰ দোলনকাল কিৰূপ  
হবে— ব্যাখ্যা কৰ।  
গ. B তাৰেৰ একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নিৰ্ণয় কৰ।  
ঘ. বাৰেৰ কোন আত্মে বেশি নিচু হবে, যাচাই কৰ।

[য. বো. '১৭]

### ১২নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. সান্দৰ্ভ গুণাঙ্কেৰ মাত্ৰা  $ML^{-1} T^{-1}$

খ. সৱল দোলকেৰ কাৰ্যকৰী দৈৰ্ঘ্য L এবং অভিকৰ্ষজ ত্ৰুণ g হলো

$$\text{আমৰা জানি, দোলনকাল, } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

এখন পৃথিবীৰ কেন্দ্ৰে g এৰ মান শূন্য।

$$\text{পৃথিবীৰ কেন্দ্ৰে সৱল দোলকেৰ দোলনকাল, } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{0}} = \infty$$

অতএব, পৃথিবীৰ কেন্দ্ৰে সৱল দোলকেৰ দোলনকাল অসীম হবে।

এখানে, B তাৰেৰ প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল,  $A = 2.5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$   
ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y = 1 \times 10^{11} \text{ Pa} = 1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

$$B \text{ তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি, } \frac{l}{L} = 2.5 \times 10^{-4}$$

একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, E = ?

$$\text{আমৰা জানি, } E = \frac{1}{2} Y \left( \frac{l}{L} \right)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \times (2.5 \times 10^{-4})^2$$

$$= 3125 \text{ J}$$

অতএব, B তাৰেৰ একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি 3125 J।

এখানে, A তাৰেৰ 0.8 m পিতলেৰ এবং 1.2 m স্টিলেৰ। আবাৰ B তাৰেৰ সম্পূৰ্ণ অংশই পিতলেৰ। সুতৰাং A তাৰেৰ পিতলেৰ অংশেৰ দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি B তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বিকৃতিৰ সমান হবে। তবুন্ব তাৰেৰ 1.2 m অংশেৰ বিকৃতি ও A তাৰেৰ 1.2 m অংশ পিতল অংশেৰ বিকৃতিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে বলা যাবে কোন অংশ বেশি নিচে নামবে।

তাহলে, স্টিলেৰ অংশেৰ দৈৰ্ঘ্য  $L_1 = 1.2 \text{ m}$

$$\text{ইয়ং গুণাঙ্ক } Y_1 = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল, } A = 2.5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

ধৰি, উভয় তাৰেৰ উপৰ প্ৰযুক্ত বল = F

$$B \text{ তাৰেৰ সমান অংশেৰ দৈৰ্ঘ্য, } L_2 = 1.2 \text{ m}$$

$$B \text{ তাৰেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক, } Y_2 = 1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

এখন, A ও B তাৰেৰ ঐটুকু অংশেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি যথাকৃতে  $l_1$  ও  $l_2$  হলো,

$$Y_1 = \frac{FL_1}{Al_1} \text{ এবং } Y_2 = \frac{FL_2}{Al_2}$$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{FL_1}{Al_1} \times \frac{Al_2}{FL_2}$$

$$\text{বা, } \frac{2 \times 10^{11}}{1 \times 10^{11}} = \frac{F \times 1.2}{2.5 \times 10^{-7} \times l_1} \times \frac{2.5 \times 10^{-7} \times l_2}{F \times 1.2}$$

$$\text{বা, } 2 = \frac{l_2}{l_1}$$

$$\text{বা, } l_2 = 2l_1$$

$$\text{বা, } l_2 > l_1$$

অতএব, তাৰেৰ Y প্ৰাপ্তি বেশি নিচু হবে।

প্ৰশ্ন ১৩। A ও B দুটি তৱল পদাৰ্থ যাদেৰ ঘনত্ব যথাকৃতে 1000 kg  $m^{-3}$  ও  $800 \text{ kg m}^{-3}$ । প্ৰথমে A তৱল হতে 0.1 m দৈৰ্ঘ্যেৰ তাৰকে অনুভূমিকভাৱে উপৰে উঠানো হলো। পৱে 4 mm ব্যাসাৰে ও  $7.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  ঘনত্বেৰ একটি লোহার গোলককে A ও B উভয় তৱলে ছেড়ে দিয়ে দেখা গেল তাৰেৰ প্ৰাৰ্বেগ যথাকৃতে  $2.36 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$  ও  $4 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$ । [A তৱলেৰ পৃষ্ঠাটা  $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$  এবং  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ .]

ক. স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে?

খ. তাৰেৰ সম্প্ৰসাৱণে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়—ব্যাখ্যা কৰ।

গ. উদ্ধীপকেৰ তাৰটিকে উঠানোৰ সময় প্ৰযুক্ত বল এৰ মান হিসাব কৰ।

ঘ. উদ্ধীপকেৰ কোন তৱলটি বেশি সান্দৰ্ভ গাণিতিক বিশ্লেষণেৰ মাধ্যমে উভয়েৰ পক্ষে যুক্তি দাও।

[ক. বো. '১৭]

### ১৩নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. বাইৱে থেকে প্ৰযুক্ত যে মানেৰ বল পৰ্যাপ্ত কোনো কৃষি পূৰ্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে অৰ্ধাং সবচেয়ে বেশি যে বল প্ৰয়োগ কৰে বল অপসাৱণ কৰলে কৃষি পূৰ্বাবস্থায় ফিৰে যায় তাই কৃষ্টিৰ স্থিতিস্থাপক সীমা।

খ. বাইৱে থেকে কোনো কৃষকে বল প্ৰয়োগ কৰলে বিকৃত কৰলে কৃষ কাজ হয়। এই কাজই কৃষতে বিভব শক্তিৰ পৰ্যাপ্ত থাকে। যেমন— L আদিদৈৰ্ঘ্য বিশিষ্ট কোনো তাৰে F বল প্ৰয়োগ কৰাৰ ফলে তাৰে দৈৰ্ঘ্য / পৰিমাণ বৃদ্ধি পেলে কৃতকাজ W =  $\frac{YAI^2}{2L}$  এখনে Y হলো তাৰটিৰ উপাদানেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক। এই কাজই কৃষ্টিৰ সঞ্চিত বিভব শক্তি।

১) এখনে, তাৰেৱ দৈৰ্ঘ্য,  $L = 0.1 \text{ m}$

$$\text{A তৱলেৰ পৃষ্ঠান, } T = 72 \times 10^3 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{প্ৰযুক্তি বল, } F = ?$$

$$\text{আমৰা জানি, } T = \frac{F}{L}$$

$$\text{বা, } F = TL = 72 \times 10^3 \text{ Nm}^{-1} \times 0.1 \text{ m} = 7200 \text{ N}$$

অতএব, তাৰটিকে উঠানোৰ সময় প্ৰযুক্তি বল এৰ মান  $7200 \text{ N}$ ।

২) এখনে, লোহার গোলিকেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$

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

$$\text{অভিকৰ্জ তুলণ, } g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{A তৱলেৰ ঘনত্ব, } \sigma_A = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{B তৱলেৰ ঘনত্ব, } \sigma_B = 800 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{A তৱলেৰ প্ৰাপ্তবেগ, } v_A = 2.36 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{B তৱলেৰ প্ৰাপ্তবেগ, } v_B = 4 \times 10^2 \text{ m s}^{-2}$$

এখন, A তৱলেৰ সান্দৰ্ভতাৰ্জন,

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

$$= \frac{2 \times (4 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times (7.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} - 1000 \text{ kg m}^{-3}) \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 2.36 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 1.00399 \times 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$$

আবাৰ, B তৱলেৰ সান্দৰ্ভতাৰ্জন,

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

$$= \frac{2 \times (4 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times (7.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} - 800 \text{ kg m}^{-3}) \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 4 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 0.609 \times 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$$

এখনে,  $\eta_A > \eta_B$

অতএব উচ্চীপকেৰ A তাৰলটি বেশি সান্দৰ্ভ।

**বিপৰীত** 2 mm ও 4 mm ব্যাসেৰ ও অভিন্ন দৈৰ্ঘ্যেৰ দুটি তাৰ একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে বুলানো হলো। তাৰ দুটিতে অভিন্ন ওজন প্ৰয়োগ কৰাৰ ফলে ছিতীয় তাৰটিৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি প্ৰথমটিৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধিৰ এক-তৃতীয়াৰ্থ হলো। ছিতীয় তাৰটিৰ পয়সনেৰ অনুপাত 0.4.

ক. মহাকৰ্ষ ধূৰক কাকে বলে?

১

খ. কৈশিক নলে তৱলেৰ উথান বা পতনেৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰ। ২

গ. ছিতীয় তাৰটিৰ দৈৰ্ঘ্য 5% বৃদ্ধি কৰা হলে ব্যাসাৰ্ধ কততুকু হাস পাবে নিৰ্ণয় কৰ। ৩

ঘ. উচ্চীপকেৰ তাৰ দুটিৰ মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক তা গাণিতিক বিশ্লেষণেৰ মাধ্যমে নিৰ্ণয় কৰ। ৪

[চ. বো. '১৭]

### ৩ ১৪নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক) একক তাৰেৱ দুটি বস্তু কগা একক দূৰত্বে থেকে যে বলে পৱল্পৱকে আকৰ্ষণ কৰে তাৰ মানকে মহাকৰ্ষীয় ধূৰক বলে।

খ) তৱল কঠিনকে ভিজালে শ্পৰ্শকোণ স্কুলকোণ হয় বলে তৱল কৌশিক নলেৰ উপৰে উঠে এবং তৱল তল অবতল হয়। যেমন পানি ও কাচ। আবাৰ, তৱল কঠিনকে না ভিজালে শ্পৰ্শকোণ স্কুলকোণ হয় বলে তৱলেৰ অবনমন হয় এবং তৱল তল উত্তল হয়। যেমন পারদ ও কাচ। এ কাৰণে কাচেৰ তৈৰি কৈশিক নলেৰ মধ্য দিয়ে পানি উপৰে উঠে আসে।

গ) এখনে, ছিতীয় তাৰটিৰ পৱল্পৱ অনুপাত,  $\alpha = 0.4$  ধৰি, ছিতীয় তাৰটি আদি দৈৰ্ঘ্য  $L$

$$\therefore \text{দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি, } I = L \text{ এৰ } 5\% = \frac{5L}{100} = \frac{L}{20}$$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি, } \frac{I}{L} = \frac{L}{20 \times L} = \frac{1}{20}$$

$$\text{ছিতীয় তাৰটিৰ ব্যাস, } D = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ছিতীয় তাৰটিৰ ব্যাস  $d$  হাস পেলে,

$$\text{আমৰা জানি, } \sigma = \frac{D}{I} = \frac{dL}{DI}$$

$$\text{বা, } d = \frac{\sigma DI}{L}$$

$$= \sigma D \times \frac{I}{L} = 0.4 \times 4 \times 10^{-3} \text{ m} \times \frac{1}{20} = 8 \times 10^{-5}$$

$$\text{ব্যাসাৰ্ধ হাস} = \frac{d}{2} = \frac{8 \times 10^{-5}}{2} \text{ m} = 4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

ঘ) এখনে, তাৰ দুটিৰ দৈৰ্ঘ্য,  $L_1 = L_2 = L$  (ধৰি)  
প্ৰযুক্তি বল,  $F_1 = F_2 = F$  (ধৰি)

প্ৰথম তাৰেৱ ব্যাস = 2 mm

$$\therefore \text{প্ৰথম তাৰেৱ ব্যাসাৰ্ধ, } r_1 = \frac{2 \text{ mm}}{2} = 1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$2য় তাৰেৱ ব্যাস = 4 mm$$

$$\therefore \text{তাৰেৱ ব্যাসাৰ্ধ, } r_2 = \frac{4 \text{ mm}}{2} = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

এখন, 1ম ও 2য় তাৰেৱ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে  $I_1$  ও  $I_2$  হলে,

$$I_2 = \frac{I_1}{3}$$

$$\text{বা, } I_1 = 3 I_2$$

$$\text{এখন, 1ম তাৰেৱ ইয়ং গুণাঙ্ক, } Y_1 = \frac{FL}{A_1 I_1}$$

$$\text{এবং 2য় তাৰেৱ ইয়ং গুণাঙ্ক, } Y_2 = \frac{FL}{A_2 I_2}$$

$$\text{এখন, } \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{FL}{A_1 I_1} \times \frac{A_2 I_2}{FL}$$

$$= \frac{A_2 I_2}{A_1 I_1} = \frac{\pi r_2^2 \times I_2}{\pi r_1^2 \times 3 I_2}$$

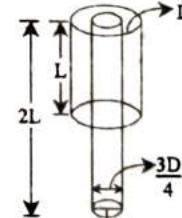
$$= \frac{(2 \times 10^{-3} \text{ m})^2}{(1 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 3} = 1.33$$

$$\text{বা, } Y_1 = 1.33 Y_2$$

$$\therefore Y_1 > Y_2$$

অতএব, তাৰ দুটিৰ মধ্যে প্ৰথম তাৰটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

### ৪ প্ৰশ্ন ১৫।



একটি তাৰে 10 kg ভৰ বুলানোৰ ফলে এৰ দৈৰ্ঘ্য বিগুণ ও ব্যাস তিনি-চতুর্থাংশ হয়।

উপাদান	Y-এৰ মান
অ্যালুমিনিয়াম	$7 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$
লোহা	$11.5 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$
তামা	$13 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$
ইস্পাত	$20 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$

ক. স্থিতিস্থাপক সীমা কী?

খ. দুটি সিলিন্ডাৰে রাখিত  $O_2$  গ্যাসেৰ তাপমাত্ৰা যথাক্রমে  $20^\circ\text{C}$  ও  $25^\circ\text{C}$ । কোন গ্যাসেৰ সান্দৰ্ভ বেশি হবে? কাৰণসহ ব্যাখ্যা কৰ।

গ. উচ্চীপকেৰ তাৰেৱ পয়সনেৰ অনুপাতেৰ মান নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. তাৰেৱ ব্যাস  $D = 4.22 \times 10^{-2} \text{ mm}$  হলে উচ্চীপকেৰ তথ্য মতে এটি কোন পদাৰ্থৰ তৈৰি, গাণিতিক বিশ্লেষণেৰ মাধ্যমে মতামত দাও।

[চ. বো. '১৭]

## ১৫২ ঘৰেৱ উত্তৰ

**ক.** বাইৱে ধেকে প্ৰযুক্তি যে মানেৱ বল পৰ্যন্ত কোনো বস্তু পূৰ্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে অৰ্থাৎ সবচেয়ে বেশি যে বল প্ৰয়োগ কৰে বল অপসারণ কৱলে বস্তুটি পূৰ্বাবস্থায় ফিৰে যায় তাই বস্তুটিৰ স্থিতিস্থাপক সীমা।

**খ.** আমৰা জানি, গ্যাসেৱ তাপমাত্ৰা বাড়লে সান্দৰ্ভ বাড়ে, পৰীক্ষাৰ সাহায্যে দেখা গৈছে যে, গ্যাসেৱ সান্দৰ্ভ গুণাঙ্ক তাৰ পৰম তাপমাত্ৰাৰ বৰ্গমূলেৰ সমানুপাতিক।

আমৰা জানি, গ্যাসেৱ অণুগুলো সবদিকেই এলোমেলোভাবে চলাচল কৱতে পাৰে এবং এদেৱ মধ্যে সংঘৰ্ষ ঘটে। গ্যাসেৱ অণুসমূহেৱ মধ্যে আতঙ্গালভিক বল নেই বললেই চলে। তাপমাত্ৰা বাড়লে অণুসমূহেৱ গড় বেগ বৃদ্ধি পায়, ফলে সংঘৰ্ষও বাড়ে। যাৰ ফলে বিভিন্ন ক্ষেত্ৰেৱ প্ৰবাহে বাধাৰ পৰিমাণ বাড়ে। অৰ্থাৎ সান্দৰ্ভ বাড়ে।

সুতৰাং, উপৰোক্ত আলোচনাৰ পৰিপ্ৰেক্ষিতে আমৰা বলতে পাৰি যে সিলিভাৱেৱ তাপমাত্ৰা  $25^{\circ}\text{C}$  সেই সিলিভাৱেৱ রক্ষিত গ্যাসেৱ সান্দৰ্ভ বেশি হবে।

**গ.** আমৰা জানি,

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{d}{\frac{D}{l}} \\ &= \frac{dl}{Dl} \\ &= \frac{DL}{4DL} = \frac{1}{4} = 0.25 \end{aligned}$$

অতএব, উজীপকেৱ তাৰেৱ পয়সনেৱ অনুপাত  $0.25$ ।

**ঘ.** এখনে, তাৰেৱ ব্যাস,  $D = 4.22 \times 10^{-2} \text{ mm}$

$$\therefore \text{তাৰেৱ ব্যাসাৰ্ধ}, r = \frac{4.22 \times 10^{-2}}{2} \text{ mm}$$

$$= 2.11 \times 10^{-2} \text{ mm} = 2.11 \times 10^{-5} \text{ m}$$

বুলানো ভৱ,  $m = 10 \text{ kg}$

অভিকৰ্ষণ তুলণ,  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

তাৰেৱ আদি দৈৰ্ঘ্য =  $L$

দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l = 2L - L = L$

$$\therefore \text{তাৱটিৰ ইয়াং গুণাঙ্ক}, Y = \frac{mg L}{Al} = \frac{mg L}{\pi l^2 l}$$

$$= \frac{10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times L}{\pi \times (2.11 \times 10^{-5} \text{ m})^2 \times L}$$

$$= 7 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$$

অতএব, উজীপকেৱ তথ্যমতে তাৱটি অ্যালুমিনিয়ামেৱ তৈৱি।

**১.**  $1 \text{ m}^2$  ক্ষেত্ৰফল বিশিষ্ট এবং  $8 \text{ mm}$  পুৰুত্বেৱ স্টিল প্ৰেটেৱ নিচেৱ পৃষ্ঠাৰ দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে উপৰেৱ পৃষ্ঠে বল প্ৰয়োগ কৱে ব্যবৰ্তন তৈৱি কৰা হলো। স্টিলেৱ ব্যবৰ্তন গুণাঙ্ক  $8 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ ।

ক. প্ৰতিক বেগেৱ সংজ্ঞা দেখ।

খ. পৃষ্ঠাটাৰ সংখ্যাগতভাৱে পৃষ্ঠশক্তিৰ সমান হলেও তাৱা এক নয়— ব্যাখ্যা কৰ।

গ. উজীপকে উজ্জিথিত প্ৰেটেৱ ব্যবৰ্তন বিকৃতি  $0.3$  হলে কত বল প্ৰয়োগ কৱতে হবে?

ঘ. প্ৰেটকে  $8.5 \text{ N s m}^{-2}$  সান্দৰ্ভ সহগেৱ তাৰলেৱ  $2 \text{ mm}$  পুৰুত্বেৱ উপৰ স্থাপন কৱে  $500 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল কৱতে সমান বল প্ৰয়োগ কৱতে হবে কি? মতামত দাও।

[ব. বো. '১৭]

## ১৬২ ঘৰেৱ উত্তৰ

**ক.** কোনো সান্দৰ্ভ প্ৰবাহী দিয়ে যদি কোনো গোলক ধূৰ বেগ নিয়ে পতিত হতে থাকে তবে ঐ বেগই হবে প্ৰাপ্তবেগ বা অন্ত্যবেগ।

**খ.** কোনো তাৰলেৱ পৃষ্ঠে একটি সৱলৱেখা কলনা কৱলে উন্ত বেখাৰ পতি একক দৈৰ্ঘ্যে ঐ বেখাৰ উভয় পাৰ্শ্ব বেখাৰ সাথে লম্বভাৱে এবং পৃষ্ঠেৱ স্পৰ্শকৰূপে যে স্পৰ্শক বল ক্ৰিয়া কৱে তাকে পৃষ্ঠাটাৰ বলে। আবাৰ কোনো একটি তাৰল তাৰলেৱ ক্ষেত্ৰফল এক একক বৃদ্ধি কৱতে যে, পৰিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে ঐ তাৰলেৱ পৃষ্ঠশক্তি বলে। পৃষ্ঠাটাৰ পৃষ্ঠশক্তি সংখ্যাগতভাৱে সমান হলো ও তাৱা এক নয়। কাৰণ পৃষ্ঠাটাৰ তাৰল পৃষ্ঠেৱ ক্ষেত্ৰফল ছাস কৰাৰ চেষ্টা কৱে অপৰ দিকে পৃষ্ঠশক্তি তাৰল তাৰলেৱ ক্ষেত্ৰফল বৃদ্ধিৰ কাজ কৱে অৰ্থাৎ পৃষ্ঠাটাৰ পৰম্পৰেৱ বিপৰীতে কাজ কৱে।

**গ.** এখনে, ক্ষেত্ৰফল,  $A = 1 \text{ m}^2$

$$\text{ব্যবৰ্তন বিকৃতি} = 0.3$$

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

$$\text{প্ৰযুক্তি বল, } F = ?$$

$$\text{আমৰা জানি, ব্যবৰ্তন গুণাঙ্ক} = \frac{\text{ব্যবৰ্তন পীড়ন}}{\text{ব্যবৰ্তন বিকৃতি}}$$

$$\text{বা, } \text{ব্যবৰ্তন গুণাঙ্ক} = \frac{F}{A}$$

$$\text{বা, } \text{ব্যবৰ্তন গুণাঙ্ক} = \frac{F}{A \times \text{ব্যবৰ্তন বিকৃতি}}$$

$$\text{বা, } F = \text{ব্যবৰ্তন গুণাঙ্ক} \times A \times \text{ব্যবৰ্তন বিকৃতি}$$

$$= 8 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2} \times 1 \text{ m}^2 \times 0.3 = 2.4 \times 10^{10} \text{ N}$$

অতএব,  $2.4 \times 10^{10} \text{ N}$  বল প্ৰয়োগ কৱতে হবে।

**ঘ.** এখনে, সান্দৰ্ভ সহগ,  $\eta = 8.5 \text{ Nsm}^{-2}$

$$\text{স্টিল প্ৰেটেৱ, } A = 1 \text{ m}^2$$

$$\text{পুৰুত্ব, } dy = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{বেগ, } dv = 500 \text{ m s}^{-1}$$

এখন, প্ৰযুক্তি বল  $F_1$  হলো,

$$F_1 = \eta A \frac{dv}{dy}$$

$$= \frac{8.5 \text{ Nsm}^{-2} \times 1 \text{ m}^2 \times 500 \text{ m s}^{-1}}{2 \times 10^{-3} \text{ m}} = 2.125 \times 10^6 \text{ N}$$

'গ' নং প্ৰাণ, বলেৱ মান,  $F = 2.4 \times 10^{10} \text{ N}$

এখনে,  $F_1 \neq F$

অতএব, প্ৰেটকে  $8.5 \text{ Nsm}^{-2}$  সান্দৰ্ভ সহগেৱ তাৰলেৱ  $2 \text{ mm}$  পুৰুত্বেৱ উপৰ স্থাপন কৱে  $500 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল কৱতে সমান বল প্ৰয়োগ কৱতে হবে না।

**ঘ.** একই আকাৰেৱ দশটি পানিৰ ফোটা একত্ৰিত হয়ে একটি বড় ফোটায় পৰিণত হলো। প্ৰতিটি ফোটাৰ ব্যাস  $5 \times 10^{-7} \text{ m}$ । পানিৰ পৃষ্ঠাটাৰ  $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ ।

**ক.** সান্দৰ্ভ কাকে বলে?

**খ.** পড়ত বৃত্তিৰ ফোটাৰ বেগ ক্ৰমশ বৃদ্ধি পায় না কেন? ব্যাখ্যা কৰ।

**গ.** উজীপকেৱ বড় ফোটাৰ ব্যাস নিৰ্ণয় কৰ।

**ঘ.** উজীপকেৱ ঘটনায় পানিৰ তাপমাত্ৰাৰ কোনো পৰিবৰ্তন হবে কি-না গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ।

[দি. বো. '১৭]

### ১৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** যে ধর্মের দরুন কোনো প্রবাহী এর বিভিন্ন তরের আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয় তাকে এ প্রবাহীর সান্দুতা বলে।

**খ.** অবাধভাবে পতনশীল বৃত্তির ফোটা পতনের সময় এর বেগ বৃদ্ধি পায় না। কারণ বৃত্তির ফোটা যখন বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দুতার কারণে এর উপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় ফোটাটির নিট তুরণ শূন্য হয়। ফোটাটি তখন ধ্রুব বেগ নিয়ে পড়তে থাকে। একে অস্ত বেগ বা প্রাণ্তিক বেগ বলে। এই অস্তবেগের প্রাণ্তির কারণে পড়ত বৃত্তির ফোটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না।

**গ.** উচ্চীপক হতে পাই,

$$\text{প্রতিটি ক্রুদ ফোটার ব্যাস}, d = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

ফোটার সংখ্যা,  $N = 10$

বড় পানির ফোটার ব্যাস,  $D = ?$

একেতে বড় পানির ফোটার আয়তন = ক্রুদ ফোটাগুলোর আয়তনের সমষ্টি

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

$$\therefore D = d \times \sqrt[3]{N} = d \times \sqrt[3]{10} = 5 \times 10^{-7} \times \sqrt[3]{10} = 1.077 \times 10^{-6} \text{ m}$$

**ঢ.**  $\Delta A = \text{বড় ফোটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল} - \text{ক্রুদ ফোটাগুলোর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের সমষ্টি}$

$$= 4\pi R^2 - N \times 4\pi r^2$$

$$= 4\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 - N \times 4\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$= \frac{4\pi}{4} [D^2 - Nd^2] = \pi (D^2 - Nd^2)$$

$$= 3.1416 \times \{(1.077 \times 10^{-6})^2 - 10(5 \times 10^{-7})^2\}$$

$$= -4.209 \times 10^{-12} \text{ m}^2$$

(-) চিহ্ন দ্বারা বোঝায় সামগ্রিকভাবে পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল হ্রাস পাবে। এতে পৃষ্টানজনিত বেশ কিছু শক্তি তাপরূপে মুক্তি পাবে। ফলে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। এই তাপের পরিমাণ,

$$Q = T \cdot \Delta A$$

$$= 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} \times 4.209 \times 10^{-12} [(-) \text{ চিহ্ন পরিহার করে}]$$

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

$$\text{বড় ফোটার আয়তন}, V = \frac{1}{6} \pi D^3 = \frac{1}{6} \times 3.1416 \times (1.077 \times 10^{-6})^3$$

$$= 6.54 \times 10^{-19} \text{ m}^3$$

$$\text{এবং ভর}, m = V\rho = 6.54 \times 10^{-19} \times 1000$$

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

$$= 6.54 \times 10^{-16} \text{ kg}$$

$$\therefore \text{বড় ফোটার তাপমাত্রা বৃদ্ধি}, \Delta\theta = \frac{Q}{ms} = \frac{3.03 \times 10^{-13}}{6.54 \times 10^{-16} \times 4200}$$

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

.. উচ্চীপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রা  $0.11 \text{ }^{\circ}\text{C}$  বৃদ্ধি পাবে।

### ঝ. এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর

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

**ক.** তাৎক্ষণিক বেগ কাকে বলে? ১

**খ.** পানির ফোটা গোলাকৃতি হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

**গ.** ১ম তারটির একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক সংক্ষিপ্ত শক্তি নির্ণয় কর। ৩

**ঘ.** উচ্চীপকে কোন তারটির স্থিতিস্থাপক শীমা সরচেরে বেশি? ৪

গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতান্তর দাও।

[জ. বো. '১৬]

### ১৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** সময় ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে সময়ের সাথে বন্ধুর সরণের হারকে বেগ বা তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

**খ.** আমরা জানি, পৃষ্টানের কারণে তরলের মুক্ত পৃষ্ঠা যুক্ততম টানা স্থিতিস্থাপক পদার্থের মতো আচরণ করে। এ কারণে বর আয়তনের তরল পদার্থ পৃষ্টানের কারণে তার ক্ষেত্রফল হ্রাস করতে চেষ্টা করে এবং সংকুচিত হয়। এ সময় তরল পদার্থ এবল জ্যায়িতিক আকার ধারণ করে যেন ক্ষেত্রফল সর্বাপেক্ষা কম হয়। তরল পদার্থ গোলাকার হলে এর ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন হয়। এ কারণেই পানির ফোটা গোলাকৃতি হয়।

**গ.** এখানে, ১ম তারের আদি দৈর্ঘ্য  $= L$

তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I = L$  এর  $5\% = 0.05 L$

$$\text{তারের ব্যাসার্ধ}, r = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

একক আয়তনের স্থিতিস্থাপক সংক্ষিপ্ত শক্তি,  $U = ?$

আমরা জানি, একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক সংক্ষিপ্ত শক্তি,

$$U = \frac{1}{2} \cdot \frac{YI^2}{L^2}$$

$$\text{আবার}, Y = \frac{FL}{AI}$$

$$\therefore U = \frac{1}{2} \cdot \frac{FL \cdot I^2}{AI \cdot L^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{FI}{AL}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{Fl}{\pi r^2 L}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \times 10^3 \text{ N} \times 0.05 L}{3.1416 \times (5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \times L}$$

$$= 1.6 \times 10^8 \text{ J}$$

অতএব, ১ম তারটির একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক সংক্ষিপ্ত শক্তি  $1.6 \times 10^8 \text{ J}$ ।

**ঝ.** ধরি, তার তিনটির আদি দৈর্ঘ্য,  $L_1 = L_2 = L_3 = L$

$$1\text{ম তারের ব্যাসার্ধ}, r_1 = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

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

১ম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I_1 = L$  এর  $5\% = 0.05 L$

২য তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I_2 = L$  এর  $2\% = 0.02 L$

৩য তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I_3 = L$  এর  $1\% = 0.01 L$

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

১ম, ২য ও ৩য তারের ইয়ং গুণাঙ্ক যথাক্রমে  $Y_1$ ,  $Y_2$  ও  $Y_3$  হলে,

$$Y_1 = \frac{FL}{\pi r_1^2 L_1} \dots \quad (1)$$

$$Y_2 = \frac{FL}{\pi r_2^2 L_2} \dots \quad (2)$$

$$Y_3 = \frac{FL}{\pi r_3^2 L_3} \dots \quad (3)$$

(1) নং সমীকরণকে (2) নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{FL}{\pi r_1^2 L_1} \times \frac{\pi r_2^2 L_2}{FL}$$

$$= \frac{r_2^2 L_2}{r_1^2 L_1} = \frac{(10^{-3} \text{ m})^2 \times 0.02 L}{(5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \times 0.05 L} = 1.6$$

$$\therefore Y_1 = 1.6 Y_2$$

$$\therefore Y_1 > Y_2$$

আবার, (2) নং সমীকৰণকে (3) নং সমীকৰণ দ্বাৰা ভাগ কৰে পাই,

$$\frac{Y_2}{Y_3} = \frac{FL}{\pi r_2^2 l_2} \times \frac{\pi r_3^2 l_3}{FL}$$

$$= \frac{r_3^2 l_3}{r_2^2 l_2} = \frac{(1.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 0.01 \text{ L}}{(10^{-3} \text{ m})^2 \times 0.02 \text{ L}} = 1.125$$

$$\therefore Y_2 = 1.125 Y_3$$

$$\therefore Y_2 > Y_3$$

$$\text{সূতৰাঙ্ক}, Y_1 > Y_2 > Y_3$$

অর্থাৎ, ১য় তাৱটিৰ ইয়েং গুণাঙ্ক সবচেয়ে বেশি। এ কাৰণে উদ্বীপকেৰ ১য় তাৱটিৰ স্থিতিস্থাপক সীমা সবচেয়ে বেশি।

০.২ mm ব্যাসাৰ্থৰ একটি কৈশিক নলকে প্ৰথম ও ছিতীয় তাৱলে চুবালে ঘণ্টাকৰ্মে  $4^\circ$  এবং  $140^\circ$  স্পৰ্শকোণ তৈৰি হয়। প্ৰথম ও ছিতীয় তাৱলেৰ পৃষ্ঠাটাৰ ঘণ্টাকৰ্ম  $72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$  এবং  $465 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$ ।

ক. লম্বি ডেষ্টৰ কাকে বলে?

১

খ. কেন্দ্ৰমুখী তুৰণেৰ ডেষ্টৰূপ আলোচনা কৰ।

২

গ. কৈশিক নলে যে পৰিমাণ প্ৰথম তাৱল উপৰে উঠে তাৰে কৰে কৰ।

৩

ঘ. উদ্বীপকেৰ কৈশিক নলে তাৱলেৰ উঠান না পতন বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণেৰ মাধ্যমে মতামত দাও।

৪

[ৱা. বো. '১৬]

## ১৯নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. দুই বা ততোধিক একজাতীয় ডেষ্টৰ রাশি বা উপাশেৰ যোগেৰ ফলে যে নতুন ডেষ্টৰ রাশি পাওয়া যায় তাকে এদেৱ লম্বি ডেষ্টৰ বলে।

খ. যখন কোনো কৃষি কোনো বিন্দুকে কেন্দ্ৰ কৰে য সমকৌণিক বেগে ঘূৰে তখন এৱ তুৰণ হয়,  $\vec{a} = -\omega^2 \vec{r} = -\frac{v^2}{r} \vec{r}$ । এখানে  $\vec{r}$  হচ্ছে যেকোনো মূহূৰ্তে কেন্দ্ৰেৰ সাপেক্ষে কণাৰ অবস্থান ডেষ্টৰ। তুৰণেৰ রাশিমালা থেকে দেখা যায়, কণাৰ তুৰণেৰ দিক সৰ্বদা অবস্থান ডেষ্টৰ  $\vec{r}$  এৱ বিপৰীত দিকে অৰ্থাৎ কেন্দ্ৰেৰ দিকে। এটিই কেন্দ্ৰমুখী তুৰণ।

গ. উদ্বীপক অনুসারে, প্ৰথম তাৱলেৰ পৃষ্ঠাটাৰ,  $T = 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$  সূতৰাঙ্ক, তাৱলটি হলো পানি যাৰ ঘনত্ব,  $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

অভিকৰ্জ তুৰণ,  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

কৈশিক নলেৰ ব্যাসাৰ্থ,  $r = 0.2 \text{ mm} = 0.2 \times 10^{-3} \text{ m}$

স্পৰ্শকোণ,  $\theta = 4^\circ$

ধৰি, প্ৰথম তাৱল কৈশিক নলে  $h$  উচ্চতায় উঠে।

আমৰা জানি,  $T = \frac{hrpg}{2 \cos \theta}$

বা,  $h = \frac{2T \cos \theta}{rpg}$

$$= \frac{2 \times 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1} \times \cos 4^\circ}{0.2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 0.0733 \text{ m} = 7.33 \text{ cm}$$

অতএব, কৈশিক নলে প্ৰথম তাৱল 7.33 cm উচ্চতায় উঠে।

ঘ. উদ্বীপকেৰ ছিতীয় তাৱলেৰ পৃষ্ঠাটাৰ,  $T = 465 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$

সূতৰাঙ্ক, তাৱলটি হলো পারদ যাৰ ঘনত্ব,  $\rho = 13.6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

অভিকৰ্জ তুৰণ,  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

কৈশিক নলেৰ ব্যাসাৰ্থ,  $r = 0.2 \text{ mm} = 0.2 \times 10^{-3} \text{ m}$

স্পৰ্শকোণ,  $\theta = 140^\circ$

ধৰি, কৈশিক নলে ছিতীয় তাৱলেৰ উঠান বা পতন  $h$ ।

আমৰা জানি,  $T = \frac{hrpg}{2 \cos \theta}$

বা,  $h = \frac{2T \cos \theta}{rpg}$

$$= \frac{2 \times 465 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1} \times \cos 140^\circ}{0.2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 13.6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 0.0267 \text{ m} = -2.67 \text{ cm}$$

অৰ্থাৎ, কৈশিক নলে ছিতীয় তাৱলেৰ অবনমন 2.67 cm

'g' হতে প্ৰাপ্ত, কৈশিক নলে প্ৰথম তাৱলেৰ উঠান 7.33 cm

অতএব, উদ্বীপকেৰ কৈশিক নলে তাৱলেৰ উঠান বেশি হবে।

খ. রতন 0.1 kg ভৱেৰ একটি বস্তুকে 0.50 m দৈৰ্ঘ্যবিহীন তাৱে বেঢে বৃক্ষাকাৰ পথে ঘূৰাইছে এবং ধাৰণা কৰল ঘূৰন্তিৰ সংখ্যা 600 r.p.m. তাৱেৰ প্ৰম্বছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল  $10^{-6} \text{ m}^2$  এবং অসহ পীড়ন  $4.8 \times 10^7 \text{ N m}^{-2}$ . তাৱেৰ উপাদানেৰ ইয়েং এৱ গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ।

ক. অন্তবেগ কাকে বলে?

১

খ. কচু পাতাৰ গায়ে পানি লেগে থাকে না, তবে কাচেৰ গায়ে লেগে থাকে কেন?

২

গ. অনুচ্ছেদে উল্লিখিত তাৱলটিকে বস্তুসমেত ঝুলিয়ে দেওয়া হলো তাৱেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃক্ষি নিৰ্ণয় কৰ।

৩

ঘ. রতনেৰ ঘূৰন্তিৰ ধাৰণাৰ সত্যতা গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ।

৪

[ক. বো. '১৬]

## ২০নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. সান্দ্ৰ প্ৰবাহীৰ মধ্য দিয়ে পড়ত কোনো ছোট আকাৱেৰ বস্তুৰ অভিকৰ্ষ বল ও বিপৰীতমুখী বল সমান হয়ে এটি যে ধৰ বেগে পড়তে থাকে তাকে অন্তবেগ বলে।

খ. আমৰা জানি, কোনো তাৱল ও কঠিন পদাৰ্থৰ মধ্যকাৰ স্পৰ্শকোণ সূক্ষ্মকোণ অৰ্থাৎ  $90^\circ$  এৱ কম হলো এ তাৱল পদাৰ্থ কঠিন পদাৰ্থকে ভিজাবে। আবার, তাৱল ও কঠিন পদাৰ্থৰ মধ্যকাৰ স্পৰ্শকোণ স্থূলকোণ অৰ্থাৎ  $90^\circ$  এৱ চেয়ে বেশি হলো এ তাৱল পদাৰ্থ কঠিন পদাৰ্থটিকে ভিজাবে না। কচু পাতাৰ সাথে পানিৰ স্পৰ্শ কোণ  $90^\circ$  এৱ চেয়ে বেশি হয়। তাই পানি কচু পাতাকে ভিজাতে পারে না এবং কচু পাতাৰ গায়ে পানি লাগে না। আৱ কাচেৰ সাথে পানিৰ স্পৰ্শ কোণ  $90^\circ$  এৱ চেয়ে কম। এ কাৰণে পানি কাচে ভিজায় এবং কাচেৰ গায়ে পানি লেগে থাকে।

গ. উদ্বীপক অনুসারে, তাৱেৰ আদি দৈৰ্ঘ্য,  $L = 0.50 \text{ m}$

তাৱে ঝুলানো ভৱ,  $m = 0.1 \text{ kg}$

অভিকৰ্জ তুৰণ,  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

তাৱেৰ উপাদানেৰ ইয়েং গুণাঙ্ক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$

তাৱেৰ প্ৰম্বছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল,  $A = 10^{-6} \text{ m}^2$

তাৱেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃক্ষি হলো,

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

$$\text{বা, } l = \frac{FL}{YA}$$

$$\text{বা, } l = \frac{0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0.50 \text{ m}}{2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$= 2.45 \times 10^{-6} \text{ m}$$

অতএব, তাৱেৰ দৈৰ্ঘ্য  $2.45 \times 10^{-6} \text{ m}$  বৃক্ষি পাৰে।

ঘ. উদ্বীপক অনুসারে, তাৱেৰ অসহ পীড়ন  $= 4.8 \times 10^7 \text{ N m}^{-2}$

এবং তাৱেৰ প্ৰম্বছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল  $= 10^{-6} \text{ m}^2$

∴ তাৱেৰ অসহ বল = অসহ পীড়ন  $\times$  প্ৰম্বছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল

$$= 4.8 \times 10^7 \text{ N m}^{-2} \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$= 48 \text{ N}$$

অৰ্থাৎ, তাৱটিৰ উপৰ 48 N বা এৱ বেশি বল প্ৰয়োগ কৰলে তাৱটি ছিঁড়ে যাবে।

এখন, তারের সাথে তর বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরানোর সময় তারের উপর প্রযুক্ত কেন্দ্রমুখী বল  $F$  হলে,

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } \\ F &= m\omega^2 r \\ &= 0.1 \text{ kg} \times (20 \pi \text{ rad}^{-1})^2 \times 0.50 \text{ m} \\ &= 197.4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে, ভর, } m &= 0.1 \text{ kg} \\ \text{ব্যাসার্ধ, } r &= 0.50 \text{ m} \\ \text{কৌণিক বেগ, } \omega &= 600 \text{ rev min}^{-1} \\ &= \frac{600 \times 2\pi}{60} \text{ rad s}^{-1} = 20\pi \text{ rad s}^{-1} \\ \text{কেন্দ্রমুখী বল, } F &=? \end{aligned}$$

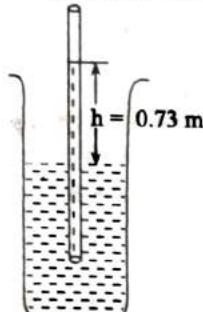
∴ তারের উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রমুখী বল তারের অসহ বলের চেয়ে অনেক বেশি।

অর্থাৎ, 600 r.p.m এ ঘুরানোর আপেই তারটি ছিঁড়ে যাবে।

তাই তারটিকে 600 r.p.m এ ঘুরানো সম্ভব নয়।

অতএব, রতনের ঘূর্ণন সংখ্যার ধারণা সঠিক নয়।

**চিত্র ২১৮** চিত্রে পানিপূর্ণ বিকারে ডুবানো কৈশিক নলের ব্যাস 0.04 mm.



উপরের উদ্ধীপকের আলোকে নিচের প্রশ্নের উত্তর দাও :

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

[চ. বো. '১৬]

### ২১৮ প্রশ্নের উত্তর

- ক.** কোনো তরল পৃষ্ঠার উপর একটি রেখা কলনা করলে রেখাটির উভয় পার্শ্বে প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং তরল পৃষ্ঠার স্পর্শক বরাবর যে বল বা টান ক্রিয়া করে তাই পৃষ্ঠাটান বা তলটান।
- খ.** স্পর্শকোণ নির্ভর করে কঠিন ও তরলের প্রকৃতির উপর। সংস্কৃতি বল তরলের তলকে অনুভূমিক রাখার চেষ্টা করে। পক্ষান্তরে, আসঙ্গন বল তরল তলকে উপরে উঠাতে চেষ্টা করে। কাচে তৈলাক্ত পদার্থ লাগালে তরলের সংস্কৃতি বল আসঙ্গন বল অপেক্ষা বৃহত্তর হয়। ফলে স্পর্শকোণ বৃদ্ধি পায়।
- গ.** ধরি, পানির তলটান  $T$

উদ্ধীপক হতে, নলের ব্যাস,  $d = 0.04 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ব্যাসার্ধ, } r &= \frac{0.04}{2} \text{ mm} = 0.02 \text{ mm} = 2 \times 10^{-5} \text{ m} \\ \text{পানির ঘনত্ব, } \rho &= 1000 \text{ kgm}^{-3} \\ \text{উচ্চতা, } h &= 0.73 \text{ m} \\ \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g &= 9.8 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} T &= \frac{\rho h \omega g}{2} \\ &= \frac{2 \times 10^{-5} \text{ m} \times 0.73 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}{2} \end{aligned}$$

$$\therefore T = 71.54 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$$

সুতরাং পানির তলটান  $71.54 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$

### ১ উদ্ধীপক অনুসারে,

$$\begin{aligned} \text{পানির উচ্চতা, } h &= 0.80 \text{ m} \\ \text{পানির ঘনত্ব, } \rho &= 1000 \text{ kgm}^{-3} \\ \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g &= 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ 'g' \text{ নং হতে পাই, পানির তলটান, } T &= 71.54 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} \\ \text{ধরি, কৈশিক নলের নতুন ব্যাসার্ধ } r' & \\ \text{আমরা জানি, } T &= \frac{r' h \rho g}{2} \\ \text{বা, } r' &= \frac{2T}{h \rho g} = \frac{2 \times 71.54 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}}{0.80 \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} \\ &= 1.825 \times 10^{-5} \text{ m} \\ \therefore r' &= 0.01825 \text{ mm} \end{aligned}$$

∴ কৈশিক নলের নতুন ব্যাসার্ধ, 0.01825 mm

উদ্ধীপক হতে নলের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.04 \text{ mm} \div 2 = 0.02 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{নলের ব্যাসার্ধ হ্রাস} &= 0.02 \text{ mm} - 0.01825 \text{ mm} \\ &= 0.00175 \text{ mm} = 1.75 \times 10^{-3} \text{ mm} \end{aligned}$$

অর্থাৎ নলের ব্যাসার্ধ  $1.75 \times 10^{-3} \text{ mm}$  হ্রাস পেলে পানির উচ্চতা 0.80 m হবে।

**কারণ :** কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ পানির উচ্চতার ব্যাসানুপাতিক। অর্থাৎ পানির উচ্চতা হ্রাস পেলে কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায় এবং পানির উচ্চতা বৃদ্ধি পেলে কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ হ্রাস পায়। উদ্ধীপকের ক্ষেত্রে পানির উচ্চতা বৃদ্ধি করতে হলে কম ব্যাসার্ধযুক্ত কৈশিক নল ব্যবহার করতে হবে।

**প্রশ্ন ২১৯** রিমি পরীক্ষা করে দেখলো যে, 4 mm ব্যাসের একটি লোহার গোলক কেরসিন তেলে  $4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$  প্রতি বেগ নিয়ে পড়ে। রিমির ধারণা হলো কেরসিন অপেক্ষা গ্রিসারিনে গোলকটির প্রতিবেগ বেশি হবে। লোহার ঘনত্ব  $7800 \text{ kg m}^{-3}$ , কেরসিনের ঘনত্ব  $800 \text{ kg m}^{-3}$ , গ্রিসারিনের ঘনত্ব  $1250 \text{ kg m}^{-3}$ , গ্রিসারিনের সান্দ্রতাঙ্ক  $1.6 \text{ Nm s}^{-2}$ ।

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

[পি. বো. '১৬]

### ২১৯ প্রশ্নের উত্তর

- ক.** কাজ শক্তির উপপাদ্যটি হলো— কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল থারা কৃতকাজ বস্তুটির গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

- খ.** সেকেন্ড দোলক সেই দোলককেই বলা যায় যার দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে সরল দোলকের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে। কিন্তু সকল সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড নাও হতে পারে, কম বা বেশি হতে পারে। সেই সরল দোলকগুলোকে কখনোই সেকেন্ড দোলক বলা যায় না। সুতরাং সকল সেকেন্ড দোলকই সরল দোলক কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয়।

- গ.** এখানে, গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{4 \text{ mm}}{2} = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

প্রতিবেগ,  $v = 4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$

লোহার ঘনত্ব,  $\rho_l = 7800 \text{ kg m}^{-3}$

কেরোসিনের ঘনত্ব,  $\rho_f = 800 \text{ kg m}^{-3}$

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

সান্দ্র বল,  $F = ?$

কেরোসিনের সান্দ্রতাঙ্ক  $\eta$  হলে,

$$\text{আমরা জানি, } v = \frac{2r^2 (\rho_s - \rho_f) g}{9\eta}$$

$$\text{বা, } \eta = \frac{2r^2 (\rho_s - \rho_f) g}{9v} \\ = \frac{2 \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times (7800 - 800) \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}}$$

$$\therefore \eta = 1.524 \text{ Nm s}^{-2}$$

আবার,

$$\text{সান্দু বল, } F = 6\pi r\eta v$$

$$= 6 \times 3.1416 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1.524 \text{ Nm s}^{-2} \times 4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{অতএব, সান্দু বল, } 2.3 \times 10^{-3} \text{ N}$$

**য** এখানে, গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{4 \text{ mm}}{2} = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{লোহার ঘনত্ব, } \rho_s = 7800 \text{ kg m}^{-3}$$

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

$$\text{পিসারিনের সান্দুতাঙ্ক, } \eta = 1.6 \text{ N m s}^{-2}$$

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

$$\text{পিসারিনে গোলকটির প্রান্তবেগ } v \text{ হলো,}$$

$$\text{আমরা জানি, } v = \frac{2r^2 (\rho_s - \rho_f) g}{9\eta}$$

$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times (7800 - 1250) \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 1.6 \text{ N m}^{-2}}$$

$$= 3.57 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{অর্থাৎ পিসারিনে গোলকটির প্রান্তবেগ } 3.57 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1} \text{।}$$

উচ্চীপক অনুসারে, কেরোসিনের তেলে গোলকটির প্রান্তবেগ  $4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$ । সুতরাং দেখা যাচ্ছে, পিসারিনের তুলনায় কেরোসিনে গোলকটির প্রান্তবেগ বেশি। কিন্তু রিমির ধারণা ছিল কেরোসিন অপেক্ষা পিসারিনে গোলকটির প্রান্তবেগ বেশি হবে।

অতএব, উচ্চীপকের তথ্যের ভিত্তিতে রিমির ধারণা সঠিক নয়।

**১৩৩** তমালিকা ভির ব্যাসের একই পদার্থের দুটি ধাতব গোলক তার্পিন তেলের মধ্যে ছেড়ে দিল। গোলক দুটি প্রান্তিক বেগে তার্পিন তেলের তলায় গিয়ে পড়ল। বড় গোলকটি প্রান্তিক বেগে 3 সেকেন্ডে 21 cm পথ অতিক্রম করে। ধাতব পদার্থের ঘনত্ব  $8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ , তেলের ঘনত্ব  $8.9 \times 10^2 \text{ kg m}^{-3}$  এবং বড় গোলকের ব্যাস 6 cm। [তার্পিন তেলের সান্দুতাঙ্ক  $1.5 \times 10^{-2} \text{ Pa.s}$ ]

- ক. মৌলিক রাশি কাকে বলে? ১  
 খ. বাঁক নেওয়া রাস্তার পাশে সতর্কীকরণ সাইনবোর্ড গাড়ির প্রতিবেগ  $60 \text{ km h}^{-1}$  লেখা থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. প্রান্তিক বেগের সময় বড় গোলকটির উপর প্রযুক্ত সান্দু বল নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. ছোট গোলকের ব্যাসার্ধ 2 cm হলে, কোন গোলকটি আগে নিচে পতিত হবে? গণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সিদ্ধান্ত দাও। ৪

[ব. বো. '১৬]

### ১৩৪ ২৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যেসব রাশি মূল অর্ধাং স্বাধীন বা নিরপেক্ষ, যেগুলো অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

**ব** বাঁকা পথে দ্রুত গতিশীল গাড়ি চলার সময় গাড়ির উপর ক্রিয়ালীল বক্তুর অভিযুক্তি জড়তা গাড়িটিকে ধাক্কা দিয়ে উল্টিয়ে ফেলতে পারে। এ জড়তাকে প্রতিহত করার জন্য গাড়িটিকে একটি কেন্দ্রযুক্তি বলের সৃষ্টি করতে হয়। এজন্য গতিশীল গাড়ির কাত হওয়া প্রয়োজন। এ কারণে বাঁকা রাস্তার বাইরের অংশ উচু এবং ভিতরের অংশ একটু নিচু অবস্থায় থাকে অর্থাৎ ব্যাংকিং কোণ সৃষ্টি করা হয়। এই ব্যাংকিং

কোণের কারণে একটি নিমিট বেগ পর্যন্ত গতিশীল গাড়ি নিরাপদে চলতে পারে। বাঁক নেয়া রাস্তার পাশে সাইনবোর্ডে গাড়ির প্রতিবেগ  $60 \text{ km h}^{-1}$  লেখা থাকার অর্থ হলো ঐ বাঁকা রাস্তায় গাড়ি সর্বোচ্চ  $60 \text{ km h}^{-1}$  বেগে নিরাপদে চলতে পারবে। গাড়ির প্রতিবেগ এর চেয়ে বেশি হলে তা উটেটি গিয়ে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

তাই বাঁক নেয়া রাস্তার পাশে সতর্কীকরণ সাইনবোর্ডে গাড়ির প্রতিবেগ  $60 \text{ km h}^{-1}$  লেখা থাকে।

**গ** উচ্চীপক অনুসারে, বড় গোলকটি প্রান্তিক বেগে 3 সেকেন্ডে 21 cm পথ অতিক্রম করে।

$$\text{সুতরাং বড় গোলকের প্রান্তিক বেগ, } v_1 = \frac{21 \text{ cm}}{3 \text{ s}} = 7 \text{ cm s}^{-1} \\ = 7 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

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

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

$$\text{বড় গোলকের উপর প্রযুক্ত সান্দু বল } F \text{ হলো,}$$

$$\text{আমরা জানি,}$$

$$F = 6\pi r\eta v \\ = 6 \times 3.1416 \times 3 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1.5 \times 10^{-2} \text{ Pa.s} \times 7 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1} \\ = 5.94 \text{ N}$$

অতএব, প্রান্তিক বেগের সময় বড় গোলকটির উপর প্রযুক্ত সান্দু বল  $5.94 \text{ N}$ ।

**ঘ** উচ্চীপক অনুসারে,

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

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

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

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

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

$$\text{ছোট গোলকের প্রান্তিক বেগ, } v_2 \text{ হলো,}$$

$$\text{আমরা জানি,}$$

$$v_2 = \frac{2r_2^2 (\rho_s - \rho_f) g}{9\eta} \\ = \frac{2 \times (2 \times 10^{-2} \text{ m})^2 \times (8 \times 10^3 - 8.9 \times 10^2) \text{ kg m}^{-2} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 1.5 \times 10^{-2} \text{ Pa.s}} \\ \therefore v_2 = 4.13 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$$

$$'g' \text{ হতে প্রাণী, বড় গোলকের প্রান্তিক বেগ, } v_1 = 7 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore v_1 > v_2$$

অতএব, বড় গোলকটির প্রান্তিক বেগ বেশি হওয়ায় এটি আগে তার্পিন তেলের মধ্যে দিয়ে নিচে পতিত হবে।

### ১৩৫ এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৫ এর প্রশ্ন ও উত্তর

**১** দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 5 mm। তার দুটিকে সমান বলে টানলে প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হিতীয়টির তিনগুণ হয়। প্রথম তারের পয়সনের অনুপাত 0.5।

ক. যদ্বের কর্ম দক্ষতা কাকে বলে?

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

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

ঘ. উচ্চীপকের তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে তোমার মতামত ব্যক্ত কর।

[জ. বো. '১৫]

### ১৩৬ ২৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো যদ্বের কার্যকর শক্তি এবং মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে এই যদ্বের কর্মদক্ষতা বলে।



**১** একটি দেয়ালে বল ধাক্কা খেলে বলটি দেয়ালের উপর যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করে দেয়ালও বলের উপর সম্পরিমাণ প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এখন দেয়ালের তুলনায় বলের তর অনেক কম বলে দেয়াল স্থির থাকে কিন্তু বলটি পেছনের দিকে সরে আসে।

**২** ধরি, তারের ব্যাসার্ধ ছাস,  $\Delta r$

উচ্চীপক থেকে পাই, ১ম তারের ব্যাস,  $d = 2 \text{ mm}$

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

১ম তারের আদি দৈর্ঘ্য =  $L_0$

$$10\% \text{ বৃদ্ধিতে } \Delta L = \frac{10 L_0}{100} = 0.1 L_0$$

পয়সনের অনুপাত,  $\sigma = 0.5$

$$\text{আমরা জানি, } \sigma = \frac{\Delta r L_0}{r \Delta L}$$

$$\text{বা, } \Delta r = \frac{\sigma \Delta L}{L_0} = \frac{\sigma \times 0.1 L_0}{L_0}$$

$$= \frac{0.5 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0.1 L_0}{L_0} = 5 \times 10^{-5} \text{ m} = 0.05 \text{ mm}$$

অতএব, তারের ব্যাসার্ধ 0.05 mm ছাস পাবে।

**৩** এখনে, তার দুটির আদি দৈর্ঘ্য,  $L_1 = L_2 = L$  ধরি,

১ম তারের ব্যাসার্ধ,  $r_1 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$2\text{য় তারের ব্যাসার্ধ}, r_2 = \frac{5 \text{ mm}}{2} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

উভয়ের উপর প্রযুক্ত বল = F

১ম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ২য় তারের তিনগুণ অর্ধাং,  $I_1 = 3 I_2$

এখন, ১ম ও ২য় তারের ইয়ং গুণাঙ্ক যথাক্রমে  $Y_1$  ও  $Y_2$  হলে,

$$Y_1 = \frac{FL}{\pi r_1^2 l_1} \text{ এবং } Y_2 = \frac{FL}{\pi r_2^2 l_2}$$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{FL}{\pi r_1^2 l_1} \times \frac{\pi r_2^2 l_2}{FL} = \frac{r_2^2}{3r_1^2} = \frac{1}{3} \times \left( \frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m}} \right)^2 = 2.08$$

$$\therefore Y_1 > Y_2$$

অতএব, উচ্চীপকের তার দুটির মধ্যে ১ম তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

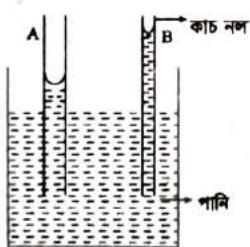
**প্রয়োগ ১** পাশের চিত্রে প্রদর্শিত

A নলের ব্যাস 0.8 মি. মি. এবং

B নলের ব্যাস 0.4 মি. মি.।

পানির স্পর্শ কোণ  $2^\circ$ , পৃষ্ঠান্ত

$72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$



**১** ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে?

খ. বৃষ্টির ফোটা কচুপাতাকে ভিজায়না অর্থাত আম পাতাকে ভিজায় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. B নলের পানির উচ্চতা বের কর।

ঘ. নল দুটিতে পানির উচ্চতার তারতম্যের কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

[সি. বো. '১৫]

### ২৬২. প্রয়োগ উত্তর

**১** কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে বক্র তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে, তাকে উক্ত কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

**২** আমরা জানি, স্পর্শ কোণ সূক্ষ্মকোণ হলে তরল কঠিনকে ভিজায় আবার স্পর্শ কোণ স্থূল কোণ হলে তরল কঠিনকে ভিজায় না, একেতে পানি ও কচু পাতার মধ্যকার স্পর্শকোণ  $90^\circ$  অপেক্ষা বেশি অর্ধাং স্থূলকোণ বলে পানি কচু পাতাকে ভিজায় না। তবে পানি ও আম পাতার ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ  $90^\circ$  অপেক্ষা কম অর্ধাং সূক্ষ্ম বলে পানি আম পাতাকে ভিজায়।

**৩** উচ্চীপক থেকে পাই, পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

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

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

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

স্পর্শ কোণ,  $\theta = 2^\circ$

ধরি, পানির উচ্চতের উচ্চতা, h

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{hrpg}{2 \cos \theta}$$

$$\text{বা, } h = \frac{2 T \cos \theta}{rpg} = \frac{2 \times 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1} \times \cos 2^\circ}{0.2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 0.073 \text{ m} = 7.3 \text{ cm}$$

অতএব, B নলে পানির উচ্চতা, 7.3 cm।

**৪** উচ্চীপকের চিত্রে একটি পানিপূর্ণ পাত্রে A ও B নল দুটিকে

চুবিয়ে রাখা হয়েছে। নল দুটির ব্যাসার্ধ ডিন্ব ডিন্ব। তবে উভয়ের ব্যাসার্ধ খুবই কম। তাই নল দুটি কৈশিক নল হিসেবে কাজ করছে।

এজন্য নলের ডিতর পানি উপরে উঠেছে। তবে নল দুটিতে উচ্চতার তারতম্য রয়েছে। পানির পৃষ্ঠান্ত প্রায়  $72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$ । এটি পানির উপাদানের বৈশিষ্ট্য। তাই A ও B নলের জন্য এটি সমান।

এবার দেখা যাক, অন্যান্য কি কি জিনিস A ও B নলের জন্য সমান বা

ডিন্ব হতে পারে। সূত্রটি হলো—  $T = \frac{hrpg}{2 \cos \theta}$ ।  
চিত্র এবং উচ্চীপকের তথ্য হতে এটা স্পষ্ট যে A নলের ব্যাসার্ধ (r) B নলের চেয়ে বেশি।

পানির ঘনত্ব  $\rho$  দুটি নলের জন্যই সমান।

১. অভিকর্ষজ ত্বরণ একই হবে।

২. স্পর্শ কোণ ( $\theta$ ) একই বা ডিন্ব হতে পারে।  
যদি A ও B নল দুটি একই পদার্থের তৈরি হয় তবে  $\theta$  অভিন্ব হবে।  
কিন্তু ডিন্ব ডিন্ব পদার্থের তৈরি হলে  $\theta$  ডিন্ব হবে।

সূতরাং, দেখা যাচ্ছে নল দুটিতে পানির উচ্চতার তারতম্যের মূল কারণ নল দুটির ব্যাসার্ধের পার্থক্য। অর্ধাং যে নলের ব্যাসার্ধ কম সে নলে পানির উচ্চতা বেশি হবে। আর যে নলের ব্যাসার্ধ বেশি সে নলে পানির উচ্চতা কম হবে।

অতএব, বুঝা গেল যে, কৈশিক নলের ব্যাসার্ধের তারতম্যের সাথে সাথে এর ডিতরে তরলের উচ্চতার তারতম্য হয়।

**জ্ঞান পুরণ** A ও B দুটি তারের বিভিন্ন রাশির মান নিষের হকে প্রদান করা হলো—

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

**১** ক. পৃষ্ঠ শক্তি কাকে বলে?

খ. পৃষ্ঠবীতে বছরের দিনের সংখ্যা পৃষ্ঠবী ও সূর্যের মধ্যকার্তা গড় দূরত্বের সাথে কীভাবে সম্পর্কিত ব্যাখ্যা কর।

গ. A তারের পয়সনের অনুপাত হিসাব কর।

ঘ. A ও B তারটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক—  
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[ব. বো. '১৫]

### ২৬৩. প্রয়োগ উত্তর

**১** কোনো একটি তরল তলের ক্ষেত্রফল এক একক বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে এই তরলের পৃষ্ঠ শক্তি বলে।

খ) আমরা জানি, প্রতিটি গৃহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য হতে এর গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, গড় দূরত্ব বেশি হলে পর্যায়কালও বেশি হবে। আবার পর্যায়কাল বেশি হলে বছরের দিনের সংখ্যা বেশি হবে। অতএব পৃথিবীতে বছরের দিনের সংখ্যা পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যবর্তী গড় দূরত্বের সমানুপাতিক।

গ) উচ্চীপক থেকে পাই, A তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L = 0.80 \text{ m}$

$$\text{আদি ব্যাসার্ধ}, r = 0.5 \text{ m} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ}, \Delta l = 7 \text{ mm} = 7 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ হ্রাস}, \Delta r = \frac{0.005 \text{ mm}}{2} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mm} = 2.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

ধরি, পয়সনের অনুপাত,  $\sigma$

$$\text{আমরা জানি}, \sigma = -\frac{L \Delta r}{r \Delta L} = -\frac{0.80 \text{ m} \times 2.5 \times 10^{-6} \text{ m}}{0.5 \times 10^{-3} \text{ m} \times 7 \times 10^{-3} \text{ m}} = -0.57$$

অতএব, A তারের পয়সনের অনুপাত  $-0.57$ ।

ঘ) এখানে, A তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L_A = 0.8 \text{ m}$

$$B \quad " \quad " \quad L_B = 0.75 \text{ m}$$

$$A \text{ তারের ব্যাসার্ধ}, r_A = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$B \quad " \quad " \quad r_B = 0.6 \text{ mm} = 0.6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$A \text{ তারের প্রযুক্ত বল}, F_A = 5 \text{ N}$$

$$B \quad " \quad " \quad F_B = 6 \text{ N}$$

$$A \text{ তারের দৈর্ঘ্য বৃশি}, \ell_A = 7 \text{ mm} = 7 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$B \quad " \quad " \quad \ell_B = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

এখন, A তারের ইয়ং গুণাঙ্ক  $Y_A$  হলে,

$$Y_A = \frac{F_A L_A}{\pi r_A^2 \ell_A} = \frac{5 \text{ N} \times 0.8 \text{ m}}{\pi \times (0.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 7 \times 10^{-3} \text{ m}} \\ = 7.27 \times 10^8 \text{ N m}^{-2}$$

B তারের ইয়ং গুণাঙ্ক  $Y_B$  হলে,

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

এখানে,  $Y_A > Y_B$

অতএব, A ও B তারের মধ্যে A তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

খ) একটি পরীকাগারে দুটি কক্ষ। কক্ষ দুটিতে দুটি তার ঝুলানো আছে। প্রথম কক্ষের কক্ষ তাপমাত্রা  $2^\circ\text{C}$  এবং দ্বিতীয় কক্ষের কক্ষ তাপমাত্রা  $50^\circ\text{C}$ । দ্বিতীয় তারটি প্রথম তার অপেক্ষা শোটা। প্রথম তারের দৈর্ঘ্য  $1 \text{ m}$ , ব্যাস  $5 \text{ mm}$ ;  $3 \text{ kg}$  ভর ঝুলানোর ফলে দৈর্ঘ্য হলো  $1 \text{ cm}$  এবং ব্যাস  $0.01 \text{ mm}$ । আবার দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য  $3 \text{ m}$  ব্যাস  $15 \text{ mm}$  সম ভর দেওয়ায় দৈর্ঘ্য হলো  $3 \text{ cm}$  এবং ব্যাস  $0.03 \text{ mm}$ ।

ক. ডেসিবেল কী?

খ. সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণটি ব্যাখ্যা কর।

গ. প্রথম ও দ্বিতীয় তারের পয়সনের অনুপাতের তুলনা কর।

ঘ. তার দুটির মধ্যে কোনটির অসহভাব বেশি বলে তুমি

মনে কর? মতামত ব্যক্ত কর।

(নি. বো. '১৫)

## ২৭নং অঞ্চলের উত্তর

ক) শব্দের তীব্রতা যখন  $10$  গুণ বৃশি, পায় তখন শব্দাক্তা যতটুকু বাঢ়ে তাই! ডেসিবেল।

খ) সরল দোলন গতিতে চলমান কোনো বস্তুকণার সময়ে সরণ  $x$  হলে, এর গতির অন্তরক সমীকরণ হবে

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

এখানে,  $\omega =$  কণাটির কৌণিক বেগ,

এই সমীকরণটিকে সমাধান করে পাওয়া যায়,

$$x = a \sin (\omega t + \delta)$$

এখনে, এক্ষেত্রে বেগ,  $v = \frac{dx}{dt}$

$$= a \omega \cos \omega t$$

এখানে,

a = কণাটির সর্বোচ্চ সরণ

$\delta$  = আদি দশা

$\omega t + \delta =$  বস্তুর দশা

$$\text{এবং তুরণ } a = \frac{dv}{dt} = - a \omega^2 \sin \omega t = - \omega^2 x$$

অর্থাৎ, তুরণ সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী।

ঘ) এখানে, ১ম তারের দৈর্ঘ্য,  $L_1 = 1 \text{ m}$

$$1 \text{ম তারের ব্যাস}, D_1 = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \text{ম তারের দৈর্ঘ্য বৃশি}, \ell_1 = 1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$1 \text{ম তারের ব্যাস হ্রাস}, d = 0.01 \text{ mm} = 0.01 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$2 \text{য় তারের দৈর্ঘ্য}, L_2 = 3 \text{ m}$$

$$2 \text{য় তারের ব্যাস}, D_2 = 15 \text{ mm} = 15 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$2 \text{য় তারের দৈর্ঘ্য বৃশি}, \ell_2 = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$2 \text{য় তারের ব্যাস হ্রাস}, d_2 = 0.03 \text{ mm} = 0.03 \times 10^{-3} \text{ m}$$

এখন, ১ম তারের পয়সনের অনুপাত  $\sigma_1$  হলে,

$$\sigma_1 = \frac{d_1 L_1}{D_1 \ell_1} = \frac{0.01 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1 \text{ m}}{5 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1 \times 10^{-2} \text{ m}} = 0.2$$

আবার, ২য় তারের পয়সনের অনুপাত  $\sigma_2$  হলে,

$$\sigma_2 = \frac{d_2 L_2}{D_2 \ell_2} = \frac{0.03 \times 10^{-3} \text{ m} \times 3 \text{ m}}{15 \times 10^{-3} \text{ m} \times 3 \times 10^{-2} \text{ m}} = 0.2$$

এখানে,  $\sigma_1 = \sigma_2$

অতএব, প্রথম ও দ্বিতীয় তারের পয়সনের অনুপাত সমান।

ঘ) আমরা জানি, ন্যূনতম যে নির্দিষ্ট তারের ক্রিয়া কোনো বস্তু ডেকে যায় বা ছিঁড়ে যায় তাকে অসহভাব বা অসহ ওজন বলে। আবার, প্রযুক্ত বাহ্যিক বলের যে সর্বোচ্চ বা উর্ধসীমা পর্যন্ত কোনো বস্তুর পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে তাকে এ বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। অর্থাৎ যে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতার মান বেশি তার অসহভাবও বেশি হবে।

এখন, ১ম তারের দৈর্ঘ্য,  $L_1 = 1 \text{ m}$

$$1 \text{ম তারের ব্যাসার্ধ}, r_1 = \frac{5 \text{ mm}}{2} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃশি,  $\ell_1 = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$

প্রথম তারের উপর প্রযুক্ত বল,  $F_1 = mg = 3 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 29.4 \text{ N}$

আবার, দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য,  $L_2 = 3 \text{ m}$

$$" \quad " \quad \text{ব্যাসার্ধ}, r_2 = \frac{15 \text{ mm}}{2} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$" \quad " \quad \text{দৈর্ঘ্য বৃশি}, \ell_2 = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$$

$$" \quad " \quad \text{উপর প্রযুক্ত বল}, F_2 = 29.4 \text{ N}$$

এখন, ১ম তারের ইয়ং গুণাঙ্ক  $Y_1$  হলে,

$$Y_1 = \frac{F_1 L_1}{\pi r_1^2 \ell_1} \\ = \frac{29.4 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{\pi \times (2.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 0.01 \text{ m}} \\ = 1.49 \times 10^8 \text{ N m}^{-2}$$

আবার, ২য় তারের ইয়ং গুণাঙ্ক  $Y_2$  হলে,

$$Y_2 = \frac{F_2 L_2}{\pi r_2^2 \ell_2} \\ = \frac{29.4 \text{ N} \times 3 \text{ m}}{\pi \times (7.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 0.03 \text{ m}} = 0.16 \times 10^8 \text{ N m}^{-2}$$

এখানে,  $Y_1 > Y_2$

অতএব, ১ম তারটির অসহভাব বেশি হবে।



### NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রয়োগ ও উভচর

পিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নথুনা সূজনশীল প্রয়োগসমূহের যথাযথ উভচর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রয়োগের অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও ইঞ্চেলেজ পরীক্ষার প্রশ্ন ও উভচরের ধরন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

### ৩ এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রয়োগ ও উভচর

**প্রয়োগ ১** তানিয়া 4 mm ব্যাসের একটি কৈশিক নলের এক প্রান্ত বিশুদ্ধ পানিতে ডুবায়। নলে উদ্ধিত পানির উচ্চতা পরিমাপ করে 0.082 m. এরপর সে এক ভূতীয়াংশ ব্যাসার্ধের আরেকটি কৈশিক নল সাধারণ পানিতে ডুবায়। তানিয়া 1m নলে উদ্ধিত পানির ভর এবং 2m নলে উদ্ধিত পানির ভরের ব্যবধান পর্যবেক্ষণ করে।

ক. প্রভাব গোলক কাকে বলে?

১

খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে তরলের সান্দুতা কমে,

কিছু গ্যাসের সান্দুতা বাড়ে কেন— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উচ্চিপকের প্রথম ক্ষেত্রে পানির তলটান কত?

৩

ঘ. তানিয়ার পর্যবেক্ষণের ফলাফল কি হতে পারে?

৪

গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

(অনুশীলনীর প্রয়োগ ১)

### ২৮নং প্রয়োগের উভচর

**ক** কোনো অণুকে কেন্দ্র করে এর আণবিক পান্তির সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে যে গোলক কল্পনা করা হয় তাকে প্রভাব গোলক বলে।

**খ** গ্যাসের অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল নেই বললেই চলে। তাপমাত্রা বাড়ালে অণুসমূহের গড়বেগ বৃদ্ধি পায়। ফলে সংঘর্ষও বাড়ে। যার ফলে বিভিন্ন স্তরের প্রবাহে বাধার পরিমাণ বাড়ে এবং সান্দুতা বাড়ে। আবার তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিক দূরত্ব বাড়ে। ফলে আন্তঃআণবিক বলের মান কমে। এর ফলে সান্দুতা কমে।

**গ** এখানে, নলের ব্যাসার্ধ,  $r = 4 \text{ mm} + 2 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

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

$$g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

তলটান,  $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{\rho g h}{2} = \frac{2 \times 10^{-3} \times 10^3 \times 9.8 \times 0.082}{2}$$

$$\therefore T = 0.81 \text{ N m}^{-1}$$

অতএব, উচ্চিপকের 1m ক্ষেত্রে পানির তলটান  $0.81 \text{ N m}^{-1}$ ।

**ঘ** 1m নলে বিশুদ্ধ পানির উদ্ধিত ভর,

$$m = \pi r^2 \left( h + \frac{r}{3} \right) \cdot \rho$$

$$= 3.1416 \times (2 \times 10^{-3})^2 \times \left( 0.082 + \frac{2 \times 10^{-3}}{3} \right) \times 1000 \text{ kg}$$

$$= 3.1416 \times 4 \times 10^{-6} \times 0.083 \times 1000 \text{ kg}$$

$$= 1.039 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

এবার, ২য় নলের ক্ষেত্রে;

$$T_1 = \frac{\rho_1 g \cdot h_1}{2}$$

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

$$\text{বা, } h_1 = \frac{2 \times 0.072}{0.67 \times 10^{-3} \times 1000 \times 9.8} \text{ m}$$

$$\therefore h_1 = 0.022 \text{ m}$$

সাধারণ পানির তলটান,

$$T_1 = 0.072 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r_1 = \frac{2 \times 10^{-3}}{3}$$

$$= 0.67 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{ঘনত্ব, } \rho_1 = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

উচ্চতা,  $h_1 = ?$

$$\text{এক্ষেত্রে, পানির ভর, } m_1 = \pi r_1^2 \left( h_1 + \frac{r_1}{3} \right) \times \rho$$

$$= 3.1416 \times (0.67 \times 10^{-3})^2 \times \left( 0.022 + \frac{0.67 \times 10^{-3}}{3} \right) \times 1000$$

$$= 0.032 \times 10^{-3} \text{ kg}.$$

সূতরাং,  $m > m_1$

অর্থাৎ 1m ক্ষেত্রে পানির ভর বেশি।

**প্রয়োগ ২** ঘটনা-১ :  $1 \text{ m}^2$  ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পাত 1 mm পুরু পানির একটি স্তরের উপর রাখা হলো। পাতটিকে  $4 \text{ m s}^{-1}$  আপেক্ষিক বেগে চালনা করতে 4 N অনুভূমিক বলের প্রয়োজন।

ঘটনা-২ : পিসারিন পূর্ণ একটি পাত্রের তলদেশ থেকে  $14.13 \text{ mm}^3$  আয়তনের কোনো বায়ুর বৃদ্ধবৃদ্ধ 38  $\text{m s}^{-1}$  প্রতিবেগে পাত্রের উপরিতলে আসে এবং আয়তন পাঁচগুণ হয়। [পিসারিনের ঘনত্ব =  $1261 \text{ kg m}^{-3}$ , বায়ুর ঘনত্ব =  $1.29 \text{ kg m}^{-3}$ , বায়ুর চাপ =  $10^5 \text{ N m}^{-2}$ ]

**ক**. স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কাকে বলে?

১

**খ**. এককের বিবেচনায় ইয়ং-এর গুণাঙ্ক ও পীড়ন একই রকম— ব্যাখ্যা দাও।

২

**গ**. পিসারিন পাত্রের গভীরতা নির্ণয় কর।

৩

**ঘ**. একটি হেলানো তলে তরল দু'টির কোনটি আগে গড়িয়ে পড়বে— যাচাই কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রয়োগ ২)

### ২৯নং প্রয়োগের উভচর

**ক** কোনো বস্তু বা তারের উপর ক্রমাগত পীড়নের হাস বৃদ্ধি করলে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম হাস পায়। এর ফলে বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তু পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না। কিছুটা দেরী হয়। বস্তুর এই অবস্থাই স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি।

**খ** আমরা জানি, ইয়ং গুণাঙ্ক =  $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

$\therefore$  ইয়ং গুণাঙ্কের একক =  $\frac{\text{পীড়নের একক}}{\text{বিকৃতির একক}}$

কিন্তু, বিকৃতির কোনো একক নেই।

$\therefore$  ইয়ং গুণাঙ্কের একক = পীড়নের একক

অর্থাৎ, পীড়নের ও ইয়ং গুণাঙ্কের একক একই হবে।

**গ**. ধরি, গভীরতা =  $h$

এখানে, বায়ুর চাপ,  $P_1 = 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$$\therefore \text{তলদেশে চাপ, } P_2 = (P_1 + h\rho g)$$

তলদেশে আয়তন,  $V_2 = 14.13 \text{ mm}^3$

$$\therefore \text{উপরিতলে আয়তন, } V_1 = 5 V_2 = 5 \times 14.13 \text{ mm}^3$$

পিসারিনের ঘনত্ব,  $\rho = 1261 \text{ kg m}^{-3}$

$$\therefore \text{আমরা জানি, } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } P_1 V_1 = (P_1 + h\rho g) \times V_2$$

$$\text{বা, } 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 5 V_2 = (10^5 \text{ N m}^{-2} + h \times 1261 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m s}^{-2}) V_2$$

$$\text{বা, } h = \frac{4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{1261 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}} = 32.36 \text{ m}$$

পিসারিন পাত্রের গভীরতা 32.36 m।

## সময় অধ্যায় পদাৰ্থের গাঠনিক ধৰ্ম

**বি** প্ৰথম ঘটনাৰ ক্ষেত্ৰে, পাতেৰ পুৱৃত্ত,  $dy = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

আপেক্ষিক বেগ,  $dv = 4 \text{ m s}^{-1}$

ক্ষেত্ৰফল,  $A = 1 \text{ m}^2$

আনুভূমিক বল,  $F = 4 \text{ N}$

পানিৰ সান্দ্ৰতাৰ্ক,  $\eta_w$  হলে,

$$F = \eta_w A = \frac{dv}{dy}$$

$$\text{বা, } \eta_w = \frac{F dy}{A dv} = \frac{4 \text{ N} \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m s}^{-1}} = 1 \times 10^{-3} \text{ N m s}^{-2}$$

আবাৰ, ছিতীয় ঘটনাৰ ক্ষেত্ৰে,

পিসারিনেৰ ঘনত্ব,  $\rho_g = 1261 \text{ kg m}^{-3}$

বায়ুৰ ঘনত্ব,  $\rho_a = 1.29 \text{ kg m}^{-3}$

বুদ্বুদেৰ আভবেগ,  $v_i = 38 \text{ m s}^{-1}$

বুদ্বুদেৰ আয়তন,  $V = 14.13 \times 10^{-9} \text{ m}$

বুদ্বুদেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r$  এবং

পিসারিনেৰ সান্দ্ৰতাৰ্ক,  $\eta_g$  হলে,

$$\text{আঘৰা জনি, } \frac{4}{3} \pi r^3 = 14.13 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{বা, } r = 0.00238 \text{ m}$$

পিসারিনে সান্দ্ৰতাৰ্ক,

$$\begin{aligned} \eta_g &= \frac{2 r^2 (\rho_g - \rho_a) g}{9 v_i} \\ &= \frac{2 \times (0.00238)^2 (1261 - 1.29) \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 38 \text{ m s}^{-1}} \\ &= 4.1 \times 10^{-4} \text{ Ns m}^{-2} \end{aligned}$$

এখানে,  $\eta_g < \eta_w$

∴ হেলানো ভলে পানি আগে গড়িয়ে পড়বে।

**বি** দুটি সমান দৈৰ্ঘ্যেৰ তাৰ A ও B এৰ ব্যাস যথাক্রমে  $1 \times 10^{-3} \text{ m}$  ও  $4 \times 10^{-3} \text{ m}$  উভয়কে সমান বল দ্বাৰা টানলে A-এৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি B এৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধিৰ চাৰগুণ হয়। A-এৰ উপাদানেৰ ইয়ং এৰ গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ।

**ক.** দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি কাকে বলে?

১

**খ.** তৱলেৰ পৃষ্ঠটানেৰ উপৰ কোন কোন বিষয় প্ৰভাৱ বিস্তাৱ কৰে?

২

**গ.** A তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য 5% বৃদ্ধি কৰতে প্ৰযুক্তি পীড়ন নিৰ্ণয় কৰ।

৩

**ঘ.** A ও B তাৰে কোনটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক তা নিৰ্ণয় কৰ।

৪

[অনুলিলনীৰ প্ৰঞ্চ ৩]

### ৩০নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

**ক.** বল প্ৰয়োগেৰ ফলে যদি বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্যেৰ পৱিবৰ্তন ঘটে তবে তাকে দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি বলে।

**খ.** তৱলেৰ পৃষ্ঠটানেৰ উপৰ নিম্নলিখিত বিষয় প্ৰভাৱ বিস্তাৱ কৰে—

১. তাপমাত্ৰা বাঢ়লে তৱলেৰ পৃষ্ঠটান হাস পায়।
২. তৱল চাৰ্জিত হলে এৰ পৃষ্ঠটান হাস পায়।
৩. তৱলেৰ মুক্ততলে কোনো কিছু যেমন তেল বা চাৰি থাকলে পৃষ্ঠটান অনেক কমে যায়।
৪. বিশুদ্ধ পানিতে অজৈব পদাৰ্থ দ্রবীভূত থাকলে পৃষ্ঠটান বাঢ়ে কিছু জৈব পদাৰ্থ দ্রবীভূত থাকলে পৃষ্ঠটান কমে।

**গ.** এখানে, A তাৰেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r_1 = \frac{1 \times 10^{-3}}{2} \text{ m} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

B তাৰেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r_2 = \frac{4 \times 10^{-3}}{2} \text{ m} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

যদি, B তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I_2 = L$  হয়

তবে A তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I = 4L$  হবে

A তাৰেৰ ইয়ং এৰ গুণাঙ্ক,  $Y_1 = 10^{11} \text{ N m}^{-2}$

এখন, A তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I = L$  এৰ 5% =  $\frac{5L}{100} = \frac{L}{20}$

A তাৰটিৰ দৈৰ্ঘ্য 5% বৃদ্ধি কৰতে প্ৰযুক্তি পীড়ন,  $\frac{F}{A} = ?$

আমৰা জানি,  $Y = \frac{FL}{AI}$

$$\text{বা, } \frac{F}{A} = \frac{YL}{L} = \frac{YL}{20L}$$

$$= \frac{2 \times 10^{11}}{20} \text{ N m}^{-2} = 10^{10} \text{ N m}^{-2}$$

∴ প্ৰযুক্তি পীড়ন  $10^{10} \text{ N m}^{-2}$ ।

**ঘ** ধৰি, A তাৰেৰ ব্যাস, দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি ও ইয়ং গুণাঙ্ক যথাক্রমে  $d_A$ ,  $I_A$  এবং  $Y_A$ । B তাৰেৰ ব্যাস, দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি ও ইয়ং গুণাঙ্ক যথাক্রমে  $d_B$ ,  $I_B$  এবং  $Y_B$

এখনে,  $d_A = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

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

$$\frac{I_A}{I_B} = 4; \frac{Y_A}{Y_B} = ?$$

আমৰা জানি,  $Y = \frac{FL}{\frac{\pi d^2 l}{4}} = \frac{4FL}{\pi d^2 l}$

এখন, A তাৰেৰ জন্য,  $Y_A = \frac{4FL}{\pi d_A^2 I_A}$  ..... (১)

∴ B তাৰেৰ জন্য,  $Y_B = \frac{4FL}{\pi d_B^2 I_B}$  ..... (২)

(১) ও (২) নং সমীকৰণ হতে পাই,

$$\begin{aligned} \frac{Y_A}{Y_B} &= \frac{4FL}{\pi d_A^2 I_A} \times \frac{\pi d_B^2 I_B}{4FL} \\ &= \left( \frac{d_B}{d_A} \right)^2 \times \left( \frac{I_B}{I_A} \right) \\ &= \left( \frac{4 \times 10^{-3} \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m}} \right)^2 \times \left( \frac{1}{4} \right) \end{aligned}$$

$$\text{বা, } \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{4}{1}$$

$$\text{বা, } Y_B = \frac{Y_A}{4} = \frac{2 \times 10^{11}}{4} \text{ N m}^{-2}$$

$$\therefore Y_B = 5 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$$

$$\therefore Y_A > Y_B$$

A তাৰেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক  
 $Y_A = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$

অতএব, দেখা যাচ্ছে, B তাৰেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক A তাৰেৰ তুলনায় 4 গুণ কম। অৰ্থাৎ, B তাৰেৰ ভিতৱ্বকাৰ প্ৰতিৱেচ ক্ষমতা A তাৰেৰ তুলনায় কম। সুতৰাং, বলা যায় A তাৰটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক।

**ঘ** 0.1 mm ব্যাসাৰ্ধেৰ আটটি বৃত্তিৰ ফোটা  $5 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$  প্ৰত্যবেগে পড়ছে। পানিৰ ঘনত্ব  $10^3 \text{ kg m}^{-3}$ । (বাতাসেৰ ঘনত্ব উপেক্ষণীয়)

**ক.** দৈৰ্ঘ্য পীড়ন কাকে বলে?

১

**খ.** টান কৰা তাৰ হঠাৎ ছিড়ে গৈলে উভতাৰ পৱিবৰ্তন হয় কেন?

২

**গ.** বায়ুৰ সান্দ্ৰতা গুণাঙ্ক নিৰ্ণয় কৰ।

৩

**ঘ.** উদীপকে উল্লিখিত পানিৰ আটটি ফোটা একত্ৰিত হয়ে বড় একটি ফোটায় পৱিণত হলে প্ৰাণীয় বেগ বেশি হবে— উত্তিৰ যথাৰ্থতা বিচাৰ কৰ।

৪

[অনুলিলনীৰ প্ৰঞ্চ ৪]

### ৩১নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

**ক.** দৈৰ্ঘ্য বিকৃতি ঘটাৰ জন্য প্ৰতি একক ক্ষেত্ৰফলেৰ ওপৰ দৈৰ্ঘ্য বৰাবৰ প্ৰযুক্তি বলকে দৈৰ্ঘ্য পীড়ন বলে।



**খ** টান টান করা তার হঠাতে ছিড়ে গেলে তারের উক্তা পরিবর্তিত হয়।

**কারণ :** কোনো তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটাতে তারের অগুলোর আন্তঃআণবিক বলের বিপরীতে কিছু কাজ সম্পাদন করতে হয়। এ কাজ তারের মধ্যে স্থিতিশক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকে। তারটি যখন হঠাতে ছিড়ে যায়, তখন ঐ স্থিতিশক্তি তাপশক্তিতে বৃপ্তিরিত হয়। ফলে তারের উক্তা বাঢ়ে।

**গ** এখানে, বৃটির ফোটার ব্যাসার্ধ,  $r = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m}$

প্রাপ্ত বেগ,  $v = 5 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$

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

$$\text{আমরা জানি, } v = \frac{2r^2 \rho_w g}{9\eta} [\because \eta \text{ উপক্ষেপীয়}]$$

$$\text{বা, } \eta = \frac{2r^2 \rho_w g}{9v}$$

$$= \frac{2(0.1 \times 10^{-3})^2 \times 1000 \times 9.8}{9 \times 5 \times 10^{-2}} \text{ N s m}^{-2}$$

$$= 4.355 \times 10^{-4} \text{ N s m}^{-2}$$

বায়ুর সান্দুতা গুণাত্মক  $4.355 \times 10^{-4} \text{ N s m}^{-2}$ ।

**ঘ** যদি আটটি ফোটা একত্রিত হয়ে  $R$  ব্যাসার্ধের একটি ফোটায়

$$\text{পরিণত হয় তবে, } 8 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\text{বা, } \frac{4}{3} \pi (2r)^3 = \frac{4}{3} \pi R^3$$

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

ধরি, বড় ফোটার প্রাণীয় বেগ  $v'$

$$\text{স্টোকসের সূত্রানুসারে, } 6\pi\eta v' R = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g$$

$$\text{বা, } v' = \frac{2\rho g}{9\eta} R^2$$

$$\text{বা, } v' = \frac{2 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 4.36 \times 10^{-4} \text{ Nsm}^{-2}} (2 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \text{ [মান বিস্তৃত]} \\ (2 \times 10^{-4} \text{ m})^2 [মান বিস্তৃত]$$

$$\text{বা, } v' = 1.9979 \times 10^{-1} \text{ m s}^{-1} \approx 20 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1} \text{ (প্রায়)}$$

এখানে, ফোটাগুলো একত্রিত হয়ে একটি ফোটায় পরিণত হলে প্রাণীয় বেগ হবে  $20 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$ । যা  $5 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$  অপেক্ষা বেশি।

অতএব, উক্তিটি যথার্থ।

**ঙ** মাহিন একটি তরলের উপরিতলে রাখা  $0.75 \text{ m}$  দীর্ঘ এক খন্দ তারকে টেনে তুলতে  $5.55 \times 10^{-2} \text{ N}$  বল প্রয়োগ করে। অতঃপর উক্ত তরলে  $0.2 \text{ mm}$  ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি কৈশিক নল ডুবিয়ে মাহিন লক্ষ করল কিছু তরল নল বেয়ে উপরে উঠে। তরলের ঘনত্ব  $1 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ।

**ক**. সমরেখ প্রবাহ কাকে বলে?

১

**খ**. বিকৃতির কোনো একক নেই কেন?

২

**গ**. উচীপকে উল্লিখিত তরলটির পৃষ্ঠাটান কত?

৩

**ঘ**. মাহিন যা লক্ষ করল তার সঠিকতা বিচার কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রথ ৫)

### ৩২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো নলের ভেতর দিয়ে প্রবাহী চলাচল করার পর যদি প্রবাহীর গতিশীল বিভিন্ন ক্ষরণগুলো নলের অক্ষের সমান্তরালে থাকে তবে প্রবাহীর সেই পতিঃই সমরেখ প্রবাহ।

**খ** আমরা জানি, বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন সাধিত হয় তাকে সেই বস্তুর বিকৃতি বলে।

$$\text{অর্ধাত্, বিকৃতি} = \frac{\text{বস্তু মাত্রার পরিবর্তন}}{\text{বস্তুর আদি মাত্রা}}$$

যেহেতু, বিকৃতি একই জাতীয় দুটি রাশির অনুপাত; সেজন্য এর কোনো একক নেই।

**ঘ** এখানে, প্রয়োজনীয় বল,  $F = 5.55 \times 10^{-2} \text{ N}$

তারের দৈর্ঘ্য,  $l = 0.75 \text{ m}$

পৃষ্ঠাটান,  $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{F}{2l} = \frac{5.55 \times 10^{-2} \text{ N}}{2 \times 0.75 \text{ m}} = 0.037 \text{ N m}^{-1}$$

∴ তরলটির পৃষ্ঠাটান,  $0.037 \text{ N m}^{-1}$

**ঘ** এখানে, কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$

তরলের ঘনত্ব  $\delta = l \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

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

এখন, কৈশিক নলে তরলের আরোহণের পরিমাণ  $h$  হলে আমরা জানি,

$$T = \frac{rh \delta g}{2}$$

$$\text{বা, } h = \frac{2T}{r \delta g}$$

$$= \frac{2 \times 0.037 \text{ N m}^{-1}}{2 \times 10^{-4} \text{ m} \times 1 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}} = 0.038 \text{ m}$$

অতএব, কৈশিক নলে তরলের আরোহণের পরিমাণ  $0.038 \text{ m}$ ।

**ঘ** দুটি নিরেট গোলকের ব্যাসার্ধ  $2 \text{ mm}$  ও  $3 \text{ mm}$ । গোলক দুটিকে একইসাথে একটি তরল ভর্তি লব্ধ সিলিন্ডারের মধ্যে ছেড়ে দেওয়া হলো। প্রতিক বেগ প্রাপ্ত হবার পর ছোট গোলকটি  $2.9 \text{ সেকেন্ডে } 20 \text{ cm}$  দূরত্ব অতিক্রম করে। তরলের ঘনত্ব ও সান্দুতাক যথাক্রমে  $1.26 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  ও  $0.83 \text{ Nsm}^{-2}$ । লোহার ঘনত্ব  $7.80 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ।

**ক**. প্রভাব গোলক কী?

১

**খ**. প্রবাহীর সান্দুতা পরিবর্তনশীল না-কি ধ্বনি-ব্যাখ্যা কর।

২

**গ**. ছোট গোলকের উপর ক্রিয়াশীল সান্দুবলের পরিমাণ নির্ণয় কর।

৩

**ঘ**. উল্লিখিত গোলক দুটির কোন গোলকটি প্রথমে সিলিন্ডারের তলদেশে পৌছাবে—গাণিতিকভাবে তোমার মতামতের সপক্ষে যুক্তি দাও।

৪

(অনুশীলনীর প্রথ ৬)

### ৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো অণুকে কেন্দ্র করে এর আণবিক পানার সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে যে গোলক কল্পনা করা হয় তাকে প্রভাব গোলক বলে।

**ঘ** স্টোকসের সূত্রানুসারে,  $F = 6\pi\eta v$

নির্দিষ্ট কোনো প্রবাহীর জন্য  $\eta$  ধ্বনি হওয়ায়,  $F \propto rv$

সুতরাং, প্রবাহীর সান্দুতা বা সান্দুবল ধ্বনিনের নয়, বরং পরিবর্তনশীল। এটি নির্ভর করে বস্তুর আকার এবং আপেক্ষিক গতিবেগের উপর। এছাড়া সান্দুতা বলের মান প্রবাহীর ত্বরণের ক্ষেত্রফল ও স্থির তল থেকে এর দূরত্বের উপর নির্ভর করে।

**ঘ** ছোট গোলকটি প্রাপ্ত বেগ অর্জনের পর  $20 \text{ cm}$  বা  $0.2 \text{ m}$  গতি অতিক্রম করে  $2.9 \text{ সেকেন্ডে}$ ।

$$\text{সুতরাং প্রাপ্ত বেগ, } v = \frac{0.2}{2.9} \text{ m s}^{-1}$$

এখানে, ছোট গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = 2 \text{ mm} = 0.002 \text{ m}$

সান্দুবল,  $F = ?$

আমরা জানি,  $F = 6\pi\eta v$

$$= 6 \times 3.14 \times 0.002 \times 0.83 \times \frac{0.2}{2.9} \\ = 0.00216 \text{ N}$$

নির্ণয় সান্দুবল  $0.00216 \text{ N}$ ।

বড় গোলকটিৱ, ব্যাসাৰ্ধ,  $r = 0.003 \text{ m}$

তৱলেৰ ঘনত্ব,  $\rho_f = 1.26 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

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

তৱলেৰ সান্তুতাৰ গুণাত্মক,  $\eta = 0.83 \text{ N s m}^{-2}$

$g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ ; প্ৰাঞ্চবেগ,  $v_b = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } v_b = \frac{2 r^2 (\rho_s - \rho_f) g}{9 \eta}$$

$$= \frac{2 \times (0.003)^2 \times (7.8 - 1.26) \times 10^3 \times 9.8}{9 \times 0.83}$$

$$= 0.154 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ছোট গোলকেৰ প্ৰাঞ্চবেগ } = \frac{0.2}{2.9} \text{ m s}^{-1} = 0.069 \text{ m s}^{-1} [\text{'গ' নং থেকে প্ৰাঞ্চ}]$$

যেহেতু বড় গোলকেৰ প্ৰাঞ্চবেগ > ছোট গোলকেৰ প্ৰাঞ্চবেগ

সূতৰাঙ় বড় গোলকটি আগে তলায় পৌছাবে।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৩৫**  $10^3 \text{ kg m}^{-3}$  ঘনত্বেৰ  $72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$  পৃষ্ঠান বিশিষ্ট পানিৰ  $10^{-4} \text{ m}$  ব্যাসেৰ 1000টি পানি বিদ্যুকে একত্ৰিত কৱে একটি বড় কোঠা তৈৱি কৱা হলো। আবাৰ বড় কোঠাকে 125টি ছোট কোঠায় স্প্ৰে কৱা হলো।

ক. স্বিতিস্থাপক বল কী?

খ. স্প্ৰে সাধাৰণত ইস্পাতেৰ তৈৱি হয় কিন্তু তামাৰ তৈৱি

হয় না কেন?— ব্যাখ্যা কৰ।

গ. পানি বিদ্যু সংযোজনেৰ ক্ষেত্ৰে নিৰ্গত শক্তিৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. কোন ক্ষেত্ৰে শক্তিৰ পৰিমাণ বেশ হবে— নিৰ্গত শক্তি না ব্যক্তিত শক্তি?

১

২

৩

৪

অনুশীলনী প্ৰঞ্চ ৭।

## ৩৪নং প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম

**ক** বাইৱে থেকে প্ৰযুক্ত যে মানেৰ বল পৰ্যন্ত কোনো বস্তু পূৰ্ণ স্বিতিস্থাপক থাকে অৰ্থাৎ সবচেয়ে বেশি যে বল প্ৰয়োগ কৱে বল অপসারণ কৱলে বস্তুটি পূৰ্বাবস্থায় ফিৱে যায় তাই বস্তুটিৰ স্বিতিস্থাপক বল।

**খ** একটি স্প্ৰে ইস্পাতেৰ তৈৱি না হয়ে তামাৰ তৈৱি হলো এটি ছাৱা সঠিকভাৱে কাজ কৱা যেত না। কাৱল ইস্পাতেৰ তৈৱি স্প্ৰে এৰ এক প্ৰাণ আৰম্ভ রেখে অপৰ প্ৰাণে বল প্ৰয়োগ কৱলে দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে। অৰ্থাৎ স্বিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে পৰীক্ষা কৱলে দেখা যাবে, বল যত বেশি প্ৰয়োগ কৱা হয় স্প্ৰেটিৰ দৈৰ্ঘ্য তত বেশি বৃদ্ধি পায়। বল সৱিয়ে নিলে স্প্ৰেটি পূৰ্বেৰ অবস্থায় ফিৱে আসে। তবে তামাৰ স্বিতিস্থাপকতাৰ মান কম হওয়ায় এটি ছাৱা তৈৱি স্প্ৰে এৰ দৈৰ্ঘ্য ততটা বৃদ্ধি কৱে কাজ কৱা সত্ত্ব নয়।

**গ** এখানে, বড় ও ছোট কোঠাৰ ব্যাসাৰ্ধ যথাক্রমে  $R$  ও  $r$  হলো,

$$\frac{4}{3} \pi R^3 = 1000 \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{বা, } R^3 = 1000 r^3$$

$$\text{বা, } R = 10 r = 10 \times \frac{10^{-4}}{2} \text{ m} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{পৃষ্ঠান, } T = 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}; \text{ পৃষ্ঠশক্তি, } W = ?$$

$$\text{নিৰ্গত শক্তি, } W = 4 \pi (Nr^2 - R^2) \times T$$

$$= 4 \times 3.1416 \left\{ 1000 \times \left( \frac{10^{-4} \text{ m}}{2} \right)^2 - (5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \right\} \times 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

$$= 2.04 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$\text{অতএব, নিৰ্গত শক্তিৰ পৰিমাণ } 2.04 \times 10^{-6} \text{ J।}$$

**গ** 'গ' নং থেকে পাই, ১ম ক্ষেত্ৰে নিৰ্গত শক্তি,  $W = 2.04 \times 10^{-6} \text{ J}$

বড় কোঠাৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $R = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$

একেতো ছোট কোঠাৰ সংখ্যা,  $N = 125$

এখন ছোট কোঠাৰ ব্যাসাৰ্ধ  $r$  হলো,

$$\text{পানিৰ পৃষ্ঠান, } T = 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

$$\frac{4}{3} \pi R^3 = 125 \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{বা, } r^3 = \frac{R^3}{125}$$

$$\text{বা, } r = \frac{R}{5} = \frac{5 \times 10^{-4} \text{ m}}{5} = 1 \times 10^{-4} \text{ m}$$

∴ ২য় ক্ষেত্ৰে প্ৰযোজনীয় শক্তি,

$$W' = 4 \pi (Nr^2 - R^2) \times T$$

$$= 4 \times 3.1416 \{ 125 \times (1 \times 10^{-4} \text{ m})^2 - (5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \} \times 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

$$= 9.05 \times 10^{-7} \text{ J}$$

এখনে,  $W > W'$

অতএব ১ম ক্ষেত্ৰে শক্তিৰ পৰিমাণ বেশি হবে।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৩৬** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৮ এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১-এৰ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৩৭** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৯ এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ২-এৰ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৩৮** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১০ এৰ উত্তৱেৰ জন্য ৮ম অধ্যায়েৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৪-এৰ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৩৯** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১১ এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৪-এৰ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪০** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১২ এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৫-এৰ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪১** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৩ এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৬-এৰ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪২** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৪ এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৭-এৰ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪৩** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৫ এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৮-এৰ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪৪** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৬-এৰ উত্তৱেৰ জন্য ৫০৫ পৃষ্ঠাৰ ৪ নং (জ্ঞানমূলক), ৫০৭ পৃষ্ঠাৰ ৪ নং (অনুধাৰণমূলক) এবং ৪৭০ পৃষ্ঠাৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১০-এৰ গ, ঘ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪৫** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৭-এৰ উত্তৱেৰ জন্য ৫০৫ পৃষ্ঠাৰ ৫ নং (জ্ঞানমূলক), ৫০৭ পৃষ্ঠাৰ ৫ নং (অনুধাৰণমূলক) এবং ৪৭০ পৃষ্ঠাৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১১-এৰ গ, ঘ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪৬** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৮-এৰ উত্তৱেৰ জন্য ৫০৫ পৃষ্ঠাৰ ৭ নং (জ্ঞানমূলক), ৫০৭ পৃষ্ঠাৰ ৭ নং (অনুধাৰণমূলক) এবং ৪৭০ পৃষ্ঠাৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১১-এৰ গ, ঘ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪৭** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৯-এৰ উত্তৱেৰ জন্য ৫০৫ পৃষ্ঠাৰ ৮ নং (জ্ঞানমূলক), ৫০৮ পৃষ্ঠাৰ ৮ নং (অনুধাৰণমূলক) এবং ৪৭২ পৃষ্ঠাৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৪-এৰ গ, ঘ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪৮** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ২০-এৰ উত্তৱেৰ জন্য ৫০৫ পৃষ্ঠাৰ ১০ নং (জ্ঞানমূলক), ৫০৮ পৃষ্ঠাৰ ১০ নং (অনুধাৰণমূলক) এবং ৪৭৩ পৃষ্ঠাৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৬-এৰ গ, ঘ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োজনীয় ধৰ্ম ৪৯** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ২১-এৰ উত্তৱেৰ জন্য ৫০৫ পৃষ্ঠাৰ ১১ নং (জ্ঞানমূলক), ৫০৮ পৃষ্ঠাৰ ১১ নং (অনুধাৰণমূলক) এবং ৪৭৩ পৃষ্ঠাৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৭-এৰ গ, ঘ উত্তৱ দ্ৰষ্টব্য।

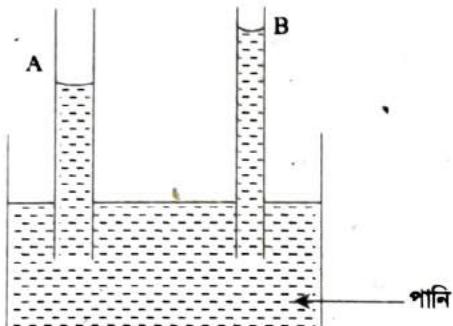


**প্ৰয়োগ ১৯।** অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰয় ২২-এৰ উভৱেৰ জন্য ৫০৫ পৃষ্ঠাৰ ৩০ নং (জ্ঞানমূলক), ৫০৮ পৃষ্ঠাৰ ১৮ নং (অনুধাৰণমূলক) এবং ৪৭৫ পৃষ্ঠাৰ সৃজনশীল প্ৰয় ১৯-এৰ গ, ঘ উভৱ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয় ২০।** অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰয় ২৩-এৰ উভৱেৰ জন্য ৫০৫ পৃষ্ঠাৰ ১৩ নং (জ্ঞানমূলক), ৫০৮ পৃষ্ঠাৰ ১৩ নং (অনুধাৰণমূলক) এবং ৪৭৬ পৃষ্ঠাৰ সৃজনশীল প্ৰয় ২২-এৰ গ, ঘ উভৱ দ্ৰষ্টব্য।

**৩।** ড. আমিৰ হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারেৱ বইয়েৰ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰয় ও উভৱ

**প্ৰয় ২১।** নিচেৰ উচ্চীপক্ষটি লক্ষ কৰ-



চিত্ৰে A নলেৰ ব্যাসাৰ্ধ 0.4 mm এবং B নলেৰ ব্যাসাৰ্ধ 0.2 mm।  
পানিৰ স্পৰ্শ কোণ 2°।

- ক. কৈশিকতা কী? ১
- খ. নলেৰ মধ্য দিয়ে পানি উপৱে উঠে কেন? ২
- গ. B নলে পানিৰ উচ্চতা বেৰ কৰ। ৩
- ঘ. A ও B নলে পানিৰ পৃষ্ঠাটান কি আলাদা? নল দুটিতে  
পানিৰ উচ্চতার তাৰতম্যেৰ কাৰণ বিশ্লেষণ কৰ। ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰয় ১]

**য** A ও B নলে পানিৰ পৃষ্ঠাটান আলাদা নয়, সমান। উচ্চীপক্ষেৰ ছিছ  
হতে দেখা যাচ্ছে, A ও B নলে পানিৰ উচ্চতাৰ তাৰতম্য রয়েছে।

**কাৰণ বিশ্লেষণ :** চিত্ৰে একটি পানিপূৰ্ণ পাত্ৰে A ও B নল দুটিকে ঢুবিয়ে  
ৱাখা হয়েছে। নল দুটিৰ ব্যাসাৰ্ধ ভিন্ন ভিন্ন। তবে উভয়েৰ ব্যাসাৰ্ধ বুবই  
কম। তাই নল দুটি কৈশিক নল হিসেবে কাজ কৰছে। এজন্য নলেৰ  
ভিতৰ পানি উপৱে উঠেছে। তবে নল দুটিতে উচ্চতাৰ তাৰতম্য রয়েছে।  
পানিৰ পৃষ্ঠাটান প্ৰায়  $72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$ । এটি পানিৰ উপাদানেৰ বৈশিষ্ট্য।  
তাই A ও B নলেৰ জন্য এটি সমান।

এবাৰ দেখা যাক, অন্যান্য কি কি জিনিস A ও B নলেৰ জন্য সমান বা  
ভিন্ন হতে পাৰে। সূত্ৰটি হলো—  $T = \frac{hrpg}{2 \cos \theta}$ ।

চিত্ৰ এবং উচ্চীপক্ষেৰ তথ্য হতে এটা স্পষ্ট যে A নলেৰ ব্যাসাৰ্ধ ( $r$ ) B  
নলেৰ চেয়ে বেশি।

পানিৰ ঘনত্ব  $\rho$  দুটি নলেৰ জন্যই সমান।

১. অভিকৰ্ষজ তুলণ একই হবে।

২. স্পৰ্শ কোণ ( $\theta$ ) একই বা ভিন্ন হতে পাৰে।

যদি A ও B নল দুটি একই পদাৰ্থেৰ তৈৰি হয় তবে  $\theta$  অভিন্ন হবে।  
কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন পদাৰ্থেৰ তৈৰি হলো  $\theta$  ভিন্ন হবে।

সুতৰাং, দেখা যাচ্ছে নল দুটিতে পানিৰ উচ্চতাৰ তাৰতম্যেৰ মূল  
কাৰণ নল দুটিৰ ব্যাসাৰ্ধেৰ পাৰ্থক্য। অৰ্থাৎ যে নলেৰ ব্যাসাৰ্ধ কম সে  
নলে পানিৰ উচ্চতা বেশি হবে। আৱ যে নলেৰ ব্যাসাৰ্ধ বেশি সে নলে  
পানিৰ উচ্চতা কম হবে।

অতএব, বুবাৰ গেল যে, কৈশিক নলেৰ সূক্ষ্মতাৰ (ব্যাসাৰ্ধেৰ) তাৰতম্যেৰ  
সাথে সাথে এৱ ভিতৰে তৱলেৰ উচ্চতাৰ তাৰতম্য হয়।

**প্ৰয় ২২।** একটি কাচেৰ লম্বা সিলিন্ডাৱে  $0.004 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$  সান্দৰ্ভ  
বিশিষ্ট তৱল আছে। 3 mm ব্যাসাৰ্ধেৰ একটি রাবাৱেৰ বলকে  
সিলিন্ডাৱেৰ তলদেশ ছেড়ে দেওয়ায় সেটি অভ্যবেগ প্ৰাপ্ত হলো।  
রাবাৱেৰ বলটি অভ্যবেগ প্ৰাপ্তিৰ পৰ 25 cm অতিৰিক্ত কৰতে সময়  
নিল 3 sec.

**ক. সান্দৰ্ভ কী?** ১

**খ. রাবাৱেৰ বলটি কী ছেড়ে দেওয়াৰ সঙ্গে সঙ্গে প্ৰাপ্ত  
বেগ প্ৰাপ্ত হবে? ব্যাখ্যা কৰ।**

**গ. অভ্যবেগ প্ৰাপ্তিৰ পৰ রাবাৱেৰ বলটিৰ উপৰ তৱলটিৰ  
সান্দৰ্ভ নিৰ্ণয় কৰ।** ৩

**ঘ. 2 mm ব্যাসাৰ্ধেৰ অন্য একটি লোহাৰ বলকে সিলিন্ডাৱেৰ  
তৱলে ছেড়ে দিলে কোন বলটি আগে সিলিন্ডাৱেৰ নিচে  
পৌছাবে? রাবাৱ ও লোহাৰ বলেৰ ঘনত্ব যথকৰমে 1.26  
 $\times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$  ও  $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ .** ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰয় ২]

### ৫৪নং প্ৰয়েৰ উভৱ

**ক** যে ধৰ্মেৰ জন্য কোনো প্ৰবাহীৰ অভ্যন্তৰীণ বিভিন্ন স্তৱেৰ মধ্যকাৰ  
আপেক্ষিক গতিতে বাধাৰ সৃষ্টি হয় তাই প্ৰবাহীৰ সান্দৰ্ভ।

$$\text{বা. } h = \frac{2 \cos \theta T}{rpg} = \frac{2 \cos 2^\circ \times 72 \times 10^{-3}}{0.2 \times 10^{-3} \times 1000 \times 9.8} \text{ m} = 0.0734 \text{ m}$$

$$\therefore h = 73.4 \text{ mm}$$

অতএব B নলে পানিৰ উচ্চতা 73.4 mm।

খি। রাবাৰেৰ বলটি ছেড়ে দেওয়াৰ সাথে সাথে প্ৰাণ বেগ প্ৰাণ হবে না। কাৰণ, তৱলে রাবাৰেৰ বলটি নিষ্পত্তান থেকে থীৱে থীৱে উপৱেৱ দিকে উঠতে থাকে। বলটি ছেড়ে দেওয়াৰ সাথে সাথে এৱং উপৱেৱ শুধু অভিকৰ্ষ বল কাৰণ কৰে। বলটি উপৱেৱ দিকে উঠাৰ সময় এৱং উপৱেৱ প্ৰবতা এৱং সান্দৰ্ভৰ মান বৃদ্ধি পেতে থাকে। একটি নিমিট অবস্থানে প্ৰবতা ও সান্দৰ্ভৰ মান অভিকৰ্ষ বলেৱ সমান ও বিপৰীত হয়। ঠিক এ অবস্থানে বলটিৰ প্ৰাণ বেগ শূন্য হবে। এৱং উপৱেৱ নিমিট উত্তোলকৰ উপৱেৱ দিক উঠতে থাকবে।

বি। ধৰি, সান্দৰ্ভ বল F

উদ্দীপক হতে,

$$\text{অন্ত্যবেগ প্ৰাণিৰ পৰ অভিকৰ্ষ দূৰত্ব}, S = 25 \text{ cm} = 25 \times 10^{-2} \text{ m}$$

এবং সময়, t = 3 s.

$$\therefore \text{আন্তবেগ}, v = \frac{S}{t} = \frac{25 \times 10^{-2} \text{ m}}{3 \text{ s}} = 8.33 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তৱলেৰ সান্দৰ্ভৰ}, \eta = 0.004 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{রাবাৰেৰ বলেৰ ব্যাসাৰ্ধ}, r &= 3 \text{ mm} \\ &= 3 \times 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{আমৰা জানি}, F = 6\pi\eta rv$$

$$\begin{aligned} &= 6 \times 3.1416 \times 0.004 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1} \times 3 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &\quad \times 8.33 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1} \\ &= 1.884 \times 10^{-5} \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{সুতৰাঙঁ রাবাৰেৰ ঘনেৰ উপৱেৱ তৱলেটিৰ সান্দৰ্ভ বল } 1.884 \times 10^{-5} \text{ N}$$

বি। ধৰি, লোহার বলেৰ ক্ষেত্ৰে প্ৰাণ বেগ  $v_2$

উদ্দীপক অনুসাৰে,

$$\text{লোহার বলেৰ ঘনত্ব}, \rho_2 = 7.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{ব্যাসাৰ্ধ}, r_2 = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{গ নং হতে, রাবাৰেৰ বলেৰ ক্ষেত্ৰে প্ৰাণ বেগ } v_1 = 8.33 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{অভিকৰ্ষজ তুৰণ}, g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{তৱলেৰ সান্দৰ্ভৰ}, \eta = 0.004 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{রাবাৰেৰ বলেৰ ঘনত্ব}, \rho_1 = 1.26 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{রাবাৰেৰ বলেৰ ব্যাসাৰ্ধ } r_1 = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{তৱলেৰ ঘনত্ব } (\sigma) = ?$$

$$\text{আমৰা জানি},$$

$$\eta = \frac{2r_1^2(\rho_1 - \sigma)}{9v_1} g$$

$$\text{বা, } \rho_1 - \sigma = \frac{9\eta v_1}{2r_1^2 g}$$

$$\text{বা, } \delta = \rho_1 - \frac{9\eta v_1}{2r_1^2 g}$$

$$\begin{aligned} &= 1.26 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} - \frac{9 \times 0.004 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1} \times 8.33 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}}{2 \times (3 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} \\ &= 1.26 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} - 17 \text{ kg m}^{-3} \end{aligned}$$

$$\therefore \sigma = 1.243 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{আৰাৱ, } \eta = \frac{2r_2^2(\rho_2 - \sigma)}{9v_2} g$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{2r_2^2(\rho_2 - \sigma)}{9\eta}$$

$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 (7.8 \times 10^3 - 1.243 \times 10^3) \text{ kg m}^{-3}}{9 \times 0.004 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}}$$

$$\therefore v_2 = 1.457 \text{ ms}^{-1}$$

যেহেতু  $v_2 > v_1$  সেহেতু লোহার বলটি আগে সিলিঙ্গারেৰ নিচে পৌছাবে।

একই উপাদান দিয়ে তৈৰি সমান ব্যাসবিশিষ্ট দুটি কাচেৰ টিউবে দুটি ভিন্ন তৱল নেওয়া হলো। তৱল ভৰ্তি টিউব দুটি উপুচৰ কৰায় ১ম তৱলেৰ ১ম ফোটা নিচে পড়তে সময় নিল । সেকেন্ড এৱং ২য় তৱলেৰ ১ম ফোটা পড়তে সময় নিল ৩ সেকেন্ড।

ক. সান্দৰ্ভ পুণাঙ্ক কী?

খ. সান্দৰ্ভ কেন প্ৰাৰ্থী পদাৰ্থে সৃষ্টি হয়?

গ. টোক্সেৰ সূত্ৰেৰ সাহায্যে সান্দৰ্ভ সহগ নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. ১ম তৱলেৰ তুলনায় ২য় তৱল নিচে পড়তে কেন বেশি সময় নিছে— ব্যাখ্যা কৰ।

[অনুলিপনীৰ প্ৰথ ৩]

### ৫৫২. প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. নিমিট তাপমাত্ৰায় প্ৰাৰ্থীৰ দুটি স্তৱেৰ মধ্যে বেগেৰ নতি একক রাখতে প্ৰাৰ্থী স্তৱেৰ একক ক্ষেত্ৰফলে যে স্পৰ্শকীয় বলেৰ প্ৰয়োজন হয় তাকে ঐ প্ৰাৰ্থীৰ সান্দৰ্ভ পুণাঙ্ক বলে।

খি। গতিশীল প্ৰাৰ্থীৰ পাশাপাশি দুটি স্তৱেৰ মধ্যে এক ধৰনেৰ অভিত্ৰীপ বল সৃষ্টি হয়। এ বল পাশাপাশি দুটি স্তৱেৰ মধ্যে বেশি বেগসম্পল স্তৱেৰ বেগ কমিয়ে এবং কম বেগসম্পল স্তৱেৰ বেগ বাড়িয়ে তুৰ দুটিৰ মধ্যে আপেক্ষিক বেগ কমাতে চেষ্টা কৰে। স্তৱ দুটিৰ পৃষ্ঠদেশেৰ সমত্বালৈ ক্ৰিয়াশীল এ বলকে সান্দৰ্ভ বল বলা হয় এবং প্ৰাৰ্থীৰ এ ধৰ্মকে সান্দৰ্ভ বলে। এ থেকে বলা যায়, সান্দৰ্ভ শুধু প্ৰাৰ্থী পদাৰ্থে সৃষ্টি হয়।

গ. ধৰা যাক, r ব্যাসাৰ্ধৰ এবং ρ ঘনত্বেৰ একটি কুন্দাকাৰ গোলক মাপচোঙে রক্ষিত  $\eta$  সান্দৰ্ভৰ ও  $\sigma$  ঘনত্বেৰ একটি তৱলেৰ (প্ৰাৰ্থীৰ) মধ্য দিয়ে  $v$  প্ৰাণিক বেগ নিয়ে পড়ছে। গোলকেৰ ভৰ M, আয়তন V এবং ঐ স্থানে অভিকৰ্ষজ তুৰণ g হলো,

$$\text{বস্তুটিৰ (নিম্নমুখী) ওজন, } W = Mg = V\rho g$$

$$\therefore W = \frac{4}{3}\pi r^3 \times \rho g \dots\dots\dots(1)$$

এখন, অপসারিত তৱলেৰ (প্ৰাৰ্থীৰ) ওজন = গোলক কৰ্তৃক হারানো ওজন

$$\therefore \text{অপসারিত তৱলেৰ ওজন, } W' = V'g$$

এখনে, অপসারিত তৱলেৰ ভৰ,  $M' = V'g$

$$\text{এবং অপসারিত তৱলেৰ আয়তন, } V' = V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

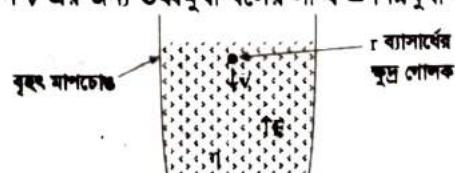
বস্তুৰ উপৱেৱ উৰ্ধমুখী বল বা প্ৰবতা,  $W' = V'g$

$$\therefore W' = \frac{4}{3}\pi r^3 \times g \dots\dots\dots(2)$$

স্টোকসেৰ সূত্ৰানুযায়ী, সান্দৰ্ভজনিত উৰ্ধমুখী বল,

$$F = 6\pi\eta rv \dots\dots\dots(3)$$

প্ৰাণিক বেগ v এৱং জন্য উৰ্ধমুখী বলেৰ শক্তি = নিম্নমুখী বল



$$\text{অৰ্থাৎ, } F + W' = W$$

$$\text{বা, } F = W - W'$$

$$\text{বা, } F = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \sigma g \quad [(1) \text{ ও } (2) \text{ নং হতে}]$$

$$\text{বা, } 6\pi\eta rv = \frac{4}{3}\pi r^3 (\rho - \sigma)g \quad [(3) \text{ নং হতে}]$$

$$\text{বা, } 3\eta v = \frac{2}{3}r^2 (\rho - \sigma)g$$

$$\text{বা, } v = \frac{2r^2}{9\eta} (\rho - \sigma)g = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 (\rho - \sigma)g}{\eta}$$

$$\text{বা, } \eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 (\rho - \sigma)g}{v}$$

**বি** তরল দুটির ১ম ফোটা নিচে পড়তে ভির ভির সময় নিয়েছে।  
**ব্যাখ্যা :** কাচের টিউব দুটি আকৃতিতে সমান। কিন্তু ভিরের ভির তরল নেওয়া হয়েছে। টিউব দুটি উপুড় করাতে ফোটা নিচে পড়ে। একেতে দুটি টিউবের তরল-ই একই মাধ্যমের ভিতর দিয়ে পড়েছে। ধরি, এই মাধ্যমের ঘনত্ব  $\sigma$  এবং সান্ততাক্ষ  $\eta$ । ফোটা যে বেগে নিচে পড়ে তাকে প্রান্ত-বেগের সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়। প্রান্ত বেগের সমীকরণটি হলো—

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

$$\therefore 1\text{ম টিউবের ফোটার জন্য}, v_1 = \frac{2r^2(\rho_1 - \sigma)g}{9\eta} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } 2\text{য় টিউবের ফোটার জন্য}, v_2 = \frac{2r^2(\rho_2 - \sigma)g}{9\eta} \quad \dots \dots \dots (2)$$

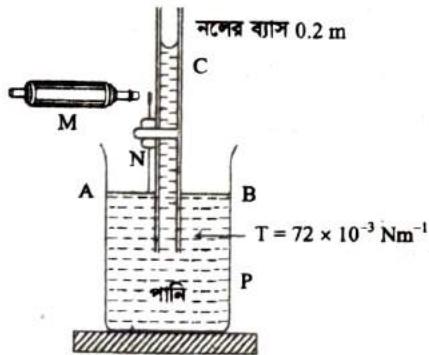
যেহেতু সমান ব্যাস বিশিষ্ট টিউব হতে ফোটাগুলো পড়ছে তাই ফোটার ব্যাসার্ধ সমান ধরা হল। সূতরাং, উপরের সমীকরণ দুটির মধ্যে পার্থক্য  $\rho_1$  ও  $\rho_2$  এর মধ্যে অর্থাৎ, টিউবের তরল দুটির ঘনত্বের মধ্যে। ১ম টিউবের ফোটাটি ১ সেকেন্ডে এবং ২য় টিউবের ফোটাটি ৩ সেকেন্ডে নিচে পড়ল। তার মানে (১) নং সমীকরণের বেগ  $v_1$  এর মান বেশি অর্থাৎ,  $(\rho_1 - \sigma) > (\rho_2 - \sigma)$  এর পার্থক্য বেশি। অপরদিকে (২) নং সমীকরণের বেগ  $v_2$  এর মান কম অর্থাৎ  $(\rho_2 - \sigma) > (\rho_1 - \sigma)$  এর পার্থক্য কম।

$$\text{অর্থাৎ}, (\rho_1 - \sigma) > (\rho_2 - \sigma)$$

$$\therefore \rho_1 > \rho_2$$

অতএব, ২য় টিউবের তরলটির ঘনত্ব ১ম টিউবের তরলটির ঘনত্বের চেয়ে কম হওয়ায় ২য় টিউবের ফোটাটি ১ম টিউবের ফোটার তুলনায় নিচে পড়তে বেশি সময় নিচ্ছে।

**বিপরীতে** নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর—



**ক.** প্রাতিক বেগ কী?

**খ.** দুটির ফোটা আমের পাতাকে ভিজায় কিন্তু কচুর পাতাকে ভিজায় কেন?

**গ.** চিত্রের নলটির কত উচ্চতায় পানি উঠবে? নির্ণয় কর।

**ঘ.** পানির পরিবর্তে  $60 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$  পৃষ্ঠান বিশিষ্ট তরল ব্যবহার করলে কৈশিক নলে তরলে আরোহণ সমান হতো কী? — গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর পৰ্য ৪]

### ৫৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো সান্ত প্রবাহী দিয়ে যদি কোন গোলক ধ্বনি বেগ নিয়ে পতিত হতে থাকে এই বেগই হবে প্রান্তবেগ বা অন্ত-বেগ।

**খ** আমরা জানি, স্পর্শ কোণ সূক্ষ্মকোণ হলে তরল কঠিনকে ভিজায় আবার স্পর্শ কোণ স্থূল কোণ হলে তরল কঠিনকে ভিজায় না, একেতে পানি ও কচু পাতার মধ্যকার স্পর্শকোণ  $90^\circ$  অঙ্কের বেশি অর্থাৎ স্থূলকোণ বলে পানি কচু পাতাকে ভিজায় না। তবে পানি ও আম পাতার ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ  $90^\circ$  অঙ্কের কম অর্থাৎ সূক্ষ্ম বলে দুটির ফোটা আম পাতাকে ভিজায়।

**গ** ধরি, নলের  $h$  উচ্চতা পর্যন্ত পানি উঠবে।  
**উদ্দীপকের তথ্য** হতে পাই, পানির পৃষ্ঠান,  $T = 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$   
 নলের ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ m}$   
 পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$   
 এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
 আমরা জানি,  $T = \frac{h\rho rg}{2}$  [পানির ক্ষেত্রে  $\cos \theta = \cos 0^\circ = 1$ ]

$$\text{বা, } h = \frac{2T}{r\rho g} \\ = \frac{2 \times 72 \times 10^{-3}}{0.1 \times 1000 \times 9.8} \text{ m}$$

$$\text{বা, } h = 1.4694 \times 10^{-4} \text{ m} \\ = 0.147 \text{ mm}$$

অতএব, নলটির 0.147 mm উচ্চতায় পানি উঠবে।

**ঘ** গ নং হতে পাই, তরলের উচ্চতা,  $h = 0.147 \text{ mm}$

উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{পৃষ্ঠান}, T = 60 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{নলের ব্যাসার্ধ}, r = \frac{0.2}{2} \\ = 0.1 \text{ m}$$

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

তরলের ঘনত্ব  $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$  (তরলটি বিবেচনা করে)

**NB :** পানি বিবেচনা না করলে স্পর্শকোণ ও তরলের ঘনত্ব প্রয়োজন হবে। সেগুলো না থাকায় পানি বিবেচনা করা হলো।]

আমরা জানি,

$$T = \frac{h'\rho rg}{2}$$

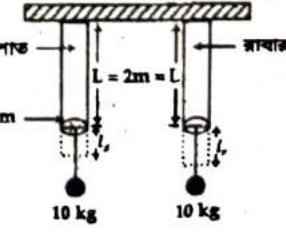
$$\text{বা, } h' = \frac{2T}{\rho rg}$$

$$= \frac{2 \times 60 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}}{1000 \text{ kg m}^{-3} \times 0.1 \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} = 1.22 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\therefore h' = 0.122 \text{ mm}$$

যেহেতু  $h' \neq h$  সেহেতু কৈশিক নলে তরলের আরোহণ সমান হতো না।

**ঘ** চিত্রে প্রদর্শিত বিভিন্ন মানের জন্য নিচের প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:



**ক.** পয়সনের অনুপাত কী?

**খ.** “ইস্পাত রাবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক”-ব্যাখ্যা কর।

**গ.** চিত্রে প্রদত্ত উপাত্ত থেকে ইস্পাত তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় কর।

**ঘ.** রাবারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হলে এবং ব্যাস  $2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$  হলে, ইয়ং-এর পুলাকের মান ইস্পাতের তুলনায় বৃদ্ধি পাবে না হ্রাস পাবে?—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর পৰ্য ৫]

### ৫৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** পয়সনের অনুপাত হলো স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন ক্ষতি-বিরুদ্ধ ও দৈর্ঘ্য বিকৃতি ও অনুপাত।

**খ** আমুরা জানি, একটি ইল্পাতের ক্ষেত্ৰফল ও দৈৰ্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি ভিত্তি ভিত্তি বস্তুৰ বেশিতে বেশি প্রতিৱেধ বলেৱ সূচি হয় সে বস্তুটিৰ স্থিতিস্থাপকতা বেশি হবে। অৰ্থাৎ দুটি বস্তুৰ মধ্যে যাৰ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মান বেশি সেটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক। ইল্পাতে ও রাবাৰেৱ মধ্যে ইল্পাতেৰ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মান বেশি। তাই, সম পৰিয়াল বল প্ৰয়োগেৰ জন্য ইল্পাতেৰ প্রতিৱেধ বলেৱ মান বেশি হয়। এজনেই ইল্পাতে বেশি স্থিতিস্থাপক।

**গ** ধৰি, ইল্পাতে তাৱটিৰ দৈৰ্ঘ্য বৃল্খ  $I_s$  উদ্বৃক হতে, তাৱেৱ আদি দৈৰ্ঘ্য,  $L = 2 \text{ m}$

$$\text{ব্যাসাৰ্ধ}, r = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\therefore \text{ক্ষেত্ৰফল } A = \pi r^2 \\ = 3.1416 \times (3 \times 10^{-4} \text{ m})^2 = 2.83 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$\text{বস্তুৰ ভৰ}, m = 10 \text{ kg}$$

$$\text{অভিকৰ্ত্তা ভৰণ}, g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{ইল্পাতেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক } Y_s = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{আমুরা জানি, } Y = \frac{F}{A} \times \frac{L}{I_s}$$

$$\text{বা, } I_s = \frac{mg}{A} \times \frac{L}{Y} = \frac{10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 2 \text{ m}}{2.83 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \times 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}}$$

$$\therefore I_s = 3.46 \times 10^{-3} \text{ m} = 3.46 \text{ mm}$$

অৰ্থাৎ ইল্পাতে তাৱটিৰ দৈৰ্ঘ্য বৃল্খ 3.46 mm.

**ঘ** উদ্বৃক অনুসাৰে,

রাবাৰেৱ আদি দৈৰ্ঘ্য,  $L = 2 \text{ m}$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বৃল্খ } \Delta L = 2 \text{ m}$$

$$\text{ব্যাসাৰ্ধ}, r = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\therefore \text{ক্ষেত্ৰফল, } A = \pi r^2 = 3.1416 \times (2.5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \\ = 1.9635 \times 10^{-7} \text{ m}^2 = 10 \text{ kg}$$

$$\text{প্রযুক্ত ভৰ}, m = 10 \text{ kg}$$

$$\text{অভিকৰ্ত্তা ভৰণ}, g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{রাবাৰেৱ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক, } Y_r = ?$$

আমুরা জানি,

$$Y_r = \frac{F}{A} \times \frac{L}{I}$$

$$= \frac{mg}{A} \times \frac{L}{I} = \frac{10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^2}{1.9635 \times 10^{-7} \text{ m}^2} \times \frac{2 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

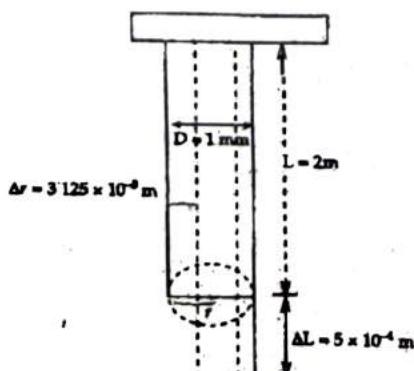
$$\therefore Y_r = 4.99 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{ইল্পাতেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক, } Y_s = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}.$$

$$\therefore Y_r < Y_s$$

অৰ্থাৎ, রাবাৰেৱ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্কেৰ মান ইল্পাতেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্কেৰ চেয়ে কম হবে।

**১৫৮৬** চিত্রে প্ৰদৰ্শিত একটি তাৱেৱ দৈৰ্ঘ্য প্ৰসাৱিৰ হওয়ায় পাৰ্শ্ববিকৃতি ঘটেছে।



ক. স্থিতিস্থাপক সীমা কী?

খ. ইল্পাতেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  বলতে

কী বোৰায়?

গ. তাৱেৰ তাৱটিৰ উপাদানেৰ পয়সনেৰ অনুপাত নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. উক্ত তাৱেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃল্খিৰ কাৰণে পাৰ্শ্ববিকৃতি শতকৰা

কত হাস পাবে?—পাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ।

[অনুলিপনীৰ পৰ ৬]

### ১৫৮৭ পথেৰ উত্তৰ

**ক** বাইৱে থেকে প্ৰযুক্ত যে মানেৱ বল পৰ্যন্ত কোনো বস্তু পূৰ্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে অৰ্থাৎ সবচেয়ে বেশি যে বল প্ৰয়োগ কৰে বল অপসাৱণ কৰলে বস্তুটি পূৰ্বাবস্থায় ফিৰে যায় তাই বস্তুটিৰ স্থিতিস্থাপক সীমা।

**খ** একটি ইল্পাতেৰ তাৱেৱ ইয়ংয়েৰ গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ N-m}^{-2}$  বলতে বুৰায়  $1 \text{ m}^2$  প্ৰস্থজ্জেদেৰ ক্ষেত্ৰফলবিশিষ্ট ইল্পাতেৰ তাৱেৱ দৈৰ্ঘ্য বাৰাবেৰ  $2 \times 10^{11} \text{ N}$  বল প্ৰয়োগ কৰলে তাৱটিৰ দৈৰ্ঘ্য বৃল্খ আদি দৈৰ্ঘ্যেৰ সমান হবে।

**গ** ধৰি, পয়সনেৰ অনুপাত  $\sigma$

উদ্বৃক হতে, তাৱেৱ আদি দৈৰ্ঘ্য,  $L = 2 \text{ m}$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বৃল্খ, } \Delta L = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{তাৱেৱ ব্যাস } d = 1 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{ব্যাসাৰ্ধ, } r = \frac{d}{2} = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{ব্যাসাৰ্ধ বৃল্খ, } \Delta r = 3.125 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$\text{আমুরা জানি, } \sigma = \frac{L \Delta r}{r \Delta L} = \frac{2 \text{ m} \times 3.125 \times 10^{-8} \text{ m}}{5 \times 10^{-4} \text{ m} \times 5 \times 10^{-4} \text{ m}} = 0.25$$

সুতৰাং তাৱটিৰ উপাদানেৰ পয়সনেৰ অনুপাত 0.25।

**ঘ** গ নং হতে পাই, পয়সনেৰ অনুপাত,  $\sigma = 0.1$

উদ্বৃক হতে, আদি দৈৰ্ঘ্য,  $L = 2 \text{ m}$

$$\text{দৈৰ্ঘ্য বৃল্খ, } \Delta L = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{আদি ব্যাসাৰ্ধ, } r = \frac{D}{2} = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{ব্যাসাৰ্ধ হাস, } \Delta r = ?$$

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

$$\text{বা, } \Delta r = \frac{\sigma r \Delta L}{L} = \frac{0.25 \times 5 \times 10^{-4} \text{ m} \times 5 \times 10^{-4} \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$= 3.125 \times 10^{-8} \text{ m} \times 100\% = 3.125 \times 10^{-6} \%$$

অৰ্থাৎ পাৰ্শ্ববিকৃতি হাস  $3.125 \times 10^{-6} \%$ ।

**১৫৮৮** লাবৱেটৱিতে সার্লিৰ পদ্ধতিতে দুইজন ছাত্ৰকে যথাক্রমে  $0.6 \text{ mm}$  ও  $0.5 \text{ mm}$  ব্যাসেৱ এবং  $L$  দৈৰ্ঘ্যেৰ দুটি ইল্পাতেৰ তাৱেৱ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক নিৰ্ণয় কৰতে বলা হলো। যথাযথ সতৰ্কতা অবলম্বনসহ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক নিৰ্ণয় কৰাৰ পৰ তাৱা দেখল তাৰেৱ ফলাফল অভিবৃত।

**ক** পীড়ন কী?

খ. গাছেৱ পোড়ায় পানি দিলে সেই পানি গাছেৱ শাখা-প্ৰশাখায় পৌছায় কীভাৱে?

গ. তাৱ দুটিৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ । ১ম তাৱেৱ দৈৰ্ঘ্য  $15\%$  বৃল্খি কৰতে প্ৰযুক্ত পীড়ন নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. যেহেতু তাৱ দুটিৰ ব্যাস ভিন্ন সেহেতু ছাত্ৰ দুইজন কৰ্তৃক নিৰ্ণীত ইল্পাতেৰ তাৱ দুটিৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক কি আলাদা হওয়া উচিত ছিল—তোমাৰ উত্তৰেৱ সপক্ষে যুক্তি দেখাও।

[অনুলিপনীৰ পৰ ৭]

**৫৯২ পথের উত্তর**

বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করে একে বিকৃত করতে একক ক্ষেত্রফলের উপর এ প্রতিক্রিয়াশীল বলই হবে পীড়ন।

গাছের মূল থেকে শুরু করে কাণ্ড ও শাখা-প্রশাখাতে অসংখ্য ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে। এই সকল ছিদ্র কৈশিক নল হিসেবে ক্রিয়া করে। ফলে গাছের গোড়ায় পানি দিলে পানি এই সবুজ পথে কৈশিকতার কারণে মূল থেকে কাণ্ড ও গাছের অন্যান্য অংশে পরিবাহিত হয় বা ছড়িয়ে পড়ে।

**গ** উদ্ধীপকের তথ্য হতে, ১ম তারটির ব্যাস =  $0.6 \text{ mm}$   
এবং দৈর্ঘ্য =  $L$

আরও দেওয়া আছে, তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$

$$\text{আমরা জানি, } Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{F/A}{l/L}$$

$$\text{এখানে, } \frac{l}{L} = 15\% = \frac{15}{100}$$

$$\therefore \text{দৈর্ঘ্য পীড়ন, } F/A = Y \times \text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি} = Y \times \frac{l}{L}$$

$$\therefore F/A = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \times \frac{15}{100} = 3 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$$

অতএব প্রযুক্ত পীড়ন  $3 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$ ।

**ঘ** আমরা জানি, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধূব রাশি।  
এই ধূব রাশিকে ইয়ং-এর গুণাঙ্ক বলে।

$$\therefore \text{ইয়ং গুণাঙ্ক, } Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$$

$$\text{এখানে, দৈর্ঘ্য পীড়ন} = \frac{F}{A} = \frac{mg}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{mg}{\pi d^2}$$

$$\text{এবং দৈর্ঘ্য বিকৃতি} = \frac{\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} = \frac{l}{L}$$

$$\therefore Y = \frac{\frac{mg}{\frac{\pi d^2}{4}}}{\frac{l}{L}} = \frac{mgL}{\pi d^2 l} = \frac{4mgL}{\pi d^2 l}$$

ইয়ং গুণাঙ্কের সমীকরণ থেকে দেখা যায়, বস্তুর ব্যাস  $d$  ইয়ং গুণাঙ্ককে প্রভাবিত করে। তবে একটি নির্দিষ্ট বস্তুর ব্যাস ভিন্ন ভিন্ন হলেও সবসময়ই ইয়ং গুণাঙ্কের মান সমান থাকবে। এর কারণ ইয়ং গুণাঙ্ক হচ্ছে দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির একটি অনুপাত যা একটি নির্দিষ্ট বস্তুর জন্য সবসময়ই ধূবক।

অর্থাৎ পীড়ন ও বিকৃতির যে কোনো রাশির পরিবর্তন ঘটলে অন্যান্য রাশির এমনভাবে পরিবর্তন ঘটবে যাতে পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত ঠিক থাকে। এক কথায়, একটি নির্দিষ্ট বস্তুর জন্য ইয়ং এর গুণাঙ্কের মান ধূবক।

অতএব, উপরোক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে বলা যায়, তার দুটি একই উপাদান বিশিষ্ট হওয়ার কারণে এদের ইয়ং গুণাঙ্কের মানের কোনো তারতম্য হবে না। তবে ভিন্ন উপাদানের ক্ষেত্রে ব্যাস ভিন্ন হলে ইয়ং গুণাঙ্কও ভিন্ন হবে।

**উপর ১০**  $10^{-6} \text{ m}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং 1 m দৈর্ঘ্যের একটি ইস্পাতের তারে  $10^4 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করায় তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি পেল।

**ক**. স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি কী? ১

**খ**. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পৃষ্ঠান হাস পায় কেন? ২

**গ**. ইস্পাতের তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

**ঘ**. ইস্পাতের পরিবর্তে একই ব্যাসার্থের এবং একই দৈর্ঘ্যের তামার তার ব্যবহার করলে ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মান পরিবর্তন হবে কী— গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

**৬০২ পথের উত্তর**

**ক** বাহ্যিক বল অপসারিত হলে কোনো বস্তু তার আগের আকার ফিরে পায় এবং এতে সংজ্ঞিত যে বিভব শক্তি তাপশক্তিতে বৃপ্তিরিত হয়। তাই স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি।

**খ** তরলের পৃষ্ঠান তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। সাধারণভাবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের পৃষ্ঠান হাস পায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে তরলের পৃষ্ঠান বৃদ্ধি পায়। শুধু গলিত তামা ও ক্যার্ডিয়ামের ক্ষেত্রে ব্যক্তিক্রম পরিসংক্ষিত হয়। তাপমাত্রা পরিবর্তনের পাশ্চা কম হলে পৃষ্ঠান এবং তাপমাত্রার মধ্যকার সম্পর্ক নিম্নলিখিত সমীকরণের সাহায্যে ব্যক্ত করা যায়—  $T_t = T_0(1 - \alpha t)$

এখানে,  $T_t = t^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠান,  $T_0 = 0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠান এবং  $\alpha$  = তরলের পৃষ্ঠানের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক।

**গ** উদ্ধীপকের তথ্যানুযায়ী,

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

প্রযুক্ত বল,  $F = 10^4 \text{ N}$

তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L = 1 \text{ m}$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } I = L \times \frac{5}{100} = 0.05L = 0.05 \times 1 \text{ m} = 0.05 \text{ m}$$

ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y = ?$

$$\text{আমরা জানি, } Y = \frac{FL}{Al} = \frac{10^4 \times 1}{10^{-6} \times 0.05} \text{ N m}^{-2} = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$$

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

অতএব, তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ।

**ঘ** ইস্পাতের পরিবর্তে একই ব্যাসার্থের এবং একই দৈর্ঘ্যের তামার তার ব্যবহার করলে ইয়ং এর গুণাঙ্কের মান পরিবর্তন হবে।

গাণিতিক বিশ্লেষণ : যেহেতু তার দুটির ব্যাসার্থ একই থাকবে, তাই এদের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল সমান হবে।

মনে করি, একই দৈর্ঘ্য  $L$  এবং একই প্রস্থচ্ছেদ  $A$  বিশিষ্ট একটি ইস্পাত ও একটি তামার তারের এক প্রান্ত দৃঢ় বস্তুতে আটকিয়ে অপর প্রান্তে টানা বল  $F$  প্রয়োগ করা হল। এতে তার দুটির বৃদ্ধি যথাক্রমে  $I_s$  ও  $I_c$  হলো।

$$\therefore \text{ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, } Y_s = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} = \frac{F}{Al}$$

$$\text{বা, } Y_s = \frac{FL}{Al} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{এবং তামার ইয়ং এর গুণাঙ্ক, } Y_c = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l_c}{L}} = \frac{F}{Al_c}$$

$$\text{বা, } Y_c = \frac{FL}{Al_c} \dots\dots\dots (2)$$

এখন, (1) নং কে (2) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{Y_s}{Y_c} = \frac{\frac{FL}{Al}}{\frac{FL}{Al_c}} = \frac{l_c}{l}$$

কিন্তু একই দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থচ্ছেদের ইস্পাত ও তামার তারের মধ্যে একই বল প্রয়োগ করলে তামার তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির চেয়ে বেশি হয়। অর্থাৎ  $l_c > l$ ।

$$\therefore Y_s > Y_c \text{ হবে।}$$

অতএব, ইস্পাতের পরিবর্তে একই ব্যাসার্থের এবং একই দৈর্ঘ্যের তামার তার ব্যবহার করলে তামার তারের ইয়ং গুণাঙ্ক ইস্পাতের তারের ইয়ং গুণাঙ্কের অপেক্ষা কম হবে। এক কথায়, ইয়ং এর গুণাঙ্কের মান পরিবর্তন হবে।

**প্ৰয়োগ ৫**  $2 \times 10^{-4}$  m ব্যাসাৰ্ধেৰ একটি লোহাৰ বল তাৰ্পিন তেলেৰ ভিতৰ দিয়ে  $4 \times 10^{-2}$  ms<sup>-1</sup> প্ৰস্তুবেগ নিয়ে পড়ছে। লোহা ও তাৰ্পিন তেলেৰ ঘনত্ব যথাকৰ্মে  $7.8 \times 10^3$  kg m<sup>-3</sup> এবং  $0.87 \times 10^3$  kg m<sup>-3</sup>।

- ক. স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কী? ১  
 খ. কোনো তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য অৰ্ধেক কৰলে তাৰেৰ অসহ বলেৰ কী পৱিবৰ্তন ঘটে? ২  
 গ. তাৰ্পিন তেলেৰ সান্দৰ্ভ গুণাঙ্ক নিৰ্ণয় কৰ। ৩  
 ঘ. তাৰ্পিন তেলেৰ পৱিবৰ্তনে  $0.43 \times 10^3$  kg m<sup>-3</sup> ঘনত্বেৰ তৱল ব্যৱহাৰ কৰা হলে উপযুক্ত সমীকৰণ প্ৰতিপাদন কৰে। তৱলটিৰ সান্দৰ্ভ সহগ নিৰ্ণয় কৰ এবং তাৰতম্যৰ কাৰণ বিশ্লেষণ কৰ। ৮

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৯]

### ৬১নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

**ক** কোনো বস্তু বা তাৰেৰ উপৰ ক্ৰমাগত পীড়নেৰ হাস বৃদ্ধি কৰলে স্থিতিস্থাপকতা ধৰ্ম হাস পায়। এৱে ফলে বল অপসাৱণেৰ সাথে সাথে বস্তু পূৰ্বেৰ অবস্থা ফিরে পায় না। কিছুটা দেৱী হয়। বস্তুৰ এই অবস্থাই স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি।

**খ** সবচেয়ে কম যে বলেৰ ক্ৰিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ বল বলে।

অৰ্থাৎ, অসহ বল = অসহ পীড়ন × তাৰেৰ প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল  
 অৰ্থাৎ অসহ বল বস্তু বা তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্যেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না। এজন্য কোনো তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য অৰ্ধেক কৰলে তাৰেৰ অসহ তাৰেৰ কোনো পৱিবৰ্তন ঘটিবে না।

**গ** এখানে, ব্যাসাৰ্ধ,  $r = 4.5 \text{ mm} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ m}$   
 প্ৰতিক বেগ,  $V = 4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$   
 লোহাৰ ঘনত্ব,  $\rho = 7.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$   
 তাৰ্পিন তেলেৰ ঘনত্ব  $\sigma = 0.83 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$   
 অভিকৰ্ষজ তুলণ  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

সান্দৰ্ভাত্মক  $\eta = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } v = \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{\eta}$$

$$\text{বা, } \eta = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho - \sigma)g}{V}$$

$$= \frac{2}{9} \frac{(4.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times (7.8 - 0.83) \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 7.684 \text{ N s m}^{-2}$$

∴ তাৰ্পিনেৰ সান্দৰ্ভাত্মক  $7.684 \text{ N s m}^{-2}$ ।

**ঘ** উচীপক অনুসাৱে লোহাৰ বলেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r = 2 \times 10^{-4}$  m  
 প্ৰস্তুবেগ,  $v = 4 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$

লোহাৰ ঘনত্ব,  $\rho = 7.8 \times 10^3 \text{ Kg m}^{-3}$

তৱলেৰ ঘনত্ব,  $\sigma = 0.43 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

অভিকৰ্ষজ তুলণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

সান্দৰ্ভাত্মক,  $\eta' = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } \eta' = \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9v}$$

$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-4} \text{ m})^2 (7.8 \times 10^3 - 0.43 \times 10^3) \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}{9 \times 4 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}}$$

$$= 16.05 \times 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$$

গ নং হতে পাই,  $\eta = 15.092 \times 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$

তাৰতম্যৰ কাৰণ : তাৰ্পিন তেলেৰ ঘনত্ব  $0.87 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  যা অজানা তৱলেৰ ঘনত্ব  $0.43 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  এৰ চেয়ে বেশি। ফলে সান্দৰ্ভাত্মকৰ মানেৰ তৱলত্য ঘটিবে।

**প্ৰয়োগ ৬** অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ১০-এৰ উত্তৰেৰ জন্য ১ নং (জ্ঞানমূলক), ১৯ নং (অনুধাবনমূলক) এবং সৃজনশীল প্ৰশ্ন ২৭-এৰ গ, ঘ উত্তৰ দ্ৰষ্টব্য।

**প্ৰয়োগ ৭** অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ১১-এৰ উত্তৰেৰ জন্য এ অধ্যায়েৰ ইচ্ছাসমি পৰীক্ষাৰ ২১নং সৃজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ দ্ৰষ্টব্য।

### ৭. শাহজাহান তপন, মুহুমদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুৱী স্বারেৰ বইয়েৰ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

**প্ৰয়োগ ৮** কোনো বস্তুকে বাইৱে থেকে বল প্ৰয়োগ কৰলে যদি বস্তুটি গতিশীল না হয় তাহলেও এৰ বিভিন্ন অংশেৰ মধ্যে আপেক্ষিক সৱণ হয়। বলা যেতে পাৱে, বস্তুৰ অণুগুলোৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্বেৰ পৱিবৰ্তন ঘটে; ফলে বস্তুটিৰ আকাৰ বা আকৃতিৰ পৱিবৰ্তন ঘটে। এ অবস্থায় বস্তুৰ আন্তঃআণবিক বল এই পৱিবৰ্তনকে বাধা দিতে চেষ্টা কৰে। ফলে বল প্ৰয়োগ বন্ধ কৰলে বস্তু আৱাৰ আগেৰ অবস্থা ফিরে পায়।

- ক. পদাৰ্থেৰ উপৰোক্ত ধৰ্মকে কী বলে? ১  
 খ. রাবাৰেৰ চেয়ে ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক—ব্যাখ্যা কৰ। ২  
 গ. ১. বৰ্গমিলিমিটাৰ প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতেৰ তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য 5% বৃদ্ধি কৰতে হলে কত বল প্ৰয়োগ কৰতে হবে? ইস্পাতেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ । ৩  
 ঘ. উচীপকে বৰ্ণিত ঘটনা কেন ঘটে, আন্তঃআণবিক বলেৰ ধাৰণা থেকে এৰ পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ১]

### ৬৪নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

- ক** পদাৰ্থেৰ উপৰোক্ত ধৰ্মকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।  
**খ** আমৰা জানি, একই প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল ও দৈৰ্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন ভিন্ন বস্তুৰ যেটিতে বেশি প্ৰতিৱেধ বলেৰ সৃষ্টি হয় সে বস্তুটিৰ স্থিতিস্থাপকতা বেশি হবে। অৰ্থাৎ, দুটি বস্তুৰ মধ্যে যাৰ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মান বেশি সেটি আন্তঃআণবিক বল শূন্য।

রাবাৰেৰ মধ্যে ইস্পাতেৰ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মান বেশি। তাই, সম পৰিমাণ বল প্ৰয়োগেৰ জন্য ইস্পাতেৰ প্ৰতিৱেধ বলেৰ মান বেশি হয়। এজন্যই ইস্পাতেৰ স্থিতিস্থাপক।

**গ** এখানে, তাৰেৰ প্ৰস্থচ্ছেদ,  $A = \pi r^2 = 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$   
 ধৰি, তাৰেৰ আদি দৈৰ্ঘ্য =  $L \text{ m}$

তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I = L \times 5\% = \frac{L}{20} \text{ m}$

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

বল,  $F = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } Y = \frac{FL}{\pi r^2}$$

$$\text{বা, } F = \frac{Y\pi r^2 l}{L} = \frac{2 \times 10^{11} \times 10^{-6} \times L}{L \times 20} = 10^4 \text{ N}$$

অতএব, ইস্পাতেৰ তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য 5% বৃদ্ধি কৰতে হলে  $10^4 \text{ N}$  বল প্ৰয়োগ কৰতে হবে।

**ঘ** আমৰা জানি যে, সকল পদাৰ্থেৰ অণুগুলোৰ মধ্যে আন্তঃআণবিক বল ক্ৰিয়া কৰে, কঠিন পদাৰ্থেৰ অণুগুলোৰ মধ্যে ক্ৰিয়াশীল এই বলকে সংস্কাৰ বল বলে। আমৰা জানি, বাভাৰিক অবস্থায় কেলাসেৰ অণুগুলো নিষ্পত্য বিভৱ শক্তি অবস্থানে অবস্থান কৰে থাকে, এই অবস্থাকে সাম্যাবস্থা বলে। এৱকম অবস্থানে কোনো অণুৰ ওপৰ ক্ৰিয়াশীল নিট আন্তঃআণবিক বল শূন্য।

অণুগুলোৰ মধ্যকাৰ দূৰত্ব  $y$  এৰ পৰিৱৰ্তনৰ সাথে আন্তঃআণবিক বলেৰ পৰিৱৰ্তন ঘটে।  $y$  যত বেশি হবে আন্তঃআণবিক বল তত বেশি আকৰ্ষণধৰ্মী হবে এবং  $y$  যত কম হবে আন্তঃআণবিক বল তত বেশি বিকৰ্ষণধৰ্মী হবে। ৰাতৰিক অবস্থায় আকৰ্ষণ ও বিকৰ্ষণ বল পৰম্পৰাকে নিক্ষিপ কৰে ফলে নিট বল হয় শূন্য। এ অবস্থায় আন্তঃআণবিক দূৰত্বকে সাম্যাবস্থা দূৰত্ব বা সুস্থিতি দূৰত্ব বলে। কিন্তু কোনো বস্তুতে দৈৰ্ঘ্য পীড়ন প্ৰয়োগ কৰা হলে অণুগুলোৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব বৃক্ষি পায় ফলে অণুগুলোৰ আকৰ্ষণ বল অগুড়ব কৰে। বহিঃস্থ বল সৱিয়ে নিলে আকৰ্ষণ বলেৰ প্ৰভাৱে অণুগুলো তাদেৱ সাম্যাবস্থানে ফিরে আসে। অপৰদিকে দেখা যায় যে, বহিঃস্থ বল প্ৰয়োগে কোনো বস্তুকে যদি সংকুচিত কৰা হয় তাহলে আন্তঃআণবিক দূৰত্ব  $r$  হাস পায় ফলে তাদেৱ মধ্যে বিকৰ্ষণ বলেৰ উভাৱ ঘটে। বহিঃস্থ বল সৱিয়ে নিলে বিকৰ্ষণ বল অণুগুলোকে পুনৰায় তাদেৱ সাম্যাবস্থায় ফিরিয়ে আসে।

এই বলেৰ কাৰণে পীড়ন অপসাৱণ কৰলে বস্তুটি পূৰ্বেৰ অবস্থায় ফিরে আসে।

**বিপৰ্যাপকতা** মিতা এক মিটাৰ লম্বা একটি রাবাৰ ও ইস্পাতেৰ তাৰকে দুটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে আটকিয়ে তাৰ দুটিৰ নিচেৰ প্রান্তে সমান ভৱেৰ দুটি ভাৰী বস্তু ঝুলিয়ে টান টান কৰলো। সে দেখলো ইস্পাতেৰ তুলনায় রাবাৰেৰ তাৰটি অনেক বেশি লম্বা হয়েছে। বস্তু দুটি অপসাৱণেৰ পৰ দেখা গেল তাৰ দুটি আগেৰ দৈৰ্ঘ্য ফিরে আসে। মিতা এখন বস্তু দুটিকে ইস্পাতেৰ তাৰেৰ সাথে যুক্ত কৰলো। সে দেখলো তাৰটি আগেৰ চেয়ে অনেক বেশি লম্বা হয়েছে। বস্তুটি অপসাৱণ কৰে দেখলো তাৰটিৰ দৈৰ্ঘ্য আৱ এক মিটাৰ হলো না। এৱপৰ ভাৰি বস্তু দুটি রাবাৰেৰ তাৰে সংযুক্ত কৰলে তাৰটি ছিঁড়েই গেল।

ক. স্থিতিস্থাপকতা কী?

১

খ. ইস্পাত রাবাৰেৰ চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক— ব্যাখ্যা কৰ।

২

গ. আন্তঃআণবিক বলেৰ সাহায্যে তাৰ দুটি পূৰ্বেৰ অবস্থায় ফিরে আসা ব্যাখ্যা কৰ।

৩

ঘ. একই ভৱেৰ বস্তু দুটি ইস্পাতেৰ তাৰটিতে সংযুক্ত কৰলে বল অপসাৱণে পূৰ্বেৰ অবস্থায় ফিরে না যাওয়া এবং রাবাৰেৰ তাৰটিৰ ছিঁড়ে যাওয়াৰ কাৰণ যথাযথ যুক্তি সহকাৱে বিশ্লেষণ কৰ।

৪

[অনুশীলনী প্ৰশ্ন ২]

### ৬৬নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

বল প্ৰয়োগে যদি কোনো বস্তুৰ আকাৰ বা আয়তন বা উভয়েৰ পৰিবৰ্তন ঘটে অৰ্ধাং বস্তু বিকৃত হয় তাহলে প্ৰযুক্তি বল সৱিয়ে নিলে যে ধৰ্মেৰ জন্য বিকৃত বস্তু পূৰ্বেৰ আকাৰ ও আয়তন ফিরে পায় তাই স্থিতিস্থাপকতা।

খ. আমুৱা জানি, একই প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল ও দৈৰ্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি ডিম্ব ভিত্তি বস্তুৰ যেটিতে বেশি প্ৰতিৱোধ বলেৰ সৃষ্টি হয় সে বস্তুটিৰ স্থিতিস্থাপকতা বেশি হবে। অৰ্ধাং দুটি বস্তুৰ মধ্যে যাৱ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মান বেশি সেটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক। ইস্পাত ও রাবাৰেৰ মধ্যে ইস্পাতেৰ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মান বেশি। তাই, সম পৰিমাপ বল প্ৰয়োগেৰ জন্য ইস্পাতেৰ প্ৰতিৱোধ বলেৰ মান বেশি হয়। এজন্যেই ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক।

গ. আমুৱা জানি, সকল বস্তুই অস্বীক্ষ্য অণু দিয়ে গড়া। এসব অণুৰ মধ্যে আন্তঃআণবিক বল কাজ কৰে। এ আন্তঃআণবিক বল নিৰ্ভৰ কৰে বস্তুৰ মধ্যকাৰ অণুসমূহেৰ আন্তঃআণবিক দূৰত্বেৰ উপৰ। আণবিক দূৰত্ব যত বেশি হবে আন্তঃআণবিক বল তত বেশি আকৰ্ষণধৰ্মী হবে এবং আন্তঃআণবিক দূৰত্ব যত কম হবে আন্তঃআণবিক বল তত বেশি বিকৰ্ষণধৰ্মী হবে। এখন কোনো বস্তুতে দৈৰ্ঘ্য বা টান পীড়ন প্ৰয়োগ

কৰা হলে অণুগুলোৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব (আন্তঃআণবিক দূৰত্ব) বৃক্ষি পায় ফলে অণুগুলো আকৰ্ষণ বল অনুভৱ কৰে বা পৰম্পৰারেৰ দিকে আকৃষ্ট হয়। বহিঃস্থ বল সৱিয়ে নিলে আকৰ্ষণ বলেৰ প্ৰভাৱে অণুগুলো তাদেৱ সাম্যাবস্থানে ফিরে আসে। অপৰদিকে দেখা যায় যে, বহিঃস্থ বল প্ৰয়োগে কোনো বস্তুকে যদি সংকুচিত কৰা হয় তাহলে আন্তঃআণবিক দূৰত্ব  $r$  হাস পায় ফলে তাদেৱ মধ্যে বিকৰ্ষণ বলেৰ উভাৱ ঘটে। বহিঃস্থ বল সৱিয়ে নিলে বিকৰ্ষণ বল অণুগুলোকে পুনৰায় তাদেৱ সাম্যাবস্থায় ফিরিয়ে আসে।

অতএব বুৰো গেল, পদাৰ্থেৰ স্থিতিস্থাপক ধৰ্মেৰ জন্য বল প্ৰয়োগে বস্তুটি গতিশীল না হলো এৰ বিভিন্ন অংশেৰ মধ্যে আপেক্ষিক সৱল হয় যা বাৰ্বৰণ বিকৃতি নামে পৱিত্ৰিত।

ঘ. উদ্বীপক থেকে পাই, মিতা এক মিটাৰ লম্বা রাবাৰ ও ইস্পাতেৰ তাৰকে দুটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে আটকিয়ে তাৰ দুটিৰ নিচেৰ প্রান্তে সমান ভৱেৰ দুটি ভাৰী বস্তু ঝুলিয়ে টান টান কৰলে, বস্তু দুটি অপসাৱণেৰ পৰ তাৰ দুটি পূৰ্বীবস্থায় ফিরে আসে। কিন্তু বস্তু দুটিকে ইস্পাতেৰ তাৰেৰ সাথে যুক্ত কৰাৰ পৰ অপসাৱণ কৰলে তাৰটিৰ দৈৰ্ঘ্য আগেৰ চেয়ে কিছুটা বেশি হয়েছে অৰ্ধাং এক মিটাৰেৰ চেয়েও বেশি হয়েছে। এৰ কাৰণ হচ্ছে তাৰটি স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্ৰম কৰেছে। কাৰণ আমুৱা জানি, সৰ্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্ৰয়োগ কৰে তা অপসাৱণ কৰলে বস্তুটি পূৰ্বীবস্থায় ফিরে আসে তাকে বস্তুৰ স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। উদ্বীপকেৰ ইস্পাতেৰ ক্ষেত্ৰে এ স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্ৰম কৰাৰ ফলে ইস্পাতেৰ স্থায়ী বিকৃতি ঘটেছে। কিন্তু রাবাৰেৰ ক্ষেত্ৰে বস্তু দুটিৰ ভৱ অসহ ভাৰ হিসেবে কাজ কৰেছে। কাৰণ আমুৱা জানি, প্ৰযুক্তি বল স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্ৰম কৰলে বস্তুৰ স্থিতিস্থাপকতা লোপ পায়। প্ৰযুক্তি বল আৱো বেশি হলে বস্তুটি এমন এক অবস্থায় আসে যে তা ভাৰ সহ্য কৰতে না পেৱে ছিঁড়ে যায়। উদ্বীপকেৰ রাবাৰেৰ ক্ষেত্ৰে অনুৱৃণ্প ঘটনা ঘটেছে। অৰ্ধাং ভাৰী বস্তু দুটিৰ রাবাৰেৰ তাৰে সংযুক্ত কৰাৰ ফলে রাবাৰ তাৰ সহ্য কৰতে না পেৱে ছিঁড়ে গেল।

অতএব, উপৰোক্ত আলোচনাৰ পৱিত্ৰিতে বলা যায় যে ভাৰী বস্তু দুটিৰ তাৰ ইস্পাতেৰ স্থায়ী বিকৃতি এবং রাবাৰেৰ ছিঁড়ে যাওয়াৰ কাৰণ।

ঘ. অসহ পীড়ন কী?

১

খ. ঝুকেৰ সূত্ৰটি বৰ্ণনা কৰ।

২

গ. উদ্বীপকে উল্লেখিত তাৰেৰ অসহ বল কত?

৩

ঘ. বকুল বস্তুটিকে সৰ্বনিম্ন কত বলে ঘূৰালে তাৰটি ছিঁড়ে যাবে? [অনুশীলনী প্ৰশ্ন ৩]

### ৬৬নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. কোনো পদাৰ্থেৰ একক ক্ষেত্ৰফলেৰ উপৰ লম্বতাৰে প্ৰযুক্তি সৰ্বাপেক্ষা কম যে বলেৰ ক্রিয়াৰ ফলে কোনো বস্তু ভেঙে বা ছিঁড়ে যায় তাই এই পদাৰ্থেৰ অসহ পীড়ন।

খ. ঝুকেৰ সূত্ৰটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে বস্তুৰ উপৰ প্ৰযুক্তি পীড়ন এৰ বিকৃতিৰ সমানুপাতিক।

অৰ্ধাং পীড়ন  $\propto$  বিকৃতি,

বা, পীড়ন = ধূৰক  $\times$  বিকৃতি

পীড়ন

বা, বিকৃতি = ধূৰক।

এই ধূবকের মান বন্ধুর উপাদান এবং এককের পদ্ধতির উপর নির্ভর করে। একে বন্ধুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বা মানাঙ্ক বা স্থিতিস্থাপক ধূবক বলে।

**গ** উদ্বিপক থেকে পাই, তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A = 10^{-6} \text{ m}^2$  অসহ শীড়ন  $= 4.8 \times 10^7 \text{ N m}^{-2}$ ; অসহ বল = ?

আমরা জানি, অসহ বল = অসহ শীড়ন  $\times$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  
 $= 4.8 \times 10^7 \text{ N m}^{-2} \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 48 \text{ N}$

অতএব, উদ্বিপকে উল্লিখিত তারের অসহ বল  $48 \text{ N}$ ।

**ঘ** উদ্বিপক থেকে পাই, বন্ধু একটি তারের প্রাণ্টে একটি বন্ধু বেঁধে একে বৃত্তাকারে ঘুরাইল। এ অবস্থায় বন্ধুটি কেন্দ্রের দিকে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ সৃষ্টি করছে। অর্থাৎ, বন্ধুটি তারের উপর যে বল প্রয়োগ করছে তা বন্ধুটির কেন্দ্রমুখী বলের সমান।

আমরা জানি, অসহ শীড়ন  $= \frac{F}{A}$

বা,  $F = \text{অসহ শীড়ন} \times A$

আবার, কেন্দ্রমুখী বল,  $F = m\omega^2 r$

সূতরাং,  $m\omega^2 r = \text{অসহ শীড়ন} \times A$

বা,  $\omega^2 = \frac{\text{অসহ শীড়ন} \times A}{mr}$

বা,  $\omega^2 = \frac{4.8 \times 10^7 \text{ N m}^{-2} \times 10^{-6} \text{ m}^2}{10 \text{ kg} \times 0.3 \text{ m}}$   
 $= 16 \text{ rad}^2 \text{ s}^{-2}$

$\therefore \omega = 4 \text{ rad s}^{-1}$

অর্থাৎ, বন্ধুটির ঘূর্ণায়মান অবস্থার সর্বোচ্চ কৌণিক বেগ ছিল  $4 \text{ rad s}^{-1}$

$\therefore$  বন্ধুটির বৃত্তাকার পথে সর্বোচ্চ বেগ,  $v = \omega r = (4 \times 0.3) \text{ m s}^{-1}$   
 $= 1.2 \text{ m s}^{-1}$

অতএব, বন্ধু বন্ধুটিকে তারে বেঁধে রাখা অবস্থায় সর্বোচ্চ  $1.2 \text{ m s}^{-1}$  বেগে বৃত্তাকারে ঘুরাতে পারবে। এর চেয়ে বেশি বেগে ঘুরাতে গেলে তারটি ছিঁড়ে যাবে।

**ঙ** তারের সাহায্যে ঝুলানো দোলনায় লোক বসলে তারের দৈর্ঘ্য  $1 \text{ m}$  থেকে বৃশি পেয়ে  $1.01 \text{ m}$  হয়। দেখা যায় এতে তারের ব্যাস হ্রাস পায়। উল্লেখ্য তারের আদি ব্যাস  $2 \text{ mm}$ ।

**ক**. পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বন্ধু কী?

১

**খ**. অসহ শীড়ন বলতে কী বোঝ?

২

**গ**. পয়সনের অনুপাত  $0.2$  হলে দোলনার তারের ব্যাস কতটুকু হ্রাস পায়?

৩

**ঘ**. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তারের দৈর্ঘ্য বৃশি পেয়ে  $1.5$  গুণ হলে ব্যাসবে কীভূত পরিবর্তন আসবে—বিশেষণ কর।

৪

[অনুশীলনী পৰ্ব ৭]

### ৬৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বন্ধুর উপর বাহ্যিক বল প্রয়োগ করে বিকৃত করলে বল অপসারণের পর বন্ধুটি পূর্ণভাবে পূর্বাবস্থা ফিরে পেলে ঐ বন্ধুই হবে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বন্ধু।

**খ** পদার্থের (বন্ধুর) একক ক্ষেত্রফলের উপর লভভাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ার ফলে বন্ধু ডেঙে বা ছিঁড়ে যায় তাকে

ঐ পদার্থের অসহ শীড়ন বলে। অসহ শীড়ন  $= \frac{\text{অসহ বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

নির্দিষ্ট পদার্থের অসহ শীড়ন নির্দিষ্ট। যেমন— তামার অসহ শীড়ন  $3.5 \times 10^8 \text{ N m}^{-2}$  বলতে বুঝায় তামার তৈরি কোনো বন্ধুর প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের উপর সর্বনিম্ন  $3.5 \times 10^8 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করলে বন্ধুটি ডেঙে বা ছিঁড়ে যাবে।

**গ** আমরা জানি,

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

বা,  $dL = \sigma Dl$

বা,  $d = \frac{\sigma Dl}{L}$

$$= \frac{0.2 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0.01 \text{ m}}{1 \text{ m}}$$

$$= 4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

অতএব, দোলনার তারের ব্যাস পাবে  $4 \times 10^{-6} \text{ m}$ ।

**ঘ** উদ্বিপক থেকে পাই, তারটির আদি দৈর্ঘ্য,  $L_0 = 1 \text{ m}$

এবং দৈর্ঘ্য বৃশি পেয়ে হয়  $= 1.5 L_0$

$$\therefore \text{দৈর্ঘ্য বৃশি}, \Delta l = 1.5 L_0 - L_0$$

$$= (1.5 \times 1 - 1) \text{ m} = 0.5 \text{ m}$$

তারের আদি ব্যাস,  $D = 2 \text{ mm}$

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

তারটির পয়সনের অনুপাত,  $\sigma = 0.2$  [গ নং থেকে]

তারের ব্যাসার্ধ হ্রাস  $\Delta r$  হলে,

আমরা জানি,  $\sigma = \frac{L_0 \Delta r}{r \Delta L}$

$$\text{বা, } 0.2 = \frac{1 \text{ m} \times \Delta r}{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0.5 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } \Delta r = \frac{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 0.2}{1 \text{ m}}$$

$$= 1 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\therefore \frac{r}{\Delta r} = \frac{1 \times 10^{-3} \text{ m}}{1 \times 10^{-4} \text{ m}} = 10$$

$$\text{বা, } \Delta r = \frac{1}{10} r$$

অতএব, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তারের দৈর্ঘ্য বৃশি পেয়ে  $1.5$  গুণ হলে ব্যাসার্ধ  $1 \times 10^{-4} \text{ m}$  হ্রাস পেয়ে দশ ভাগের এক ভাগ হয়ে যাবে।

**ঙ** তারে সাহায্যে ঝুলানো দোলনায় লোক বসলে তারের দৈর্ঘ্য  $1 \text{ m}$  থেকে বৃশি পেয়ে  $1.01 \text{ m}$  হয়। দেখা যায় এতে তারের ব্যাস হ্রাস পায়। উল্লেখ্য তারের আদি ব্যাস  $2 \text{ mm}$ ।

**ক**. পৃষ্ঠানের একক ও মাত্রা লিখ।

১

**খ**. সুই এর ঘনত্ব পানির চেয়ে বেশি হওয়া সত্ত্বেও তা

পানিতে ভাসতে পারে কেন?

২

**গ**. বড় পানির ফেঁটার ব্যাস কত হবে নির্ণয় কর।

**ঘ**. গালিলিক বিশেষণ এবং যথাযথ যুক্তির সাহায্যে দেখাও যে, উদ্বিপকে উল্লিখিত ঘটনায় পানির তাপমাত্রা বৃশি পাবে।

ঐ অনুশীলনী পৰ্ব ১২

### ৬৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** পৃষ্ঠানের একক  $\text{Nm}^{-1}$  এবং মাত্রা  $\text{MT}^{-2}$

**খ** সুইয়ের ঘনত্ব পানির চেয়ে বেশি হওয়া সত্ত্বেও তা পানিতে ভাসতে পারে এর কারণ হলো পানিতে যেখানে সুইটি রয়েছে তার নিচে পানির পৃষ্ঠা কিছুটা অবনমিত হচ্ছে। ফলে পৃষ্ঠের ঐ স্থানটা অনুভূমিক না থেকে পৃষ্ঠানের জন্য এই বল অবনমিত পানি পৃষ্ঠের সাথে ত্বরিকভাবে স্পর্শক বরাবর ক্রিয়া করে। পৃষ্ঠানজনিত এই ত্বরিকভাবে ক্রিয়াশীল বলের উপর সুইয়ের ওজনকে প্রশমিত করে, ফলে সুইটি না ডুবে সাম্যাবস্থায় ডেস থাকে।

গ) 27 টি পানির ফোটা একত্রি হয়ে একটি বড় ফোটা তৈরি হলো। উদ্দিপক থেকে পাই, প্রত্যেক ছোট ফোটার ব্যাস =  $4 \times 10^{-7} \text{ m}$

$$\text{প্রত্যেক ছোট ফোটার ব্যাসার্ধ}, r = \frac{4 \times 10^{-7}}{2} \text{ m} = 2 \times 10^{-7} \text{ m}$$

বড় ফোটার ব্যাসার্ধ, R = ?

∴ 27 টি ছোট ফোটার আয়তন = 1 টি বড় ফোটার আয়তন

$$\text{বা, } 27 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\text{বা, } 27r^3 = R^3$$

$$\text{বা, } R = 3r$$

$$= 3 \times 2 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\therefore \text{বড় পানির ফোটার ব্যাস} = 2 \times 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 12 \times 10^{-7} \text{ m}$$

অতএব, বড় পানির ফোটার ব্যাস  $12 \times 10^{-7} \text{ m}$ ।

ঘ) উদ্দিপকে উল্লিখিত ঘটনায় পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

গাণিতিক বিশ্লেষণ : উদ্দিপকের ঘটনায় 27টি ছোট পানির ফোটা থেকে একটি বড় পানির ফোটা তৈরি হয়। এতে কিছু শক্তি নির্গত হয়।

$$\text{এখানে, } r = \frac{4 \times 10^{-7}}{2} = 2 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$R = 6 \times 10^{-7} \text{ m} \quad [\text{গ নং থেকে}]$$

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

সূতরাং, নির্গত শক্তি,

$$E = \Delta A \times T = 4\pi (27r^2 - R^2) \times T$$

$$\therefore E = 4 \times 3.1416 \{27(2 \times 10^{-7})^2 - (6 \times 10^{-7})^2\} \text{ m}^2 \\ \times 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

$$= 6.51 \times 10^{-13} \text{ J}$$

এখন, 27টি পানির ফোটার ভর = ঘোট আয়তন × পানির ঘনত্ব

$$= (27 \times \frac{4}{3} \pi r^3 \times 1000) \text{ kg}$$

$$= \left\{ 27 \times \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (2 \times 10^{-7})^3 \times 1000 \right\} \text{ kg}$$

$$= 9.05 \times 10^{-16} \text{ kg}$$

এখন, উৎপন্ন তাপ = নির্গত শক্তি

বা, ভর × আপেক্ষিক তাপ × তাপমাত্রা বৃদ্ধি = নির্গত শক্তি

$$\text{বা, } 9.05 \times 10^{-16} \text{ kg} \times 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times \Delta\theta = 6.51 \times 10^{-13} \text{ J}$$

[∴ পানির আঁচ্ছিক তাপ =  $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ]

$$\text{বা, } \Delta\theta = \frac{6.51 \times 10^{-13}}{9.05 \times 10^{-16} \times 4200} \text{ K} = 0.171 \text{ K}$$

অতএব, উদ্দিপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাছে  $0.171 \text{ K}$ ।

অর্থাৎ কয়েকটি পানির ফোটা একত্রিত হয়ে বড় ফোটা তৈরি করায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়েছে।

### ৩ গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সুজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৬১] অনুশীলনীর সুজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তরের জন্য সুজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তর দ্রুটিব্য।

প্রশ্ন ৭০] অনুশীলনীর সুজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তরের জন্য সুজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রুটিব্য।

প্রশ্ন ৭১] দুটি সমান দৈর্ঘ্যের ইস্পাত ও তামার তারের ব্যাস যথাক্রমে  $1 \text{ mm}$  এবং  $4 \text{ mm}$  উভয় তারের নিচে একই ভর চাপানো হলে ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি তামার তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির  $4$  গুণ হয়। ইস্পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  $15\%$  এবং ইয়েং এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

ক. স্থিতিস্থাপকতা কাকে বলে? ১

খ. কাচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ  $140^\circ$  বলতে কী বোঝা? ২

গ. ইস্পাতের তারের নিচে কত ভর চাপানো হয়েছিল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কোন তারটি বেশি দৃঢ় গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

[অনুশীলনী প্রশ্ন ৮]

### ৩ ৭১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে অর্থাৎ বস্তু বিকৃত হয় তাহলে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে যে ধর্মের জন্য বিকৃত বস্তু পূর্বের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

খ) কাচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ  $140^\circ$  বলতে বোঝায় কাচ ও পারদের স্পর্শ বিন্দুতে পারদ পৃষ্ঠের স্পর্শক পারদের ভিতরে কাচের পৃষ্ঠের সাথে  $140^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে পারদ কাচকে ডিঙাবে না।

গ) উদ্দিপক হতে,

উস্পাতের তারের ব্যাস,

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

$$\therefore r = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য, = L (ধরি)

ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l = L$  এর  $15\% = 0.15 L$

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

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

$$\text{আরম্ভ জানি, } Y = \frac{L}{Al}$$

$$\text{বা, } Y = \frac{mgL}{Al}$$

$$\text{বা, } mgL = YA_l$$

$$\text{বা, } m = \frac{YA_l}{gL}$$

$$= \frac{2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \times 3.14 \times (0.5 \times 10^{-3})^2 \times 0.15 L}{9.8 \text{ m}^{-2} \times L}$$

$$= 2403.06 \text{ kg}$$

ঘ) সুজনশীল প্রশ্ন ৩০(ঘ)নং এর উত্তর দ্রুটিব্য।

প্রশ্ন ৭২] অনুশীলনীর সুজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তরের জন্য সুজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রুটিব্য।

প্রশ্ন ৭৩] অনুশীলনীর সুজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তরের জন্য সুজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রুটিব্য।

প্রশ্ন ৭৪] একটি তারের দৈর্ঘ্য  $2 \text{ m}$  এবং প্রস্থজ্বেদের ক্ষেত্রফল  $2 \text{ mm}^2$  তারটিকে  $2 \text{ mm}$  ও  $4 \text{ mm}$  প্রসারিত করতে কৃত কাজের পরিমাণ যথাক্রমে  $0.4 \text{ J}$  ও  $1.6 \text{ J}$ । কিন্তু  $120 \text{ kg}$  ভর তুলালে  $7 \text{ mm}$  প্রসারিত হয়। অভিকর্ষজ ত্বরণ  $10 \text{ m.s}^{-2}$  এবং তারটির উপাদানের অসহ পীড়ন  $11 \times 10^8 \text{ N.m}^{-2}$ ।

ক. বিকৃতি কাকে বলে? ১

খ. স্পর্শ কোণের সূচ ও স্থূল ধারণা দাও। ২

গ. তারটির উপাদানের ইয়েংয়ের পুরাক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তৃতীয় ক্ষেত্রে প্রসারণ প্রথমোক্ত প্রসারণয়ের সঙ্গে অসম্ভাতিপূর্ণ কেন? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

[অনুশীলনী প্রশ্ন ৮]

### ৭৮নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক) বল প্ৰয়োগে কোনো একটি বস্তুৰ একক মাত্ৰায় যে পৰিবৰ্তন ঘটে তাই বিকৃতি।

খ) স্পৰ্শকোণ নিৰ্ভৱ কৰে কঠিন ও তৱলৈৰ প্ৰকৃতিৰ উপৰ। তৱল কঠিনকে ভিজালে (পানি ও কাচেৰ) স্পৰ্শকোণ সূজ্য কোণ হবে অৰ্থাৎ  $0^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$ । তৱল কঠিনকে না ভিজালে (পারদ ও কাচেৰ) স্পৰ্শকোণ স্বীজুকোণ হবে অৰ্থাৎ  $90^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$ । আবাৰ আসজন বল সংশ্লিষ্টি বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলে স্পৰ্শকোণ সূজ্যকোণ হবে এবং সংশ্লিষ্টি বল আসজন বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলে স্পৰ্শকোণ স্বীজুকোণ হবে।

গ) উদ্বীপক থেকে পাই, কৃতকাজ  $W = 0.4 \text{ J}$

তাৰেৱে আদি দৈৰ্ঘ্য  $L = 2 \text{ m}$

দৈৰ্ঘ্য প্ৰসাৱণ,  $\ell = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল  $A = 2 \text{ mm}^2 = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

তাৰেৱে উপাদানেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } WY = \frac{YA\ell^2}{2L}$$

$$\text{বা, } Y = \frac{2WL}{A\ell^2}$$

$$\text{বা, } Y = \frac{2 \times 0.4 \text{ J} \times 2 \text{ m}}{2 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2} \\ = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$$

অতএব, তাৰেৱে উপাদানেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ।

ঘ) আমৰা জানি, স্থিতিস্থাপক প্ৰসাৱণেৰ কৃত কাজ

$$W = \frac{1}{2} Fl$$

$$\text{বা, } F = \frac{2W}{l}$$

প্ৰথম ক্ষেত্ৰে,

$$F_1 = \frac{2W_1}{l_1} = \frac{2 \times 0.4 \text{ J}}{2 \times 10^{-3} \text{ m}} = 400 \text{ N}$$

বিতীয় ক্ষেত্ৰে,

$$F_2 = \frac{2W_2}{l_2} = \frac{2 \times 1.6 \text{ J}}{4 \times 10^{-3} \text{ m}} = 800 \text{ N}$$

তৃতীয় ক্ষেত্ৰে, প্ৰযুক্তি বল,  $F_3 = mg \times 120 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} = 1200 \text{ N}$

প্ৰযুক্তি বল 400 N হলে প্ৰসাৱণ 2 mm

প্ৰযুক্তি বল 800 N হলে প্ৰসাৱণ 4 mm

উপৰোক্ত নিয়মে প্ৰযুক্তি বল 1200 N হলে প্ৰসাৱণ 6 mm হওয়াৱ পৰিবৰ্তনে 7 mm হয়েছে, যা অসমতিপূৰ্ণ।

আমৰা জানি, অসহ বল = অসহ পীড়ন  $\times$  প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল

$$= 11 \times 10^8 \text{ N m}^{-2} \times 2 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \\ = 2200 \text{ N}$$

অসহ বলেৰ অৰ্থেক পৰ্যন্ত বল প্ৰয়োগ কৰা হলে স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্ৰম কৰবে না। কিন্তু তৃতীয় ক্ষেত্ৰে প্ৰযুক্তি বল অসহ বলেৰ অৰ্থেকেৰ বেশি হওয়ায় স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্ৰম কৰেছে তাই প্ৰসাৱণ তুলনামূলকভাৱে বেশি হয়েছে।

ঙ) অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১২-এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৯-এৰ উত্তৱ দ্রুট্য।

খ) অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৩-এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ২৩-এৰ উত্তৱ দ্রুট্য।

গ) অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৪-এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৬-এৰ উত্তৱ দ্রুট্য।

ঘ) একটি পৰীক্ষায় একই দৈৰ্ঘ্য এবং একই প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাত তাৰ এবং একটি রবাৰ তাৰেৱে প্ৰত্যেকটিতে 5kg ওজন বুলালে ইস্পাত অপেক্ষা রবাৰ 4 গুণ বেশি বৃদ্ধি পায়। ফলে ইস্পাত তাৰেৱে পাৰ্শ্ব বৰাবৰ বেশি সংকুচিত হয়।

ক) পয়সনেৰ অনুপাত কী?

খ) হুকেৰ সূত্ৰটি ব্যাখ্যা কৰ।

গ) ইস্পাতেৰ  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$  হলে রবাৰেৰ ইয়ং-এৰ গুণাঙ্ক কত?

ঘ) তাৰ দুটিৰ মধ্যে কোনটি কম স্থিতিস্থাপক? তোমাৰ সপক্ষে যুক্তি দাও।

(অনুশীলনী প্ৰঞ্চ ১৫)

### ৭৮নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৱ

ক) স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে কোনো বস্তুৰ পাৰ্শ্ব বিকৃতি ও দৈৰ্ঘ্য বিকৃতিৰ অনুপাত একটি ধূৰ রাশি। এই ধূৰ রাশিকে বস্তুৰ উপাদানেৰ পয়সনেৰ অনুপাত বলে।

খ) হুকেৰ সূত্ৰটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে বস্তুৰ উপৰ প্ৰযুক্তি পীড়ন এৰ বিকৃতি।

অৰ্থাৎ, পীড়ন  $\propto$  বিকৃতি,

বা, পীড়ন = ধূৰক  $\times$  বিকৃতি

পীড়ন

বা,  $\frac{\text{বিকৃতি}}{\text{ধূৰক}} = \text{ধূৰক}$ ।

এই ধূৰকেৰ মান বস্তুৰ উপাদান এবং এককেৰ পদ্ধতিৰ উপৰ নিৰ্ভৱ কৰে। একে বস্তুৰ উপাদানেৰ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বা মানাঙ্ক বা স্থিতিস্থাপক ধূৰক বলে।

গ) উদ্বীপক থেকে পাই,

ইস্পাত ও রাবাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য ও প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল সমান।

এখন  $5 \text{ kg}$  ওজন বুলানোৰ কাৰণে ইস্পাতেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি। হলে, রাবাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি  $l_r = 4l$  হবে।

এখন, ইস্পাতেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$

রাবাৰেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y_r$ , হলে,

$$\text{আমৰা জানি, } \frac{Y}{Y_r} = \frac{l}{l_r} = \frac{4l}{l} = 4$$

$$\text{বা, } Y_r = \frac{Y}{4}$$

$$\text{বা, } Y_r = \frac{2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}}{4} = 5 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$$

অতএব, রাবাৰেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক  $5 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$ .

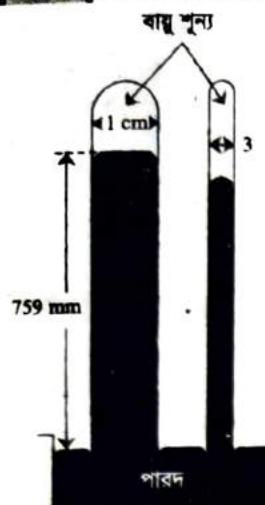
ঘ) তাৰ দুটিৰ মধ্যে রাবাৰ কম স্থিতিস্থাপক।

বিলোৱণ : উদ্বীপকে একই দৈৰ্ঘ্য ও আকৃতিৰ ইস্পাত ও রাবাৰেৰ দুটি তাৰ নিয়ে সমপৰিমাণ ভৱ দিয়ে তাৱছয়েৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি হিসাব কৰা হলো। এতে রাবাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য ইস্পাতেৰ তুলনায় বেশি বৃদ্ধি পাওয়াৰ কাৰণে মনে হয় রাবাৰেৰ ইয়ং গুণাঙ্ক বেশি হবে। কিন্তু আমৰা জানি, একই প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফল ও দৈৰ্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি ভিৱ বস্তুৰ যোটিতে বেশি প্ৰতিৱোধ বলেৰ সৃষ্টি হয় সে বস্তুটিৰ স্থিতিস্থাপকতা বেশি হবে। অৰ্থাৎ, দুটি বস্তুৰ মধ্যে যাৰ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মান বেশি হৈ বেশি সেটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক। ইস্পাত ও রাবাৰেৰ মধ্যে ইস্পাতেৰ স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মান বেশি। তাই, সম পৰিমাণ বল প্ৰয়োগেৰ জন্য ইস্পাতেৰ প্ৰতিৱোধ বলেৰ মান বেশি হয়।

এজন্যেই ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক। অৰ্থাৎ তাৰ দুটিৰ মধ্যে রাবাৰ কম স্থিতিস্থাপক।



নিচের চিত্র থেকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



কাচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ  $140^\circ$   
পারদের পৃষ্ঠাটান  $4.65 \times 10^{-1} \text{ N m}^{-1}$   
পারদের ঘনত্ব  $13596 \text{ kg m}^{-3}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ  $9.8 \text{ m s}^{-2}$

ক. কাঠিন্যের গুণাঙ্ক কাকে বলে ?

১

খ. একক ক্ষেত্রফলে বল ছিগুণ করলে বিকৃতি ছিগুণ হবে কেন ?

২

গ. ঐ সময়ের বায়ুমণ্ডলের চাপ প্যাসকেল এককে নির্ণয় কর।

৩

ঘ. গাণিতিক বিজ্ঞেষণের সাহায্যে দুই নলে পারদ স্তরের

উচ্চতার পার্থক্যের কারণ ব্যাখ্যা কর।

৪

[অনুশীলনী পত্র ১৮]

### ৭৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর কৃতন পীড়ন ও কৃতন বিকৃতির অনুপাতকে কাঠিন্যের গুণাঙ্ক বলে।

খ. আমরা জানি, বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন ঘটে তাকে বিকৃতি বলে। অর্থাৎ, A ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত

$$\text{বল } F \text{ হলে, বিকৃতি, } S = \frac{F}{A}$$

এখন, একক ক্ষেত্রফলের জন্য  $A = 1$  একক

$$\therefore S = \frac{F}{1} = F$$

গ. ড. তফাজ্জল হোসেন, মহিউদ্দিন, নীলুফার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

ক. একাদশ শ্রেণির ছাত্র জারিফ পৃষ্ঠাটান সম্পর্কে পড়াশুনা করে একদিন কোনো সাবান মুখ দিয়ে বুদবুদ তৈরির চেষ্টা করল। প্রথম প্রচেষ্টায় সে  $V_1$  আয়তনের বুদবুদ তৈরি করতে  $W_1$  পরিমাণ শক্তি খরচ করল। ইতীয় প্রচেষ্টায় সে  $V_2 = 2V_1$  আয়তনের বুদবুদ তৈরি করতে  $W_2$  শক্তি ব্যয় করল।

ক. পৃষ্ঠশক্তি কাকে বলে?

১

খ. অ্যারোসল স্প্রে করতে কাজ করতে হয় কেন?

২

গ.  $W_2$  এর মান কত ছিল?

৩

ঘ. ইতীয় প্রচেষ্টায় ছিগুণ আয়তনের বুদবুদ তৈরি করতে ব্যয়িত শক্তির মান কীরূপ পরিবর্তিত হয়েছিল তার যুক্তিসঙ্গত ব্যাখ্যা দাও।

৪

[অনুশীলনীর পত্র ১]

### ৮০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো একটি তরলের তলের ক্ষেত্রফল একক পরিমাণ বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ তলের পৃষ্ঠশক্তি বলা হয়।

খ. অ্যারোসলের অভ্যন্তরের গ্যাসের চাপ ও বাইরের বায়ুর চাপ সমান থাকে। ফলে অ্যারোসল যখন স্প্রে করা হয় তখন ভিতরের চাপ বৃদ্ধি পায় এবং অন্যান্য প্রক্রিয়ায় গ্যাস নির্গত হয়। তাই অ্যারোসল স্প্রে করতে কাজ করতে হয়।

আবার, বল ছিগুণ করলে বিকৃতি হবে,  $S' = \frac{2F}{A} = \frac{2F}{1} = 2F = 2S$

এখনে, ক্ষেত্রফল স্থির থাকার কারণে বল ছিগুণ করলে বিকৃতি ছিগুণ হয়।

গ. উদীপক থেকে পাই, পারদস্তরের উচ্চতা  $h = 759 \text{ mm} = 0.759 \text{ m}$   
পারদের ঘনত্ব,  $\rho = 13596 \text{ kg m}^{-3}$

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

বায়ুমণ্ডলের চাপ,  $P = ?$

আমরা জানি,  $P = hpg$

$$= 0.759 \text{ m} \times 13596 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$= 101129.76 \text{ Pa}$$

অতএব, ঐ সময়ের বায়ুমণ্ডলীয় চাপ  $101129.76 \text{ Pa}$ ।

ঘ. উদীপকের চিত্র থেকে দেখা যায়, বায়ুর চাপে নল দুটিতে পারদ উঠেছে। এতে উভয় নলে পারদ স্তরের উপরিতল সমতল হওয়ায় কৈশিকতার কারণে তরলের আরোহণ বা অবনমন হয় নি। ফলে এ নলে পারদের চাপ বায়ুমণ্ডলের প্রকৃত চাপ নির্দেশ করে। অন্যদিকে সরু নলের মধ্যে পারদের উপরিতল গোলীয় হওয়ায় কৈশিকতার কারণে তরলের অবনমন হয়। কৈশিকতার কারণে তরলের অবনমন  $h'$  হলে তরলের পৃষ্ঠাটান,  $T = \frac{\pi \rho g h}{2 \cos \theta}$

$$\text{বা, } h = \frac{2 T \cos \theta}{\pi \rho g}$$

উদীপক থেকে পাই,

কাচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ  $\theta = 140^\circ$

$$\text{পারদের পৃষ্ঠাটান } T = 4.65 \times 10^{-1} \text{ N m}^{-1} = 0.465 \text{ N m}^{-1}$$

কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ,  $r = 1.5 \text{ mm} = 0.0015 \text{ m}$

$$\text{পারদের ঘনত্ব, } \rho = 13596 \text{ kg m}^{-3}$$

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

$$\text{অতএব, } h' = \frac{2(0.465)(\cos 140^\circ)}{(0.0015)(13596)(9.8)} \text{ m}$$

$$= -0.0036 \text{ m} = -3.6 \text{ mm}$$

এখনে, অংশাঙ্ক চিহ্ন ছাড়া আবনমন বুরায়। অতএব সরু নলের মধ্যে পারদ স্তরের উচ্চতা অপেক্ষা মোটা নলে পারদ স্তরের উচ্চতা কম হবে।

গ. ধরি, প্রথম ও ইতীয় বুদবুদের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে  $r_1$  ও  $r_2$ ।

$$\therefore \frac{4}{3} \pi r_1^3 = V_1$$

$$\therefore r_1 = \sqrt[3]{\frac{3V_1}{4\pi}}$$

$$\text{এবং } \frac{4}{3} \pi r_2^3 = V_2$$

$$\text{বা, } \frac{4}{3} \pi r_2^3 = 2V_1$$

$$\therefore r_2 = \sqrt[3]{\frac{3V_1}{4\pi}} \cdot \sqrt[3]{2}$$

শর্তমতে,  $E_1 = E_2$

$$\text{বা, } \frac{W_1}{\Delta A_1} = \frac{W_2}{\Delta A_2}$$

$$\therefore W_2 = \frac{\Delta A_2}{\Delta A_1} W_1 = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} W_1 = \frac{\left(\sqrt[3]{\frac{3V_1}{4\pi}} \cdot \sqrt[3]{2}\right)^2}{\left(\sqrt[3]{\frac{3V_1}{4\pi}}\right)^2} \times W_1 = \frac{1}{4^3} W_1$$

$$\therefore W_2 = 4^3 W_1$$

গ 'গ' হতে পাই,

$$\begin{aligned} \text{বিতীয় বৃদ্ধবুদ্ধ তৈরিতে প্রয়োজনীয় শক্তি, } W_2 &= 4^{\frac{1}{3}} W_1 \\ \therefore \text{শক্তির পরিবর্তন, } \Delta W &= W_2 - W_1 \\ &= 4^{\frac{1}{3}} W_1 - W_1 \\ &= \left( 4^{\frac{1}{3}} - 1 \right) W_1 \end{aligned}$$

অর্ধাং বিতীয় বৃদ্ধবুদ্ধ তৈরিতে প্রথম বৃদ্ধবুদ্ধের তুলনায়  $\left( 4^{\frac{1}{3}} - 1 \right)$  গুণ শক্তি বেশি দিতে হয়েছে।

**প্রয়োজনীয় পরিষ্কার প্রয়োজনীয় শক্তি** একটি পানির বিন্দু কিছু সংখ্যক সমআয়তনের 1 mm ব্যাসার্থের ফোটায় বিভক্ত করতে গিয়ে দেখল তাকে কাজ করতে হয়। নাবিলার জানা ছিল পানির পৃষ্ঠাটান  $7 \times 10^{-2} \text{ N/m}^2$ ।

- ক. পৃষ্ঠশক্তি কাকে বলে? ১
- খ. পানি ও পারদের মধ্যে কার পৃষ্ঠশক্তি বেশি হবে? ২
- গ. নাবিলার কাজের পরিমাণ কত ছিল? ৩
- ঘ. একটি পানির গোলককে ডেঙে ছোট গোলকে পরিণত করলে কোন কাজ করতে হয়, সে সম্পর্কে তোমার মতামত ব্যক্ত কর। ৪

[অনুশীলনী প্রশ্ন ২]

### ৮১নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো একটি তরলের তলের ক্ষেত্রফল একক পরিমাণ বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ তলের পৃষ্ঠশক্তি বলা হয়।

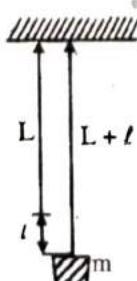
খ পানি ও পারদের মধ্যে পারদের পৃষ্ঠশক্তি বেশি। আমরা জানি, পৃষ্ঠাটান ও পৃষ্ঠশক্তির মান একক ক্ষেত্রফলের জন্য অসংখ্যাগতভাবে একই। পারদের পৃষ্ঠাটান পানির তুলনায়  $6.71$  গুণ বেশি। তাই পারদের পৃষ্ঠশক্তির মান বেশ হওয়ায় এটি কাচের সাথে  $140^\circ$  (প্রায়) স্পর্শকোণ তৈরি করে। যেখানে পানির স্পর্শকোণ  $80^\circ$  (প্রায়)।

ঝ. ড. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রয়োজনীয় অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তরের জন্য এ অধ্যায়ের সূজনশীল প্রশ্ন ৮ নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।**

**প্রয়োজনীয় অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তরের জন্য এ অধ্যায়ের সূজনশীল প্রশ্ন ১৩ নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।**

**প্রয়োজনীয় পদার্থের চিত্রিতি লক্ষ কর।** এখানে,  $L = 628 \text{ cm}$  এবং তারের ব্যাস  $2 \text{ mm}$ . তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $2.45 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ . তারটির দৈর্ঘ্য  $1 \text{ mm}$  এবং ব্যাস  $0.01 \text{ mm}$  বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় ভর যুক্ত করা হয়।



- ক. অন্তঃআণবিক বল কাকে বলে? ১
- খ. আয়নিক বন্ধন ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রয়োজনীয় ভর পরিমাপ কর। ৩
- ঘ. তারটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক এবং পয়সনের অনুপাতের তুলনা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

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

$$\therefore \frac{4}{3} \pi \times (5 \times 10^{-3})^3 = n \times \frac{4}{3} \pi \times (1 \times 10^{-3})^3$$

$$\therefore n = 125$$

$$\therefore বড় ফোটার মুক্ত পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল = 4\pi (5 \times 10^{-3})^2$$

$$\therefore ছোট ফোটার মুক্ত পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল = 125 \times 4\pi (1 \times 10^{-3})^2$$

$$\therefore \Delta A = 125 \times 4\pi (1 \times 10^{-3})^2 - 4\pi (5 \times 10^{-3})^2$$

$$= 1.256 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\therefore কাজের পরিমাণ = \Delta A \cdot T = (1.256 \times 10^{-3} \times 7 \times 10^{-2}) \text{ J}$$

$$= 8.792 \times 10^{-5} \text{ J}$$

গ কোনো বৃহৎ তরল ফোটাকে ডেঙে N সংখ্যক সমআয়তন ক্ষুদ্র ফোটায় পরিণত (পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল প্রসারণ) করতে শক্তি সরবরাহের প্রয়োজন। আবার N সংখ্যক ক্ষুদ্র ফোটা একত্রিত করে একটি বৃহৎ ফোটায় পরিণত (পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল সংকোচন) করতে শক্তি নির্গত করার প্রয়োজন। এই শক্তির পরিমাণ সম্পাদিত কাজের সমান। তরলপৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের প্রসারণ বা সংকোচন  $\Delta A$  এবং তরলের পৃষ্ঠাটান T হলে, সম্পাদিত কাজ,  $W = \Delta A \cdot T$

বৃহৎ ও ছোট ফোটার ব্যাসার্থ যথাক্রমে R ও r হলে, বৃহৎ ফোটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল,  $A_1 = 4\pi R^2$

প্রতিটি ছোট ফোটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল,  $A_2 = 4\pi r^2$  এবং N সংখ্যক ছোট ফোটার পৃষ্ঠের মোট ক্ষেত্রফল,  $NA_2 = N \cdot 4\pi r^2$

N সংখ্যক ক্ষুদ্র ফোটা একত্রিত করে একটি বৃহৎ ফোটায় পরিণত করতে পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের সংকোচন

$$\Delta A = NA_2 - A_1 = N \cdot 4\pi r^2 - 4\pi R^2$$

$$\therefore \Delta A = 4\pi (Nr^2 - R^2)$$

সূতরাং প্রয়োজনীয় বা নির্গত শক্তি,  $W = \text{পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন} \times \text{পৃষ্ঠাটান} = \Delta A \cdot T$

উল্লেখ্য যে, বড় ফোটার আয়তন = N সংখ্যক ছোট ফোটার আয়তন

$$\text{বা, } \frac{4}{3} \pi R^3 = N \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{বা, } R^3 = Nr^3$$

### ৮৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রত্যেক পদার্থ অসংখ্য অতি ক্ষুদ্র কণিকা দ্বারা গঠিত। কণা সমূহের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলকে আন্তঃআণবিক বল বলে।

খ আমরা জানি, কোনো কঠিন পদার্থে অণু বা আয়নগুলো যে অবস্থান দখল করে থাকে, তাকে বলা হয় ল্যাটিস বিন্দু। আয়নিক বন্ধনে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন ল্যাটিস বিন্দু দখল করে থাকে। এসব আয়নের মধ্যকার স্থির তড়িৎ আকর্ষণ তড়িৎযোজী বা আয়নিক বন্ধনে তৈরি করে। এ আকর্ষণ বল খুবই প্রবল। সূতরাং এ বন্ধনে তৈরি পদার্থ খুবই শক্ত এবং এদের গলনাঙ্ক ও বেশ বেশি। যেমন-সোডিয়াম ক্লোরাইড।

গ এখানে, তারের ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y = 2.45 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$

তারের দৈর্ঘ্য,  $L = 628 \text{ cm} = 6.28 \text{ m}$

$$\text{তারের ব্যাসার্থ, } r = \frac{2}{2} \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

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

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

$$\text{ভর, } M = ?$$

ইয়ং গুণাঙ্ক  $Y$  হলে, আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } M = \frac{Y \pi r^2 I}{g L}$$

$$= \frac{2.45 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2} \times 3.1416 \times (10^{-3} \text{ m})^2 \times 10^{-3} \text{ m}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 6.28 \text{ m}}$$

$$= 0.0125 \text{ kg}$$

$\therefore$  প্রয়োজনীয় ভর  $0.0125 \text{ kg}$ ।

(৩) পরসনের অনুপাত  $\sigma$  হলে,

আমরা জানি,

$$\sigma = \frac{\Delta r L_0}{r \Delta L}$$

$$= \frac{5 \times 10^{-6} \text{ m} \times 628 \times 10^{-2} \text{ m}}{10^{-3} \text{ m} \times 10^{-3} \text{ m}} = 31.4$$

এখনে, আদি দৈর্ঘ্য,

$$L_0 = 628 \text{ cm} = 628 \times 10^{-2} \text{ m}$$

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

আদি ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি,

$$\Delta r = \frac{0.01 \text{ mm}}{2} = \frac{0.01}{2} \times 10^{-3} \text{ m} = 5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

যা গ্রহণযাগ্য নয়। কারণ  $\sigma$  এর মান  $-1$  এর চেয়ে কম এবং  $+\frac{1}{2}$  এর চেয়ে বেশি হতে পারে না।

উচ্চীপক হতে পাই, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক  $2.45 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$

অতএব, তারটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক এবং পয়সনের অনুপাত তুলনা করা সম্ভব নয়।

(৪) অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রগ্রাম ১১-এর উত্তরের জন্য এ অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রগ্রাম ১৮ নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

(৫) অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রগ্রাম ১২-এর উত্তরের জন্য এ অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রগ্রাম ৭ নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

(৬) অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রগ্রাম ১৩-এর উত্তরের জন্য এ অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রগ্রাম ২৭ নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

(৭) অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রগ্রাম ১৫-এর উত্তরের জন্য এ অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রগ্রাম ২৪ নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

### ৩) রঘু বিজয়, আলী আহমেদ, সুদেব পাল ও সালাহউদ্দিন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রগ্রাম ও উত্তর

(১) ইবাদ ল্যাবরেটরিতে একটি ইস্পাতের তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করতে চায়। ঝুঁগজের সাহায্যে তারটির ব্যাস  $6 \times 10^{-4} \text{ m}$  নির্ণয় করল। মিটার ক্ষেত্রের সাহায্যে তারের দৈর্ঘ্য পেল  $2 \text{ m}$ । তারের প্রাপ্তে  $10 \text{ kg}$  ভর ঝুলালে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেল  $3.15 \times 10^{-3} \text{ m}$ ।

ক. স্থিতিস্থাপকতা কাকে বলে?

১

খ. বৃষ্টির ফোটা পতনের সময় গোলাকার আকার ধারণ করে কেন?

২

গ. ইস্পাতের তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক কত?

৩

ঘ. ইবাদ ইস্পাতের পরিবর্তে রাবার ব্যবহার করলে, কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক হবে? তুলনামূলক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

৪

[অনুশীলনী প্রগ্রাম ২]

### ৪) ৮৯নং প্রশ্নের উত্তর

(১) বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে অর্ধেৎ বন্ধু বিকৃত হয় তাহলে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে যে ধর্মের জন্য বিকৃত বন্ধু পূর্বের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

(২) আমরা জানি, পৃষ্ঠাটানের কারণে তরলের মুক্ত পৃষ্ঠা বা মুক্ততল টানা স্থিতিস্থাপক পদার্থের মতো আচরণ করে। এ কারণে বল আয়তনের তরল পদার্থ পৃষ্ঠাটানের কারণে তার ক্ষেত্রফল হাস করতে চেষ্টা করে এবং সংকুচিত হয়। এ সময় তরল পদার্থ এমন জ্যামিতিক আকার ধারণ করে যেন ক্ষেত্রফল সর্বাপেক্ষা কম হয়। তরল পদার্থ গোলাকার হলে এর ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন হয় এ কারণেই বৃত্তির ফোটা বল আয়তনের হওয়ায় তা গোলাকার আকার ধারণ করে।

(৩) উচ্চীপক থেকে পাই, তারের ব্যাস =  $6 \times 10^{-4} \text{ m}$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{6 \times 10^{-4}}{2} \text{ m} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

আদি দৈর্ঘ্য,  $L = 2 \text{ m}$ ; ভর,  $m = 10 \text{ kg}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $I = 3.15 \times 10^{-3} \text{ m}$

ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y = ?$

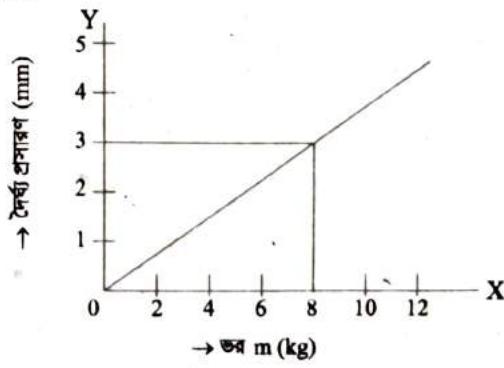
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

আমরা জানি,  $Y = \frac{FL}{AI}$

$$= \frac{mgL}{\pi r^2 I} = \frac{10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m}}{3.1416 \times (3 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \times 3.15 \times 10^{-3} \text{ m}} = 2.2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

অতএব, ইস্পাতের তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $2.2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

### ৫) নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর-



2 m দৈর্ঘ্যের একটি তারের ভর বনাম দৈর্ঘ্য প্রসারণ লেখচিত্র দেখানো হলো।

ক. প্রাক্তিক বেগ কাকে বলে?

খ. অবাধে পতনশীল বৃত্তির ফোটা পতনের সময় উচ্চ বেগ

প্রাপ্ত না হয়ে এর বেগ কিছুটা হ্রাস পায় কেন?

গ. উচ্চীপকের তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

তারের নিচে 11 kg ভর চাপালে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় কর।

ঘ. লেখচিত্র ব্যবহার করে তারটি ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।

[অনুশীলনী প্রগ্রাম ৪]

### ১০২৫ প্রশ্নের উত্তর

কোন সান্দু প্রবাহী দিয়ে যদি কোন গোলক ধূব বেগ নিয়ে পড়ত হতে থাকে তবে ঐ বেগই হবে প্রান্তবেগ বা অন্ত্যবেগ বা প্রান্তিকবেগ বা Terminal velocity বলে।

অবাধতাবে পতনশীল বৃত্তির ফোটা পতনের সময় এর বেগ বৃদ্ধি পায় না। কারণ বৃত্তির ফোটা যখন বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দুতার কারণে এর উপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় ফোটাটির নীট তরঙ্গ শূন্য হয়। ফোটাটি তখন ধূব বেগ নিয়ে পড়তে থাকে। একে অন্ত্যবেগ বা প্রান্তিক বেগ বলে। এই অন্ত্যবেগের প্রান্তিক কারণে পড়ত বৃত্তির ফোটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না।

উচ্চিপক থেকে পাই, ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$

দৈর্ঘ্য,  $L = 2 \text{ m}$

ভর,  $m = 11 \text{ kg}$

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

তারের ব্যাস =  $6.26 \times 10^{-4} \text{ m}$

$$\therefore \text{ব্যাসার্ধ}, r = \frac{6.26 \times 10^{-4}}{2} \text{ m} = 3.13 \times 10^{-4} \text{ m}$$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l = ?$

$$\text{আমরা জানি, } Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$$

$$\text{বা, } l = \frac{mgL}{Y\pi r^2} = \frac{11 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m}}{2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \times 3.1416 \times (3.13 \times 10^{-4} \text{ m})^2} \\ = 3.50 \times 10^{-3} \text{ m} = 3.50 \text{ mm}$$

অতএব, তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হবে 3.50 mm।

উদ্দীপকে একটি তারের ভর (kg) বনাম দৈর্ঘ্য প্রসারণ (mm) এর লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। লেখচিত্র থেকে দেখা যাচ্ছে মূলবিন্দুগামী সরলরেখাটি (8, 3) বিন্দুতে হেল করেছে। অর্থাৎ 8 kg ভরের জন্য তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় 3 mm।

উচ্চিপক থেকে আঞ্চ তথ্যানুযায়ী,

তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L = 2 \text{ m}$

ব্যাস,  $d = 6.26 \times 10^{-4} \text{ m}$

ভর,  $m = 8 \text{ kg}$

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

আমরা জানি, ইয়ং গুণাঙ্ক,

$$Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{\pi d^2 l} = \frac{4mgL}{\pi d^2 l}$$

$$\therefore Y = \frac{4 \times 8 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m}}{3.1416 \times (6.26 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \times 3 \times 10^{-3} \text{ m}} \\ = 1.698 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$$

অতএব, লেখচিত্র ব্যবহার করে তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক পাওয়া যায়  $1.698 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ।

প্রশ্ন ১১। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তরের জন্য ১৩ নং (জ্ঞানমূলক), ২২ নং (অনুধাবনমূলক) এবং সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১২। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য ১৭ নং (জ্ঞানমূলক), ২১ নং (অনুধাবনমূলক) এবং সৃজনশীল প্রশ্ন ২৬-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।



### মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল কর্তৃক প্রস্তুত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

শিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল এ অধ্যায়ের জন্য শিখনফলের ধারায় নিম্নোক্ত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তরসমূহের যথাযথ অনুশীলন কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার জন্য তোমাদের সেরা প্রস্তুতি প্রাপ্ত এবং আর্থিক বৃদ্ধিতে সহায়তা করবে।

#### ৭.১

শিখনফল : স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।

প্রশ্ন ১০। সমান দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুটি তার A ও B এর ব্যাস যথাক্রমে  $1 \text{ mm}$  ও  $3 \text{ mm}$ ।  $5 \times 10^3 \text{ N}$  মানের একটি বল দুটি তারের উপরই ক্রিয়া করে এবং তাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 5% ও 1% বৃদ্ধি পায়।

ক. অসহ পীড়ন কাকে বলে? ১

খ. পানির সান্দুতা গুণাঙ্ক  $10^{-3} \text{ N s m}^{-2}$  বলতে কী বুঝায়? ২

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

ঘ. A ও B তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক দেখাও। ৪

### ১০২৬ প্রশ্নের উত্তর

কোনো বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বতাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ার ফলে কোনো বস্তু ভেঙে বা ছিঁড়ে যায় তাকে এই পদার্থের অসহ পীড়ন বলে।

পানির সান্দুতা গুণাঙ্ক  $10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$  বলতে বুঝায় 1m<sup>2</sup> ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট পানির দুটি তার পরম্পর থেকে 1m দূরত্বে অবস্থিত হলে এদের মধ্যে  $1 \text{ m s}^{-1}$  আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে  $10^{-3} \text{ N}$  সান্দু বলের প্রয়োজন হয়।

এখানে, A তারের আদি দৈর্ঘ্য = L

তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l = L$  এর 5% = 0.05 L

তারের ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$

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

একক আয়তনের স্থিতিস্থাপক সঞ্চিত শক্তি,  $U = ?$

আমরা জানি, একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক সঞ্চিত শক্তি,

$$U = \frac{1}{2} \cdot \frac{Yl^2}{L^2}$$

আবার,  $Y = \frac{FL}{Al}$

$$\therefore U = \frac{1}{2} \cdot \frac{FL \cdot L^2}{AL \cdot L^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{FL}{AL} = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{\pi r^2 L}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \times 10^3 \text{ N} \times 0.05 \text{ L}}{3.1416 \times (5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \times L} \\ = 1.6 \times 10^8 \text{ J}$$

অতএব, A তারটির একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক সঞ্চিত শক্তি  $1.6 \times 10^8 \text{ J}$ ।

ধরি, তার দুটির আদি দৈর্ঘ্য,  $L_1 = L_2 = L$

A তারের ব্যাসার্ধ,  $r_1 = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$

B তারের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = \frac{3 \text{ mm}}{2} = 1.5 \text{ mm} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

A তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l_1 = L$  এর 5% = 0.05 L

B তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l_2 = L$  এর 1% = 0.01 L

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

A ও B তারের ইয়ং গুণাঙ্ক যথাক্রমে  $Y_1$  ও  $Y_2$  হলে,

$$Y_1 = \frac{FL}{\pi r_1^2 l_1} \dots\dots\dots (1)$$

$$Y_2 = \frac{FL}{\pi r_2^2 l_2} \dots\dots\dots (2)$$

(1) নং সমীকরণকে (2) নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\begin{aligned} \frac{Y_1}{Y_2} &= \frac{FL}{\pi r_1^2 l_1} \times \frac{\pi r_2^2 l_2}{FL} \\ &= \frac{l_2^2 l_2}{r_1^2 l_1} \\ &= \frac{(1.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 0.01 L}{(5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \times 0.05 L} = 1.8 \end{aligned}$$

$$\therefore Y_1 = 1.8 Y_2$$

$$\therefore Y_1 > Y_2$$

A তারটির স্থিতিস্থাপকতা বেশি।

$$\text{আমরা জানি, } \sigma = \frac{\Delta r L_0}{r \Delta L}$$

$$\text{বা, } \Delta r = \frac{\sigma r \Delta L}{L_0} = \frac{\sigma r \times 0.05 L_0}{L_0} \\ = \frac{0.5 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0.05 L_0}{L_0} \\ = 2.5 \times 10^{-5} \text{ m} = 0.025 \text{ mm}$$

অতএব, তারের ব্যাসার্ধ 0.025 mm হ্রাস পাবে।

এখানে, তার দুটির আদি দৈর্ঘ্য,  $L_1 = L_2 = L$  ধরি,  
১ম তারের ব্যাসার্ধ,  $r_1 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$2য় তারের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = \frac{5 \text{ mm}}{2} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$$

উভয়ের উপর প্রযুক্ত বল = F

১ম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ২য় তারের তিনগুণ অর্থাৎ,  $L_1 = 3 L_2$

এখন, ১ম ও ২য় তারের ইয়ং গুণাঙ্ক যথাক্রমে  $Y_1$  ও  $Y_2$  হলে,

$$Y_1 = \frac{FL}{\pi r_1^2 l_1} \text{ এবং } Y_2 = \frac{FL}{\pi r_2^2 l_2}$$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{FL}{\pi r_1^2 l_1} \times \frac{\pi r_2^2 l_2}{FL} \\ = \frac{r_2^2}{3r_1^2} = \frac{1}{3} \times \left( \frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m}} \right)^2 = 2.08$$

$$\therefore Y_1 = 2.08 Y_2$$

অতএব, উদ্দীপকের তার দুটির মধ্যে ১ম তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।  
অর্থাৎ, বিন্ডিং তৈরিতে ২য় তারটি বেশি উপযোগী।

## 7.2

**শিখনফল :** পয়সনের অনুপাত ব্যাখ্যা করতে পারব।

**প্রশ্ন ১৪।** একই দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ডিন পদার্থের তৈরি দুটি তারের ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 5 mm। তার দুটিকে সমপরিমাণ বল দ্বারা টানলে প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ছিটায়টির তিনগুণ হয়। প্রথম তারের পয়সনের অনুপাত 0.5।

ক. স্পর্শ কোণ কী?

খ. কৈশিক নলে তরলের আরোহণ বা অবনমন হয় কেন?  
ব্যাখ্যা কর।

গ. প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করা হলে তারটির ব্যাসার্ধের পরিবর্তন কত হবে?

ঘ. বিন্ডিং তৈরি করার জন্য কোন তারটি বেশি উপযোগী হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত ব্যক্ত কর।

## ১৪নং প্রশ্নের উত্তর

কঠিন ও তরল পদার্থের স্পর্শ বিন্দু হতে বক্রাকার তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন পদার্থের সাথে তরলের ভিতরে যে কোণ সৃষ্টি করে তাই উচ্চ কঠিন ও তরলের স্পর্শ কোণ।

খ. সাধারণত কৈশিক নলকে তরলে ডুবালে তরলের প্রকৃতি অনুযায়ী কৈশিক নলের মধ্যে তরল উপরে উঠে বা নিচে নেমে যায়। পানি বা নলকে ভিজায় এমন তরল হলে কৈশিক নলে তরল উপরে উঠে। সাধারণত কৈশিক নলের ক্ষেত্রে, পৃষ্ঠাটানজনিত ক্রিয়া বল নিচের প্রতিক্রিয়া বল উপরের দিকে বরাবর ক্রিয়া করে। এ বল নল কর্তৃক পানির উপর প্রযুক্ত হয়। একে বিভাজন করলে উল্লম্ব ও অনুভূমিক দিক বরাবর  $T \cos \theta$  ও  $T \sin \theta$  উপাংশ পাওয়া যায়। কৈশিক নলের ব্যাসের বিপরীতে ক্রিয়া করায়  $T \sin \theta$  উপাংশগুলো জোড়ায় জোড়ায় পরম্পরাকে প্রশংসিত করে কিন্তু  $T \cos \theta$  উপাংশের প্রভাবে কৈশিক নলের মধ্য দিয়ে পানি উপরে উঠতে বাধ্য হয়। অর্থাৎ নলের মধ্য দিয়ে পানি উপরে উঠে আসে।

গ. ধরি, তারের ব্যাসার্ধ হ্রাস,  $\Delta r$

উদ্দীপক থেকে পাই, ১ম তারের ব্যাস,  $d = 2 \text{ mm}$

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

১ম তারের আদি দৈর্ঘ্য =  $L_0$

$$5\% \text{ বৃদ্ধিতে } \Delta L = \frac{5 L_0}{100} = .05 L_0$$

পয়সনের অনুপাত,  $\sigma = 0.5$

## 7.3

**শিখনফল :** প্রাণিক বেগ সান্দুতা ও সান্দুতা গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।

**প্রশ্ন ১৫।**  $10^3$  টি পানির গোলাকার ফেঁটা বায়ুর মধ্য দিয়ে পড়ছে। এদের প্রতিটির ব্যাস 1 mm এরা একসময় একত্রিত হয়ে পড়তে শুরু করলো। পানির ঘনত্ব  $10^3 \text{ kg m}^{-3}$ , বায়ুর ঘনত্ব  $1.3 \text{ kg m}^{-3}$  এবং বায়ুর সান্দুতা গুণাঙ্ক  $3.6 \times 10^{-2} \text{ N s m}^{-2}$ । পানির পৃষ্ঠাটা  $72 \times 10^{-2}$ । যিনি বললো ছোট ফেঁটার চেয়ে বড় ফেঁটার পানির তাপমাত্রা বেশি।

ক. সান্দুতা গুণাঙ্ক কাকে বলে?

খ. কচুর পাতায় ছোট পানির ফেঁটা গোলাকার আকার ধারণ করে কেন?

গ. ছোট ফেঁটার উপর বাতাসের সান্দুবল নির্ণয় কর।

ঘ. যিমের মতামত সঠিক কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণ মতামত দাও।

## ১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নিদিন্ত তাপমাত্রায় প্রবাহীর দুটি ভরের মধ্যে বেগের নতি একক রাখতে প্রবাহী ভরের একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বলের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দুতা গুণাঙ্ক বলে।

খ. আমরা জানি, কচুপাতায় পানির স্পর্শ কোণ স্থূলকোণ হওয়ায় পানি কচুর পাতাকে ভিজায় না। ফলে পৃষ্ঠাটানের কারণে পানির মুক্ত তল টানা স্থিতিস্থাপক পদার্থের মতো আচরণ করে। এ কারণে বর আকারের পানি পৃষ্ঠাটানের কারণে তার ক্ষেত্রফল হ্রাস করতে চায় এবং সংকুচিত হয়। এ সময় পানি এমন জ্যামিতিক আকার ধারণ করে যেন ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন হয়। পানি গোলাকার হলে এর ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন হয়। এ কারণেই কচু পাতায় ছোট পানির ফেঁটা গোলাকার আকার ধারণ করে।

১. এখানে, বায়ুর সান্দুতা গুণাংক,  $\eta = 3.6 \times 10^{-2} \text{ N s m}^{-2}$   
 পানির ঘনত্ব,  $\rho_w = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$   
 বায়ুর ঘনত্ব,  $\rho_a = 1.3 \text{ kg m}^{-3}$   
 কোটার ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \text{ m} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

∴ ছোট কোটার অভ্যবেগ,

$$v = \frac{2r(\rho_w - \rho_a)g}{9\eta}$$

$$\text{বা, } v = \frac{2 \times (0.5 \times 10^{-3})^2 \times (10^3 - 1.3) \times 9.8}{9 \times 3.6 \times 10^{-2}}$$

$$\therefore v = 0.0151 \text{ m s}^{-1}$$

২. বাতাসের সান্দুবল,

$$\begin{aligned} F &= 6\pi\eta v \\ &= 6 \times \pi \times 0.5 \times 10^{-3} \times 3.6 \times 10^{-2} \times 0.0151 \\ &= 5.12 \times 10^{-6} \text{ N} \end{aligned}$$

অতএব, ছোট কোটার উপর বাতাসের সান্দুবল  $5.12 \times 10^{-6} \text{ N}$

৩. ছোট কোটার ব্যাসার্ধ,  $r = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{বড় কোটার ব্যাসার্ধ, } R \text{ হলে, } \frac{4}{3}\pi R^3 = N \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\text{বা, } R = r \sqrt[3]{N} = 0.5 \times 10^{-3} \times \sqrt[3]{10^3} = 5 \times 10^{-3} \text{ m } [\because N = 10^3]$$

∴ ছোট কোটাগুলো মিলে বড় কোটা তৈরি হওয়ায়

ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন,

$$\begin{aligned} \Delta A &= 4\pi R^2 - N \times 4\pi r^2 \\ &= 4\pi (5 \times 10^{-3})^2 - 10^3 \times 4\pi (0.5 \times 10^{-3})^2 \\ &= -2.82 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

এখানে,  $(-)$  চিহ্ন ক্ষেত্রফল হ্রাস বৃদ্ধি আছে, অর্থাৎ ক্ষেত্রফল হ্রাসের ফলে

পানির পৃষ্ঠানজিনিত কারণে কিছু শক্তি তাপশক্তি রূপে বিমুক্ত হয়।

$$\begin{aligned} \therefore \text{তাপশক্তিরূপে বিমুক্ত শক্তি, } Q &= \Delta A \times T \\ &= 2.82 \times 10^{-3} \times 72 \times 10^2 \\ &= 2.03 \times 10^{-3} \text{ J} \end{aligned}$$

৩. পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি,

$$\begin{aligned} \Delta \theta &= \frac{Q}{mS} = \frac{Q}{\rho_w VS} \\ &= \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho_w S} = \frac{3Q}{4\pi R^3 \rho_w S} \\ &= \frac{3 \times 2.03 \times 10^{-3}}{4\pi \times (5 \times 10^{-3})^3 \times 10^3 \times 4200} \\ &= 9.23 \times 10^{-4} \text{ K} = 9.23 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

অর্থাৎ, বড় কোটার তাপমাত্রা  $9.23 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}$  বৃদ্ধি পাবে।

অতএব, মিমের মতামত সঠিক।

## 7.4

শিখনফল : ঘরণ ও সান্দুতার সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।

বকুল ও মুকুল সাতার কাটতে সুইমিংপুলে নামল। মুকুল ধেয়াল করল বকুল পানিতে ডুব দিয়ে বুদবুদ ছাড়ছে। বুদবুদগুলো উপরে ভেসে উঠছে।

ক. একক বন্ধন কী?

খ. বুদবুদ পানিতে ভেসে উঠার কারণ প্রান্তবেগের আলোকে ব্যাখ্যা কর।

গ. 1 mm বায়সের বুদবুদ  $0.001 \text{ NS/m}^2$  সান্দুতাকের পানিতে ভেসে উঠলে বেগ কত? (বুদবুদের ঘনত্ব নগণ্য) ৩

ঘ. আরেকটি বুদবুদের ব্যাস 1.5 mm হলে কোনটি আগে ভেসে উঠবে - হিসাব করে দেখাও।

৪

## ৭.৫ প্রয়োগের উভয়

ক. নিচিয় গ্যাসের ইলেক্ট্রন বিন্যাস প্রাণ্তির উদ্দেশ্যে প্রত্যেকে একটি করে ইলেক্ট্রন সরবরাহ করে দুটি পরমাণু একজোড়া ইলেক্ট্রন শেয়ার করে যে সময়োজী বন্ধন গঠন করে তাই একক বন্ধন।

খ. মনে করি, ক্ষুদ্র পরিসর পানি বিন্দুর ব্যাসার্ধ প্রায়  $0.001 \text{ cm}$  এবং বায়ুর সান্দুতাক  $1.8 \times 10^{-4} \text{ Poise}$  ধরলে পানি বিন্দুর প্রান্তবেগ হয়  $1.2 \text{ cm s}^{-1}$ ।

যদি বকুল ঘনত্ব মাধ্যমের ঘনত্ব অপেক্ষা কম হয় তখন প্রান্তবেগ খণ্ডাঙ্ক হবে। অর্থাৎ বকুল বেগ উর্ধ্বমুখী হয়। তাই বুদবুদ পানির নিচ থেকে ভেসে উঠে।

গ. উচ্চীপক হতে পাই, বুদবুদের ব্যাস,  $d = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

$$\therefore \text{বুদবুদের ব্যাসার্ধ, } r = \frac{d}{2} = \frac{10^{-3} \text{ m}}{2} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

সান্দুতাক,  $\eta = 0.001 \text{ Ns/m}^2$ ; পানির ঘনত্ব,  $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ ; বেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,  $v = \frac{2r\eta g}{9}$

$$= \frac{2 \times (5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 0.001 \text{ Ns m}^{-2}}$$

$$= 0.544 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বেগ  $0.544 \text{ m s}^{-1}$ ।

ঘ. দ্বিতীয় বুদবুদের ব্যাস  $1.5 \text{ mm}$  হলে,

$$\text{এর ব্যাসার্ধ, } r = \frac{1.5 \text{ mm}}{2} = 0.75 \text{ mm} = 7.5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

সান্দুতাক,  $\eta = 0.001 \text{ Ns/m}^2$

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

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

বেগ,  $v = ?$

$$\text{আমরা জানি, } v = \frac{2r\eta g}{9} = \frac{2 \times (7.5 \times 10^{-4})^2 \times 10^3 \times 9.8 \text{ m s}^{-1}}{9 \times 0.001}$$

$$= 1.225 \text{ m s}^{-1}$$

'গ' নং থেকে পাই,

১ম বুদবুদের বেগ  $0.544 \text{ m s}^{-1}$

এখানে, যেহেতু দ্বিতীয় বুদবুদের বেগ বেশি, তাই দ্বিতীয়টি আগে ভেসে উঠবে।

## 7.5

শিখনফল : তরলে পতনশীল বকুল ক্ষেত্রে স্টোক্স এর সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।

ক.  $5 \times 10^{-4} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের আটটি সমান আকারের পানির কণা  $10 \text{ cm s}^{-1}$  প্রান্তবেগ নিয়ে বায়ুর মধ্য দিয়ে প্রতিত হচ্ছে। যদি কণা আটটি একত্রিত হয়ে একটি বড় কণায় পরিণত হয়— [পানির পৃষ্ঠান ধরণ  $72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$ ]

ক. পৃষ্ঠান্তি কাকে বলে?

খ. কোনো পরিষ্কার কাচ পৃষ্ঠে পানি ছড়িয়ে পড়ে, কিন্তু পারদ কোটার আকার ধারণ করে কেন?

গ. পানির বড় কোটা তৈরি হতে কত শক্তি নির্গত হবে?

ঘ. বায়ুর মধ্য দিয়ে বড় কোটাটির প্রান্তবেগ বৃদ্ধি পাবে না হাস পাবে— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

১ ২ ৩ ৪

## ৭.৬ প্রয়োগের উভয়

ক. কোনো একটি তরল তলের ক্ষেত্রে পৃষ্ঠান্তি এক একক বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠা শক্তি বলে।

খ. পানি কাচের উপর ছড়িয়ে পড়ে। অন্যদিকে পারদ কাচের উপর ফোটায় ফোটায় থাকে।

**ব্যাখ্যা :** যেসব তরল পদাৰ্থকে কঠিন পদাৰ্থকে ভিজায় তাদেৱ বেলায় স্পৰ্শ কোণ সূক্ষ্মকোণ হয়। অৰ্থাৎ  $90^{\circ}$  এৰ কম হয়। কাচ ও বিশুদ্ধ পানিৰ বেলায় স্পৰ্শ কোণেৰ ঘান প্রায়  $8^{\circ}$ । কাচ ও পানিৰ আসঞ্জন বল > পানিৰ সংস্কৃতি বল। যেসব তরল পদাৰ্থকে কঠিন পদাৰ্থকে ভেজায় না তাদেৱ বেলায় স্পৰ্শ কোণ সূক্ষ্মকোণ অৰ্থাৎ  $90^{\circ}$  এৰ চেয়ে বেশি হয়। কাচ ও বিশুদ্ধ পারদেৱ বেলায় স্পৰ্শ কোণেৰ ঘান প্রায়  $139^{\circ}$ । পারদেৱ সংস্কৃতি বল > কাচ ও পারদেৱ আসঞ্জন বল।

যেসকল ক্ষেত্ৰে সংস্কৃতি বল আসঞ্জন বল অপেক্ষা বেশি সেক্ষেত্ৰে তৱল পদাৰ্থ কঠিনেৰ উপৰ ফোটা ফোটা আকাৰে থাকে ছড়িয়ে যায় না। তাই কাচেৰ উপৰ পারদ ফোটায় ফোটায় থাকে কিন্তু পানি ছড়িয়ে যায়।

ঘ. ৪টি কূনু বৃত্তিৰ ফোটা একত্ৰিত হয়ে একটি বড় ফোটা তৈৰি হলো।

উন্নীপুক হতে পাই,

প্ৰত্যোক ছোট ফোটাৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r = 5 \times 10^{-4}$

বড় ফোটাৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $R$

নিৰ্গত শক্তি,  $W = ?$

∴ ৪টি ছোট ফোটাৰ আয়তন = ১টি বড় ফোটাৰ আয়তন

$$\text{বা. } 8 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\text{বা. } 8r^3 = R^3$$

$$\text{বা. } R^3 = (2r)^3$$

$$\text{বা. } R = 2r = 2 \times 5 \times 10^{-4} \text{ m} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{বড় ফোটাৰ ব্যাসাৰ্ধ } 1 \times 10^{-3} \text{ m।}$$

$$\text{নিৰ্গত শক্তি, } W = 4 \pi (Nr^2 - R^2) \times T$$

$$= 4 \times 3.1416 \times [8 \times (5 \times 10^{-4} \text{ m})^2 - (1 \times 10^{-3} \text{ m})^2] \times 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$$

$$= 9.05 \times 10^{-7} \text{ J}$$

সুতৰাং বড় ফোটা তৈৰিতে  $9.05 \times 10^{-7} \text{ J}$  শক্তি নিৰ্গত হয়।

ঘ. এখানে, ছোট ফোটাৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$

$$\text{প্ৰত্ৰ বেগ, } v = 10 \text{ cm s}^{-1} = 10 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

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

আমৰা জানি,

$$v = \frac{2r \rho_w g}{9\eta} [\rho_a \text{ উপেক্ষণীয়}]$$

$$\text{বা. } \eta = \frac{2r \rho_w g}{9v}$$

$$= \frac{2 \times (5 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-1})^2 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 10 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 5.45 \times 10^{-3} \text{ Ns m}^{-2}$$

' $\eta$ ' নং থেকে পাই,

$$\text{বড় ফোটাৰ ব্যাসাৰ্ধ, } R = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ধৰি, বড় ফোটাৰ প্ৰত্ৰ বেগ =  $v'$

ফোকসেৱ সূত্ৰানুসাৱে,

$$v' = \frac{2\rho g}{9\eta} R^2$$

$$= \frac{2 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 5.45 \times 10^{-3} \text{ Ns m}^{-2}} \times (1 \times 10^{-3} \text{ m})^2$$

$$= 39.95 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

এখানে, ফোটাগুলো একত্ৰিত হলে প্ৰত্ৰ বেগ হয়  $39.9 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$  বা  $39.9 \text{ cm s}^{-1}$  বা  $10 \text{ cm s}^{-1}$  অপেক্ষা বেশি।

অতএব, বড় ফোটাৰ প্ৰত্ৰ বেগ কূনু ফোটাৰ প্ৰত্ৰ বেগেৰ চেয়ে বেশি হবে।

### শিখনকল : পৃষ্ঠাটান ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।

ক্ষেত্ৰে একটি তৱলেৰ বুদ্বুদেৰ ব্যাসাৰ্ধ  $0.01 \text{ m}$  থেকে বাড়িয়ে  $0.04 \text{ m}$  কৰতে  $9.8 \times 10^{-4} \text{ joule}$  কাজ কৰতে হয়। এই তৱলে  $0.4 \text{ mm}$  ব্যাসাৰ্ধেৰ একটি কৈশিক ললকে খাড়াভাৱে ঢুবালে  $4^{\circ}$  স্পৰ্শ কোণে তৱলটি ললেৰ ভেতৰ  $30 \text{ mm}$  আৰোহণ কৰে।  $2 \text{ mm}$  ব্যাসাৰ্ধেৰ এবং  $5 \text{ mg}$  ভৱেৱ একটি গোলক এই তৱলে ছেড়ে দেওয়া হলো।

ক. সংস্কৃতি বল কাকে বলে?

খ. বিকৃতিৰ কোনো একক নাই কেন?

গ. তৱলেৰ পৃষ্ঠাটাৰ নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. গোলকটি এই তৱলে ভাসবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণ পূৰ্বক সিদ্ধান্ত দাও।

### ১৮নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. সংস্কৃতি বল হলো একই পদাৰ্থৰ বিভিন্ন অণুৰ মধ্যে পাৰস্পৰিক আকৰণ বল।

খ. আমৰা জানি, বল প্ৰয়োগে কোনো বস্তুৰ একক মাত্ৰায় যে পৱিবৰ্তন সাধিত হয় তাকে সেই বস্তুৰ বিকৃতি বলে।

$$\text{অৰ্থাৎ, বিকৃতি} = \frac{\text{বস্তুৰ মাত্ৰার পৱিবৰ্তন}}{\text{বস্তুৰ আদি মাত্ৰা}}$$

যেহেতু, বিকৃতি একই জাতীয় দুটি রাশিৰ অনুপাত; সেজন্য এৱ কোনো একক নেই।

ঘ. পৃষ্ঠাটাৰ  $T$  হলো,

$$W = \Delta AT$$

$$= 2 \times [4\pi(r_2^2 - r_1^2)] \times T$$

$$= 8 \times 3.1416 \times [(0.04 \text{ m})^2 - (0.01 \text{ m})^2] \times T$$

$$= 37.699 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \times T$$

$$\text{বা. } T = \frac{W}{37.699 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$\text{বা. } T = \frac{9.8 \times 10^{-4} \text{ J}}{37.699 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = 25.99 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

অতএব তৱলেৰ পৃষ্ঠাটাৰ  $25.99 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$

ঘ. এখানে, ললেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r_1 = 0.4 \text{ mm} = 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}$

স্পৰ্শ কোণ,  $\theta = 4^{\circ}$ ; উচ্চতা,  $h = 30 \text{ mm} = 30 \times 10^{-3} \text{ m}$

পৃষ্ঠাটাৰ,  $T = 25.99 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$

আমৰা জানি, তৱলেৰ ঘনত্ব  $\rho_l$  হলো,

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

$$\text{বা. } \rho_l = \frac{2 T \cos \theta}{r_l g h}$$

$$= \frac{2 \times 25.99 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1} \times \cos 4^{\circ}}{0.4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$= 440.93 \text{ kg m}^{-3}$$

আবাৰ, গোলকেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r' = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

∴ গোলকেৰ আয়তন,  $V' = \frac{4}{3} \pi r'^3$

$$= \frac{4}{3} \pi (2 \times 10^{-3} \text{ m})^3$$

$$= 3.35 \times 10^{-8} \text{ m}^3$$

গোলকেৰ ভৱ,  $m = 5 \text{ mg} = 5 \times 10^{-6} \text{ kg}$

$$\therefore \text{গোলকেৰ ঘনত্ব, } \rho' = \frac{m}{V'} = \frac{5 \times 10^{-6} \text{ kg}}{3.35 \times 10^{-8} \text{ m}^3} = 149.25 \text{ kg m}^{-3}$$

∴ এখানে,  $\rho' < \rho_l$

অতএব গোলকটি এই তৱলে আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় তাসবে।



খ. ঘর্ষণ বল ও সান্দু বলের মধ্যে কিছু পার্থক্য রয়েছে। ঘর্ষণ বলের মান স্পর্শভালের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে না কিছু সান্দু বলের মান প্রবাহীর ত্বরণয়ের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে। প্রবাহী গতিশীল হলেই কেবল সান্দুতা বল ক্রিয়া করে। অপরপক্ষে দুটি কঠিন পদার্থ স্থিত হলেও তাদের মধ্যে ঘর্ষণ বল থাকে। তাছাড়া ঘর্ষণ বল কঠিন পদার্থের জন্য প্রযোজ্য কিছু সান্দু বল তরল ও বায়বীয় পদার্থের জন্য প্রযোজ্য। সূতরাং, ঘর্ষণ বল ও সান্দু বল এক নয়।

গ. এখানে,  $L = 1 \text{ m}$

ইস্পাতের ইয়াঃয়ের গুণাঙ্ক,  $Y_1 = 2.1 \times 10^{11} \text{ Pa}$

তামার ইয়াঃয়ের গুণাঙ্ক,  $Y_2 = 1.3 \times 10^{11} \text{ Pa}$

ইস্পাতের প্রস্থান্তের ক্ষেত্রফল,  $A_1 = 0.9 \text{ mm}^2$

তামার প্রস্থান্তের ক্ষেত্রফল,  $A_2 = 1.454 \text{ mm}^2$

$$\therefore \text{উচ্চীপক অনুসারে}, \frac{W_1}{W_2} = \frac{Y_1 A_1}{Y_2 A_2}$$

$$\text{বা, } \frac{W_1}{W_2} = \frac{2.1 \times 10^{11} \times 0.9}{1.3 \times 10^{11} \times 1.454}$$

$$\text{বা, } \frac{W_1}{W_2} = 0.9999 \quad \text{বা, } \frac{W_1}{W_2} \approx 1$$

$$\text{বা, } W_1 \approx W_2$$

অতএব, উচ্চীপকের তার দুটিতে সংক্ষিপ্ত শক্তি প্রায় সমান।

ঢ. ধরি, গোলকহয়ের আয়তন  $V$  এবং পানিতে ডুবানো গোলক ও অপর গোলকের উপাদানের ঘনত্ব যথাক্রমে  $p_1$  ও  $p_2$ ।

$$\text{ইস্পাতের ক্ষেত্রে, } Y_1 = \frac{F_1 L}{A_1 l} = \frac{(p_1 V g - p_w V g)L}{A_1 l}$$

$$\text{তামার ক্ষেত্রে, } Y_2 = \frac{F_2 L}{A_2 l}$$

$$\text{বা, } Y_2 = \frac{p_2 V g L}{A_2 l}$$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{(p_1 - p_w) V g L}{A_1 l} \times \frac{A_2 l}{p_2 V g L}$$

$$\text{বা, } \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{(p_1 - p_w) A_2}{A_1 p_2}$$

$$\text{বা, } \frac{2.1 \times 10^{11}}{1.3 \times 10^{11}} = \frac{(p_1 - 1000) \times 1.454}{0.9 \times p_2}$$

$$\text{বা, } \frac{2.1}{1.3} = \frac{1.454 (p_1 - 1000)}{0.9 p_2}$$

$$\text{বা, } .89 p_2 = 1.89 p_1 - 1890$$

$$\text{বা, } (p_1 - p_2) 1.89 = 1890$$

$$\text{বা, } p_1 - p_2 = 1000$$

$$\text{অর্থাৎ, } p_1 - p_2 > 0 \text{ বা, } p_1 > p_2$$

অতএব, উচ্চীপকের পানিতে ডুবানো গোলকটির ঘনত্ব বেশি হবে।

ঝ. একটা হাত্তা দৃঢ় দণ্ড AB-কে

অনুভূমিকভাবে দৃঢ় দীর্ঘ তারের সাহায্যে ঝুলিয়ে দেওয়া হয়েছে। একটা ইস্পাতের তার এবং অপরটা পিতলের তার। দৃঢ় তারটি 2 m লম্বা এবং ইস্পাতের তারের ব্যাস 0.6 mm এবং AB দণ্ডের দৈর্ঘ্য 0.2 mm। যখন 10 kg ভরকে এর মাঝখান থেকে ঝুলানো হয় AB অনুভূমিক থাকে। ইস্পাতের ইয়াঃ এর গুণাঙ্ক  $= 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$  এবং পিতলের ইয়াঃ-এর গুণাঙ্ক  $= 1 \times 10^{11} \text{ Pa}$ ।

ক. হুকের সূত্র বিবৃত কর।

খ. সান্দুতা সহগের মাত্রা সমীকরণ নির্ণয় কর।

গ. উভয় তারের টানের মান কত?

ঘ. পিতলের তারের ব্যাসার্ধ কত?

[তিকারুনিসা মুন কলেজ, ঢাকা]

## ১০২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. হুকের সূত্রটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বন্ধুর উপর প্রযুক্ত পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।

$$\text{খ. আমরা জানি, সান্দুতা সহগ, } \eta = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{দূরত্ব}}}$$

$$\therefore \eta \text{ এর মাত্রা সমীকরণ : } [\eta] = \frac{[MLT^{-2}]}{[L^2] \frac{[LT^{-1}]}{[L]}}$$

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

গ. এখানে, ভর,  $m = 10 \text{ kg}$

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

$$\text{উভয় তারের টান, } T = \frac{mg}{2} = \frac{10 \times 9.8}{2} \text{ N} = 49 \text{ N}$$

অতএব, উভয় তারে টানের মান 49 N।

$$\text{ঘ. ইস্পাতের তারের ব্যাসার্ধ, } r_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{0.6 \text{ mm}}{2} = 0.3 \text{ mm} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

ইস্পাতের ইয়াঃ গুণাঙ্ক,  $Y_1 = 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$

উভয় তারের টান,  $T = 49 \text{ N}$  [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

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

পিতলের তারের ইয়াঃ গুণাঙ্ক,  $Y_2 = 1 \times 10^{11} \text{ Pa}$

যেহেতু ভর ঝুলানোর পর AB দণ্ডটি অনুভূমিক ছিল সেহেতু ইস্পাত ও পিতলের তারহয়ের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সমান হয়েছে।

$$\therefore l_1 = l_2$$

$$\text{বা, } \frac{TL}{A_1 Y_1} = \frac{TL}{A_2 Y_2},$$

$$\text{বা, } A_2 Y_2 = A_1 Y_1$$

$$\text{বা, } \pi r_2^2 Y_2 = \pi r_1^2 Y_1$$

$$\text{বা, } r_2^2 = \frac{Y_1}{Y_2} \times r_1^2$$

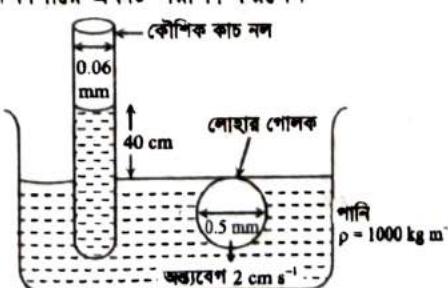
$$\text{বা, } r_2 = \sqrt{\frac{Y_1}{Y_2}} \times r_1 = \sqrt{\frac{2 \times 10^{11}}{1 \times 10^{11}}} \times 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{বা, } r_2 = 4.243 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{বা, } r_2 = 0.4243 \text{ mm}$$

অতএব, পিতলের তারটির ব্যাসার্ধ 0.4243 mm।

ঝ. ১০৩। নিম্নের চিত্রানুসারে পানির সান্দু বল ও বিশুদ্ধতা নির্ণয়ে তাজিন পরীক্ষাগারে একটি পরীক্ষা করলেন—



ক. সান্দুতা কী?

খ. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত পীড়নের উপর নির্ভর করে না ব্যাখ্যা কর।

গ. আয়রন বলের উপর পানির সান্দুবল নির্ণয় কর।

ঘ. পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত পানি কি বিশুদ্ধ? প্রাপ্ত পরীক্ষাগারের ফলাফলের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত দাও।

যেখানে বিশুদ্ধ পানির পৃষ্ঠাটন  $72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$ ।

[বিএএক শাহীন কলেজ, ঢাকা]

### ১০৩মং পথের উত্তর

যে ধর্মের জন্য প্রবাহী এর অভ্যন্তরীণ বিভিন্ন স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতির বিপরীতে (স্পর্শীয়ভাবে) বাধার সৃষ্টি করে তাকে প্রবাহীর সান্দুতা বলে।

পয়সনের অনুপাত হচ্ছে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ববিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত। অর্থাৎ পয়সনের অনুপাত হচ্ছে দুটি একমাত্রিক বিকৃতির অনুপাত। আবার স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে প্রযুক্ত পীড়ন যাই হোক না কেন, একমাত্রিক বিকৃতি সর্বদা সমানুপাতিক। তাই স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত প্রযুক্ত পীড়নের উপর নির্ভর করে না।

এখানে, লোহার গোলকের ব্যাসার্ধ,

$$r = \frac{0.5}{2} \text{ mm} = 0.25 \text{ mm} = 0.25 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{অঙ্গবেগ}, v = 2 \text{ cm s}^{-1} = 2 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{পানির সান্দুতাঙ্ক}, \eta = 3 \times 10^{-3} \text{ Ns m}^{-2}$$

$$\text{সান্দুবল}, F = \text{নির্ণয়}$$

$$\text{আমরা জানি}, F = 6\pi\eta r v$$

$$= 6 \times 3.1416 \times 0.25 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2}$$

$$= 2.827 \times 10^{-7} \text{ N}$$

$$\text{অতএব, লোহার গোলকের উপর পানির সান্দুবল } 2.827 \times 10^{-7} \text{ N.}$$

এখানে, পানি স্তরের উচ্চতা,  $h = 40 \text{ cm} = 40 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$\text{কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ}, r = \frac{0.06}{2} \text{ mm} = 0.03 \times 10^{-3} \text{ m}$$

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

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

পৃষ্ঠাটান  $T$  হলে,

$$\text{আমরা জানি}, T = \frac{h \rho g r}{2}$$

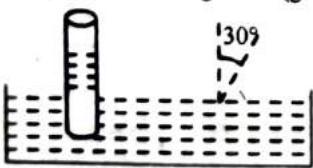
$$= \frac{40 \times 10^{-2} \times 1000 \times 9.8 \times 0.03 \times 10^{-3}}{2} \text{ Nm}^{-1}$$

$$= 0.0588 \text{ Nm}^{-1}$$

$$\therefore T = 58.8 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$$

উদ্ধিপক্ষে অদ্যত তথ্যানুসারে নির্ণয়কৃত পানির পৃষ্ঠাটান বিশুদ্ধ পানির পৃষ্ঠানের সমান নয়। অতএব পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত পানি বিশুদ্ধ নয়।

**১০৪মং**  $0.1 \text{ mm}$  ব্যাসার্ধের একটি কাচ নলের এক প্রান্ত  $8.90 \times 10^{-4} \text{ N s m}^{-2}$  সান্দুতাঙ্ক বিশিষ্ট্য কোনো তরলের মধ্যে ডুবালে কিছু তরল নলের মধ্যে উদ্ধিত হয়। উদ্ধিত তরলের উচ্চতা  $0.1438 \text{ m}$ । উত্ত তরল পৃষ্ঠের লম্বের সাথে  $30^\circ$  কোণে তরলের মধ্যে একটি গুলি ছেঁড়া হলো। গুলিটির ব্যাসার্ধ  $2 \text{ mm}$ । তরলের ঘনত্ব  $0.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  এবং গুলির (সিসা) ঘনত্ব  $11.34 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ । ( $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ )।



ক. সান্দুতা গুণাঙ্ক কাকে বলে?

খ. পায়সন এর অনুপাত কেবলমাত্র কঠিন পদার্থের বৈশিষ্ট্য—  
ব্যাখ্যা করে।

গ. তরলের পৃষ্ঠাটান নির্ণয় কর।

ঘ. গুলিটিকে তরল পৃষ্ঠের সম্মুখ ব্যাবহার তরলে ছুঁড়লে প্রতিক  
বেগের কোনো পরিবর্তন হবে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণ  
কর।

১

২

৩

৪

### ১০৪মং পথের উত্তর

মিসিন্ট তাপমাত্রায় প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে বেগের নতি একক রাখতে প্রবাহী স্তরের একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বলের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দুতা গুণাঙ্ক বলে।

কোনো একটি তারের এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে অন্য প্রান্তে বল প্রয়োগ করে টানলে দৈর্ঘ্য বিকৃতির সঙ্গে সঙ্গে পার্শ্ব বিকৃতি ঘটে অর্থাৎ তারের ব্যাস বা ব্যাসার্ধ কমে যায়। পয়সনের পরীক্ষা এবং প্রাণ্ত ফলাফল অনুসারে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃত ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধূর রাশি।

**পার্শ্ব বিকৃতি**  
 $\text{অর্থাৎ, } \frac{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}{\text{পৃষ্ঠা বিকৃতি}} = \text{ধূরকে } 't' \text{ দ্বারা সূচিত করা হয়।}$

এর নাম পয়সনের অনুপাত।

**পার্শ্ব বিকৃতি**  
 $\therefore t = \frac{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}{\text{পৃষ্ঠা বিকৃতি}}$

এই অনুপাত কেবল বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভর করে। তাই স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত প্রযুক্ত পীড়নের উপর নির্ভর করে না। যা কেবল কঠিন পদার্থের ক্ষেত্রেই সম্ভব। তাই বলা যায় পয়সন এর অনুপাত কেবলমাত্র কঠিন পদার্থের বৈশিষ্ট্য।

এখানে, তরলের উচ্চতা,  $h = 0.1438 \text{ m}$

$$\text{কাচ নলের ব্যাসার্ধ}, r = 0.1 \text{ mm} = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{তরলের ঘনত্ব}, \rho = 0.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

পৃষ্ঠাটান,  $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{h \rho g r}{2} = \frac{0.1438 \times 0.1 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 10^3 \times 9.8}{2}$$

$$= 56.3696 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

$$\therefore \text{তরলের পৃষ্ঠাটান } 56.3696 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}.$$

এখানে, গুলির ঘনত্ব  $\rho_m = 11.34 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

$$\text{তরলের ঘনত্ব } \rho_e = 0.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

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

$$\text{সান্দুতাঙ্ক}, \eta = 8.90 \times 10^{-4} \text{ Ns m}^{-2}$$

এখন, প্রতিক বেগ,  $v$  হলে, আমরা জানি,

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

$$= \frac{2 \times (2 \times 10^{-3})^2 \times (11.34 - 0.8) \times 10^3 \times 9.8}{9 \times 8.90 \times 10^{-4}}$$

$$= 103.16 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{লম্ব ব্যাবহার ছুঁড়লে বেগ}, v_y = 103.16 \text{ m s}^{-1}$$

$$30^\circ \text{ কোণে ছুঁড়লে বেগ}, v_y' = v_y \cos 30^\circ$$

$$= 103.16 \text{ m s}^{-1} \cos 30^\circ$$

$$= 89.34 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং  $v_y > v_y'$

অতএব, বেগের পরিবর্তন হবে।

**১০৫মং**  $0.8 \times 10^{-3} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক কাচ নল পারদের ছুঁড়লে নলের মধ্যে পারদের  $6.753 \times 10^{-3} \text{ m}$  অবনমন হয়। পারদের প্রতিটি ফেঁটার ব্যাসার্ধ  $2 \times 10^{-7} \text{ m}$  এবং ৮ টি ফেঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড় ফেঁটা তৈরি করে। পারদের পৃষ্ঠাটান  $4.7 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1}$ , ঘনত্ব  $13.6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  এবং আপেক্ষিক তাপ  $140 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ।

ক. ক্ষমতা কী?

খ. সূত্র ও তত্ত্বের মধ্যে পার্শ্বক্য ব্যাখ্যা কর।

গ. কাচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্ধিপক্ষে পারদের ফেঁটা একত্রিত হওয়ার ঘটনায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে কি-না গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

১ ২ ৩ ৪

**১০৫নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** কোনো উৎস বা সিস্টেম একক সময়ে যে কাজ সম্পাদন করে তাকে তার ক্ষমতা বলে।

**খ** সাধারণভাবে কোনো নির্দিষ্ট শর্ত বা অবস্থায় সবসময় কী ঘটবে তার বর্ণনা হলো সূত্র। আর কোনো কিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধারা, ভাব বা ধারণা তাকে তত্ত্ব বলে। অর্থাৎ পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণিত তত্ত্বের মূল কথাগুলো যে বক্তব্যের মাধ্যমে প্রকাশিত করা হয় তাই সূত্র এবং প্রকল্প ও নিয়মের সমন্বয়ে তত্ত্ব প্রতিষ্ঠিত।

সুতরাং আমরা বলতে পারি, সূত্র হলো প্রকৃতির নীতির বর্ণনা যা সর্বজনবীকৃত। আর তত্ত্ব হলো সেই ধরনের বর্ণনা যার একাধিক সূত্র থাকে কিছু বিতর্কের উপরে উচ্চে সর্বজনবীকৃত মান অর্জন করতে পারেন।

**গ** এখানে, নলের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.8 \times 10^{-3} \text{ m}$

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

পৃষ্ঠান,  $T = 4.7 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1}$

উচ্চতা,  $h = -6.753 \times 10^{-3} \text{ m}$

স্পর্শ কোণ,  $\theta = ?$

আমরা জানি,

$$T = \frac{hr\omega}{2 \cos \theta}$$

$$\text{বা, } \cos \theta = \frac{hr\omega}{2 T}$$

$$\text{বা, } \cos \theta = \frac{(-6.753 \times 10^{-3}) \times 0.8 \times 10^{-3} \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8}{2 \times 4.7 \times 10^{-1}}$$

$$\text{বা, } \cos \theta = -0.765991$$

$$\text{বা, } \theta = \cos^{-1}(-0.765991)$$

$$\therefore \theta = 140^\circ$$

অতএব, কাচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ  $140^\circ$ ।

**ঘ** উদীপক হতে পাই, প্রতিটি সূত্র ফোটার ব্যাস,  $d = 2 \times 10^{-7} \text{ m}$

ফোটার সংখ্যা,  $N = 8$

বড় ফোটার ব্যাস,  $D$  হলে,

একেতে বড় ফোটার আয়তন = সূত্র ফোটাগুলোর আয়তনের সমষ্টি

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

$D = d \times \sqrt[3]{N} = d \times \sqrt[3]{8} = 2 \times 10^{-7} \times \sqrt[3]{8} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$   
আবার,  $\Delta A =$  বড় ফোটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল – সূত্র ফোটাগুলোর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের সমষ্টি।

$$= 4\pi R^2 - N \times 4\pi$$

$$= 4\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 - N \times 4\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$= \frac{4\pi}{4} [D^2 - Nd^2]$$

$$= \pi (D^2 - Nd^2)$$

$$= 3.1416 \times \{(4 \times 10^{-7})^2 - 8(2 \times 10^{-7})^2\}$$

$$= -5.02656 \times 10^{-13} \text{ m}^2$$

(-) চিহ্ন দ্বারা বোঝায় সামগ্রিকভাবে পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল হ্রাস পাবে। এতে পৃষ্ঠানজনিত বেশ কিছু শক্তি তাপরূপে মুক্তি পাবে। ফলে পারদের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। এই তাপের পরিমাণ,

$$Q = T \cdot \Delta A$$

$$= 4.7 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1} \times 5.02656 \times 10^{-13} [(-) \text{ চিহ্ন পরিহার করে}]$$

$$= 2.36 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$\text{বড় ফোটার আয়তন, } V = \frac{1}{6} \pi D^3$$

$$= \frac{1}{6} \times 3.1416 \times (4 \times 10^{-7})^3$$

$$= 3.35 \times 10^{-20} \text{ m}^3$$

$$\text{এবং ভর, } m = V\rho = 3.35 \times 10^{-20} \times 13.6 \times 10^3$$

$$= 4.58 \times 10^{-16} \text{ kg}$$

$$\therefore \text{বড় ফোটার তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta \theta = \frac{Q}{mS}$$

$$= \frac{2.36 \times 10^{-13}}{4.58 \times 10^{-16} \times 140}$$

$$= 3.68^\circ \text{C}$$

∴ উদীপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রা  $3.68^\circ \text{C}$  বৃদ্ধি পাবে।

### একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, এইচএসসি পরীক্ষায় সূজনশীল প্রশ্ন সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের সমন্বয়ে প্রশ্ন ও উত্তর নিচে দেওয়া হলো।

**জ্ঞান ১০৫** 30 cm লম্বা এবং  $10^{-6} \text{ m}^{-2}$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি সূতার প্রাতে 10 গ্রাম ভরের একটি বব নিয়ে একটি দোলক অর্ধবৃত্তাকার পথে ঘূরছে।

**ক**. ধাতব পদার্থের জন্য পয়সন অনুপাতের সীমা কত?

১

**খ**. পোলারাইন বলতে কী বুঝা?

২

**গ**. বৰাটি বৃত্তাকার পথের নিয়ম বিন্দু অতিক্রম করার সময় এর বেগ ও গতিশক্তি নির্ণয় কর।

৩

**ঘ**. উদীপকের সূতার পরিবর্তে সমান দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং  $2.4 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$  অসহ পীড়নবিশিষ্ট কোনো তারের প্রাতে 5 kg বস্তুকে বেঁধে সর্বোচ্চ কত বেগে বৃত্তাকারে ঘুরানো সক্ষম? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

৪

[অধ্যায় ৭ ও ৬-এর সমন্বয়ে প্রশ্নীত]

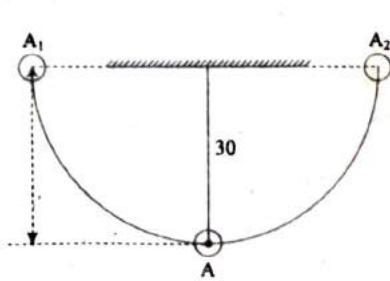
### ১০৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক**. ধাতব পদার্থের জন্য পয়সন অনুপাতের সীমা হচ্ছে  $0 < \sigma < 0.5$ ।

**খ** আয়নিক বা তড়িৎযোজী যৌগে দুটি বিপরীত চার্জযুক্ত আয়ন পরস্পরের কাছাকাছি আসলে ক্যাটায়নের ধনাত্মক চার্জ অ্যানায়নের ঝণাত্মক ইলেক্ট্রন মেঘকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। ফলে সুষম এ ইলেক্ট্রন মেঘ একটি বিকৃত হয়ে ক্যাটায়নের দিকে আংশিক স্থানান্তরিত হয় এবং যা দুই আয়নের নিউক্লিয়াসহয়ের মাঝামাঝি স্থানে কিছুটা অংশে পরিব্যাপ্ত হয় (ফায়ানের সূত্র মতে)। ইলেক্ট্রন মেঘের এ আংশিক স্থানান্তরকে পোলারন বা পোলারাইন বলে।

**ঘ** উদীপকের দোলকটি

অর্ধবৃত্তাকার পথে ঘূরছে বলে A থেকে  $A_1$  বিন্দুতে গিয়ে স্থিতিশক্তি অর্জন করবে। নিয়মতম বিন্দু অর্থাৎ সাম্য অবস্থান A বিন্দুতে গতিশক্তি A<sub>1</sub> বিন্দুর স্থিতিশক্তির সমান হবে।



যেহেতু দোলকটি অর্ধবৃত্তাকার পথে দূলছে সেহেতু সাম্য অবস্থা A থেকে A<sub>1</sub> বিন্দুর উচ্চতা 30 সেমিমিটার হবে।

$$A_1 \text{ বিন্দুতে স্থিতিশক্তি} = mgh = \frac{10}{1000} \times 9.8 \times \frac{30}{100} = 0.0294 \text{ J}$$

$$A \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times \frac{10}{1000} v^2 = 0.005 v^2$$

$$\therefore \text{শর্তানুসারে, } 0.005 v^2 = 0.0294$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{0.0294}{0.005} = 5.88$$

$$\therefore v = \sqrt{5.88} = 2.425 \text{ m s}^{-1}$$

$$A \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times \frac{10}{1000} \times (2.425)^2 = 0.0294 \text{ J}$$

অতএব, বৃত্তাকার পথে নিম্নতম বিন্দু অতিক্রম করার সময় বৰটির বেগ ও গতিশক্তি হবে যথাক্রমে  $2.425 \text{ m s}^{-1}$  এবং  $0.0294 \text{ J}$ ।

**৩** উদ্বীপক থেকে পাই, সূতার দৈর্ঘ্য  $30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$

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

এখন, সূতার পরিবর্তে একই দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থচ্ছেদের তার নিয়ে তারের প্রাতে  $m = 5 \text{ kg}$  ভরের বক্তু বেঁধে বৃত্তাকারে ঘুরালে বস্তুটি কেন্দ্রের দিকে কেন্দ্রমুখী তুরণ সৃষ্টি করবে। অর্থাৎ বস্তুটি তারের উপর যে বল প্রয়োগ করবে তা বস্তুটির কেন্দ্রমুখী বলের সমান হবে।

$$\text{এখনে বস্তুটির অসহ পীড়ন} = 2.4 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$$

এখন, আমরা জানি,

বল

$$\text{অসহ পীড়ন} = \frac{\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল}}{\text{বা, অসহ পীড়ন} = \frac{F}{A}}$$

$$\text{বা, } F = \text{অসহ পীড়ন} \times A$$

আবার, আমরা জানি, কেন্দ্রমুখী বল,  $F = m\omega^2 r$

এখনে,  $\omega = \text{কৌণিক বেগ}$

$$\therefore m\omega^2 r = \text{অসহ পীড়ন} \times A$$

$$\text{বা, } \omega^2 = \frac{\text{অসহ পীড়ন} \times A}{mr}$$

[এখনে,  $r = \text{সূতার দৈর্ঘ্য} = \text{তারের দৈর্ঘ্য} = 0.3 \text{ m}$ ]

$$\text{বা, } \omega^2 = \frac{2.4 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2} \times 10^{-6} \text{ m}^2}{5 \text{ kg} \times 0.3 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } \omega^2 = 16 \text{ N m}^{-1} \text{ kg}^{-1}$$

$$\therefore \omega = 4 \text{ rad s}^{-1}$$

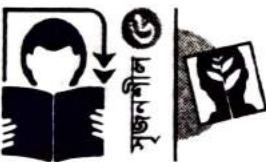
অর্থাৎ বস্তুটি ঘূর্ণযামান অবস্থায় সর্বোচ্চ  $4 \text{ rad s}^{-1}$  কৌণিক বেগ প্রাপ্ত হবে।

$$\therefore \text{বস্তুটি বৃত্তাকার পথে সর্বোচ্চ } v = \omega r$$

$$= 4 \text{ rad s}^{-1} \times 0.3 \text{ m}$$

$$= 1.2 \text{ m s}^{-1} \text{ বেগ প্রাপ্ত হবে।}$$

অতএব, বস্তুটিকে সর্বোচ্চ  $1.2 \text{ m s}^{-1}$  বেগে ঘুরানো সম্ভব। এর জেয়ে বেশি বেগে ঘুরালে তারটি ছিঁড়ে যাবে।



### ১০০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন উদ্বীপক সংগ্রহ অধ্যায়ের যেকোনো লাইন ও অনুচ্ছেদ থেকে এসে থাকে। তাই নতুন পাঠ্যবইয়ের পরিবর্তিত বিষয়বস্তুর আলোকে লাইন ধরে ধরে সর্বাধিক জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর নিচে প্রদত্ত হলো, যা পরীক্ষায়  $100\%$  কমন পাওয়ার ক্ষেত্রে তোমাদের সহায়তা করবে।

#### ১ কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। বিক্ষিণু প্রবাহ কাকে বলে?

[সেলু-৩১, তপন-৩১]

উত্তর : কোনো নলের ভেতর দিয়ে প্রবাহী চলাচল করার সময় যদি প্রবাহীর গতিশীল বিভিন্ন স্তরগুলো নলের অক্ষের সমন্তরালে না থাকে তবে প্রবাহীর সেই গতিকে বিক্ষিণু প্রবাহ বলে।

প্রশ্ন ২। সান্দ্রতা কাকে বলে?

[সেলু-৮, প্রাথমিক-৩]

উত্তর : যে ধর্মের জন্য প্রবাহী এর অভ্যন্তরীণ বিভিন্ন স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতির বিপরীতে (স্পর্শীয়ভাবে) বাধার সৃষ্টি করে তাকে প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

প্রশ্ন ৩। সান্দ্রতাঙ্ক কাকে বলে?

[সেলু-২৮, প্রাথমিক-৩]

উত্তর : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে বেগের নতি একক রাখতে প্রবাহী স্তরের একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বলের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতাঙ্ক বলে।

প্রশ্ন ৪। অসহ পীড়ন কী?

[সেলু-২৯, আধির-৩১, তপন-২২]

উত্তর : কোনো পদার্থের (বস্তুর) একক ক্ষেত্রফলের উপর লভ্যভাবে অযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ার ফলে কোনো বস্তু ডেঙে বা ছিঁড়ে যায় তাকে ঐ পদার্থের অসহ পীড়ন বলে।

প্রশ্ন ৫। কৈশিক নল কী?

[সেলু-৩০, প্রাথমিক-৪৫]

উত্তর : অতি সূক্ষ্ম ও সুষম ছিন্দ (কেশের ব্যাসার্থের সমান ব্যাসার্থ) বিশিষ্ট সরু নলাই কৈশিক নল।

প্রশ্ন ৬। স্থিতিস্থাপক বলের সংজ্ঞা দাও।

[চ. বো. '১৯]

উত্তর : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুর আকার-আকৃতির বিকৃতি ঘটে এবং বল অপসারণের ফলে বস্তুটির আকার ফিরে পায় সেই বলকে স্থিতিস্থাপক বল বলে।

প্রশ্ন ৭। অসহ তার কী?

[প্রাথমিক-১১]

উত্তর : সর্বাপেক্ষা কম যে তার বা ওজনের ক্রিয়ার ফলে কোনো বস্তু ডেঙে বা ছিঁড়ে যায় তাকে ঐ বস্তুর অসহ তার বা অসহ ওজন বা অসহ বল বলে।

প্রশ্ন ৮। বিকৃতি কাকে বলে?

[চ. বো. '১৯]

উত্তর : বল প্রয়োগে কোনো একটি বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন ঘটে তাই বিকৃতি।

প্রশ্ন ৯। কৃত্তন বিকৃতি কী?

[চ. বো. '১৯]

উত্তর : যদি প্রযুক্ত বাহ্যিক বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আয়তন অপরিবর্তিত থেকে কেবলমাত্র এর আকৃতির পরিবর্তন হয় তবে বস্তুর ঐ ধরনের বিকৃতিকে কৃত্তন বিকৃতি বলা হয়।

প্রশ্ন ১০। স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি কী? [সেলু-২৭, আধির-৩২, প্রাথমিক-৭]

উত্তর : বাহ্যিক বল অপসারিত হলে কোনো বস্তু তার আগের আকার ফিরে পায় এবং এতে সংজ্ঞিত যে বিভব শক্তি তাপশক্তিতে বৃপ্তভাবিত হয়। তাই স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি।

প্রশ্ন ১১। ধাতব পদার্থের জন্য পয়সনের অনুপাত সীমা কত?

উত্তর : ধাতব পদার্থের জন্য পয়সনের অনুপাত সীমা  $0 \leq \sigma \leq \frac{1}{2}$

প্রশ্ন ১২। আসঙ্গন বল কাকে বলে?

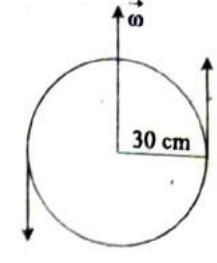
[প্রাথমিক-৪৪]

উত্তর : বিভিন্ন পদার্থের অণুর মধ্যে পারম্পরিক আকর্ষণ বলকে আসঙ্গন বল বলে।

প্রশ্ন ১৩। কৈশিকতা কাকে বলে?

[চ. বো. '১৯] [সেলু-২৬, আধির-২৬, প্রাথমিক-৪৩, তপন-৬৫]

উত্তর : কৈশিক নলে তরলের উঠা এবং নামা সঞ্চৰণ ঘটনাই হলো কৈশিকতা।



প্ৰশ্ন ১৪। পয়সনের অনুপাত কাকে বলে?

[দি. বো. '১৯] [সেলু-২৫, আধিৰ-১০, প্ৰামাণিক-২৫, তপন-৩, তকাঙ্গল-৬]  
উত্তৰ : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুৰ পাৰ্শ্ব বিকৃতি ও দৈৰ্ঘ্য বিকৃতিৰ অনুপাত একটি ধূৰ রাখি। এই ধূৰ রাখিকে বস্তুৰ উপাদানেৰ পয়সনেৰ অনুপাত বলে।

প্ৰশ্ন ১৫। আয়নিক বস্তুৰ কাকে বলে? [সেলু-২৪]

উত্তৰ : রাসায়নিক বিক্ৰিয়ায় অণু গঠনকালে এক পৰমাণুৰ বহিষ্ঠতৰ থেকে অপৰ পৰমাণুৰ বহিষ্ঠতৰে এক বা একাধিক ইলেক্ট্ৰন স্থানান্তৰিত হয়ে যথাক্রমে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন সৃষ্টিৰ মাধ্যমে উভয় পৰমাণুৰ মধ্যে সৃষ্টি স্থিৱবিদ্যুৎ আকৰ্ষণ শক্তিৰ ভাৱা যে বস্তুৰ গঠিত হয় তাকে আয়নিক বস্তুৰ বলে।

প্ৰশ্ন ১৬। বেৱীসেটাৰ কী?

উত্তৰ : একটি গ্ৰহ যখন নক্ষত্ৰে চারদিকে ঘুৰে তখন গ্ৰহ ও নক্ষত্ৰ উভয়ে একটি সাধাৰণ ভাৱকেন্দ্ৰে চারপাশে আৰৰ্তন কৰে। এ ভাৱকেন্দ্ৰই বেৱীসেটাৰ।

প্ৰশ্ন ১৭। আয়তন গুণাঙ্ক কী?

[ৱাইক উভৱা মডেল কলেজ, ঢাকা] [সেলু-২৩, আধিৰ-১৫]  
উত্তৰ : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুৰ আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতিৰ অনুপাত একটি ধূৰ সংখ্যা। এই সংখ্যাই বস্তুৰ উপাদানেৰ আয়তন গুণাঙ্ক।

প্ৰশ্ন ১৮। পীড়ন কাকে বলে?

[চ. বো. '১৭; কু. বো. '১৬]

[সেলু-১, আধিৰ-৮, প্ৰামাণিক-৯, তপন-১০, তকাঙ্গল-১০]

উত্তৰ : বাহ্যিক বল ক্ৰিয়াৰ ফলে কোনো বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য বা আকাৰ বা আয়তনেৰ পৰিবৰ্তন ঘটলে স্থিতিস্থাপকতাৰ জন্য বস্তুৰ ভেতৰ থেকে এ বলকে বাধাদানকাৰী একটি প্ৰতিক্ৰিয়া বলেৰ উভ্যব হয়। অৰ্থাৎ বস্তুৰ একক ক্ষেত্ৰফলেৰ উপৰ লভভাৱে প্ৰযুক্ত ক্ৰিয়ামূলক বা প্ৰতিক্ৰিয়ামূলক বলেৰ মানকে পীড়ন বলে।

প্ৰশ্ন ১৯। সান্দৰ্ভ গুণাঙ্কেৰ মাত্ৰা কী?

[চ. বো. '১৭]

[সেলু-৯, আধিৰ-২৭, প্ৰামাণিক-২৬, তপন-৪৬]

উত্তৰ : সান্দৰ্ভ গুণাঙ্কেৰ মাত্ৰা  $[ML^{-1} T^{-1}]$

প্ৰশ্ন ২০। স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কী?

[চ. বো. '১৭; কু. বো. '১৭; দি. বো. '১৯]

[সেলু-৬, আধিৰ-৮, প্ৰামাণিক-২০, তপন-১৫]

উত্তৰ : কোনো বস্তু বা তাৰেৰ উপৰ ক্ৰমাগত পীড়নেৰ ছাস বৃদ্ধি কৰলে স্থিতিস্থাপকতা ধৰ্ম হাস পায়। এৰ ফলে বল অপসারণেৰ সাথে সাথে বস্তু পূৰ্বেৰ অবস্থা ফিৰে পায় না। কিছুটা দেৱী হয়। বস্তুৰ এই অবস্থাই স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি।

প্ৰশ্ন ২১। স্থিতিস্থাপক সীমা কী?

[কু. বো. '১৭; চ. বো. '১৭; দি. বো. '১৯]

[সেলু-৫, আধিৰ-২, তপন-১৪, তকাঙ্গল-৮]

উত্তৰ : বাইৱে থেকে প্ৰযুক্ত যে মানেৰ বল পৰ্যন্ত কোনো বস্তু পূৰ্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে অৰ্থাৎ সবচেয়ে বেশি যে বল প্ৰযোগ কৰে বল অপসারণ কৰলে বস্তুটি পূৰ্বাবস্থায় ফিৰে যায় তাই বস্তুটিৰ স্থিতিস্থাপক সীমা।

প্ৰশ্ন ২২। অভ্যবেগ, প্ৰাতিক বেগ বা Terminal velocity কাকে বলে?

[কু. বো. '১৬; চ. বো. '১৫; ব. বো. '১৭] [সেলু-১৩, আধিৰ-২০]

উত্তৰ : কোন সান্দৰ্ভ প্ৰাৰ্থী দিয়ে যদি কোন গোলক ধূৰ বেগ নিয়ে পতিত হতে থাকে তবে ঐ বেগই হবে প্ৰাতিক বেগ বা অভ্যবেগ বা প্ৰাতিক বেগ বা Terminal velocity বলে।

প্ৰশ্ন ২৩। স্পৰ্শ কোণ কাকে বলে?

[চ. বো. '১৬; কু. বো. '১৫; দি. বো. '১৫; কু. বো. '১৫; চি. বো. '১৫]

[সেলু-৩, আধিৰ-২৪, প্ৰামাণিক-৪]

উত্তৰ : কঠিন ও তৱল পদাৰ্থেৰ স্পৰ্শ বিলু হতে বক্রাকাৰ তৱল তলে অঙ্গীকৃত স্পৰ্শক কঠিন পদাৰ্থেৰ সাথে তৱলেৰ ভিতৰে যে কোণ সৃষ্টি কৰে তাকে উক্ত কঠিন ও তৱলেৰ স্পৰ্শ কোণ বলে।

প্ৰশ্ন ২৪। সংশক্তি বল কী? [চ. বো. '১৬; কু. বো. '১১] [সেলু-২, আধিৰ-১১]

উত্তৰ : সংশক্তি বল হলো একই পদাৰ্থেৰ বিভিন্ন অণুৰ মধ্যে পাৰম্পৰাক আকৰ্ষণ বল।

প্ৰশ্ন ২৫। হুকেৰ সূত্ৰ লিখ।

[চ. বো. '১৬] [সেলু-১২, আধিৰ-২৭, প্ৰামাণিক-২১, তপন-২৫]

উত্তৰ : হুকেৰ সূত্ৰটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুৰ উপৰ প্ৰযুক্ত পীড়ন এৰ বিকৃতিৰ সমানুপাতিক।

প্ৰশ্ন ২৬। স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কাকে বলে?

[দি. বো. '১৬] [সেলু-৭, আধিৰ-১০, প্ৰামাণিক-৬, তপন-২১]

উত্তৰ : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুৰ পীড়ন ও বিকৃতিৰ অনুপাত একটি ধূৰ সংখ্যা। এ ধূৰ সংখ্যাকে বস্তুৰ উপাদানেৰ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

প্ৰশ্ন ২৭। পৃষ্ঠাটাৰ কী?

[চ. বো. '১৬; ব. বো. '১৯] [সেলু-১৪]

উত্তৰ : কোনো তৱল পৃষ্ঠেৰ উপৰ একটি রেখা কৱনা কৰলে রেখাটোৱ উভয় পাৰ্শ্বে প্ৰতি একক দৈৰ্ঘ্যে রেখাৰ সাথে লভভাৱে এবং তৱল পৃষ্ঠেৰ স্পৰ্শক বৰাবৰ যে বল বা টান ক্ৰিয়া কৰে তাই পৃষ্ঠাটাৰ বা তলটান।

প্ৰশ্ন ২৮। স্থিতিস্থাপকতা কাকে বলে?

[দি. বো. '১৫] [সেলু-৪, আধিৰ-৭, প্ৰামাণিক-৮, তপন-৫, তকাঙ্গল-১১]

উত্তৰ : বল প্ৰয়োগে যদি কোনো বস্তুৰ আকাৰ বা আয়তন বা উভয়েৰ পৰিবৰ্তন ঘটে অৰ্থাৎ বস্তু বিকৃত হয় তাহলে প্ৰযুক্ত বল সৱিয়ে নিলে যে ধৰ্মেৰ জন্য বিকৃত বস্তু পূৰ্বেৰ আকাৰ ও আয়তন ফিৰে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

প্ৰশ্ন ২৯। পৃষ্ঠ শক্তি কাকে বলে?

[ব. বো. '১৫] [সেলু-১১, প্ৰামাণিক-৪২]

উত্তৰ : কোনো একটি তৱল তলেৰ ক্ষেত্ৰফল এক একক বৃদ্ধি কৰতে যে পৰিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ তৱলেৰ পৃষ্ঠ শক্তি বলে।

প্ৰশ্ন ৩০। পৰম শূন্য তাপমাত্ৰা বলতে কী বুৰায়?

[সেলু-২২]

উত্তৰ : যে তাপমাত্ৰায় কোনো গ্যাসেৰ আয়তন শূন্য হয়, যাৰ নিচে কোনো তাপমাত্ৰায় গ্যাসেৰ আয়তন শূন্য হয়, সে সৰ্বনিম্ন কলনাযোগ্য তাপমাত্ৰাকে পৰম শূন্য তাপমাত্ৰা বলে।

প্ৰশ্ন ৩১। একক বস্তুৰ কাকে বলে?

উত্তৰ : নিক্তিয় গ্যাসেৰ ইলেক্ট্ৰন বিন্যাস প্ৰাপ্তিৰ উদ্দেশ্যে প্ৰত্যোকে একটি কৰে ইলেক্ট্ৰন সৱবৰাহ কৰে দুটি পৰমাণু নিজ নিজ বহিষ্ঠতৰে নিক্তিয় গ্যাসেৰ স্থিতিশীল ইলেক্ট্ৰন কঠামো অৰ্জনেৰ উদ্দেশ্যে যদি সমান সংখ্যক ইলেক্ট্ৰন সৱবৰাহ কৰে এক বা একাধিক ইলেক্ট্ৰন জোড় সৃষ্টি কৰে এবং উভয় পৰমাণু তা সমানভাৱে শেয়াৰ কৰে পৰমাণুছয়েৰ মধ্যে যে বস্তুৰ গঠিত হয় তাকে সমযোজী বস্তুৰ বলে।

প্ৰশ্ন ৩২। সমযোজী বস্তুৰ কাকে বলে?

[সেলু-২১, আধিৰ-৪]

উত্তৰ : অণু গঠনেৰ সময় দুটি পৰমাণু নিজ নিজ বহিষ্ঠতৰে নিক্তিয় গ্যাসেৰ স্থিতিশীল ইলেক্ট্ৰন কঠামো অৰ্জনেৰ উদ্দেশ্যে যদি সমান সংখ্যক ইলেক্ট্ৰন সৱবৰাহ কৰে এক বা একাধিক ইলেক্ট্ৰন জোড় সৃষ্টি কৰে এবং উভয় পৰমাণু তা সমানভাৱে শেয়াৰ কৰে পৰমাণুছয়েৰ মধ্যে যে বস্তুৰ গঠিত হয় তাকে সমযোজী বস্তুৰ বলে।

প্ৰশ্ন ৩৩। ত্ৰিবস্তুন কাকে বলে?

[সেলু-২০]

উত্তৰ : অটক পূৰ্তাতাৰ জন্য প্ৰত্যোকে তিনটি কৰে কৰে ইলেক্ট্ৰন সৱবৰাহ কৰে দুটি পৰমাণু তিন জোড়া ইলেক্ট্ৰন শেয়াৰ কৰে যে সমযোজী বস্তুৰ গঠন কৰে তাকে ত্ৰিবস্তুন বলে।

প্ৰশ্ন ৩৪। অণু কী?

উত্তৰ : মৌলিক বা যৌগিক পদাৰ্থেৰ ক্ষুদ্ৰতম কণা যাতে ঐ পদাৰ্থেৰ সৰ্বগুণ বজায় থাকে তাই অণু।

প্ৰশ্ন ৩৫। ধাতব পদাৰ্থেৰ জন্য পয়সন অনুপাতেৰ সীমা কত?

[আধিৰ-৩০]

উত্তৰ : ধাতব পদাৰ্থেৰ জন্য পয়সন অনুপাতেৰ সীমা হচ্ছে:  $0 < \sigma < 0.5$ ।

প্ৰশ্ন ৩৬। ইয়েৎ গুণাঙ্কের মাত্ৰা কী?

উত্তৰ : ইয়েৎ গুণাঙ্কের মাত্ৰা  $[ML^{-1} T^{-2}]$

প্ৰশ্ন ৩৭। বস্থন শক্তি কাকে বলে?

[সেলু-১৯]

[পি. বো. '১৯]

উত্তৰ : যে শক্তিৰ দ্রুগ অশুভে পৰমাণুসমূহ আবশ্য থাকে তাকে বস্থন শক্তি বলে।

প্ৰশ্ন ৩৮। স্টোকস এৰ সূত্ৰেৰ গাণিতিক রূপ কী?

উত্তৰ : স্টোকস এৰ সূত্ৰেৰ গাণিতিক রূপ হলো,  $F = 6\pi\eta rV$ ।

প্ৰশ্ন ৩৯। ভ্যানডার ওয়াল্স আকৰ্ষণ বল কাকে বলে?

[সেলু-১৭]

উত্তৰ : ডাচ বিজ্ঞানী জে ভ্যানডার ওয়াল্স সৰ্বপ্ৰথম যে বিশেষ ধৰনেৰ দূৰ্বল আন্তঃআণবিক আকৰ্ষণ বলেৰ অস্তিত্ব প্ৰমাণ কৰেন যাকে ভ্যানডার ওয়াল্স আকৰ্ষণ বল বলে।

প্ৰশ্ন ৪০। আকাৰ বিকৃতি কী?

[সেলু-১৮, আধিৱ-৮]

উত্তৰ : বাহ্যিক বল প্ৰয়োগেৰ ফলে যদি কোনো বস্তুৰ আয়তন অপৰিবৰ্তিত থকে শুধুমাত্ৰ আকাৰেৰ পৰিবৰ্তন হয় বা বস্তুটি মোচড় থায়, তবে সংজ্ঞিত পৰিবৰ্তনে স্টোকসীক বিচ্ছিন্ন আকাৰ বিকৃতি।

প্ৰশ্ন ৪১। পৃষ্ঠশক্তিৰ মাত্ৰা ও একক লেখ।

[সেলু-১৬]

উত্তৰ : পৃষ্ঠশক্তিৰ মাত্ৰা হলো  $MT^{-2}$ ।

পৃষ্ঠশক্তিৰ এসআই একক হলো  $Jm^{-2}$  বা  $Nm^{-2}$ ।

প্ৰশ্ন ৪২। দৃঢ়তাৰ গুণাঙ্ক কী?

উত্তৰ : স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে বস্তুৰ আকাৰ বা ব্যবৰ্তন পীড়ন ও আকাৰ বা ব্যবৰ্তন বিকৃতিৰ অনুপাত যে ধৰণ সংখ্যা তাই দৃঢ়তাৰ গুণাঙ্ক।

প্ৰশ্ন ৪৩। সমৰেখ প্ৰবাহ কী?

[সেলু-১৫]

উত্তৰ : কোনো নলেৰ ভেতৰ দিয়ে প্ৰবাহী চলাচল কৰাৰ পৰ যদি প্ৰবাহীৰ গতিশীল বিভিন্ন স্তৱগুলো নলেৰ অক্ষেৰ সমান্তৰালে থাকে তবে প্ৰবাহীৰ সেই গতিই সমৰেখ প্ৰবাহ।

প্ৰশ্ন ৪৪। কাঠিন্যেৰ গুণাঙ্ক কাকে বলে?

[প্ৰামাণিক-২২]

উত্তৰ : স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে বস্তুৰ কৃতন পীড়ন ও কৃতন বিকৃতিৰ অনুপাতকে কাঠিন্যেৰ গুণাঙ্ক বলে।

প্ৰশ্ন ৪৫। পূৰ্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু কী?

[প্ৰামাণিক-১৬]

উত্তৰ : কোনো বস্তুৰ উপৰ বাহ্যিক বল প্ৰয়োগ কৰে বিকৃত কৰলে যদি বল অপসারণেৰ পৰ বস্তুটি পূৰ্ণভাৱে পূৰ্বাবস্থা ফিৰে পায় তবে ঐ বস্তুকে পূৰ্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলে।

### ৩। কমন উপযোগী অনুধাৰনমূলক প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

প্ৰশ্ন ১। সাম্যাবস্থাৰ তুলনায় আন্তঃআণবিক দূৰত্ব বেশি হলো অশুগুলো আকৰ্ষণ না বিকৰ্ষণ বল সাত কৰে— ব্যাখ্যা দাও।

[কু. বো. '১৯]

উত্তৰ : পদাৰ্থৰ উপাদানসমূহ যে বিশেষ ধৰনেৰ আকৰ্ষণ শক্তি থারা পৰম্পৰেৰ সাথে যুক্ত থাকে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে। আৱ অশুগুলো আয়  $10^{-9} m$  থকে  $10^{-10} m$  দূৰত্বে থকে পৰম্পৰকে আকৰ্ষণ কৰে। এই দূৰত্বেৰ পৰিবৰ্তন হলো আকৰ্ষণ বলেৰ মানও পৰিবৰ্তন হবে। দূৰত্ব বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিক বলেৰ মান কমে। এ কাৱাপেই কাঠিন্য পদাৰ্থৰ আন্তঃআণবিক বলেৰ মান স্বচেতে বেশি এবং গ্যাসেৰ স্বচেতে কম।

অতএব, সাম্যাবস্থাৰ তুলনায় আন্তঃআণবিক দূৰত্ব বেশি হলো অশুগুলো আকৰ্ষণ কৰবে তবে দূৰত্ব বাড়াৰ সাথে সাথে আকৰ্ষণেৰ মাত্ৰা কমতে থাকবে।

প্ৰশ্ন ২। পানিৰ কোঠা পোলাকৃতি হয় কেন? ব্যাখ্যা কৰ।

[চা. বো. '১৬; পি. বো. '১৬; ব. বো. '১৬] [সেলু-১৭, প্ৰামাণিক-৬০, তপন-৫২]

উত্তৰ : আমৰা জানি, পৃষ্ঠাটানেৰ কাৱলে তৱলেৰ যুক্ত পৃষ্ঠা বা যুক্ততল টানা স্থিতিস্থাপক পদাৰ্থৰ মতো আচৰণ কৰে। এ কাৱলে ঘৰ আয়তনেৰ

তৱল পদাৰ্থ পৃষ্ঠাটানেৰ কাৱলে তাৰ ক্ষেত্ৰফল হ্ৰাস কৰতে চেষ্টা কৰে এবং সংকুচিত হয়। এ সহয় তৱল পদাৰ্থ এমন জ্যামিতিক আকাৰ ধাৰণ কৰে যেন ক্ষেত্ৰফল সৰ্বানিষ্ঠ হয়। তৱল পদাৰ্থ গোলাকাৰ হলে এৱে ক্ষেত্ৰফল সৰ্বানিষ্ঠ হয়। এ কাৱলেই পানিৰ কোঠা পোলাকৃতি হয়।

প্ৰশ্ন ৩। তৱলেৰ ঘনত্বেৰ সাথে স্পৰ্শ কোণেৰ সম্পর্ক ব্যাখ্যা কৰ।

[কু. বো. '১৯]

উত্তৰ : তৱলেৰ ঘনত্বেৰ সাথে স্পৰ্শ কোণেৰ সম্পর্ক নিয়মৰূপ— যেসব তৱলেৰ ঘনত্ব কঠিনেৰ ঘনত্ব অপেক্ষা কম সেসব তৱল সাধাৰণত কঠিনকে ডিজায়। এসব ক্ষেত্ৰে স্পৰ্শ কোণ সূক্ষ্ম কোণ হয়। যেসব তৱলেৰ ঘনত্ব কঠিনেৰ ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি সেসব তৱল সাধাৰণত কঠিনকে ডিজায় না এক্ষেত্ৰে স্পৰ্শকোণ স্থূলকোণ হয়।

প্ৰশ্ন ৪। ইল্পাত রবাৰ অপেক্ষা বেশি স্থিতিস্থাপক ব্যাখ্যা কৰ।

[সেলু-২৬, আধিৱ-৩২]

উত্তৰ : বস্তুৰ মধ্যে যেটিৰ প্ৰতিৱেদন ক্ষমতা বেশি সেটি বেশি স্থিতিস্থাপক হবে।

অৰ্থাৎ যে বস্তুৰ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক যত বেশি সে বস্তু তত বেশি স্থিতিস্থাপক।

মনে কৰি, একই দৈৰ্ঘ্য  $L$  এবং প্ৰস্থছেদ  $A$  বিশিষ্ট একটি ইল্পাত ও একটি রবাৰেৰ তাৰেৰ এক প্ৰাত কোনো দৃঢ় বস্তুতে আটকিয়ে অপৰ পাণ্ডে টানা বল  $F$  প্ৰয়োগ কৰা হলো এবং এতে তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্ৰমে  $l_1$  ও  $l_2$  হল।

$$\therefore \text{ইল্পাতেৰ ইয়েৎয়েৰ গুণাঙ্ক}, Y_s = \frac{A}{L} \text{ বা, } Y_s = \frac{FL}{Al_s} \dots\dots (1)$$

$$\text{এবং রবাৰেৰ ইয়েৎয়েৰ গুণাঙ্ক}, Y_r = \frac{F}{L} \text{ বা, } Y_r = \frac{FL}{Al_r} \dots\dots (2)$$

$$\text{এখন, (1) নং কে (2) নং দ্বাৰা ভাগ কৰে, } \frac{Y_s}{Y_r} = \frac{FL}{Al_s} \times \frac{Al_r}{FL} = \frac{l_r}{l_s}$$

কিন্তু রবাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য  $l_r >$  ইল্পাতেৰ দৈৰ্ঘ্য  $l_s$ ,

বা,  $Y_s > Y_r$ .

অতএব, এমাপিত হলো যে, ইল্পাত রবাৰেৰ চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক।

প্ৰশ্ন ৫। পিতলেৰ অসহ পীড়ন  $3 \times 10^8 Nm^{-2}$  বলতে কী বুৰুৱা?

উত্তৰ : পিতলেৰ অসহ পীড়ন  $3 \times 10^8 Nm^{-2}$  বলতে বুৰায় পিতলেৰ তৈৰি কোনো বস্তুৰ প্ৰতি বৰ্গমিটাৰ ক্ষেত্ৰফলেৰ উপৰ সৰ্বানিষ্ঠ  $3 \times 10^8 N$  বল প্ৰয়োগ কৰলে বস্তুটি ছিঁড়ে বা ভেঙে যাবে।

প্ৰশ্ন ৬। সীমাৰ আয়তন গুণাঙ্ক বা মানাঙ্ক  $1.6 \times 10^{10} N m^{-2}$  বলতে কী বুৰুৱা?

[সেলু-২৭, প্ৰামাণিক-২৩, তপন-২৭]

উত্তৰ : সীমাৰ আয়তন মানাঙ্ক  $1.6 \times 10^{10} N \cdot m^{-2}$  বলতে আমৰা বুঝি, সীমাৰ একক আয়তন বিকৃতি সৃষ্টি কৰতে  $1 m^2$  ক্ষেত্ৰফলেৰ উপৰ  $1.6 \times 10^{10} N$  বল প্ৰয়োগ কৰতে হয়।

প্ৰশ্ন ৭। হুকেৰ সূত্ৰটি ব্যাখ্যা কৰ।

[সেলু-২৮, আধিৱ-১১]

উত্তৰ : হুকেৰ সূত্ৰটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যে বস্তুৰ উপৰ প্ৰযুক্ত পীড়ন এৱে বিকৃতিৰ সমানুপাতিক।

অৰ্থাৎ, পীড়ন  $\propto$  বিকৃতি,

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

বা,  $\text{পীড়ন} = \text{ধূৰক}$

এই ধূৰকেৰ মান বস্তুৰ উপাদান এবং এককেৰ পৰ্যাতিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। একে বস্তুৰ উপাদানেৰ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বা মানাঙ্ক বা স্থিতিস্থাপক ধূৰক বলে।



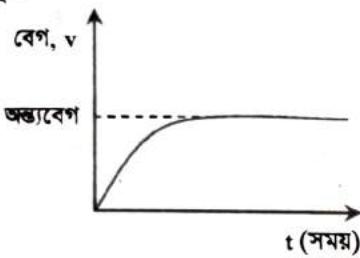
প্রশ্ন ৮। শীতল পানির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুততর হয় কেন?

[জ. বো. '১৯] [সেলু-২৯]

উত্তর : শীতল পানির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুততর হয়। এর কারণ তরলের প্রাবহগতি নির্ভর করে এর সান্দুতা ধর্মের উপর। যে তরলের সান্দুতা যত কম তার দ্রুত তত বেশি। পানিকে উত্তু করা হলে এর সান্দুতা সহজ হাস পায় ফলে এর গতি দ্রুততর হয়।

প্রশ্ন ৯। সান্দু তরলের ঘন্থ দিয়ে ধাতব গোলক পতিত হলে বেগ বনাম সময় লেখচিত্রের প্রকৃতি কিন্তু হবে? [য. বো. '১৯]

উত্তর : সান্দু তরলের ঘন্থদিয়ে ধাতব গোলক পতিত হলে শুরুতে অভিকর্ষজ তরলের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে। কিন্তু আসতে আসতে বাধাদানকারী বল বাড়ার কারণে একসময় অভিকর্ষজ বল এবং বাধাদানকারী বল সমান হয়ে যায় ফলে গোলকটি তখন ধূব বেগে পড়তে থাকে। এই ধূব বেগকে অভ্যবেগ বলে। বেগ বনাম সময় লেখচিত্রটি নিম্নরূপ—



প্রশ্ন ১০। কাচপাত্রে পানি ছড়িয়ে পড়ে কিন্তু পারদ ফোটা গোল আকার ধারণ করে কেন? [সেলু-৩০, আজিমপুর গভর্নমেন্ট গার্লস স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

উত্তর : কাচপাত্রে পানি ছড়িয়ে পড়ে কিন্তু পারদ ফোটা গোল আকার ধারণ করে কারণ— বিশুদ্ধ পানির পৃষ্ঠাটান কাচ অপেক্ষা কম তাই কাচপাত্রে পানি ছড়িয়ে পড়ে। অন্যদিকে পারদের পৃষ্ঠাটান কাচ অপেক্ষা বেশি তাই এটি না ছড়িয়ে গোলাকায় আকার ধারণ করে।

প্রশ্ন ১১। পৃষ্ঠাটান না থাকলে শিল্পী তার চিত্রকল ফুটিয়ে তুলতে পারবে না—ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : তরলে পৃষ্ঠাটানের উৎপত্তির কারণ হলো তরল পৃষ্ঠের সংকুচিত হয়ে সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফলে আসতে চাওয়ার প্রবণতা। আমরা জানি, একই আয়তনের সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফল হলো গোলাকার আকৃতির। তরলের মুক্ত পৃষ্ঠে ফোটাগুলোকে গোলাকার রশ্যার জন্য পৃষ্ঠাটান ক্রিয়া করে।

সহজে ব্লটিং পেপারের কালি শুধু নেওয়া : ব্লটিং পেপারের অসংখ্য শুধু শুধু ছিন্দগুলো কৈশিক নলের মতো আচরণ করে। ব্লটিং পেপারের ছিটকানো কালির উপর চেপে ধরলে ব্লটিং পেপারের ছিদ্রগুলোর কৈশিকতার কারণে ব্লটিং পেপার সহজেই ছিটকানো কালি শুধু নেয়। অর্ধাং পৃষ্ঠাটান না থাকলে কালি ছড়িয়ে পড়তো ফলে শিল্পীরা চিত্রকল ফুটিয়ে তোলা সম্ভব হতো না।

প্রশ্ন ১২। একটি ঘোটা ও একটি চিকল ইল্পাতের তারের ইয়েং এর গুণাঙ্ক সমান হবে কি-না ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. '১৯]

উত্তর : ইয়েং-এর গুণাঙ্ক বন্ধুর উপাদানের বৈশিষ্ট্য বন্ধুর বৈশিষ্ট্য নয়। যেহেতু একটি ঘোটা ও একটি চিকল ইল্পাতের তারের উভয়ের উপাদান একই (ইল্পাত), সেহেতু উভয়ের ইয়েং এর গুণাঙ্ক সমান হবে।

প্রশ্ন ১৩। কাচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ  $140^{\circ}$  বলতে কী বুঝি?

উত্তর : কাচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ  $140^{\circ}$  বলতে বুঝায় কাচকে পারদে ছুবানো হলে পারদতল উত্তু হবে। কাচ নলে পারদ নিচের দিকে খালিকটা নেমে যাবে এবং পারদপৃষ্ঠ কাচ নলের সাথে  $140^{\circ}$  কোণ উৎপন্ন করবে।

প্রশ্ন ১৪। কাচের তৈরি কৈশিক নলের ঘন্থ দিয়ে পানি উপরে উঠার কারণ ব্যাখ্যা কর। [জ. বো. '১৭] [সেলু-৩১, প্রামাণিক-৭৮, তপন-৭৮]

উত্তর : সাধারণত কৈশিক নলকে তরলে ডুবালে তরলের প্রকৃতি অনুযায়ী কৈশিক নলের ঘন্থে তরল উপরে উঠে বা নিচে নেমে যায়। পানি বা নলকে ডিজায় এমন তরল হলে কৈশিক নলে তরল উপরে উঠে। সাধারণত কৈশিক নলের ক্ষেত্রে, পৃষ্ঠাটানজনিত ক্রিয়া বল নিচের প্রতিক্রিয়া বল উপরের দিকে বরাবর ক্রিয়া করে। এ বল নল কর্তৃক পানির উপর প্রযুক্ত হয়। একে বিভাজন করলে উল্লম্ব ও অনুভূমিক দিক বরাবর  $T \cos \theta$  ও  $T \sin \theta$  উপাংশ পাওয়া যায়। কৈশিক নলের ব্যাসের বিপরীতে ক্রিয়া করায়  $T \sin \theta$  উপাংশগুলো জোড়ায় জোড়ায় পরম্পরাকে প্রশংসিত করে কিন্তু  $T \cos \theta$  উপাংশের প্রভাবে কৈশিক নলের ঘন্থ দিয়ে পানি উপরে উঠতে বাধ্য হয়। অর্ধাং নলের ঘন্থ দিয়ে পানি উপরে উঠে আসে।

প্রশ্ন ১৫। কাচ পৃষ্ঠে সমগ্রিমাণ তেল ও পিসারিন রাখলে কোনটি বেশি জায়গা জুড়ে থাকবে? ব্যাখ্যা কর। [জ. বো. '১৯]

উত্তর : আমরা জানি, যার ঘনত্ব যত কম একই বন্ধুর সংস্পর্শে সে তর্ত বেশি ছড়ায়। এখানে তেল ও পিসারিনের ঘন্থে তেলের ঘনত্ব পিসারিন অপেক্ষা কম বলে একই বন্ধুর সংস্পর্শে তেল বেশি ছড়াবে। এজন্য কাচ পৃষ্ঠে সমগ্রিমাণ তেল ও পিসারিন রাখলে তেল বেশি জায়গা জুড়ে থাকবে।

প্রশ্ন ১৬। সুই এর ঘনত্ব পানির চেয়ে বেশি হওয়া সত্ত্বেও তা পানিতে ভাসতে পারে কেন?

উত্তর : সুইয়ের ঘনত্ব পানির চেয়ে বেশি হওয়া সত্ত্বেও তা পানিতে ভাসতে পারে এর কারণ হলো পানির ঘনত্বে পৃষ্ঠ কিছুটা অবনমিত হচ্ছে। ফলে পৃষ্ঠের ঐ স্থানটা অনুভূমিক না থেকে পৃষ্ঠানের জন্য এই বল অবনমিত পানি পৃষ্ঠের সাথে তীর্যকভাবে স্পর্শক বরাবর ক্রিয়া করে। পৃষ্ঠাটানজনিত এই তীর্যকভাবে ক্রিয়াশীল বলের উল্লম্ব উপাংশ সুইয়ের ওজনকে প্রশংসিত করে, ফলে সুইটি না ডুবে সাম্যাবস্থায় ডেসে থাকে।

প্রশ্ন ১৭। আন্তঃআণবিক বলের সাথে আন্তঃআণবিক দূরত্বের সম্পর্ক কীভূত? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৯]

উত্তর : পদার্থের উপাদানসমূহ যে বিশেষ ধরনের আকর্ষণ শক্তি রাখা পরম্পরারের সাথে যুক্ত থাকে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে। আর অণুগুলো প্রায়  $10^{-9}$  m থেকে  $10^{-10}$  m দূরত্বে থেকে পরম্পরাকে আকর্ষণ করে। এই দূরত্বের পরিবর্তন হলে আকর্ষণ বলের মানও পরিবর্তন হবে। দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিক বলের মান কমে। এ কারণেই কঠিন পদার্থের আন্তঃআণবিক বলের মান সবচেয়ে বেশি এবং গ্যাসের সবচেয়ে কম।

প্রশ্ন ১৮। তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পৃষ্ঠাটান হাস পায় কেন? [সেলু-৩০, আরি-৪৩]

উত্তর : তরলের পৃষ্ঠাটান তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। সাধারণভাবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের পৃষ্ঠাটান হাস পায় এবং তাপমাত্রা হাস পেলে তরলের পৃষ্ঠাটান বৃদ্ধি পায়। শুধু পলিত তামা ও ক্যাডমিয়ামের ক্ষেত্রে ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়। তাপমাত্রা পরিবর্তনের পাইয়া কম হলে পৃষ্ঠাটান এবং তাপমাত্রার ঘন্থকার সম্পর্ক নিম্নলিখিত সমীকরণের সাহায্যে ব্যক্ত করা যায়—  $T_1 = T_0(1 - \alpha t)$

এখানে,  $T_1 = t^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠাটান,  $T_0 = 0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠাটান এবং  $\alpha =$  তরলের পৃষ্ঠাটানের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক।

প্রশ্ন ১৯। একটি নিরেট পানি বিন্দুর চেয়ে বাষ্পগুরু বৃদ্ধবুদ্ধের পৃষ্ঠাটান কম হয় কেন? [সেলু-৩৬]

উত্তর : একটি নিরেট পানি বিন্দুর চেয়ে বাষ্পগুরু বৃদ্ধবুদ্ধের পৃষ্ঠাটান কম হয় কারণ এর তরলের ক্ষেত্রফল এক একক বৃদ্ধি করতে যে কাজ

সম্প্ৰতি কৰতে হয় তা নিৰেট পানিৰ গোলকেৰ তুলনায় কম। বায়ুপূৰ্ণ  
বৃন্দবুদেৱ ক্ষেত্ৰফল বেশি হওয়ায় পৃষ্ঠাটান তুলনামূলক কম হয়।

প্ৰথ ২০। কৈশিক নলে পাৱদেৱ অবনমন হয় কেন? ব্যাখ্যা কৰ।

[ব. বো. '১৯]

উত্তৰ : আমৱা জানি, যেসব তৱল কৈশিক নলকে ভেজায় না তাৰদেৱ  
ক্ষেত্ৰে স্পৰ্শকোণ স্থূলকোণ হয়। পাৱদ কৈশিক নলকে ভেজায় না  
বলে স্পৰ্শকোণ স্থূলকোণ হয়। ফলে পৃষ্ঠাটানেৰ দৰুন পাৱদ নিচেৰ  
দিকে বল লাভ কৰে বিধায় কৈশিক নলে পাৱদেৱ অবনমন হয়।

প্ৰথ ২১। একটি তাৱকে দৈৰ্ঘ্য বৰাবৰ সংকুচিত বা প্ৰসাৱিত কৰতে  
হলে কাজ কৰতে হয় কেন? ব্যাখ্যা কৰ। [সেলু-৩৪, প্ৰামাণিক-২০]

উত্তৰ : আমৱা জানি, প্ৰত্যেক বস্তুতে স্থিতিস্থাপক বল নিহিত থাকে।  
ফলে তাৱকে সংকুচিত বা প্ৰসাৱিত কৰতে গেলে তাৱেৰ  
স্থিতিস্থাপক বলৰ বিৱুল্পে বল প্ৰয়োগ কৰতে হয়। আবাৰ বল  
প্ৰয়োগেৰ ফলে বস্তুৰ সৱণ হলে কাজ সংঘটিত হয়। সুতৰাং একটি  
তাৱকে দৈৰ্ঘ্য বৰাবৰ সংকুচিত বা প্ৰসাৱিত কৰতে কাজ  
সংঘটিত হয়।

প্ৰথ ২২। স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্লান্তিৰ মধ্যে প্ৰধান  
পাৰ্থক্য কী?

[সেলু-২২, তপন-২০]

উত্তৰ : স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্লান্তিৰ মধ্যে প্ৰধান  
পাৰ্থক্য হলো :

প্ৰযুক্তি বলে যে সৰ্বোচ্চ মান পৰ্যন্ত কোনো বস্তু পূৰ্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তুৰ  
মতো আচৰণ কৰে বা প্ৰযুক্তি বল অপসাৱিত হলে সম্পূৰ্ণভূপে পূৰ্বেৰ  
অবস্থায় কৰিব আসে, তাই স্থিতিস্থাপক সীমা। অপৱদিকে  
স্থিতিস্থাপক সীমাৰ মধ্যেও যদি কোনো বস্তুতে বল আৱোপ কৰে  
অধিক সময় বেঞ্চে দেওয়া হয় বা বাৰ বাৰ বল প্ৰয়োগ ও অপসাৱণ  
কৰা হয় তবে দেখা যায় বল অপসাৱণ কৰলেও বস্তু আৰ পূৰ্বেৰ  
অবস্থায় কৰিব আসে না। এটিই স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি।

প্ৰথ ২৩। দুটি সমান ভৱেৱ বস্তুৰ স্থিতিস্থাপক সংঘৰ্ষে বস্তুৰ স্থিতিস্থাপক  
পৰম্পৰ বেগ বিনিময় কৰে— ব্যাখ্যা কৰ।

[বা. বো. '১৫; সি. বো. '১৭] [সেলু-৩৭]

উত্তৰ : আমৱা জানি, যে সংঘৰ্ষেৰ আগে ও পৱে দুটি বস্তুৰ আপেক্ষিক  
বেগ অপৱিবৰ্তিত থাকে তাকে স্থিতিস্থাপক সংঘৰ্ষ বলে। এক্ষেত্ৰে  
সংঘৰ্ষেৰ পূৰ্বেৰ ভৱেৱেগ ও সংঘৰ্ষেৰ পৱেৱেগ সমান হয়।  
এমনকী সংঘৰ্ষেৰ পূৰ্বেৰ ও পৱেৱেগ গতিশক্তিৰ সমান হয়। তখন বস্তু  
দুটিৰ ভৱ সমান হলে অবশ্যই এদেৱ বেগ পৰম্পৰ বিনিময় হয়। তা  
না হলে ভৱেৱেগ সমান হতো না।

প্ৰথ ২৪। সান্দ্ৰতা কেন প্ৰবাহী পদাৰ্থে সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা কৰ।

[বা. বো. '১৬] [সেলু-১৬, আমিৰ-৪৯, প্ৰামাণিক-৪৭]

উত্তৰ : গতিশীল প্ৰবাহীৰ পাশাপাশি দুটি স্তৱেৱ মধ্যে এক ধৱনেৰ  
অভ্যন্তৰীণ বল সৃষ্টি হয়। এ বল পাশাপাশি দুটি স্তৱেৱ মধ্যে বেশি  
বেগসম্পৰ্ক স্তৱেৱ বেগ কমিয়ে এবং কম বেগসম্পৰ্ক স্তৱেৱ বেগ  
বাড়িয়ে স্তৱ দুটিৰ মধ্যে আপেক্ষিক বেগ কমাতে চেষ্টা কৰে। স্তৱ  
দুটিৰ পৃষ্ঠদেশেৰ সমান্তৱালে ক্ৰিয়াশীল এ বলকে সান্দ্ৰতা বল বলা হয়  
এবং প্ৰবাহীৰ এ ধৰ্মকে সান্দ্ৰতা বলে। এ থেকে বলা যায়, সান্দ্ৰতা শুধু  
প্ৰবাহী পদাৰ্থে সৃষ্টি হয়।

প্ৰথ ২৫। তাপমাত্ৰা বৃদ্ধিতে গ্যাসেৰ সান্দ্ৰতা বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা কৰ।

[ব. বো. '১৫] [সেলু-৩৮]

উত্তৰ : গ্যাসেৰ তাপমাত্ৰা বাড়লে সান্দ্ৰতা বাড়ে, পৱীক্ষাৰ সাহায্যে  
দেখা গেছে যে, গ্যাসেৰ সান্দ্ৰতা গুণাঙ্ক তাৰ পৱম তাপমাত্ৰাৰ  
বৰ্গমূলেৰ সমানুপাতিক।

আমৱা জানি, গ্যাসেৰ অগুলো সৰদিকেই এলোমেলোভাৱে চলাচল  
কৰতে পাৱে এবং এদেৱ মধ্যে সংৰোধ ঘটে। গ্যাসেৰ অণুসমূহেৱ মধ্যে  
আন্তঃআণবিক বল নেই বললেই চলে। তাৰমাত্ৰা বাড়লে অণুসমূহেৱ  
গড় বেগ বৃদ্ধি পায়, ফলে সংৰোধও বাড়ে। যাৰ ফলে বিভিন্ন স্তৱেৱ  
প্ৰবাহীৰ বাধাৰ পৰিমাণ বাড়ে। অৰ্থাৎ সান্দ্ৰতা বাড়ে।

প্ৰথ ২৬। কচু পাতাৰ পায়ে পানি লেগে থাকে না, তবে কাচেৰ পায়ে  
লেগে থাকে কেন?

[কু. বো. '১৬] [সেলু-৩৯, প্ৰামাণিক-৫২]

উত্তৰ : আমৱা জানি, কোনো তৱল ও কঠিন পদাৰ্থেৰ মধ্যকাৰ স্পৰ্শকোণ  
সূক্ষ্মকোণ অৰ্থাৎ  $90^{\circ}$  এৰ কম হলে এই তৱল পদাৰ্থ কঠিন পদাৰ্থকে  
ভিজাবে। আবাৰ, তৱল ও কঠিন পদাৰ্থেৰ মধ্যকাৰ স্পৰ্শকোণ সূক্ষ্মকোণ  
অৰ্থাৎ  $90^{\circ}$  এৰ চেয়ে বেশি হলে এই তৱল পদাৰ্থ কঠিন পদাৰ্থটিকে ভিজাবে  
না। কচু পাতাৰ সাথে পানিৰ স্পৰ্শ কোণ  $90^{\circ}$  এৰ চেয়ে বেশি হয়। তাই  
পানি কচু পাতাকে ভিজাতে পাৱে না এবং কচু পাতাৰ গায়ে পানি লাগে  
না। আব কাচেৰ সাথে পানিৰ স্পৰ্শ কোণ  $90^{\circ}$  এৰ চেয়ে কম। এ কাৰণে  
পানি কাচকে ভিজাব এবং কাচেৰ গায়ে পানি লেগে থাকে।

প্ৰথ ২৭। কাচে তৈলান্ত পদাৰ্থ লাগালে স্পৰ্শ কোণ বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা  
কৰ।

[চ. বো. '১৬] [সেলু-৪৯, তপন-৬৯]

উত্তৰ : স্পৰ্শকোণ নিৰ্ভৰ কৰে কঠিন ও তৱলেৰ প্ৰকৃতিৰ উপৰ সংস্কৰণ  
বল তৱলেৰ তলকে অনুচ্ছিক রাখাৰ চেষ্টা কৰে। পক্ষান্তৰে, আসঞ্জন  
বল তৱল তলকে উপৰে উঠাতে চেষ্টা কৰে। কাচে তৈলান্ত পদাৰ্থ  
লাগালে তৱলেৰ সংস্কৰণ বল আসঞ্জন বল অপেক্ষা বৃহত্ত হয়। ফলে  
স্পৰ্শকোণ বৃদ্ধি পায়।

প্ৰথ ২৮। ঘৰ্ষণ বল ও সান্দ্ৰ বল এক নয়— ব্যাখ্যা কৰ।

[দি. বো. '১৬] [সেলু-৪০, প্ৰামাণিক-৩২]

উত্তৰ : ঘৰ্ষণ বল ও সান্দ্ৰ বলেৱ মধ্যে কিছু পাৰ্থক্য রয়েছে। ঘৰ্ষণ  
বলেৱ মান স্পৰ্শতলেৰ ক্ষেত্ৰফলেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না কিছু সান্দ্ৰ  
বলেৱ মান প্ৰৱাহীৰ স্তৱহয়েৱ ক্ষেত্ৰফলেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। প্ৰৱাহী  
গতিশীল হলেই কেবল সান্দ্ৰতা বল ক্ৰিয়া কৰে। অপৱপক্ষে দুটি কঠিন  
পদাৰ্থ স্থিৰ হলেও তাৱেৱ মধ্যে ঘৰ্ষণ বল থাকে। তাছাড়া ঘৰ্ষণ বল  
কঠিন পদাৰ্থেৰ জন্য প্ৰযোজ্য কিছু সান্দ্ৰ বল তৱল ও বায়বীয় পদাৰ্থেৰ  
জন্য প্ৰযোজ্য। সুতৰাং, ঘৰ্ষণ বল ও সান্দ্ৰ বল এক নয়।

প্ৰথ ২৯। ছাতাৰ কাপড়ে ছিদ্ৰ থাকা সংক্ৰেণ বৃত্তিৰ পানি ভেতৱে প্ৰবেশ  
কৰে না কেন— ব্যাখ্যা কৰ। [দি. বো. '১৬] [সেলু-৪১, আমিৰ-৪৫, তপন-৭১]

উত্তৰ : পানিৰ পৃষ্ঠাটানেৰ জন্য ছাতাৰ কাপড়ে ছিদ্ৰ থাকা সংক্ৰেণ বৃত্তিৰ  
পানি ভেতৱে প্ৰবেশ কৰে না। ছাতাৰ উপৰ বৃত্তিৰ পানি পড়লে পানিৰ  
পৃষ্ঠাটানেৰ জন্য পানিৰ গোলাকাৰ বিস্তৃত হয় এবং কাপড়েৰ  
উপৰ দিয়ে গড়িয়ে পড়ে যায়। ফলে ছাতাৰ কাপড় ভিজে ভেতৱেৰ  
পৃষ্ঠে পানি পৌছাতে পাৱে না।

প্ৰথ ৩০। তাপমাত্ৰা বৃদ্ধিৰ সাথে গ্যাসেৰ সান্দ্ৰতা বাড়ে কিছু তৱলেৰ  
সান্দ্ৰতা কমে—ব্যাখ্যা কৰ। [বা. বো. '১৫] [সেলু-১৯, আমিৰ-৩৫, প্ৰামাণিক-৫১]

উত্তৰ : গ্যাসেৰ অণুসমূহেৱ মধ্যে আন্তঃআণবিক আৰ্কণ বল নেই  
বললেই চলে। তাপমাত্ৰা বাড়লে অণুসমূহেৱ গড়বেগ বৃদ্ধি পায়। ফলে  
সংৰোধও বাড়ে। যাৰ ফলে বিভিন্ন স্তৱেৱ প্ৰবাহীৰ বাধাৰ পৰিমাণ বাড়ে এবং  
সান্দ্ৰতা বাড়ে। আবাৰ তৱলেৰ তাপমাত্ৰা বাড়লে আন্তঃআণবিক দূৰত্ব  
বাড়ে। ফলে আন্তঃআণবিক বলেৱ মান কমে। এৰ ফলে সান্দ্ৰতা কমে।

প্ৰথ ৩১। একটি বড় বৃত্তিৰ কোটা ভেতে অনেকগুলো ছেট কোটায়  
পৱিলত কৰলে তাপমাত্ৰাৰ কী পৱিলত হবে—ব্যাখ্যা কৰ।

[কু. বো. '১৫] [সেলু-৪২, তপন-৬০]

উত্তৰ : একটি বড় বৃত্তিৰ কোটা ভেতে অনেকগুলো ছেট কোটায়  
পৱিলত কৰলে শক্তি শোষিত হয়। ফলে তাপমাত্ৰা বৃদ্ধি পাবে। কাৰণ



এতে সৃষ্টি ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন করতে কাজ করতে হয়। বড় বৃত্তির ফোটাটিকে ভেঙে অনেকগুলো সমায়তন ফোটায় পরিণত করতে শক্তি সরবরাহ করতে হয় ফলে এর তাপমাত্রা বাড়ে।

**প্রশ্ন ৩২।** বৃত্তির ফোটা কৃত্তিকাকে ভিজায় না অর্থাৎ আম পাতাকে ভিজায় কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৫] [সেলু-১৯, আধিক-৩৭, তপন-৬২]

**উত্তর :** আমরা জানি, স্পর্শ কোণ সূক্ষ্মকোণ হলে তরল কঠিনকে ভিজায় আবার স্পর্শ কোণ স্থূলকোণ হলে তরল কঠিনকে ভিজায় না, এক্ষেত্রে পানি ও কচু পাতার মধ্যকার স্পর্শকোণ  $90^{\circ}$  অপেক্ষা বেশি অর্ধাং স্থূলকোণ বলে পানি কচু পাতাকে ভিজায় না। তবে পানি ও আম পাতার ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ  $90^{\circ}$  অপেক্ষা কম অর্ধাং সূক্ষ্ম বলে পানি আম পাতাকে ভিজায়।

**প্রশ্ন ৩৩।** সান্দ্রতা এবং পৃষ্ঠাটনের মধ্যে সাদৃশ্য এবং বৈসাদৃশ্য ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৪৩]

**উত্তর :** পৃষ্ঠাটন ও সান্দ্রতার সাদৃশ্য নিম্নরূপ—

১. উভয়ই তরল পদার্থের একটি বিশেষ ধর্ম।
২. উভয়ক্ষেত্রেই তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে এদের মান হ্রাস পায়।

বৈসাদৃশ্য নিম্নরূপ—

১. পৃষ্ঠাটন একটি আণবিক ঘটনা এবং সান্দ্রতা এক ধরনের ঘর্ষণ বল।
২. সান্দ্রতার সহগ বিদ্যমান কিন্তু পৃষ্ঠাটনের কোন সহগ নেই।
৩. সান্দ্রতার মান তরল দুটির ক্ষেত্রফল, বেগের নতি এবং বাধনাকারী বলের মানের উপর নির্ভরশীল। অপরদিকে পৃষ্ঠাটন পৃষ্ঠাটির সাথে সম্পর্কযুক্ত।

**প্রশ্ন ৩৪।** কাচের সাথে পারদের স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২৩, আধারিক-৬৮]

**উত্তর :** স্পর্শকোণ নির্ভর করে কঠিন ও তরলের প্রকৃতির উপর। তরল কঠিনকে ভিজালে (পানি ও কাচের) স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ হবে অর্ধাং  $0^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$ । তরল কঠিনকে না ভিজালে (পারদ ও কাচের) স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হবে অর্ধাং  $90^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$ । আবার আসঞ্জন বল সংশ্লিষ্ট বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলে স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ হবে এবং সংশ্লিষ্ট বল আসঞ্জন বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলে স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হবে।

**প্রশ্ন ৩৫।** ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$  বলতে কী বুঝ? [য. বো. '১৬] [সেলু-৫, তপন-২৬, তফাজেল-১২]

**উত্তর :** একটি ইস্পাতের তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$  বলতে বুঝায়  $1 \text{ m}^2$  প্রস্থানের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

**প্রশ্ন ৩৬।** পীড়ন বলতে কী বুঝ? [সেলু-৪৮, আধারিক-৬]

**উত্তর :** বৃত্তির উপর বল প্রয়োগ করে একে বিকৃত করতে চাইলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য এর ভেতরে একটি প্রতিক্রিয়াশীল বলের সৃষ্টি হয়। একক ক্ষেত্রফলের উপর এই প্রতিক্রিয়াশীল বলকেই পীড়ন বলে। পীড়ন একটি ক্ষেত্রাল রাশি।

A ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো বস্তুতে F বল প্রয়োগ করা হলে, পীড়ন =  $\frac{F}{A}$ ।

S. I. পদ্ধতিতে পীড়নের একক  $\text{N m}^{-2}$  বা  $\text{Pa}$  (প্যাসকেল) এবং মাত্রা  $[\text{ML}^{-1} \text{T}^{-2}]$

**প্রশ্ন ৩৭।** সিং সাধারণত ইস্পাতের তৈরি হয়, তামার হয় না কেন? [সেলু-৪৭]

**উত্তর :** সিং সাধারণত ইস্পাতের তৈরি হয়, তামার হয় না।

**কারণ :** ইস্পাতের স্থিতিস্থাপকতা তামার তুলনায় বেশি। অর্ধাং তামার তুলনায় ইস্পাতের স্থিতিস্থাপক সীমার মান বেশি। মনে করি, একই আকারের একটি ইস্পাতের তৈরি ও অপরটি তামার তৈরি দুটি সিং-এর উপর সমান বল প্রয়োগ করা হলো। আতে আতে অ্যন্ত বলের মান বাড়ানো হলে দেখা যাবে, যে বলের ক্রিয়ায় ইস্পাতের তৈরি সিংয়ে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম বজায় থাকছে সে বলের ক্রিয়ায় তামার তৈরি সিং-এ স্থায়ী বিকৃতি ঘটছে। তাই সিং সাধারণত তামার পরিবর্তে ইস্পাত দিয়ে তৈরি হয়।

**প্রশ্ন ৩৮।** পয়সনের অনুপাতের কোনো একক ও মাত্রা নেই কেন?

[সেলু-৪৪]

**উত্তর :** সাধারণত স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বৃত্তির পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধূব রাশি, যাকে পয়সনের অনুপাত বলা হয়। এ থেকে বলা যায়, পয়সনের অনুপাত দুটি বিকৃতির অনুপাত বলে এর কোনো একক নেই। এটি একটি সংখ্যা মাত্র। সেজন্য এর কোনো মাত্রাও নেই।

**প্রশ্ন ৩৯।** সমান ব্যাস ও দৈর্ঘ্যের ফাঁপা ও নিরেট দণ্ডের মধ্যে কোনটির দৃঢ়তা বেশি— ব্যাখ্যা কর।

**উত্তর :** আমরা জানি, ব্যবর্ত দৃঢ়তা,  $\eta = \frac{\pi r^4}{2l} =$  একক কৃত্তির জন্য উৎপন্ন প্রতিক্রিয়া বলের ভ্রামক।

$$\therefore \text{নিরেট দণ্ডটির ব্যবর্ত দৃঢ়তা}, \eta_1 = \frac{\pi r^4}{2l},$$

এখানে,  $r =$  দণ্ডের উপাদানের দৃঢ়তা গুণাঙ্ক,

$r =$  দণ্ডের ব্যাসার্ধ এবং  $l =$  দণ্ডের দৈর্ঘ্য

$$\therefore \text{ফাঁপা দণ্ডটির ব্যবর্ত দৃঢ়তা}, \eta_2 = \frac{\pi(r^4 - x^4)}{2l}.$$

এখানে,  $r =$  ফাঁপা দণ্ডের বাইরে ব্যাসার্ধ

এবং  $x =$  ফাঁপা দণ্ডের ভিতরের ব্যাসার্ধ

$$\therefore \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{r^4}{r^4 - x^4} > 1$$

$$\therefore \eta_1 > \eta_2$$

সুতরাং, নিরেট দণ্ডটির দৃঢ়তা ফাঁপা দণ্ডটি অপেক্ষা বেশি হবে।

**প্রশ্ন ৪০।** ছুরির ধারালো প্রাতের ঘারা সহজে বৃত্ত কাটা যায় কিন্তু তোতা প্রাতে ঘারা কাটা যায় না কেন? [সেলু-৫০]

**উত্তর :** আমরা জানি, বলের কার্যকারিতা নির্ভর করে চাপের উপর অর্ধাং, একক ক্ষেত্রফলে কত বল কাজ করছে তার উপর। আবার, চাপ = বল  $\div$  ক্ষেত্রফল। সুতরাং বল স্থির রেখে ক্ষেত্রফল বাড়ানো হলে চাপ কমবে, আর ক্ষেত্রফল কমানো হলে চাপ বাঢ়বে। এখন, ধারালো ছুরির তোতা প্রাতের ক্ষেত্রফল ধারালো প্রাত অপেক্ষা বেশি। ফলে একই পরিমাণ বল প্রয়োগ করলেও তোতা প্রাতে কম চাপ সৃষ্টি হয়; কিন্তু ধারালো প্রাতের ক্ষেত্রফল কম হওয়াতে অপেক্ষাকৃত বেশি চাপ সৃষ্টি হয়। তাই, ছুরির ধারালো প্রাত দিয়ে বৃত্ত কাটা সহজ হয়।

**প্রশ্ন ৪১।** কোন কোন বিষয়ের উপর স্পর্শকোণ নির্ভর করে?

[সেলু-৪৫, আধিক-৪১]

**উত্তর :** স্পর্শকোণ নিয়ন্ত্রিত বিষয়ের উপর নির্ভর করে—

১. কঠিন ও তরলের প্রকৃতি,

২. কঠিন ও তরলের বিশুল্বতা।

৩. তরলের উপরিস্থিত মাধ্যম।

**প্রশ্ন ৪২।** বেশি মসৃণ বা অমসৃণ কাগজে লেখা কঠিন কেন?

**উত্তর :** বেশি মসৃণ কাগজে ঘর্ষণ অনেকে কম থাকে। আর ঘর্ষণ কম থাকার দরুন লিখতে যেয়ে এটি বারবার পিছলে যায়। যার কারণে

অসুবিধা হয়, আবার, অমসৃণ কাগজে ঘর্ষণ বেশি হওয়ার কারণে লিখতে গেলে বেশি বলের প্রয়োজন হয়। তাই একেত্রেও দেখা বেশ অসমাপ্তে।

প্রশ্ন ৪৩। স্পর্শকোণ সূজ ও স্থূল হয় কেন?

[সেল-৪৬]

উত্তর : স্পর্শকোণ নির্ভর করে কঠিন ও তরলের প্রকৃতির উপর। তরল কঠিনকে ডিজালে (পানি ও কাচের) স্পর্শকোণ সূজ্য কোণ হবে অর্ধাং  $0^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$ । তরল কঠিনকে না ডিজালে (পারদ ও কাচের) স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হবে অর্ধাং  $90^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$ । আবার আসঞ্জন বল সংশ্লিষ্ট বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলে স্পর্শকোণ সূজ্যকোণ হবে এবং সংশ্লিষ্ট বল আসঞ্জন বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলে স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হবে।

প্রশ্ন ৪৪। ছাতার কাপড়ে ছোট ছোট ছিদ্র থাকে কেন?

উত্তর : ছাতার কাপড়ে ছোট ছোট ছিদ্র রাখা হয় যাতে এর ডেতর দিয়ে সহজে বাতাস চলাচল করতে পারে। ছাতার কাপড়ের ডেতর দিয়ে বাতাস চলাচল করলেও পানি ঢুকতে পারে না। পানির পৃষ্ঠাটানের জন্যই এরকম হয়। এর ফলে পানি গোলাকার বিন্দুতে পরিণত হয় এবং কাপড়ের উপর দিয়ে গড়িয়ে পড়ে যায়। ফলে ছাতার কাপড় ডিজে পিছনের পৃষ্ঠে পানি পৌছাতে পারে না।

প্রশ্ন ৪৫। কর্পুরের পানিতে নাচার কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : এক টুকরা কর্পুরকে পানির উপরে রাখলে একে ইতৃষ্ণুত বিকিঞ্চিতভাবে নড়াচড়া করতে দেখা যায়। পৃষ্ঠাটানের তারতম্য ডেডে কর্পুরের উপর অসম বল ক্রিয়া করায় তা লক্ষ্য বলের দিকে নড়াচড়া করতে থাকে।

প্রশ্ন ৪৬। পানির পৃষ্ঠাপ্তি  $.5Jm^{-2}$  বলতে কী বোঝায়?

উত্তর : পানির পৃষ্ঠাপ্তি  $0.5 Jm^{-2}$  বলতে আমরা বুঝি সমোক্ষ অবস্থায় পানির মুক্ততলের একক ক্ষেত্রফল বৃত্তির জন্য সম্পন্ন কাজের পরিমাণ  $0.5 J$  অথবা মুক্ততলে একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত বিভিন্ন শক্তির পরিমাণ  $0.5 J$ ।

প্রশ্ন ৪৭। মহাকর্ষ বল ও সংস্কতি বলের মধ্যে পার্থক্য আছে কী? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : আমরা জানি, মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুকণার মধ্যে যে আকর্ষণ তা হলো মহাকর্ষ, তবে একই পদার্থের বিভিন্ন অণুর মধ্যে যে আকর্ষণ তা হলো সংস্কতি বল। দুটি অণুর মধ্যে দূরত্ত অত্যন্ত ক্ষুদ্র হলেই সংস্কতি বল কার্যকর হয়। তবে দুটি বস্তুর মধ্যে দূরত্ত অনেক বেশি হলেও মহাকর্ষ বল কার্যকর হয়।

প্রশ্ন ৪৮। গাছের গোড়ায় পানি দিলে সেই পানি গাছের শাখা-প্রশাখায় পৌছায় কীভাবে?

উত্তর : গাছের মূল থেকে শুরু করে কান্ড ও শাখা-প্রশাখাতে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে। এই সকল ছিদ্র কৈশিক নল হিসেবে ক্রিয়া করে। ফলে গাছের গোড়ায় পানি দিলে পানি এই সবু ছিদ্র পথে কৈশিকতার কারণে মূল থেকে কান্ড ও গাছের অন্যান্য অংশে পরিবাহিত হয় বা ছড়িয়ে পড়ে।

প্রশ্ন ৪৯। কোনো তারের দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে তারের অসহ বলের কী পরিবর্তন ঘটে?

[গ্রামাণিক-১৭]

উত্তর : সবচেয়ে কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিদ্রে বা ডেঙে যায় তাকে অসহ বল বলে।

অর্ধাং, অসহ বল = অসহ পীড়ন  $\times$  তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  
অর্ধাং অসহ বল বস্তু বা তারের দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে না। এজন্য কোনো তারের দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে তারের অসহ তারের কোনো পরিবর্তন ঘটবে না।

প্রশ্ন ৫০। দুটি অণুর মধ্যকার সংশ্লিষ্টি বলের আণবিক পাঞ্চ  $10^{-9} m$  বলতে কী বোঝা?

[গ্রামাণিক-৫৬]

উত্তর : একই পদার্থের দুটি অণুর মধ্যে আকর্ষণ বলকে সংশ্লিষ্টি বল বলে। দুটি অণুর মধ্যকার সংশ্লিষ্টি বলের আণবিক পাঞ্চ  $10^{-9} m$  বলতে বুঝায়, দুটি অণু একটি হতে অপরটি সর্বোচ্চ  $10^{-9} m$  দূরে থাকলে আকর্ষণ করতে পারে।

প্রশ্ন ৫১। স্থিতিস্থাপক সীমার মাঝে ইয়ং-এর পুণাঙ্ক থাটে কেন?

উত্তর : বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে তাকে ঐ বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। যেহেতু এ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর অনুনৈর্দৰ্য পীড়ন ও অনুনৈর্দৰ্য বিকৃতির অনুপাতই ইয়ং-এর পুণাঙ্ক, কাজেই বলা যায়, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ইয়ং-এর পুণাঙ্ক থাটে।

প্রশ্ন ৫২। রাবারের বেল্ট কিছুদিন ব্যবহার করার পর তা টিলা হওয়ার কারণ কী?

উত্তর : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো তারের উপর পীড়ন ক্রমশ হাস-বৃত্তি বা অনেকক্ষণ ধরে প্রয়োগ করা হলে এর স্থিতিস্থাপকতা ক্রমে হাস পায়, ফলে বল অপসারিত হলে সাথে সাথে তা পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না, কিছুটা দেরি হয় বা আদৌ ফিরে পায় না। একে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলে। রাবারের বেল্ট ব্যবহারের সময় এতে দীর্ঘ সময় ধরে পীড়ন সৃষ্টি হয়। তাই কিছুদিন ব্যবহারের পর স্থিতিস্থাপক ধর্ম হাস পায়, ফলে তা টিলা হয়ে যায়।

প্রশ্ন ৫৩। পতনশীল গোলক সান্দু তরলের মধ্যে ধ্রুব অন্তর্বেগ প্রাপ্ত হয় কেন?

উত্তর : আমরা জানি, সান্দু তরলের মধ্যে পতনশীল গোলকের উপর তিনটি বল কাজ করে। যেমন— গোলকের ওজন নিচের দিকে প্লবতা বল উপরের দিকে এবং সান্দুতা বল গতির বিপরীত দিকে তথা পতনশীল বস্তুর ক্ষেত্রে উপরের দিকে। স্থিরাবস্থায় সান্দুতা বল ক্রিয়া করে না, তাই প্লবতা অপেক্ষা ওজন বেগ হওয়ার কারণে বস্তুটি নিচের দিকে তুরণ প্রাপ্ত হয় এবং বেগ বাড়তে থাকে। কিন্তু বেগ বৃত্তির সাথে সাথে সান্দুতা বলও বাড়তে থাকে। এক সময় প্লবতা বল ও সান্দুতা বলের যোগফল ওজনের সমান হয় ফলে নিট বল শূন্য হয় এবং সমবেগ প্রাপ্ত হয়।

প্রশ্ন ৫৪। স্প্রিং ইস্পাতের তৈরি না হয়ে তামার তৈরি হলে কী অসুবিধা হতো— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : একটি স্প্রিং ইস্পাতের তৈরি না হয়ে তামার তৈরি হলে এটি ব্যারা সঠিকভাবে কাজ করা যেত না। কারণ ইস্পাতের তৈরি স্প্রিং এর এক প্রাপ্ত আবস্থ রেখে অপর প্রাপ্তে বল প্রয়োগ করলে দৈর্ঘ্য বৃত্তি ঘটে। অর্ধাং স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পরীক্ষা করলে দেখা যাবে, বল যত বেশি প্রয়োগ করা হয় স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য তত বেশি বৃত্তি পায়। বল সরিয়ে নিলে স্প্রিংটি পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। তবে তামার স্থিতিস্থাপকতার মান কম হওয়ায় এটি ব্যারা তৈরি স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য ততটা বৃত্তি করে কাজ করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ৫৫। ঘর্ষণ ও সান্দুতার মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তর : ঘর্ষণ ও সান্দুতার মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ-

১. দুটি কঠিন পদার্থ স্থির হলেও তাদের মধ্যে ঘর্ষণ বল থাকে; কিন্তু স্থির প্রবাহীর জন্য সান্দুতা বল ক্রিয়া করে না।
২. ঘর্ষণ বলের মান স্পর্শতলের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে না; কিন্তু সান্দুতা বলের মান প্রবাহীর স্তরয়ের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে।
৩. কঠিন পদার্থের ক্ষেত্রে ঘর্ষণ বল প্রযোজ্য; তরল ও বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে সান্দুতা বল প্রযোজ্য।

প্রশ্ন ৫৬। দৈর্ঘ্য বিকৃতি বা অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি ব্যাখ্যা কর। [গ্রামাণিক-৩]

উত্তর : বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে যদি কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন ঘটে তাহলে একক দৈর্ঘ্যের পরিবর্তনকে দৈর্ঘ্য বিকৃতি বা অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি বলে।

ব্যাখ্যা : ধরি, একটি বস্তুর প্রাথমিক দৈর্ঘ্য  $L$  এবং বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে বস্তুটির দৈর্ঘ্যের পরিবর্তনের পরিমাণ।

$$\text{অতএব, বস্তুটির দৈর্ঘ্য বিকৃতি} = \frac{\text{দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন}}{\text{প্রাথমিক দৈর্ঘ্য}} = \frac{1}{L}$$

প্রশ্ন ৫৭। সংনম্যতা বলতে কী বুঝা? [তফাজল-১৪]

উত্তর : আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশিকে সংনম্যতা বলে। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাতকে সংনম্যতা বলে।

$$\text{অর্থাৎ সংনম্যতা} = \frac{\text{আয়তন বিকৃতি}}{\text{আয়তন পীড়ন}} = \frac{1}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$$

$$\therefore \text{সংনম্যতা} = \frac{1}{\text{আয়তন গুণাঙ্ক}}$$

প্রশ্ন ৫৮। স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলতে কী বুঝা? [গ্রামাণিক-২৪]

উত্তর : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধূব সংখ্যা। এই ধূব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

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

প্রশ্ন ৫৯। বিক্ষিপ্ত প্রবাহ বলতে কী বুঝা? [তপন-৩১]

উত্তর : কোনো নলের ভেতর দিয়ে প্রবাহী চলাচল করার সময় যদি প্রবাহীর গতিশীল বিভিন্ন ভরগুলো নলের অক্ষ  $X'X$  এর সমান্তরালে না থাকে তবে প্রবাহীর সেই গতিকে বিক্ষিপ্ত প্রবাহ বলে।

যদি প্রবাহীর গতিবেগ একটি নির্দিষ্ট সীমা অর্থাৎ সংকট বেগকে অতিক্রম করে তবে প্রবাহ বিক্ষিপ্ত হয়। বিক্ষিপ্ত প্রবাহের ক্ষেত্রে প্রবাহীর গতিপথে ঘূর্ণি এবং আবর্তনের সৃষ্টি হয়।

প্রশ্ন ৬০। সরু কাচলের প্রাণে তাপ দিলে তা গোলাকার হয় কেন? [তপন-২৩, তফাজল-৮৭]

উত্তর : সরু কাচলের প্রাণে তাপ দিলে প্রান্তি গোলাকার হয়ে যায়। কাচলের প্রান্তকে যখন উত্পন্ন করা হয় এ প্রান্তের কাচ তখন গলে যায়। গলে যাওয়া কাচ তরলের মতো আচরণ করে এবং পৃষ্ঠানের কারণে ন্যূনতম পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল অর্জন করতে চায়। ফলে নলের প্রান্ত গোলাকার হয়ে যায়।

প্রশ্ন ৬১। পানির সান্দুতা গুণাঙ্ক  $10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$  বলতে কী বুঝায়?

উত্তর : পানির সান্দুতা গুণাঙ্ক  $10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$  বলতে বুঝায়  $1 \text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট পানির দুটি ভর পরম্পর থেকে  $1 \text{ m}$  দূরত্বে অবস্থিত হলে এদের মধ্যে  $1 \text{ m s}^{-1}$  আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে  $10^{-3} \text{ N}$  সান্দু বলের প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন ৬২। একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল হিসুশ করলে বিকৃতি হিসুশ হবে কেন? [সেলু-২৪]

উত্তর : আমরা জানি, বাহ্যিক বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন হয় তাকে বিকৃতি বলে। এখন কোনো বস্তুর একক ক্ষেত্রফলে বল প্রয়োগ করলে যদি এর বিকৃতি  $\alpha$  হয়, তাহলে প্রযুক্ত বল হিসুশ করলে বিকৃতিও হিসুশ অর্থাৎ  $2\alpha$  হয়ে যাবে। কারণ বিকৃতি প্রয়োগকৃত বলের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ৬৩। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত প্রযুক্ত পীড়নের উপর নির্ভর করে না কেন? [সেলু-২৫]

উত্তর : কোনো একটি তারের এক প্রান্ত দৃঢ় অবস্থানের সাথে আটকিয়ে অন্য প্রান্তে বল প্রয়োগ করে টানলে দৈর্ঘ্য বিকৃতির সঙ্গে সঙ্গে পার্শ্ব বিকৃতি ঘটে অর্থাৎ তারের ব্যাস বা ব্যাসার্ধ কমে যায়। পয়সনের পরীক্ষা এবং প্রাণ ফলাফল অনুসারে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃত ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধূব রশি।

পার্শ্ব বিকৃতি অর্থাৎ, দৈর্ঘ্য বিকৃতি = ধূবক। এই ধূবককে '০' হারা সূচিত করা হয়।

এর নাম পয়সনের অনুপাত।

$$\therefore \alpha = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$$

এই অনুপাত কেবল বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভর করে। তাই স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত প্রযুক্ত পীড়নের উপর নির্ভর করে না।

প্রশ্ন ৬৪। ছোট পোকামাকড় পানির উপর দিয়ে চলাচল করতে পারে কেন? ব্যাখ্যা? [সেলু-৩৫]

উত্তর : আমরা জানি, তরলের পৃষ্ঠানের কারণে তরলের মুক্তভল টানা স্থিতিস্থাপক পর্দার মতো আচরণ করে। এজন্য হাতা পাতলা পোকামাকড় ছছন্দে পানির উপর দিয়ে চলাচল করতে পারে। মনে হয় পানির উপর যেন একটি পাতলা 'পর্দা' রয়েছে এবং এই পর্দার উপর দিয়ে পোকামাকড় চলাফেরা করছে। তালো করে লক্ষ করলে দেখা যায় যে যেখানে পোকামাকড়ের পা বা দেহ পড়ছে সেখানে পানির তল একটু অবনমিত হচ্ছে এবং পোকামাকড় সরে গেলে পৃষ্ঠানের কারণে আবার তল সমতল হয়ে যাচ্ছে।

প্রশ্ন ৬৫। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে কঠিন পদার্থের স্থিতিস্থাপকতার কীরূপ পরিবর্তন ঘটবে—ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৩২]

উত্তর : কঠিন পদার্থের অণুসমূহের মধ্যকার আকর্ষণ বলের কারণে স্থিতিস্থাপকতার উভব হয়। যেকোনো তাপমাত্রার বৃদ্ধিতে পদার্থের অণুগুলো কম বেশি গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুগুলোর মাঝের দূরত্ব বেড়ে যায় ফলে এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল কমে যায়। অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুগুলোর মধ্যকার আকর্ষণ-বিকর্ষণ সাম্যাবস্থা বিঘ্নিত হয়। এককথায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কঠিন পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা কমে যায়।

প্রশ্ন ৬৬। পানির পৃষ্ঠান 5  $\text{Nm}^{-1}$  বলতে কী বুঝায়?

উত্তর : পানির পৃষ্ঠান 5  $\text{Nm}^{-1}$  বলতে বুঝায় পানি পৃষ্ঠে একটি রেখা করলা করলে উক্ত রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ঐ রেখার উভয় পার্শ্বে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে 5N স্পর্শনী বল ক্রিয়া করে।

প্রশ্ন ৬৭। তরলের পৃষ্ঠানের উৎপত্তির কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : তরলে পৃষ্ঠানের উৎপত্তির কারণ হলো তরল পৃষ্ঠের স্থুচুত হয়ে সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফলে আসতে চাওয়ার প্রবণতা। আমরা জানি, একই আয়তনের সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফল হলো গোলাকার আকৃতির। তরলের মুক্ত পৃষ্ঠে ফোটাগুলোকে গোলাকার রশ্মির জন্য পৃষ্ঠান ক্রিয়া করে।

প্রশ্ন ৬৮। পয়সনের অনুপাত ধনায়ক বলতে কী বুঝায়? [দি. বো. '১১]

উত্তর : পয়সনের অনুপাত ধনায়ক বলতে বুঝায় ধনায়ক দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে পার্শ্ব বিকৃতিও ধনায়ক হয়। অর্থাৎ বল প্রয়োগে বস্তুকে দৈর্ঘ্য বরাবর সম্প্রসারিত করলে এটি পার্শ্ব বরাবরও সম্প্রসারিত হয়।