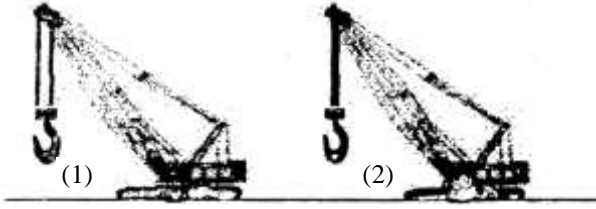


## অধ্যায়-৭: পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

১৬৫২ ▶ `ywU ^KIGb %KB Dcv`vGbi ŠZwi Zvi eÄenvi Kiv nGqGQ| (1) bs ^KIGb deÄvGmi `ywU তার সমান্তরালভাবে ঝুলান্ড এবং প্রতিটি তারের অসহভার F এবং (2) নং ক্রেনে 3d ব্যাসের একটি তার ব্যবহার করা হয়েছে। একটি পাথরকে তুলতে হবে যার ভার 3F।



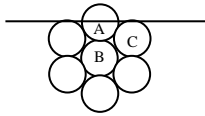
[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

- ক. সান্দ্র বল কি?
- খ. পৃষ্ঠটান কেবলমাত্র তরলপৃষ্ঠেই কাজ করে তরলের অভ্যন্তরে কাজ করে না কেন?
- গ. পাথরটিকে তুলতে ১ম ক্রেনের যে কোন একটি তার এবং ২য় ক্রেনের তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির অনুপাত নির্ণয় কর।
- ঘ. উদ্দীপকের নির্দেশিত পাথরটি তুলতে তুমি কোন ক্রেন ব্যবহার করবে—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রবাহীর একটি স্ফুটন অপর স্ফুটনের সংস্পর্শে থেকে চলার চেষ্টা করলে এবং কোনো বস্তু কোনো প্রবাহীর মধ্যদিয়ে গতিশীল হলে বা হওয়ার চেষ্টা করলে গতির বিপরীতে যে বাধা বলের উদ্ভব হয় তাকে সান্দ্র বল বলে।

**খ** পাশের চিত্রে গোলকগুলো দ্বারা তরলের অণু বুঝানো হয়েছে। A, C অণুগুলো তরলের অভ্যন্তরে অবস্থিত নয়। এদের যেকোনোটির ওপর উল্লম্ব ওপর দিক বাদে অন্য সকল দিক হতেই আকর্ষণ বল প্রয়োগ করা হয়। তাই এরা তথা তরলের উপরিস্থিত অণুসমূহ পরস্পরের সাপেক্ষে সর্বদা অণুভূমিক থাকতে চায়, এক্ষেত্রে তরলের মুক্ততলের ক্ষেত্রফল হ্রাসে পৃষ্ঠটান কাজ করে। অপর পক্ষে, তরলের অভ্যন্তরে অবস্থিত কোনো অণুর (যেমন B) ওপর আশপাশের অণুগুলো সর্বদিক হতে আকর্ষণ বল প্রয়োগ করে ফলে এটি যে অবস্থানে আছে, সে অবস্থানেই থাকে। এক্ষেত্রে ক্ষেত্রফল হ্রাসের কোনো প্রয়োজনীয়তা নেই, কারণ তরলের অভ্যন্তরে কোনো মুক্ততল বা ক্ষেত্রফল নেই, তাই পৃষ্ঠটানও কাজ করে না।



**গ** পাথরটির ভার = 3F  
১ম ক্রেন দ্বারা পাথরটিকে তুলতে গেলে প্রতিটি তারকে ভার বহন করতে হবে =  $\frac{3F}{2} = 1.5F > F$  (প্রতিটি তারের অসহ ভার)

সুতরাং পাথরটিকে ১ম ক্রেন দ্বারা তোলা সম্ভব নয়।  
তাই এক্ষেত্রে নির্ণয় অনুপাত নির্ণয় করা সম্ভব নয়।

**ঘ** ধরি, ২ নং ক্রেনের তারের অসহভার F'

তারদ্বয় একই উপাদানের তৈরি বলে এদের অসহ পীড়ন সমান হবে।

আমরা জানি, অসহ পীড়ন =  $\frac{\text{অসহ ভার}}{\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল}}$

তারদ্বয়ের ক্ষেত্রে,  $\frac{F}{A} = \frac{F'}{A'}$  [A দ্বারা প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বুঝায়]

$$\text{বা, } \frac{F}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{F'}{\frac{1}{4}\pi (2d)^2}$$

$$\therefore F' = \frac{(2d)^2}{d^2} F = 4F > 3F \text{ (পাথরের ভার)}$$

$\therefore$  ২নং ক্রেনের তার দ্বারা পাথরটি তোলা যাবে।

১নং ক্রেন দ্বারা পাথরটি তোলা যাবে না ('গ' অংশে দ্রষ্টব্য)।

সুতরাং, উদ্দীপকের নির্দেশিত পাথরটি তুলতে ২নং ক্রেন ব্যবহার করতে হবে।

**প্রশ্ন ▶ ২** দু'টি সমান দৈর্ঘ্যের তারের ব্যাস যথাক্রমে 1mm ও 2 mm। উভয়কে সমান বল দ্বারা টানা হলে প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির চারগুণ হয়। ১ম তারটির উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

- ক. দৃঢ়তার গুণাঙ্ক কাকে বলে?
- খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পৃষ্ঠটান হ্রাস পায়— ব্যাখ্যা কর।
- গ. প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর।
- ঘ. তারদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর কৃন্দ্র পীড়ন ও কৃন্দ্র বিকৃতির অণুপাত একটি ধ্রুবসংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে সংশ্লিষ্ট বস্তুর উপাদানের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক বলে।

**খ** তরলের পৃষ্ঠটান তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল। সাধারণভাবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের পৃষ্ঠটান হ্রাস পায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে তরলের পৃষ্ঠটান বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা পরিবর্তনের পাল-এ কম হলে পৃষ্ঠটান এবং তাপমাত্রার মধ্যকার সম্পর্ক নিম্নলিখিত সমীকরণ দ্বারা ব্যক্ত করা যায়।

$$T_t = T_o (1 - \alpha t)$$

এখানে,  $T_t = t^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠটান,  $T_o = 0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠটান এবং  $\alpha =$  তরলের পৃষ্ঠটানের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক। এই সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, তাপমাত্রা বাড়লে পৃষ্ঠটান হ্রাস পায়।

**গ** দেওয়া আছে,

১ম তারটির উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

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

বের করতে হবে, প্রযুক্ত পীড়ন,  $\frac{F}{A} = ?$

$$\text{আমরা জানি, } Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}}$$

$$\therefore \frac{F}{A} = Y \frac{l}{L} = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \times 0.05 = 10^{10} \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** মনে করি, তারদ্বয়ের সাধারণ আদি দৈর্ঘ্য  $L$

এবং তারদ্বয়ে  $F$  মানের বল দৈর্ঘ্য বরাবর প্রয়োগ করা হলো। এতে তারদ্বয়ের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে  $l_1$  ও  $l_2$  হলে  $l_1 = 4l_2$

তারদ্বয়ের ব্যাস যথাক্রমে  $d_1 = 1 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 2 \text{ mm}$

তারদ্বয়ের উপাদানের ইয়ং এর গুণাংক যথাক্রমে  $Y_1$  ও  $Y_2$  হলে,

$$\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\frac{FL}{A_1 l_1}}{\frac{FL}{A_2 l_2}} = \frac{l_2}{l_1} \times \frac{A_2}{A_1} = \frac{l_2}{l_1} \times \frac{\frac{1}{4} \pi d_2^2}{\frac{1}{4} \pi d_1^2} = \frac{l_2}{l_1} \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$= \frac{l_2}{4l_2} \times \left(\frac{2 \text{ mm}}{1 \text{ mm}}\right)^2 = 1$$

বা,  $Y_1 = Y_2$

অর্থাৎ, তারদ্বয়ের উপাদানের ইয়ং-এর গুণাংক সমান।

সুতরাং, তারদ্বয় সমান স্থিতিস্থাপক। তারদ্বয় মূলত একই উপাদানে তৈরি।

**প্রশ্ন ৩** প্রতিটি  $10^{-6}$  ব্যাসের 2500টি পারদের ক্ষুদ্র মিলে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত হল। পারদের পৃষ্ঠটান ও ঘনত্ব যথাক্রমে  $4.7 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1}$  ও  $13596 \text{ kgm}^{-3}$  পারদের আয়তন গুণাঙ্ক  $2.5 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ .

[ভিকার'নিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. প্রাস্তর বেগ কাকে বলে? ১
- খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কঠিন পদার্থের স্থিতিস্থাপক ক্রিয় পরিবর্তন ঘটে?—ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বড় ফোঁটাটিতে  $5 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$  চাপ প্রয়োগ করলে আয়তন সংকোচন বের কর। ৩
- ঘ. ক্ষুদ্র ফোঁটাগুলি একত্রিত হয়ে বড় ফোঁটায় পরিণত হলে বড় ফোঁটার তাপমাত্রার পরিবর্তন গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো তরলের মধ্যদিয়ে গতিশীল কোনো বস্তুর স্থির বেগকে প্রাস্তরিক বেগ বলে।

**খ** কঠিন পদার্থের অণুসমূহের মধ্যকার আকর্ষণ বলের দরুন স্থিতিস্থাপকতার উদ্ভব হয়। যেকোনো তাপমাত্রার পদার্থের অণুগুলো কম বেশি গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুগুলোর মাঝের দূরত্ব কখনো খুব কমে যায়, কখনো বা আকার অনেক বেড়ে যায়। দূরত্ব অনেকখানি বেড়ে গেলে এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল অনেক কমে যায়। অর্থাৎ তাপমাত্রা বেড়ে গেলে অণুগুলোর মধ্যকার আকর্ষণ-বিকর্ষণ সাম্যাবস্থা বিঘ্নিত হয়। তদুপরি, তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে অণুগুলোর মধ্যকার গড় দূরত্ব বেড়ে যাওয়ায় এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল স্বভাবতই কমে যায়। সর্বদিক বিবেচনায় ইহা স্পষ্টত যে, তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কঠিন পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা কমে যায়। ফলে তুলনামূলক কম মানের বল প্রয়োগেই বস্তুর বিকৃতি ঘটে বেশি। এমনকি অসহ ভারের তুলনায় অনেক কম বল প্রয়োগেই বস্তুটি ভেঙ্গে যেতে পারে।

**গ** দেওয়া আছে, ছোট ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{10^{-6} \text{ m}}{2} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$

ছোট ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 2500$

প্রযুক্ত পীড়ন,  $F/A = 5 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$

আয়তন গুণাঙ্ক,  $K = 2.5 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$

বের করতে হবে, আয়তন সংকোচন,  $v = ?$

বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ  $R$  হলে,  $\frac{4}{3} \pi R^3 = N \times \frac{4}{3} \pi r^3$

$$\therefore R = r \sqrt[3]{N} = 5 \times 10^{-7} \text{ m} \times \sqrt[3]{2500} = 6.786 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$\therefore$  বড় ফোঁটার আয়তন,  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$

$$= 1.333 \times 3.1416 \times (6.786 \times 10^{-6} \text{ m})^3$$

$$= 1.30865 \times 10^{-15} \text{ m}^3$$

$\therefore$  আমরা জানি,  $K = \frac{FV}{AV}$

$$\therefore v = \frac{FV}{AK} = \frac{F}{A} \times \frac{V}{K} = 5 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2} \times \frac{1.30865 \times 10^{-15} \text{ m}^3}{2.5 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}}$$

$$= 2.6173 \times 10^{-18} \text{ m}^3 \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** বড় ফোঁটার ক্ষেত্রফল ছোট ফোঁটাগুলোর মোট ক্ষেত্রফলের তুলনায় কম হওয়ায় পৃষ্ঠশক্তি জনিত বেশ কিছু শক্তির অবমুক্তি ঘটবে। এ শক্তি তাপাকারে দেখা দেবে, ফলে বড় ফোঁটার তাপমাত্রা ছোট ফোঁটাগুলোর তাপমাত্রার চেয়ে কিছুটা বেশি হবে। দেওয়া আছে, পারদের পৃষ্ঠটান,  $T = 4.7 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1}$

$$\text{উৎপন্ন তাপ, } H = T (4\pi r^2 N - 4\pi R^2) = 4\pi (Nr^2 - R^2)T$$

$$= 4 \times 3.1416 \times \{2500 \times (5 \times 10^{-7} \text{ m})^2 - (6.786 \times 10^{-6} \text{ m})^2\} \times 4 \times 4.7 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1}$$

$$= 3.42 \times 10^{-9} \text{ J}$$

কিন্তু আমরা জানি,  $H = ms\Delta\theta$  .....(i)

এখানে,  $m =$  বড় ফোঁটার ভর  $=$  ছোট ফোঁটাগুলোর সামষ্টিক ভর

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

$$= 1.333 \times 3.1416 \times (6.786 \times 10^{-6} \text{ m})^3 \times 13596 \text{ kgm}^{-3}$$

$$= 1.779 \times 10^{-11} \text{ kg}$$

আমরা জানি, পারদের আপেক্ষিক তাপ,  $S = 140 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$\therefore$  (i) হতে পাই,

পারদ ফোঁটার তাপমাত্রার পরিবর্তন (বৃদ্ধি),

$$\Delta\theta = \frac{H}{ms} = \frac{3.42 \times 10^{-9} \text{ J}}{1.779 \times 10^{-11} \text{ kg} \times 140 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}} = 1.373 \text{ K}$$

$$= 1.373^\circ \text{C}$$

**প্রশ্ন ৪**  $25^\circ \text{C}$  তাপমাত্রায়  $10^{-4} \text{ m}$  ব্যাসের 1000 টি পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত হলো। এতে বড় ফোঁটার উষ্ণতা কিছুটা বৃদ্ধি পেয়েছে ধারণা করা হলো।

[শহীদ বীর উত্তর লেঃ আনোয়ার গার্লস কলেজ, ঢাকা]

- ক. সংশক্তি বল কী? ১
- খ. কাপড় কাঁচার সময় সামান্য গরম পানি ব্যবহার করা হয় কেন? ২
- গ. পানির বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. বড় ফোঁটায় তাপমাত্রা বৃদ্ধির কারণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একই পদার্থের অনুসমূহের মধ্যকার আকর্ষণ বলকে সংশক্তি বল বলে।

**খ** পানির পৃষ্ঠটান  $T = T_0 (1 - \alpha t)$  সমীকরণ অনুসারে তাপমাত্রার বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পায়। এখানে  $\alpha$  ধনাত্মক রাশি যা পৃষ্ঠটানের তাপমাত্রা সহগ নামে পরিচিত।  $t$  হলো পানির তাপমাত্রা ( $^\circ \text{C}$ ) এবং  $T_0$  হলো  $0^\circ \text{C}$ -এ পানির পৃষ্ঠটান।

ঠান্ডা পানির তুলনায় গরম পানির পৃষ্ঠটান এবং সান্দ্রতা কম হওয়ায় এ পানি সহজেই প্রবাহিত হয়। তাই ঠান্ডা পানির চেয়ে গরম পানি ব্যবহারে কাপড় কাঁচা বেশি সুবিধাজনক।

**গ** দেওয়া আছে,

ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $r = 10^{-4} \text{ m}/2 = 5 \times 10^{-5} \text{ m}$

ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 1000$

বের করতে হবে, বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $R = ?$

এক্ষেত্রে, বড় ফোঁটার আয়তন = ক্ষুদ্র ফোঁটাগুলোর আয়তনের সমষ্টি

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

$$\text{বা, } R^3 = 1000 r^3$$

$$\therefore R = \sqrt[3]{1000 r^3} = 10r = 10 \times 5 \times 10^{-5} \text{ m} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

**ঘ** 1000 টি পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বৃহদাকার ফোঁটায় পরিণত হওয়ায় পৃষ্ঠ তলের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন,  $\Delta A = N.4\pi r^2 - 4\pi R^2$

$$= 4\pi [Nr^2 - R^2]$$

$$= 4 \times 3.1416 \times [1000 \times (5 \times 10^{-5} \text{ m})^2 - (5 \times 10^{-4} \text{ m})^2]$$

$$= 2.82744 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

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

$$\text{সুতরাং পানির পৃষ্ঠ শক্তির মান, } T = 72 \times 10^{-3} \text{ Jm}^{-2}$$

$$\therefore \text{সর্বমোট ক্ষেত্রফল হ্রাসে পৃষ্ঠে সঞ্চিত বিভবশক্তি হতে অবমুক্ত শক্তি, } E = T\Delta A = 72 \times 10^{-3} \text{ Jm}^{-2} \times 2.82744 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$= 2.036 \times 10^{-6} \text{ J}$$

এই শক্তি তাপ শক্তিরূপে দেখা দিবে। ফলে ক্ষুদ্র ফোঁটাগুলোর তুলনায় বড় ফোঁটায় তাপমাত্রা বেশি হবে।

**প্রশ্ন ৬** 2m দীর্ঘ এবং 1mm ব্যাসের একটি তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত 0.25 ইয়ং এর গুণাংক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  তারটির উপর বল প্রয়োগ করে দৈর্ঘ্য 0.05cm বাড়ানো হলো। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে কৃত কাজ  $2.45 \times 10^{-3} \text{ J}$ । [মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. সংশক্তি বল কী?

খ. কৈশিক কাঁচনলের পানিস্ফুট উপরে উঠে কিন্তু পারদ নিচে নামে-কেন?

গ. তারের ব্যাস কতটুকু হ্রাস পাবে?

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যগুলো হতে তারের উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করা যাবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তর দাও।

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একই পদার্থের অণুসমূহের মধ্যকার আকর্ষণ বলকে সংশক্তি বল বলে।

**খ** পানি অণুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বলের তুলনায় পানি অণুসমূহের সাথে কাচের অণুসমূহের আসঞ্জন বল বৃহত্তর মানের। একারণে কৈশিক কাচনলে পানিস্ফুট উপরে ওঠে। এক্ষেত্রে স্পর্শকোণ সূক্ষ্ম। কিন্তু পারদ অণুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বলের তুলনায় পারদ অণুসমূহের সাথে কাচের অণুসমূহের আসঞ্জন বল ক্ষুদ্রতর মানের। এ কারণে কৈশিক কাচনলে পারদ নিচে নামে। এক্ষেত্রে স্পর্শকোণ স্থূল।

**গ** দেওয়া আছে, তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L = 2 \text{ m}$

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

$$\text{পয়সনের অনুপাত, } \sigma = 0.25$$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } l = 0.05 \text{ cm} = 0.05 \times 10^{-2} \text{ m}$$

বের করতে হবে, ব্যাসের হ্রাস,  $d = ?$

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

$$\therefore d = -\frac{\sigma D l}{L}$$

$$= -\frac{0.25 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0.05 \times 10^{-2} \text{ m}}{2 \text{ m}} = -6.25 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$\therefore$  ব্যাস হ্রাস পাবে  $6.25 \times 10^{-8} \text{ m}$  পরিমাণ।

**ঘ** এখানে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে কৃত কাজ,  $W = 2.45 \times 10^{-3} \text{ J}$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } l = 0.05 \times 10^{-2} \text{ m}$$

বের করতে হবে, প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

$$\therefore F \times \frac{2W}{l} = \frac{2 \times 2.45 \times 10^{-3} \text{ J}}{0.05 \times 10^{-2} \text{ m}} = 9.8 \text{ N} = 1 \text{ kg-wt}$$

সুতরাং উদ্দীপকের তথ্যগুলো হতে তারের ওপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করা যাবে।

**প্রশ্ন ৬**  $10^{-6} \text{ m}$  ব্যাস বিশিষ্ট 4500টি পারদের ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বড় ফোঁটা তৈরি হলো। বড় ফোঁটাটি একটি বড় চোঙাকৃতি পাত্রে রাখা পানির ভিতর ছেড়ে দিয়ে বোঝা গেল গোলকটি প্রথমে ত্বরণে চললো ও পরে সমবেগে চলতে পারে। এখানে পারদের পৃষ্ঠটান  $4.7 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1}$ , ঘনত্ব  $13.6 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$  এবং পানির ঘনত্ব  $4 \text{ kgm}^{-3}$ , সান্দ্রতাংক  $10^{-3} \text{ Nms}^{-2}$  [ন্যাশনাল আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে?

১

খ. গাছে পানি পরিবহনের ক্ষেত্রে, পৃষ্ঠটান কৈশিকতা আসঞ্জন বল ও সংশক্তি বলের ভূমিকা আলোচনা কর।

২

গ. উদ্দীপকের বর্ণনায় ক্ষুদ্রফোঁটা মিলে বড় ফোঁটায় পরিণত হতে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. বড় গোলকটি পানিতে ছেড়ে দেওয়ার পরবর্তী ঘটনার কারণ উল্লেখসহ সমবেগের মান বের কর।

৪

#### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** 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।

**খ** গাছে জাইলেম টিস্যুর মাধ্যমে পানি পরিবহন ঘটে থাকে। পানি অণুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বল অপেক্ষা জাইলেম টিস্যুর অণু ও পানির অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল বৃহত্তর মানের। তাই জাইলেম টিস্যু নলাকার কোষগুলোর মধ্যদিয়ে পৃষ্ঠটান জনিত কারণে পানির উত্থান ঘটে এবং ক্রমাগত শোষিত হয়।  $T = \frac{hrpg}{2}$

সূত্রানুসারে  $T, \rho, g$  ধ্রুব থাকায়  $h \propto \frac{1}{r}$  অর্থাৎ জাইলেম টিস্যুর নলাকার কোষগুলোর ব্যাসার্ধ অনেক কম হওয়ায় তাতে পানির উত্থান ঘটে বেশি।

**গ** দেওয়া আছে, ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{10^{-6} \text{ m}}{2} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$

ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 2500$

$$\text{পারদের পৃষ্ঠটান, } T = 4.7 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1}$$

বের করতে হবে, নির্গত শক্তির পরিমাণ,  $\Delta E = ?$

$$\text{বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ } R \text{ হলে, } \frac{4}{3} \pi R^3 = N \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$= 4 \times 3.1416 \times [2500 \times (5 \times 10^{-7} \text{ m})^2 - (6.786 \times 10^{-6} \text{ m})^2]$$

$$= 7.2753 \times 10^{-9} \text{ J (Ans.)}$$

**ঘ** পারদের বড় ফোঁটাটি যখন পানির মধ্যদিয়ে পতিত হতে থাকে তখন এর ওপর তিনটি বল ক্রিয়াশীল প-বতা বল (ধ্রুবমানের) অভিকর্ষজ বল বা ওজন (ধ্রুবমানের) সান্দ্র বল (পরিবর্তনশীল)।

$F = 6\pi\eta rv$  সূত্রানুসারে  $\eta$ ,  $r$  ধ্রুবমানের হওয়ায়  $F \propto v$  অর্থাৎ পারদ ফোঁটার বেগ বৃদ্ধির সাথে সাথে সান্দ্র বল বৃদ্ধি পায়। প্রথম দিকে ফোঁটার বেগ কম থাকায় সান্দ্র বল কম হয়, তখন ফোঁটার ওপর লব্ধিবল বৃহৎমানের হয় এবং উল-ম্ব নিচের দিকে ক্রিয়া করে, তাই ঐ দিক বরাবর ত্বরণ ঘটে। কিন্তু ফোঁটার বেগ বৃদ্ধির সাথে সাথে সান্দ্র বল বৃদ্ধি পায়। (যা উল-ম্ব উপরের দিকে ক্রিয়া করে) ফলে লব্ধি বলের মান হ্রাস পেতে থাকে। এক সময় ফোঁটাটি এমন এক বেগে উপনীত হয় যে, সান্দ্রবলের মান যথেষ্ট উচ্চ হওয়ায় সান্দ্র এবং প-বতা বলের যোগফল অভিকর্ষের সমান হয়। তখন লব্ধি বল শূন্য হওয়ায় ফোঁটাটি ধ্রুববেগে নিচে পতিত হতে থাকে। একে প্রান্তভ্রবণ বলে।

এখানে, পতনশীল ফোঁটার (পারদ) ঘনত্ব,  $\rho = 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

প্রাবাহীর (পানির) ঘনত্ব,  $\sigma = 1000 \text{ kg/m}^3$

পানির সান্দ্রতাংক,  $\eta = 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$

বড় পারদ ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $R = 6.786 \times 10^{-6} \text{ m}$

$$\therefore \text{সমবেগ বা প্রান্তভ্রবণ, } v_t = \frac{2}{9} \times \frac{R^2(\rho - \sigma)g}{\eta}$$

$$= 1.264 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$$

**প্রশ্ন ৭** রমীজ পরীক্ষাগারে একটি বীকার নিয়ে তাতে একটি ড্রপারের সাহায্যে এক এক ফোঁটা করে মোট ৪০ ফোঁটা পানি নিল। তাতে লক্ষ করে দেখল যে প্রতিটি ফোঁটা মিলিত হয়ে বিকারে একটি বড় ফোঁটা তৈরি হল। ড্রপারের সাহায্যে রমীজ যে ফোঁটাগুলো নিয়েছিল তার গড় ব্যাস  $10^{-3} \text{ m}$ । পানির পৃষ্ঠটান  $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$

[মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. অনুভূমিক পাল-া কাকে বলে?

খ. একটি দোলক ঘড়ি গ্রীষ্মকালে ধীরে এবং শীতকাল দ্রুত চলে কেন?

গ. উদ্ভীপকের হতে পানি হতে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্ভীপকের বড় ফোঁটাটি ভেঙ্গে যদি রমীজ সমআয়তনের ১০০ টি ফোঁটায় পরিণত করতে চায় তবে সম্পাদিত কাজের গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

#### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে  $90^\circ$  ভিন্ন অপর কোনো কোনো নিক্ষেপ করলে একে প্রাস বলে এবং অনুভূমিক দিকে একটি প্রাস সর্বাধিক যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে এর অনুভূমিক পাল-া বলে।

**খ** মনে করি, একটি দোলক ঘড়ি এমনভাবে ডিজাইন করা যেন তা বছরের নাতিশীতোষ্ণ সময়কালের সঠিক সময় দেয়, অর্থাৎ দোলনকাল পুরোপুরি ২ sec। দোলক ঘড়ি ধাতব উপাদানে তৈরি হওয়ায় গ্রীষ্মকালে এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায়  $T \propto \sqrt{L}$  সূত্রানুসারে এর দোলনকাল বৃদ্ধি পেয়ে ২sec অপেক্ষা বেশি হবে, এতে দিনে সর্বমোট যে কয়টি অর্ধদোলন (বা সেকেন্ড গণনা) দেওয়ার কথা, তার চেয়ে কম সংখ্যক অর্ধদোলন দিবে ফলে সময় হারাবে না ধীরে চলবে। অপর দিকে, শীতকালে, তাপমাত্রা হ্রাস পাওয়ায় এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য হ্রাস পায় এবং  $T \propto \sqrt{L}$  সূত্রানুসারে এর দোলনকাল হ্রাস পেয়ে ২sec অপেক্ষা কম হয়, এতে দিনে সর্ব মোট যে কয়টি অর্ধদোলন দেওয়ার কথা, তার চেয়ে বেশি সংখ্যক

অর্ধদোলন দিবে ফলে সময় লাভ করবে বা দ্রুত চলবে। এ সকল কারণেই একটি দোলক ঘড়ি গ্রীষ্মকালে ধীরে এবং শীতকালে দ্রুত চলে।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{প্রতিটি ক্ষুদ্র ফোঁটা গড় ব্যাসার্ধ, } r = \frac{10^{-3} \text{ m}}{2} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

$$\text{ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা, } N = 80$$

$$\text{বের করতে হবে, নির্গত শক্তির পরিমাণ, } \Delta E = ?$$

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

$$\text{পানির পৃষ্ঠ শক্তি} = \text{পৃষ্ঠটান, } T = 72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} = 72 \times 10^{-3} \text{ Jm}^{-2}$$

$$\therefore \text{নির্গত শক্তির পরিমাণ, } \Delta E = T \Delta A$$

$$= 72 \times 10^{-3} \text{ Jm}^{-2} \times 1.93 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$= 1.39 \times 10^{-5} \text{ J (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্ভীপকের বড় ফোঁটাটির ব্যাসার্ধ,  $R = 2.154 \times 10^{-3} \text{ m}$

ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 100$

প্রতিটি ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ  $r$  হলে,

$$= 4 \times 3.1416 [100 \times (4.64 \times 10^{-4} \text{ m})^2 - (2.154 \times 10^{-3} \text{ m})^2]$$

$$= 2.122 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\therefore \text{সম্পাদিত কাজের পরিমাণ, } W = \Delta E = T \Delta A$$

$$= 72 \times 10^{-3} \text{ Jm}^{-2} \times 2.122 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$= 1.528 \times 10^{-5} \text{ J}$$

**প্রশ্ন ৮** পানি ব্যবহার করার পর কল বন্ধ করা হল। তারপর ও ফোঁটা ফোঁটা পানি পড়ছিল। পরিমাপ করে দেখা গেল, প্রতিটি ফোঁটার ব্যাস  $4 \times 10^{-7} \text{ m}$ । এরকম ৪টি পানির ফোঁটা একত্রিত করে একটি বড় পানির ফোঁটা তৈরি করা হল। পানির পৃষ্ঠটান  $72 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-2}$ । পানির আপেক্ষিক তাপ  $4200 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ।

[সেন্ট জোসেফ সেকেন্ডারী স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. অসহ পীড়ন কী?

খ. ছাতার কাপড়ে ছোট ছোট ছিদ্র দিয়ে পানি ভিতরে প্রবেশ করতে পারে না কেন?

গ. বড় পানি ফোঁটার ব্যাস কত হবে নির্ণয় কর।

ঘ. উপরোক্ত ঘটনায় পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে কিনা- বিশ্লেষণ কর।

#### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুর ওপর ন্যূনতম যে মানের পীড়নের জন্য এটি ভেঙ্গে বা ছিঁড়ে যাওয়ার উপক্রম হয় তাকে অসহ পীড়ন বলে।

**খ** ছাতার কাপড়ের ভৌত ধর্ম এমন যেন, ছাতার কাপড়ের অণু ও পানির অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল পানির অণুগুলোর মধ্যকার সংশক্তি বল অপেক্ষা অনেক ক্ষুদ্র। তাই ছাতার ওপর পানি পড়া মাত্রই পানির ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ফোঁটাগুলো একত্রিত হয়ে বেশ কিছু বড় ফোঁটা গঠন করে। এ বড় ফোঁটাগুলো ছাতার কাপড়ের ছিদ্রের মধ্য দিয়ে প্রবেশ করতে পারে না। এবং গড়িয়ে পড়ে যায়।

**গ** দেওয়া আছে, ক্ষুদ্র প্রতিটি ফোঁটার ব্যাস,  $d = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$  ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 4$

বের করতে হবে, বড় পানি ফোঁটার ব্যাস,  $D = ?$

এক্ষেত্রে, বড় ফোঁটার আয়তন = ক্ষুদ্র ফোঁটাগুলোর আয়তনের সমষ্টি

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

$$\therefore D = d \times \sqrt[3]{N} = 4 \times 10^{-7} \text{ m} \times \sqrt[3]{4} = 6.35 \times 10^{-7} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ.  $\Delta A =$  বড় ফোটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল – ক্ষুদ্র ফোটাগুলোর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের সমষ্টি  $= 4\pi R^2 - N \times 4\pi r^2 = 4\pi \left[ \left(\frac{D}{2}\right)^2 - N \left(\frac{d}{2}\right)^2 \right] = \pi (D^2 - N d^2) = 3.1416 \times \{(6.35 \times 10^{-7} \text{m})^2 - 4(4 \times 10^{-7} \text{m})^2\}$

$= -7.44 \times 10^{-13} \text{m}^2$   
(-) চিহ্ন দ্বারা বুঝায় সামগ্রিকভাবে পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল হ্রাস পাবে। এতে পৃষ্ঠতান জনিত বেশ কিছু শক্তি তাপরূপে মুক্তি পাবে। ফলে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। এই তাপের পরিমাণ,  $Q = T \Delta A = 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1} \times 7.44 \times 10^{-13} \text{m}^2$  [(-) চিহ্ন পরিহার করে]  
 $= 5.357 \times 10^{-14} \text{J}$

বড় ফোটার আয়তন,  $v = \frac{1}{6} \pi D^3$   
 $= 0.1667 \times 3.1416 \times (6.35 \times 10^{-7} \text{m})^3$   
 $= 1.341 \times 10^{-19} \text{m}^3$   
এবং ভর,  $m = \rho v = 1.341 \times 10^{-19} \text{m}^3 \times 1000 \text{kgm}^{-3}$   
 $= 1.341 \times 10^{-16} \text{kg}$   
 $\therefore$  বড় ফোটার তাপমাত্রা বৃদ্ধি,  $\Delta \theta = \frac{Q}{ms}$   
 $= \frac{5.357 \times 10^{-14} \text{J}}{1.341 \times 10^{-16} \text{kg} \times 4200 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}}$   
 $= 0.095^\circ \text{C}$

**প্রশ্ন ▶ ৯** প্রবাহী পদার্থের মধ্য দিয়ে  $0.01 \pm 0.001 \text{mm}$  ব্যাসার্ধের একটি বায়ু বুদবুদ উপরের দিকে উঠছে। প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাক্ষ  $0.001 \pm 0.0001 \text{PaS}$ । ঘনত্ব  $(1 \pm 0.001) \frac{\text{gm}}{\text{cm}^3}$ , [এখানে প্রবাহীর ঘনত্বের তুলনায় বাতাসের ঘনত্বকে অগ্রাহ্য করা হয়]

[হলিফ্রস কলেজ, ঢাকা]

- ক. শান্দ্রের প্রবাহ কাকে বলে? ১
- খ. প্রবাহীর সান্দ্রতা পরিবর্তনশীল না কি ধ্রুবক ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বায়ু বুদবুদের প্রাস্ত্রীয় বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের থেকে প্রাস্ত্রীয় বেগের সর্বাধিক এবং সর্বনিম্ন মান নির্ণয় সম্ভব কি? যথাযথভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে প্রবাহীর বিভিন্ন বিন্দুতে প্রবাহীর কণিকাগুলো গতিবেগ সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাকে শান্দ্রের প্রবাহ বলে।

**খ** স্টোকসের সূত্রানুসারে,  $F = 6\pi\eta r v$  নির্দিষ্ট কোনো প্রবাহীর জন্য  $\eta$  ধ্রুবক হওয়ায়  $F \propto r v$   
সুতরাং প্রবাহীর সান্দ্রতা বা সান্দ্রবল ধ্রুবমানের নয়, বরং পরিবর্তনশীল। এটি নির্ভর করে বস্তুর আকার এবং আপেক্ষিক গতিবেগের ওপর।

**গ** দেওয়া আছে, বুদবুদের গড় ব্যাসার্ধ,  $r = 0.01 \text{mm} = 10^{-5} \text{m}$   
প্রবাহীর গড় ঘনত্ব,  $\sigma = 1 \text{gm.cm}^{-3} = 1000 \text{kgm}^{-3}$   
বায়ুর গড় ঘনত্ব,  $\rho \approx 0$  [উপেক্ষনীয়]  
প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাক্ষ,  $\eta = 0.01 \text{PaS}$  জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ms}^{-2}$   
বের করতে হবে, প্রাস্ত্রীয় বেগ,  $v_t = ?$

আমরা জানি,  $\eta = \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9v_t}$   
 $\therefore v_t = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho - \sigma)g}{\eta} = \frac{2}{9} \times \frac{(10^{-5})^2(0 - 1000) \times 9.8}{0.001}$   
 $= -2.18 \times 10^{-4} \text{ms}^{-1}$  (Ans.)  
(-) চিহ্ন দ্বারা উদ্ভূতমুখী প্রাস্ত্রীয় বেগ বুঝায়।

**ঘ** প্রাস্ত্রীয় বেগ,  $v_t$  সর্বোচ্চ হবে যদি  $r$  সর্বোচ্চ ( $r_{\text{max}}$ )  $\sigma$  সর্বোচ্চ ( $\sigma_{\text{max}}$ ) এবং  $\eta$  সর্বনিম্ন ( $\eta_{\text{min}}$ ) হয়।  
 $r_{\text{max}} = (0.01 + 0.001) \text{mm} = 0.011 \text{mm} = 1.1 \times 10^{-5} \text{m}$

$$= \frac{2}{9} \times \frac{(1.1 \times 10^{-5})^2(0 - 1.001) \times 9.8}{0.0009}$$

$$= 293.083 \times 10^{-9} \text{ms}^{-1}$$

$$\text{অনুরূপে, } v_{\text{min}} = \frac{2}{9} \frac{(r_{\text{min}})^2(\rho - \sigma_{\text{min}})g}{\eta_{\text{max}}}$$

$$= \frac{2}{9} \times \frac{(9 \times 10^{-6})^2(0 - 0.999) \times 9.8}{0.011}$$

$$= 160.2 \times 10^{-10} \text{ms}^{-1}$$

সুতরাং উদ্দীপক থেকে প্রাস্ত্রীয় বেগের সর্বাধিক এবং সর্বনিম্ন মান নির্ণয় করা সম্ভব।

**প্রশ্ন ▶ ১০** রায়হান একটি গাছের গুড়িকে 5m দৈর্ঘ্য ও 0.025m ব্যাস বিশিষ্ট রশির সাহায্যে বেঁধে টানছে। এতে রশির দৈর্ঘ্য 0.05% বৃদ্ধি পেল এবং ব্যাস 0.005% হ্রাস পেল। উল্ল-খ্য ব্যাস 1% হ্রাস পেলে রশিটি ছিঁড়ে যাবে। [খুলনা পাবলিক কলেজ, খুলনা]

- ক. সান্দ্রতা কাকে বলে? ১
- খ. অশান্দ্র সমুদ্রকে শান্দ্র করার জন্য সমুদ্রের পানিতে তেল ছড়িয়ে দেওয়া হয় কেন? ২
- গ. উদ্দীপকের রশির পয়সনের অনুপাত কত? ৩
- ঘ. রায়হান যদি টান দ্বিগুণ করে দৈর্ঘ্য 11% বাড়াতে চায় তবে রশিটি অক্ষত থাকবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো প্রবাহীর মধ্য দিয়ে অতিক্রমকালে একটি বস্তুর গতি প্রবাহীর যে ধর্মের জন্য বাধাগ্রস্ত হয় তাকে সান্দ্রতা বলে।

**খ** তেলের পৃষ্ঠতান পানির চেয়ে বেশি। তাই অশান্দ্র সমুদ্রে তেল ছড়িয়ে দেয়া হলে তেলের পৃষ্ঠতল সর্বদাই সংকুচিত হতে চায়। সংকোচনের এর প্রবণতা পানির তুলনায় অনেক বেশি বলে সমুদ্রপৃষ্ঠ পূর্বের তুলনায় বেশ খানিকটা শান্দ্র হতে বাধ্য হয় এবং তেলের সর বা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ন্যূনতম মানে উপনীত হয়।

**গ** দেওয়া আছে, দৈর্ঘ্য বিকৃতি,  $\frac{\ell}{L} = 0.05\% = 0.05 \times 10^{-2}$   
পার্শ্ববিকৃতি,  $\frac{d}{D} = -0.005\% = -0.005 \times 10^{-2}$  বের করতে হবে, পয়সনের অনুপাত,  $\sigma = ?$

আমরা জানি,  $\sigma = -\frac{d/D}{\ell/L} = -\frac{-0.005 \times 10^{-2}}{0.05 \times 10^{-2}} = 0.1$  (Ans.)

**ঘ** দৈর্ঘ্য, 11% বাড়লে, দৈর্ঘ্য বিকৃতি,  $\frac{\ell}{L} = 11\% = 0.11$   
সংশ্লিষ্ট পার্শ্ব বিকৃতি  $\frac{d}{D}$  হলে,

$\sigma = -\frac{d/D}{\ell/L}$   
সুতরাং দৈর্ঘ্য 11% বৃদ্ধি পেতে হলে ব্যাস 1.1% হ্রাস পেতে হবে, যা 1% এর চেয়ে বেশি।  
সুতরাং রায়হান যদি টান দ্বিগুণ করে দৈর্ঘ্য 11% বাড়াতে চায় তবে রশিটি অক্ষত থাকবে না।

**প্রশ্ন ▶ ১১** ছানাউল রাস্ত্র দিয়ে হাটছিল। হঠাৎ দু-এক ফোটা বৃষ্টি পড়া শুরু হলো সাথে সাথে কিছু শিলাও পড়ছে। সে লক্ষ্য করল বৃষ্টির ফোটা ও শিলা খন্ডের বেগ ভিন্ন। (পানির ফোটার ব্যাসার্ধ  $10^{-5} \text{m}$  সাধারণ তাপমাত্রায় বায়ুর সান্দ্রতাংক  $1.8 \times 10^{-3} \text{PaS}$  এবং পানির  $10^{-3} \text{PaS}$  এবং শিলার ঘনত্ব  $916.8 \text{kg.m}^{-3}$ ) [অধ্যাপক আব্দুল মজিদ কলেজ, মুরাদনগর, কুমিল-৯]

- ক. আসঞ্জন বল কি? ১
- খ. আপেক্ষিক আর্দ্রতা 40% বলতে কি বুঝ? ২
- গ. বায়ুর সান্দ্র বল কত? ৩
- ঘ. বৃষ্টির ফোটার সমান আয়তনের শিলা খন্ডের প্রাস্ত্রীয় বেগ বৃষ্টির ফোটার প্রাস্ত্রীয় বেগের চাইতে কম হবে— বিশ্লেষণ পূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

#### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দুটি ভিন্ন পদার্থের অনুসমূহে পরস্পরকে যে বলে আকর্ষণ করে তাকে আসঞ্জন বল বলে।

**খ** আপেক্ষিক আর্দ্রতা 40% বলতে বুঝায়, সংশ্লিষ্ট স্থানের বায়ুতে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সর্বোচ্চ যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকা সম্ভব তার শতকরা 40 ভাগ জলীয় বাষ্প ঐ মুহূর্তে ঐ স্থানের বায়ুতে বিদ্যমান।

**গ** প্রান্সডু বেগের ক্ষেত্রে বায়ু সান্দ্র বল + পানি ফোটার প-বতা = পানি ফোটার ওজন পানির তুলনায় বাতাসের ঘনত্ব অত্যন্ত কম হওয়ায় পানির ফোটার প-বতা অতি নগন্য মানের এবং তা হিসাবের বাইরে ধরি। তাহলে পানির ফোটার ওপর বায়ুর সর্বোচ্চ সান্দ্রতা বল = পানি ফোটার ওজন = পানি ফোটার আয়তন × পানির ঘনত্ব ×  $g = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_w g = 1.333 \times 3.14.1416 \times (10^{-5} \text{m})^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2} = 4.104 \times 10^{-11} \text{N}$  (Ans.)

**ঘ** বৃষ্টির ফোটার প্রান্সডু বেগ,  $v_t = \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho - \sigma) g}{\eta}$

$$= \frac{(10^{-5} \text{m})^2 (1000 - 0) \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}{1.8 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}}$$

$$= 0.0121 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 0.0111 \text{ ms}^{-1} < 0.0121 \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, বৃষ্টির ফোটার সমান আয়তনের শিলা খন্ডের প্রান্সডু বেগ বৃষ্টির ফোটার প্রান্সডু বেগের চাইতে কম হবে।

**প্রশ্ন ১২** তেলের একটি ফোঁটা বায়ুর মধ্য দিয়ে পতিত হচ্ছে। ফোঁটাটির অস্ফুবেগ  $5 \times 10^4 \text{ms}^{-1}$ । বায়ুর সান্দ্রতা সহগ  $1.8 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2}$ । তেলের ঘনত্ব  $900 \text{kgm}^{-3}$  তেলের ঘনত্বের তুলনায় বায়ুর ঘনত্ব অগ্রাহ্য কর।

[শহীদ বীর উত্তম লেঃ আনোয়ার গার্লস কলেজ, ঢাকা]

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
- খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায় কিন্তু গ্যাসের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায় কেন? ২
- গ. তরল ফোঁটাটির ব্যাস নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. ফোঁটাটির ব্যাসার্ধ অর্ধেক করলে ফোঁটাটির অস্ফুবেগ কত হবে নির্ণয় কর। এর ফোঁটাটির দ্রুত না আসে পড়বে – গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে বক্র তরল তলে অংকিত স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের ভিতরে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে উক্ত কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

**খ** তরলের ক্ষেত্রে অণুগুলোর আন্তঃআণবিক বলই সান্দ্রতার জন্য দায়ী। অর্থাৎ তরলের পাশাপাশি দুটি স্তর যখন আপেক্ষিক গতিতে থাকে তরল স্তরদ্বয়ের অণুগুলোর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল এ আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে অণুগুলোর কম্পন বৃদ্ধি পায় ফলে আন্তঃআণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায় এবং আন্তঃআণবিক বল হ্রাস পায়। এ কারণে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়। কিন্তু গ্যাসের ক্ষেত্রে আন্তঃআণবিক বল এতই দুর্বল যে নেই বললেই চলে, তাই গ্যাসের সান্দ্রতার জন্য আন্তঃআণবিক বল দায়ী নয়। গ্যাসের অণুগুলোর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল দুর্বল বলে এর অণুগুলো ইতঃসত্ত্বিত বিক্ষিপ্তভাবে ছোটাছুটি করে এবং পরস্পরের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এ সংঘর্ষ থেকেই সান্দ্রতা বলের উৎপত্তি। গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুগুলোর ইন্ড্রস্ট্রু ত গতি বৃদ্ধি পায়। ফলে সংঘর্ষের সংখ্যাও বেড়ে যায়। এ কারণে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে গ্যাসের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়।

**গ** দেওয়া আছে, অস্ফুবেগ,  $v_t = 5 \times 10^{-4} \text{ms}^{-1}$   
বায়ুর সান্দ্রতা সহগ,  $\eta = 1.8 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2}$

তেলের ঘনত্ব,  $\rho = 900 \text{ kgm}^{-3}$

বায়ুর ঘনত্ব,  $\sigma \approx 0 \text{ kgm}^{-3}$

বের করতে হবে, তরল ফোঁটার ব্যাস,  $2r = ?$

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

$$\therefore r^2 = \eta v_t \times \frac{9}{2} \times \frac{1}{(\rho - \sigma) g}$$

$$\therefore r = 0.0213 \text{ m}$$

$$\therefore \text{ব্যাস} = 2r = 2 \times 0.02143 = 0.043 \text{m (Ans.)}$$

**ঘ**  $v_t = \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho - \sigma) g}{\eta}$  সূত্রানুসারে,  $\rho, \sigma, \eta, g$  ধ্রুবমানের হলে,  $v_t \propto r^2$

$$v_{t2} = v_{t1} \times \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 = v_{t1} \times \left( \frac{r_1/2}{r_1} \right)^2 = \frac{v_{t1}}{4}$$

সুতরাং ফোঁটাটির ব্যাসার্ধ অর্ধেক করলে ফোঁটাটির অস্ফুবেগ হবে,  
 $v_{t2} = \frac{5 \times 10^4 \text{ms}^{-1}}{4} = 1.25 \times 10^4 \text{ms}^{-1}$  যা পূর্বের তুলনায় এক-চতুর্থাংশ। অর্থাৎ ফোঁটাটি পূর্বের তুলনায় আসে পড়বে।

**প্রশ্ন ১৩** দুটি লোহার নিরেট গোলকের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 2mm এবং 3mm গোলকদ্বয় একই সাথে গি-সারিন ভর্তি একটি লম্বা চোঙে ছেড়ে দেয়া হলো ছোট গোলাকাটি অস্ফুবেগ প্রাপ্ত হওয়ার পর 20cm অতিক্রম করতে সময় লাগল 2.9s গি-সারিনের ঘনত্ব  $1260 \text{ kgm}^{-3}$  লোহার ঘনত্ব  $7850 \text{kgm}^{-3}$  এবং গি-সারিনের সান্দ্রতা সহগ  $0.83 \text{Nsm}^{-2}$

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ যশোর]

- ক. পৃষ্ঠটান কাকে বলে? ১
- খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পৃষ্ঠটান হ্রাস পায় কেন? ২
- গ. অস্ফুবেগ প্রাপ্ত হওয়ার পর ছোট গোলকটির উপর সান্দ্রতা জনিত বল নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গি-সারিনের পরিবর্তে  $1.8 \times 10^{-5} \text{Nm}^{-2}$  সান্দ্রতাংকের বায়ুর ভেতর দিয়ে পড়লে কোন গোলকটি আগে পড়বে? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

### ১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

**খ** তরলে পৃষ্ঠটান তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল তাপমাত্রা পরিবর্তনের পাল-এ কম হলে পৃষ্ঠটান এবং তাপমাত্রা মধ্যকার সম্পর্ক নিম্নলিখিত সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$T_s = T_0 (1 - \alpha t)$$

এখানে,

$$T_t = t^\circ \text{C তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠটান}$$

$$T_0 = 0^\circ \text{C তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠটান}$$

$$\alpha = \text{তরলের পৃষ্ঠটান তাপমাত্রা গুণাঙ্ক।}$$

উপরোক্ত সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের পৃষ্ঠটান হ্রাস পায়।

**গ** এখানে,

ছোট গোলকটি অস্ফুবেগ প্রাপ্ত হওয়ার পর অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $S = 20 \text{ cm}$

$$= 0.2 \text{ m সময়, } t =$$

$$2.9 \text{ s}$$

$$\text{গি-সারিনের সান্দ্রতাংক, } \eta = 0.83 \text{ Nsm}^{-2}$$

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

$$\text{ছোট গোলকটি অস্ফুবেগ, } V \text{ হলে, } S = vt$$

$$\text{বা, } v = \frac{s}{t} = \frac{0.2\text{m}}{2.9\text{s}} = 0.0689 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{ছোট গোলকের উপর সান্দ্রতা জনিত বল, } F = 6\pi\eta r v \\ = 6 \times 3.1416 \times (2 \times 10^{-3}\text{m}) \times 0.83 \text{ Nsm}^{-2} \times 0.0689 \text{ ms}^{-1} \\ = 2.15 \times 10^{-3}\text{N. (Ans.)}$$

ঘ. এখানে, প্রথম গোলকের ব্যাসার্ধ  $r_1 = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3}\text{m}$   
 দ্বিতীয় গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = 3\text{mm} = 3 \times 10^{-3}\text{m}$   
 সান্দ্রতাংক,  $\eta = 1.8 \times 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$   
 লোহার ঘনত্ব,  $\rho_s = 7850 \text{ kg m}^{-3}$   
 বায়ুর ঘনত্ব,  $\rho_f = 1.21 \text{ kgm}^{-3}$

$$= \frac{2 \times (3 \times 10^{-3}\text{m})^2 (7850 \text{ kgm}^{-3} - 1.21 \text{ kgm}^{-3}) \times 9.8\text{ms}^{-2}}{9 \times 1.8 \times 10^{-5} \text{ Ns m}^{-2}}$$

$$= 8.54 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ গাণিতিক বিশ্লেষণ দেখা যায় যে,  
 দ্বিতীয় গোলকটি আগে পড়বে। (Ans.)

**প্রশ্ন ▶ ১৪** 0.04m ব্যাসার্ধের একটি সীসার গোলক গি-সারিনের ভিতর দিয়ে  $0.065\text{ms}^{-1}$  অস্ফুর্বেগে নিচে পড়ছে। সীসা ও গি-সারিনের ঘনত্ব যথাক্রমে  $11370 \text{ kgm}^{-3}$  এবং  $7200\text{kgm}^{-3}$ ।

[যশোর শিক্ষাবোর্ড মডেল স্কুল এন্ড কলেজ]

- ক. স্টোকসের সূত্রটি লিখ। ১
- খ. তরলের পৃষ্ঠটান হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. গি-সারিনের সান্দ্রতাক্ষ কত? ৩
- ঘ. যদি সীসার গোলকটিকে  $1.55\text{Nsm}^{-2}$  সান্দ্রতাক্ষের তরলের মধ্য দিয়ে পড়তে দেওয়া হয় তবে অস্ফুর্বেগের মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. স্টোকসের সূত্রটি হল, সান্দ্র বল,  $F = 6\pi\eta r v$ ।

খ. তরলের উপরিতলের অণুগুলোর প্রভাব গোলকের কিছুটা অংশ তরলের বাইরে অবস্থিত হওয়ায় এসব অণু নিচের দিকে লব্ধি বল বা টান অনুভব করে। ফলে তরলের উপরিপৃষ্ঠ সঙ্কুচিত হয়ে ক্ষেত্রফল হ্রাস করতে চায় কারণ এর ফলে স্থিতিশীল কমে এবং অণুগুলো অধিক সুস্থিত হয়। এই সঙ্কোচনের প্রবণতা থেকেই তরলের পৃষ্ঠটানের উদ্ভব হয়।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{সীসার গোলকের ব্যাসার্ধ } r = 0.04 \text{ m} \\ \text{সীসার গোলকের অস্ফুর্বেগ } v = 0.065 \text{ ms}^{-1} \\ \text{গি-সারিনের ঘনত্ব } \rho_f = 7200 \text{ kgm}^{-3} \\ \text{গি-সারিনের সান্দ্রতাক্ষ } \eta = ?$$

আমরা জানি,

$$v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta} \\ \text{বা, } \eta = \frac{2 \times (0.04)^2 \times (11370 - 7200) \times 9.8}{9 \times 0.065} \\ \text{বা, } \eta = 223.54 \text{ Nsm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. এখানে, পর্যাপ্ত তথ্য নেই।

তরলের ঘনত্ব প্রয়োজন।

**প্রশ্ন ▶ ১৫** রাহাত 10 cm ব্যাসার্ধের একটি সীসার গোলকের উপর 50 বায়ুমন্ডলীয় চাপ প্রয়োগ করে তার আয়তন 0.1cc করলো। স্বাভাবিক চাপে সীসার ঘনত্ব  $11.4 \text{ gmcm}^{-3}$  কিন্তু আয়তন কমাতে ঘনত্বের পরিবর্তন হল।

[খুলনা কলেজিয়েট গার্লস স্কুল এন্ড কেসিসি উইমেন্স কলেজ খুলনা]

- ক. ধাতব পদার্থের জন্য পয়সনের অনুপাতের সীমা কত? ১
- খ. পারদের ছোট ফোঁটাগুলো গোলাকার কিন্তু বড় ফোঁটাগুলোর ডিম্বাকার হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. সীসার আয়তন গুণাংক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. পরিবর্তিত চাপে সীসার ঘনত্ব জানা যাবে কিনা তার গাণিতিক যাচাই কর। ৪

#### ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ধাতব পদার্থের জন্য পয়সনের অনুপাতের সীমা হল - 1 থেকে  $\frac{1}{2}$  এর মধ্যে।

খ. পারদের ছোট ফোঁটাগুলো পৃষ্ঠটানের প্রভাবে উপরিতলের ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন রাখার চেষ্টা করে বলে ছোট পারদের ফোঁটার আকার গোলাকার হয়। অন্যদিকে বড় আকারের ফোঁটাগুলো অভিকর্ষ বলের প্রভাবে। গোলাকার আকৃতি ধরে রাখতে পারে না। ফলে বড় ফোঁটাগুলো গোলাকার আকৃতি হতে কিছুটা বিকৃতি হয়ে ডিম্বাকার আকৃতি লাভ করে।

গ. এখানে, ব্যাসার্ধ,  $r = 0.1 \text{ m}$

$$\text{চাপ, } P = 50 \times 1.01 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{আয়তন-হ্রাস, } v = 0.1\text{cc}$$

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

$$= 0.1 \times 10^{-6}\text{m}^3$$

$$\text{আদি আয়তন, } v = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$= \frac{4}{3} \pi \times (0.1)^3\text{m}^3$$

$$\text{আয়তন গুণাঙ্ক } B = ?$$

আমরা জানি,

$$\text{আয়তন গুণাংক, } B = \frac{PV}{v}$$

$$= \frac{50 \times 1.01 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times \frac{4}{3} \pi \times (0.1)^3\text{m}^3}{0.1 \times 10^{-6}\text{m}^3}$$

$$= 2.11 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

$$\therefore \text{সীসার আয়তন গুণাঙ্ক} = 2.11 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. এখানে, স্বাভাবিক চাপে সীসার ঘনত্ব,  $\rho = 11.4 \text{ gm cm}^{-3}$   
 $= 11.4 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{আয়তন, } V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$= \frac{4}{3} \pi \times (0.10)^3\text{m}^3$$

$$\text{পরিবর্তিত চাপে সীসার ঘনত্ব } \rho' = ?$$

$$\text{পরিবর্তিত আয়তন, } V' = V - v$$

$$\therefore \text{আয়তন-হ্রাস } v = 0.1\text{cc} = 0.1\text{cm}^3 = 0.1 \times 10^{-6}\text{m}^3$$

$$\text{ধরি, চাপ প্রদানের পূর্বে ভর} = m$$

$$\text{চাপ প্রদানের পর ভর} = m'$$

$$= 11400.3\text{kgm}^{-3} \text{ (Ans.)}$$

**প্রশ্ন ▶ ১৬** 2 cm ব্যাসার্ধের একটি সরু লোহার রিং সাবান ফেনার মধ্যে ডুবিয়ে উঠানো হল, এতে রিং এর উপর সাবান ফেনার একটি স্ফুর্ তৈরি হলো। এবার 2cm দৈর্ঘ্যের একটি সরু সুতা সাবান পানিতে ভিজিয়ে মোটামুটি বৃত্তাকার ফাঁস তৈরি করে ফেনার ভিতরে ছিদ্র করা যায়, তবে স্ফুর্ তিরোহিত হয় এবং ফাঁসটি সম্পূর্ণ বৃত্তাকার হয়ে যায়। সাবান পানির পৃষ্ঠটান  $32 \times 10^{-3}\text{N/m}$

[সরকারি হাজী মুহাম্মদ মুহসিন কলেজ, খুলনা]

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
- খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পৃষ্ঠটান-হ্রাস পায় কেন? ২
- গ. লোহার রিং এর উপর পৃষ্ঠটানজনিত বল এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের সূতার ফাঁসের ভিতরের স্ফুর্জ সূচ দিয়ে ছিদ্র করায় ফাঁসটি সম্পূর্ণরূপে বৃত্তাকার হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর।

### ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কঠিন ও তরলের স্পর্শবিন্দু হতে বক্রতল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে, তাকে উক্ত কঠিন তরলের মধ্যকার স্পর্শকোণ বলে।

**খ** পৃষ্ঠটান সৃষ্টি হয় তরলের অণুগুলোর মধ্যকার স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বলের কারণে। অণুগুলোর কম্পন যতই কম হবে এ আকর্ষণ বল ততই প্রবল হবে। একারণে নিম্ন তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠটান উচ্চমানের হয়। কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের অণুগুলোর কম্পনশক্তি বৃদ্ধি পায়। তখন পাশাপাশি অণুসমূহ সুস্থিত অবস্থানে থেকে পরস্পরকে আকর্ষণ করতে পারে না এদের মধ্যকার স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল কমে যায় এবং তরলের পৃষ্ঠটানও কমে যায়।

**গ** দেওয়া আছে, লোহার রিং এর ব্যাসার্ধ,  $r = 2\text{cm} = 0.02\text{m}$  সাবান পানির পৃষ্ঠটান,  $T = 32 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$  লোহার রিং এর ওপর পৃষ্ঠটান জনিত বল কেবল ভেতরের দিকে ক্রিয়া করে বিধায় উক্ত বলের মান,  $F = 2\pi r \times T$   
 $= 2 \times 3.1416 \times 0.02\text{m} \times 32 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$   
 $= 4.02 \times 10^{-3}\text{N}$  (Ans.)

**ঘ** সূচ দিয়ে ছিদ্র করার আগ পর্যন্ত ফাঁসের ভেতরে ও বাইরে সমপরিমাণ (পৃষ্ঠটানজনিত) বল ক্রিয়া করেছে। যেকোনো একপাশে এ বলের সম্মিলিত মান  $= \ell \times T$ , এখানে,  $\ell$  হলো ফাঁসের দৈর্ঘ্য। বৃত্তাকার অবস্থায় ফাঁসের ব্যাসার্ধ  $r$  হলে,  $\ell = 2\pi r$ । ফাঁসের ভেতরে ও বাইরে সমপরিমাণ বল ক্রিয়া করায় ফাঁসটি অবিন্যস্ত আকারে ছিল। ফাঁসটিকে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে (প্রতিটি অংশের দৈর্ঘ্য  $d\ell$ ) বিভক্ত বলে বিবেচনা করি। প্রতিটি ক্ষুদ্র অংশে  $dF = T \times d\ell$  পরিমাণ বল দুপাশে ক্রিয়া করছে। দুপাশের এ ক্ষুদ্র বলদ্বয় পরস্পরকে নাকচ করে দেয়। তাই ফাঁসের প্রতিটি অংশে লব্ধিবল শূন্য হয়। একারণেই ফাঁসটি তখন অবিন্যস্ত আকৃতিতে বিদ্যমান থাকে।

কিন্তু সূচ দিয়ে ভেতরের স্ফুর্জ ছিদ্র করার পর ভেতরের বলসমূহ আর ক্রিয়া করে না, ফাঁসের ওপর কেবল বাইরের বলসমূহ ক্রিয়া করে (ব্যাসার্ধ বরাবর বাইরের দিকে)। তাই ফাঁসটি তখন বৃত্তাকার আকৃতি ধারণ করতে বাধ্য হয়।

**প্রশ্ন ১৭** সাকিব পরীক্ষাগারে পৃষ্ঠটান নির্ণয় করতে গিয়ে  $0.4\text{mm}$  ব্যাসের একটি কৈশিক নল একটি বিকারের পানিতে ডুবিয়ে এর  $0.082\text{mm}$  আরোহণ পরিমাপ করল। [সরকারি এম. এম. কলেজ, যশোর]

- ক. অসহ পীড়ন কী? ১
- খ. সরিষার তেলের ফোঁটার কাচতল ভিজবে কী না ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. সাকিবের পরীক্ষায় পানির পৃষ্ঠটান কত হবে, যখন স্পর্শ কোণ  $2^\circ$ । ৩
- ঘ. উদ্দীপকের একই কৈশিক নল পারদপূর্ণ পাত্রে ডুবালে কী ব্যতিক্রম ঘটবে তা বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে যায় বা ভেঙে যায় তাকে অসহ পীড়ন বলে।

**খ** সরিষার তেলের ফোঁটার কাঁচতল ভিজবে না। কেননা সরিষার তেলের অণুসমূহের মধ্যকার সংসক্তি বল, সরিষার তেলের অণু ও কাঁচ অণুসমূহের মধ্যকার আসঞ্জন বল থেকে বেশি। ফলে সরিষার তেল ও কাঁচের মধ্যকার স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হয়। এই স্পর্শকোণের মান স্থূলকোণ রাখার জন্য সরিষার তেলকে কাঁচের উপর ছড়িয়ে না

পড়ে ফোঁটার আকার ধারণ করতে হয়। ফলে সরিষার তেল কাঁচকে ভিজায় না।

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

$$\text{উচ্চতা, } h = .082\text{mm} = .082 \times 10^{-3}\text{m} \\ = 8.04 \times 10^{-5}\text{Nm}^{-1}$$

$\therefore$  পৃষ্ঠটান,  $T = 8.04 \times 10^{-5}\text{Nm}^{-1}$ .

**ঘ** আমরা জানি, পৃষ্ঠটান  $T = \frac{r h \rho g}{2 \cos \theta}$

অর্থাৎ পৃষ্ঠটান, উচ্চতা, নলের ব্যাসার্ধ, স্পর্শকোণ এর উপর নির্ভর করে। একই কৈশিক নল হওয়ায় নলের ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করবে না। পারদের সাথে কাচনলের স্পর্শ কোণ  $140^\circ$ । এজন্য পাঠকের অবনমন ঘটে ফলে উচ্চতার ও পরিবর্তন ঘটবে। অতএব পারদের পৃষ্ঠটান পরিবর্তন হবে।

**প্রশ্ন ১৮** ইস্পাতের অসহপীড়ন  $7.9 \times 10^8\text{Nm}^{-2}$ , ঘনত্ব  $7.9 \times 10^3\text{Kgm}^{-3}$  এবং ইয়ং এর গুণাংক  $2 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$

[বাংলাদেশ নৌবাহিনী স্কুল এন্ড কলেজ, খুলনা]

- ক. সান্দ্রতা কাকে বলে? ১
- খ. স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব ও তাপমাত্রার সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. সর্বাধিক কত দৈর্ঘ্যের ইস্পাতের তার না ছিঁড়ে ঝুলে থাকতে পারে। ৩
- ঘ. অসহপীড়নের অর্ধেক অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন প্রয়োগ করলে আদি দৈর্ঘ্যের শতকরা কত অংশ বৃদ্ধি পাবে? ৪

### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

**খ** গ্যাসের সমন্বয় সূত্র হতে,

$$\text{আমরা জানি, } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \dots\dots\dots(i)$$

এখন,  $m$  ভরবিশিষ্ট কোনো গ্যাসের ক্ষেত্রে,

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \text{ এবং } \rho_2 = \frac{m}{V_2}$$

$$\therefore V_1 = \frac{m}{\rho_1} \quad V_2 = \frac{m}{\rho_2}$$

এখানে,  $\rho_1$  ও  $\rho_2$  যথাক্রমে  $V_1$  ও  $V_2$  আয়তনে গ্যাসের ঘনত্ব।

(i) নং এ মান বসিয়ে পাই,

$$\frac{\rho_1 T_1}{P_1} = \frac{\rho_2 T_2}{P_2} = \text{ধ্রুবক}$$

$$\text{বা, } \frac{\rho T}{P} = \text{ধ্রুবক}$$

$$\text{চাপ স্থির হলে, } \rho \propto \frac{1}{T}$$

অর্থাৎ স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব এর তাপমাত্রার ব্যাস্ত্রনুপাতিক।

**গ** এখানে, ঘনত্ব,  $\rho = \frac{m}{V}$

$$\therefore 7.9 \times 10^3 = \frac{m}{AL} \dots\dots\dots(i)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{10^5} = \frac{1}{gL}$$

$$\text{বা, } L = \frac{10^5}{9.8} \\ = 10204.08\text{m.}$$

**ঘ** এখানে, অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন,  $\frac{F}{A} = 3.95 \times 10^8\text{Nm}^{-2}$

ধরি, আদি দৈর্ঘ্য  $= L$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\ell = ?$

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

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



বা,  $\ell = 0.1975\% L$

অতএব দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের 0.1975% হবে। (Ans.)

**প্রশ্ন ▶ ১৯** নাসির পরীক্ষাগারে 4 m দৈর্ঘ্য এবং 5 mm ব্যাসের কোনো তারের দৈর্ঘ্য বরাবর একটি বল প্রয়োগ করায় এর ব্যাস 0.01 mm কমে যায় এবং দৈর্ঘ্য 2 cm বৃদ্ধি পায়।

[সরকারি সুন্দরবন আদর্শ কলেজ, খুলনা]

- ক. স্থিতিস্থাপকতা কী? ১  
খ. পয়সনের অনুপাতে কোন একক ও মাত্রা নাই কেন? ২  
গ. নাসিরের পরীক্ষাধীন তারের পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. পরীক্ষাগারে নাসিরের পর্যবেক্ষিত দিকের সাথে পীড়ন ও বিকৃতির মধ্যে সম্পর্কিত পয়সনের ধারণার যথেষ্ট সামঞ্জস্য রয়েছে-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

#### ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকার বা আয়তনের উভয়ের পরিবর্তন ঘটে অর্থাৎ বস্তু বিকৃত হয় তাহলে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে যে ধর্মের ফলে বিকৃত বস্তু আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

**খ** আমরা জানি,

পার্শ্ববিকৃতি

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

এখানে, বিকৃতি একই জাতীয় দুটি রশ্মির অনুপাত বলে বিকৃতির মাত্রা ও একক নেই। পয়সনের অনুপাত দুটি বিকৃতির অনুপাত বলে পয়সনের অনুপাতের কোন মাত্রা ও একক নেই।

**গ** এখানে,

তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L_0 = 2\text{m}$

আদি ব্যাস,  $D_0 = 5\text{ mm} = 5 \times 10^{-3}\text{m}$

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

ব্যাস হ্রাস,  $\Delta D = 0.01\text{ mm} = 0.01 \times 10^{-3}\text{m}$

আমরা জানি,

পার্শ্ব বিকৃতি

$$\begin{aligned} \text{পয়সনের অনুপাত} &= \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} \\ &= \frac{\frac{0.01 \times 10^{-3}\text{m}}{5 \times 10^{-3}\text{m}}}{\frac{2 \times 10^{-2}\text{m}}{2\text{m}}} = 0.2 \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** যখন কোনো তারে দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হয় তখন তারের দৈর্ঘ্য কিছুটা বেড়ে যায় কিন্তু সাথে সাথে তারের ব্যাস কিছু কমে যায় বা তার সরু হয়ে যায়। আবার যদি বল প্রয়োগে তারের দৈর্ঘ্য হ্রাস পায় তার সাথে সাথে তারের ব্যাস কিছু বেড়ে যায়। তারের প্রস্থের দিকে যে বিকৃতি হয় তাকে পার্শ্ব বিকৃতি বলে এবং দৈর্ঘ্য বরাবর যে বিকৃতি ঘটে তাকে দৈর্ঘ্য কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য বিকৃতি সাথে অবশ্যই পার্শ্ববিকৃতি ঘটবে। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পার্শ্ববিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত যে ধ্রুব সংখ্যা তাই পয়সনের অনুপাত। এবং এর সীমা হল  $-1 < \sigma < \frac{1}{2}$  যেখানে  $\sigma$  = পয়সনের অনুপাত।

উদ্বীপকে নাসিরের 2m দৈর্ঘ্যের এবং 5mm ব্যাসের তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করায় তারের ব্যাস 0.01mm কমে এবং দৈর্ঘ্য 2cm বৃদ্ধি পায়। এখানে পয়সনের ধারণা অনুযায়ী তারের ব্যাস কমার ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। আর উক্ত অবস্থার জন্য পয়সনের অনুপাত  $\sigma = 0.2$  [‘গ’ নং প্রশ্নোত্তর হতে], যা পয়সনের অনুপাতের সীমার মধ্যে আছে।

(Ans.)

**প্রশ্ন ▶ ২০** কৌশিক পরীক্ষাগারে  $10^{-6}\text{ m}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং 1m দৈর্ঘ্যের একটি ইস্পাতের তারে  $10^4\text{N}$  বল প্রয়োগ করায় তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি পেল। [কুমিল-১ সরকারি কলেজ, কুমিল-১]

- ক. স্থিতিস্থাপক ক্রান্তি কী? ১  
খ. স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম করলে স্থিতিস্থাপক ধর্মের কী পরিবর্তন হয়? ২  
গ. কৌশিকের ব্যবহৃত তারের ইয়াং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. কৌশিক যদি একই ব্যাসার্ধের ও একই দৈর্ঘ্যের রাবার ব্যবহার করত তবে ইয়াং এর গুণাঙ্কের কোন পরিবর্তন হত কি? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

#### ২০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যেও কোনো বস্তুতে বা তারে অনেকক্ষণ যাবৎ পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে। তখন অসহ্য ভার অপেক্ষা কম ভারে তারটি বা বস্তুটি ছিঁড়ে যেতে পারে। বস্তু বা তারের এ অবস্থা হলো স্থিতিস্থাপক ক্রান্তি।

**খ** স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম করলে স্থিতিস্থাপক ধর্ম অনেকাংশ হ্রাস পায়। তখন বাহ্যিক বল প্রয়োগ বস্তুর বিকৃতি ঘটালেও বস্তুটি সম্পূর্ণরূপে পূর্বের অবস্থায় ফিরে যায় না। এ সময় অসহ্য ভার অপেক্ষা অনেক কম বল প্রয়োগেই ভেঙ্গে যেতে বা ছিঁড়ে যেতে পারে।

**গ** দেওয়া আছে,

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

দৈর্ঘ্য,  $L = 1\text{m}$

বাহ্যিক বল,  $F = 10^4\text{N}$

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

বের করতে হবে, তারের ইয়াং এর গুণাঙ্ক,  $Y = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } Y &= \frac{FL}{A\ell} = \frac{F}{A} \times \frac{1}{\ell/L} = \frac{10^4\text{N}}{10^{-6}\text{m}^2} \times \frac{1}{0.05} \\ &= 2 \times 10^{11}\text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** একই ব্যাসার্ধ ও একই দৈর্ঘ্যের রাবার ব্যবহার করলে ও এক্ষেত্রে একই মানের বল প্রয়োগে বিকৃতির মান 5% অপেক্ষা অনেক বেশি হতো।

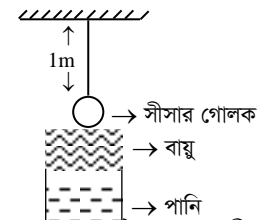
ধরি, রাবারের ক্ষেত্রে বিকৃতির মান,  $\frac{\ell}{L} = 10\% = 0.1$

তাহলে রাবারের ইয়াং এর গুণাঙ্ক,

$$Y' = \frac{F}{A} \times \frac{1}{\ell/L} = \frac{10^4\text{N}}{10^{-6}\text{m}^2} \times \frac{1}{0.1} = 10^{11}\text{ Nm}^{-2} \neq 2 \times 10^{11}\text{ Nm}^{-2}$$

সুতরাং কৌশিক যদি একই ব্যাসার্ধের ও একই দৈর্ঘ্যের রাবার ব্যবহার করতো তবে ইয়াং এর গুণাঙ্কের পরিবর্তন হতো।

**প্রশ্ন ▶ ২১** সীসার গোলকটির ভর 5kg তারের ব্যাসার্ধ 0.01m এবং অসহ্যপীড়ন  $4.8 \times 10^7\text{Nm}^{-2}$  বায়ু ও পানির সান্দ্রতা যথাক্রমে  $1.8 \times 10^{-5}$  এবং  $1 \times 10^{-3}\text{Nsm}^{-2}$



[সরু মুহাম্মদ মহসীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. সংনম্যতা কাকে বলে? ১  
খ. পানির আয়তন গুণাঙ্ক  $0.12 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$  বলতে কি বোঝায়? ২  
গ. যদি সীসার গোলকটিকে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হয় তবে এর সর্বোচ্চ কৌণিক বেগ কত হবে? ৩  
ঘ. তারটি কেটে দিলে একই মানের অস্পষ্টবেগে বায়ু ও পানির মধ্যে দিয়ে গোলকটি গতিশীল হয়। কোন ক্ষেত্রে

গোলকটি বেশি বাঁধার সম্মুখীন হবে বলে তুমি মনে কর, তা যুক্তি সহকারে ব্যাখ্যা কর।

### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো পদার্থের ক্ষেত্রে আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাতকে সংনম্যতা বলে। অর্থাৎ সংনম্যতা হলো আয়তন গুণাক্ষের বিপরীত রাশি।

**খ** পানির আয়তন গুণাক্ষ  $0.12 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$  বলতে বুঝায়, বাহ্যিক বল প্রয়োগে কিছু পরিমাণ পানির আয়তন পরিবর্তন করা হলে উদ্ভূত আয়তন পীড়ন এবং আয়তন বিকৃতির অনুপাত হবে  $0.12 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$ ।

**গ** দেওয়া আছে, তারটির অসহ বল = অসহ পীড়ন  $\times$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $= 4.8 \times 10^7 \text{Nm}^{-2} \times 3.1416 \times (0.01\text{m})^2$   
 $= 15080 \text{N}$

গোলকটির সর্বোচ্চ কৌণিক বেগ  $\omega$  হলে,  $m\omega^2 r = 15080 \text{N}$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{15080 \text{N}}{mr}} = \sqrt{\frac{15080 \text{N}}{5 \text{kg} \times 1 \text{m}}} = 54.9 \text{ rad.s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** স্টোকসের সূত্র  $F = 6\pi\eta r v$  অনুসারে,  $r$  এবং  $v$  স্থিতিমানের হলে  $F \propto \eta$

সুতরাং যে ক্ষেত্রে (পানি) সান্দ্রতাক্ষ বেশি হবে সেক্ষেত্রে সান্দ্রতাজনিত বাধাবল বেশি হবে। এ সম্পর্কিত গাণিতিক বিশ্লেষণ নিম্নরূপঃ

ধরি, উভয় ক্ষেত্রে অস্ফুটবগ  $0.5 \text{ ms}^{-1}$  এবং গোলকের ব্যাসার্ধ  $10 \text{ cm}$  বায়ুর ক্ষেত্রে, সান্দ্রতাজনিত বাধাবল + প-বতাজনিত বাধাবল

$$= 6\pi\eta r v + \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_a g$$

$$= 6 \times 3.1416 \times 1.8 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2} \times 0.1 \text{m} \times 0.5 \text{ms}^{-1}$$

$$= 40.95 \text{N} \gg 0.053 \text{N}$$

সুতরাং পানির মধ্য দিয়ে পতনকালে গোলকটি বেশি বাঁধার সম্মুখীন হবে।

**প্রশ্ন ২২**  $72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$  পৃষ্ঠটান এবং  $10^{-4} \text{m}$  ব্যাসার্ধের 1000টি পানির ক্ষুদ্র গোলক মিলিত হয় একটি বৃহৎ ফোঁটা তৈরি করল।

[সরকারি কলেজ চট্টগ্রাম]

ক. প্রভাব গোলক বলতে কি বুঝ?

খ. সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার  $4^\circ$  এর কম রাখা হয় কেন?

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত প্রক্রিয়ায় নির্গত শক্তির পরিমাণ কত?

ঘ. ক্ষুদ্র পানির গোলক মিলিত হয়ে বৃহৎ ফোঁটা তৈরীর পর পানির পৃষ্ঠটানের কোন পরিবর্তন হবে কিনা বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

**খ** সরল দোলকের গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি বিবেচনা করতে হলে এর কৌণিক বিস্তার  $4^\circ$  এর কম রাখা জরুরী। কৌণিক বিস্তার  $4^\circ$  এর বেশি হলে সরল দোলকের গতিপথ বৃত্তাকার হয়ে পড়ে, তখন এ গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি বিবেচনা করা সম্ভব নয়। তদুপরি, সরল দোলকের দোলনকালের সমীকরণ  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  প্রতিপাদনের সময় কৌণিক বিস্তার অনধিক  $4^\circ$  –এরূপ বিবেচনা করা হয়।

**গ** দেওয়া আছে, ক্ষুদ্র প্রতিটি গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = 10^{-4} \text{m}$

ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 1000$

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

বের করতে হবে, নির্গত শক্তি,  $E = ?$

$$\text{বৃহৎ গোলকের ব্যাসার্ধ } R \text{ হলে, } \frac{4}{3} \pi R^3 = N \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{বা, } R = r \sqrt[3]{N} = 10^{-4} \text{m} \times \sqrt[3]{1000} = 10^{-3} \text{m}$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় নির্গত শক্তি, } E = \Delta A.T = 4\pi (Nr^2 - R^2) T$$

$$= 4 \times 3.1416 \times \{1000 \times (10^{-4} \text{m})^2 - (10^{-3} \text{m})^2\} \times 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$$

$$= 8.143 \times 10^{-6} \text{J (Ans.)}$$

**ঘ** ক্ষুদ্র ফোঁটাগুলোতে পৃষ্ঠটানজনিত মোট শক্তির পরিমাণ

$$= 1000 \times 4\pi r^2 \times T$$

$$= 1000 \times 4 \times 3.1416 \times (10^{-4} \text{m})^2 \times 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$$

$$\text{বড় গোলকের ক্ষেত্রে পানির পৃষ্ঠটান, } T = \frac{9.048 \times 10^{-7} \text{J}}{1.25664 \times 10^{-5} \text{m}^2} = 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$$

সুতরাং ক্ষুদ্র পানির গোলক মিলিত হয়ে বৃহৎ ফোঁটা তৈরির পর পানির পৃষ্ঠটানের কোনো পরিবর্তন হবে না।

**প্রশ্ন ২৩** একটি বিকারে কিছু পরিমাণ পানি নিয়ে খুব সাবধানে এর উপর 3 cm দৈর্ঘ্যের এবং 0.005 cm ব্যাসার্ধের একটি সূচকে রেখে দিলে এটি পানিতে ভাসতে থাকে। পানির ঘনত্ব  $1000 \text{ kg/m}^3$ । কিন্তু একটু পরিমাণ পানিতে সামান্য পরিমাণ ডিটারজেন্ট মিশিয়ে তার উপর সূচটিকে পুনরায় সাবধানে রেখে দিলেও এটি ডুবে যায়। সূচটির ভর  $m = 5 \text{ mgm}$ , স্পর্শ কোণ  $\theta = 100^\circ$  [সরকারি শাহ সুলতান কলেজ]

ক. হকের সূত্রটি বিবৃত কর।

খ. কৈশিক বলের ভিতর পানির উর্ধ্বরোহন ঘটে কিন্তু পারদের অবনমন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. পানির পৃষ্ঠটান নির্ণয় কর।

ঘ. ডিটারজেন্ট মিশানোর ফলে সূচটি ডুবে গেল কেন? আণবিক তত্ত্বের আলোকে আলোচনা কর।

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** হকের সূত্রটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে যেকোনো বস্তুর বিকৃতি এর পীড়নের সমানুপাতিক।

**খ** পানির অনুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বলের তুলনায় কাচ ও পানির অনুর মধ্যকার আসঞ্জন বল বৃহত্তর মানের। তাই কৈশিক কাঁচ নলে পানির উর্ধ্বরোহন ঘটে। এক্ষেত্রে স্পর্শকোণ সূক্ষ্ম।

কিন্তু পারদ অনুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বল কাচ ও পারদ অনুর মধ্যকার আসঞ্জন বল অপেক্ষা বৃহত্তর। তাই কৈশিক কাচ বলে পারদের অবনমন ঘটে। এক্ষেত্রে স্পর্শকোণ সখল।

**গ** দেওয়া আছে, সুচের দৈর্ঘ্য,  $\ell = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$

সুচের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.005 \text{ cm} = 0.00005 \text{ m}$

স্পর্শকোণ,  $\theta = 100^\circ$

সুচের ভর,  $m = 5 \text{ mg} = 5 \times 10^{-6} \text{ kg}$

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

বের করতে হবে, পানির পৃষ্ঠটান,  $T = ?$

সূচ ও পানির স্পর্শরেখার মোট দৈর্ঘ্য,

$$\therefore T = \frac{mg}{L \cos 80^\circ} = \frac{5 \times 10^{-6} \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}{0.0602 \text{ m} \times \cos 80^\circ}$$

$$= 4.69 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** ডিটারজেন্ট মেশানোর ফলে পানির অনুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বল কমে যায়। যেহেতু পৃষ্ঠটানের মূল কারণ হলো সংশক্তি বল, তাই সংশক্তি বল কমে যাওয়ায় পানির পৃষ্ঠটানও কমে যায়। সাধারণ বিশুদ্ধ পানি উচ্চ মানের পৃষ্ঠটানের কারণে কাপড়ের প্রতিটি ছিদ্রের মধ্যে প্রবেশ করে ময়লা সাফ করতে পারে না। এ কারণে বিশুদ্ধ পানির সাথে ডিটারজেন্ট মিশিয়ে এর পৃষ্ঠটান কমানো হয়। ফলে এবার ডিটারজেন্ট মিশ্রিত এ পানি কাপড়ের প্রতিটি ছিদ্রে প্রবেশ করে ময়লা বের করে আনে এবং কাপড় পুরোপুরি পরিষ্কার করে।

ডিটারজেন্ট মেশানোর ফলে মনে করি, পানির পৃষ্ঠটান কমে  $3 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$  হয় (লক্ষ করি,  $3 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} < 4.69 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ ) তাহলে পৃষ্ঠটানজনিত কারণে প্রাপ্ত উল-স্ব বল।

=  $TL \cos 80^\circ$  (স্পর্শকোণ অপরিবর্তিত বিবেচনায়)

=  $3 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1} \times 0.0602 \text{ m} \times \cos 80^\circ$

=  $3.14 \times 10^{-5} \text{ N}$

কিন্তু সুচের ওজন =  $mg = 5 \times 10^{-6} \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$

=  $4.9 \times 10^{-5} \text{ N}$

লক্ষ করি,  $3.14 \times 10^{-5} \text{ N} < 4.9 \times 10^{-5} \text{ N}$

অর্থাৎ উল-স্ব বল  $<$  ওজন।

অর্থাৎ ডিটারজেন্ট মেশানোর ফলে পৃষ্ঠটান অনেক কমে যাওয়ায় ওজন নাকচ করার জন্য যথেষ্ট উল-স্ব বল পাওয়া যায় না। একারণেই সূচটি ডুবে গেল।

**প্রশ্ন ২৪** একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাত ও রবারের তারের প্রত্যেকটিতে  $5 \text{ kg}$  ভর ঝুলালে ইস্পাতের চেয়ে রবার 4 গুণ বেশি পায়। ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাংক।  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ/]

ক. প্রাস্তিক বেগ কী? ১

খ. ইস্পাত তারের ইয়ং এর গুণাংক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  বলতে কি বুঝে? ২

গ. ইস্পাত তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় পীড়ন নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো প্রবাহীর মধ্য দিয়ে কোনো বস্তুর গমনকালে এর গাড়ির সম্মুখদিকে যদি কেবল একটি ধ্রুব বল ক্রিয়া করে তবে বস্তুর বেগ বাড়তে বাড়তে একসময় যে ধ্রুবমানের বেগে উপনীত হয় তাকে ঐ বস্তুর প্রাস্তিক বেগ বলে।

**খ** ইস্পাতের তারের ইয়ং-এর গুণাংক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  বলতে বুঝায়, ইস্পাতের তারটির দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগের মাধ্যমে এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ ঘটানো হলে, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

**গ** দেওয়া আছে, ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাংক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  দৈর্ঘ্য বিকৃতি,  $\ell/L = 5\% = 0.05$

বের করতে হবে, পীড়ন,  $F/A = ?$

আমরা জানি,  $Y = \frac{F/A}{\ell/L}$

$\therefore F/A = Y \frac{\ell}{L} = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \times 0.05 = 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$  (Ans.)

**ঘ** মনে করি, ইস্পাত ও রবার উভয় তারের আদিদৈর্ঘ্য  $L$  এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A$  এদের উভয়ের নিচে প্রাস্তিক  $m = 5 \text{ kg}$  ভর ঝুলানোতে দৈর্ঘ্য প্রসারণ যথাক্রমে  $\ell$  ও  $4\ell$  তাহলে ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাংক,  $Y_1 = \frac{mgL}{A\ell}$

রবারের ইয়ং এর গুণাংক,  $Y_2 = \frac{mgL}{A.4\ell}$

অর্থাৎ ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাংক  $>$  রবারের ইয়ং-এর গুণাংক সুতরাং ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক।

**প্রশ্ন ২৫** একই দৈর্ঘ্যের দুটি তার  $X$  ও  $Y$  এর উপাদান একই। কিন্তু তারদ্বয়ের ব্যাস যথাক্রমে  $2 \text{ mm}$  এবং  $4 \text{ mm}$ । উভয় তারকে সমান বলে টানলে  $X$  এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  $Y$  এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির 2 গুণ হয়।  $X$  তারের ইয়ং এর গুণাংক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ । [সিলেট মহিলা কলেজ/]

ক. স্থিতিস্থাপক কী? ১

খ. বায়ু বুদবুদ পানির তলদেশে হতে উপরিতলে উঠে আসে কেন? ২

গ.  $X$  তারটির দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি কত বলের প্রয়োজন হবে? ৩

ঘ.  $X$  ও  $Y$  তারের কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক গাণিতিক বিশেষ-ষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

#### ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন স্থিতিস্থাপক এর উপর প্রযুক্ত বল এবং স্থিতিস্থাপক সংকোচন বা প্রসারণের অনুপাতকে স্থিতিস্থাপক স্থিতিস্থাপক বলে।

**খ** পানির উপরিতলে শুধু বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বিদ্যমান কিন্তু পানির তলদেশে একই সাথে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ এবং পানির চাপ বিদ্যমান। আমরা জানি, কোন বুদবুদ যখন পানির নিচে থাকে তখন এর আয়তন কম থাকে কিন্তু এটি প্রতিনিয়ত এর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করতে চায় তাই পানির বুদবুদ তলদেশ থেকে উপরিতলে উঠে আসে কেননা পানির উপরিতলে চাপ কম।

**গ** এখানে,

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

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

আদি দৈর্ঘ্য =  $L$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\ell = L$  এর 15%  $\ell = 0.15L$

$\therefore$  বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{A\ell}$$

বা,  $F = \frac{YA\ell}{L}$

$$= \frac{2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \times \pi \times (10^{-3} \text{ m})^2 \times 0.15L}{L}$$

$$= 94.25 \times 10^3 \text{ N}$$

$\therefore$  দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে =  $9.425 \times 10^4 \text{ N}$ .

বল প্রয়োজন।

**ঘ** এখানে,  $x$  তারের জন্য

ইয়ং এর গুণাংক,  $Y_1 = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

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

$Y$  তারের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

ধরি,  $X$  তারের আদি দৈর্ঘ্য =  $L$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি =  $2\ell$

$Y$  তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি =  $\ell$

আমরা জানি,

$$X \text{ তারের জন্য } Y_1 = \frac{FL}{A_1 2\ell} \dots\dots\dots(i)$$

$$\therefore Y_2 = \frac{1}{2} Y_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} = 1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

যেহেতু  $Y_1 > Y_2$  অর্থাৎ  $x$  তারের ইয়ং এর গুণাংক  $y$  তারের ইয়ং এর গুণাংকের চেয়ে বেশি।  $\therefore X$  তার অধিক স্থিতিস্থাপক। (Ans.)

**প্রশ্ন ২৬** একটি কৈশিক নলের ব্যাস  $0.6 \times 10^{-3} \text{ m}$ । একে  $72 \times 10^{-3}$  পৃষ্ঠটান ও  $10^3 \text{ kgm}^{-3}$  ঘনত্বের তরলে ডুবানো হল। পরে একই নল অন্য একটি তরলে ডুবালে সেটি ঐ তরল পৃষ্ঠকে  $1.2 \text{ cm}$  অবনমিত করে। দ্বিতীয় তরলের ঘনত্ব  $1359 \text{ kgm}^{-3}$  প্রথম তরলের স্পর্শকোণ  $1^\circ$  এবং দ্বিতীয় তরলের স্পর্শকোণ  $139^\circ$ । [দিনাজপুর সরকারি কলেজ/]

ক. পয়সনের অনুপাত কী? ১

খ. ঠান্ডা স্যুপ থেকে গরম স্যুপ ভেতরে বেশি ছড়িয়ে পড়ে কেন? ২

গ. কৈশিক নলের প্রথম তরলের উচ্চতা কত হবে? ৩

ঘ. দ্বিতীয় তরলের তুলনায় প্রথম তরলের পৃষ্ঠটান কম না বেশি হবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

8

### ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বাহ্যিক বল প্রয়োগে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি ঘটানো হলে, পার্শ্ব বিকৃতি এবং দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে পয়সনের অনুপাত বলে।

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

**গ** দেওয়া আছে, কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{0.6 \times 10^{-3} \text{m}}{2} = 0.3 \times 10^{-3} \text{m}$

১ম তরলের পৃষ্ঠটান,  $T = 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$

১ম তরলের ঘনত্ব  $\rho = 10^3 \text{kgm}^{-3}$

প্রথম তরলের স্পর্শ কোণ  $\theta = 1^\circ$

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

বের করতে হবে, কৈশিক নলে তরলের উচ্চতা,  $h = ?$

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

$$= \frac{2 \times 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1} \times \cos 1^\circ}{0.3 \times 10^{-3} \text{m} \times 10^3 \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2}} = 0.049 \text{m (Ans.)}$$

**ঘ** কৈশিক নলে ২য় তরলের পৃষ্ঠের অবনমন 1.2 cm অর্থাৎ  $h = -1.2 \text{cm} = -0.012 \text{m}$  দ্বিতীয় তরলের স্পর্শকোণ  $\theta = 139^\circ$

২য় তরলের ঘনত্ব  $\rho = 13596 \text{kgm}^{-3}$

সুতরা দ্বিতীয় তরলের পৃষ্ঠটান,  $T = \frac{hrpg}{2\cos\theta}$

$$= \frac{-0.012 \text{m} \times 0.3 \times 10^{-3} \text{m} \times 13596 \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2}}{2 \cos 139^\circ}$$

$$= 0.3178 \text{Nm}^{-1} \gg 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$$

অতএব, দ্বিতীয় তরলের তুলনায় ১ম তরলের পৃষ্ঠটান কম।

**প্রশ্ন ২৭** 0.4cm ব্যাসের একটি সরু ধাতব তারের সব প্রান্তে ছাদে বেধে অন্য প্রান্তে একটি 25kg ভরের বস্তু ঝুলিয়ে দেয়া হল। বেশ কিছু সময় পরে দেখা গেল ভারী বস্তুটি বেশ কিছুটা নিচে নেমে এসেছে।

[সরকারি বরিশাল কলেজ]

ক. বিকৃতি কাকে বলে?

১

খ. পয়সনের অনুপাত কী? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্ভীপকে বর্ণিত তারের দৈর্ঘ্য যদি 1.0 m থেকে পরিবর্তিত হয়ে 1.02 m হলে ইয়ং এর গুণাংক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. যদি ঝুলানো বস্তুর ভর দ্বিগুণ করা হয়, তাহলে পূর্বের মত বিকৃতি পেতে তারের ব্যাস কেমন উচিত-বিশ্লেষণ কর।

৪

### ২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন হয় তাকে বিকৃতি বলে।

**খ** কোনো বস্তুর পার্শ্ববিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে পয়সনের অনুপাত বলে। একে  $\sigma$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মনে করি, কোনো পাতের দৈর্ঘ্য  $L$  এবং প্রস্থ  $D$ ; যদি তারের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ বৃদ্ধি যথাক্রমে  $\ell$  ও  $d$  হয় তবে,

$$\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি} = \frac{\ell}{L}$$

$$\text{পার্শ্ব বিকৃতি} = \frac{d}{D}$$

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

$$\sigma = \frac{d/D}{\ell/L} = \frac{dL}{D\ell}$$

**গ** এখানে,  $F = mg = 25 \times 9.8 = 245 \text{N}$

$$d = 0.4 \text{cm} = 4 \times 10^{-3} \text{m} \therefore r = 2 \times 10^{-3} \text{m}$$

$$\therefore A = \pi r^2 = 1.256 \times 10^{-5} \text{m}^2$$

$$\ell = 1.02 - 1 = 0.02 \text{m}, L = 1 \text{m}$$

$$\therefore y = \frac{FL}{A\ell} = \frac{245 \times 1}{1.256 \times 10^{-5} \times 0.02} = 9.75 \times 10^8 \text{Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** ঝুলানো বস্তুর ভর দ্বিগুণ করা হলে পূর্বের মত বিকৃতি পেতে তারের ব্যাস কেমন হতে হবে:

যদি ঝুলানো বস্তুর ভর দ্বিগুণ করা হয়, তাহলে বল  $F$  পূর্বের দ্বিগুণ হয়ে যায়।

পরিবর্তিত বল,  $F_1 = 2F$

পূর্বের বিকৃতি পেতে ব্যবহৃত তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $= A_1$

$$\text{বিকৃতি} = \frac{\ell_1}{L_1}$$

ব্যাস  $= d_1$

পূর্বের তারের ব্যাস  $= d$

$$\text{বিকৃতি} = \frac{\ell}{L}$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{\ell}{L} = \frac{\ell_1}{L_1} \dots\dots\dots(i)$$

যেহেতু, ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক  $Y = \text{ধ্রুংবক}$

$$\therefore \frac{F/A}{\ell/L} = \frac{F_1/A_1}{\ell_1/L_1}$$

$$\text{বা, } \frac{F}{A} = \frac{F_1}{A_1} \quad [\because \frac{\ell}{L} = \frac{\ell_1}{L_1}]$$

$$\text{বা, } d_1 = \sqrt{2}d$$

$$\therefore d_1 = 1.414d$$

সুতরাং নতুন তারের জন্য এর ব্যাস পূর্বের তারের ব্যাসের 1.414 বা  $\sqrt{2}$  গুণ হতে হবে।

**প্রশ্ন ২৮** অর্ধি 10 kg ভরের একটি বস্তুকে 0.3 m লম্বা এবং  $10^{-6} \text{m}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তারের এক প্রান্তে বেধে ঘুরাচ্ছে। ঘুরানোর সময় তারের আদি দৈর্ঘ্যের 0.005% বৃদ্ধি ঘটে। তারটির উপাদানের অসহ পীড়ণ  $4.8 \times 10^7 \text{Nm}^{-2}$

[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

ক. স্বাধীনতা মাত্রা কাকে বলে?

১

খ. আদ্রতা বাড়লে মানুষ অস্বস্তিগ্রোধ করে কেন?

২

গ. তারটির উপাদানের ইয়ং এর গুণাংক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. অর্ধি বস্তুটিকে কত বেগে ঘুরাতে সক্ষম হবে?

৪

### ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন গতিশীল সিস্টেমের অবস্থান সম্পূর্ণভাবে বোঝাতে মোট যত সংখ্যক স্বাধীন রাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

**খ** আদ্রতা বাড়লে বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে মানুষের শরীরের সৃষ্ট ঘাম বায়ু শোষণ করতে চায় না, যে কারণে শরীর স্বতঃবাস্পীভবনের জন্য তাপও হারায় না। এজন্য আদ্রতা বাড়লে মানুষ অস্বস্তিগ্রোধ করে।

**গ** দেওয়া আছে, তারের দৈর্ঘ্য,  $L = 0.3 \text{m}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A = 10^{-6} \text{m}^2$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  $\ell = (0.005\% \times \ell) \text{m}$

$$= \left(0.005 \times \frac{0.3}{100}\right) \text{m}$$

$= 1''5 \times 10^{-5} \text{m}$   
 অসহ পীড়ন  $= 4.8 \times 10^7 \text{Nm}^{-2}$   
 তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $Y = ?$

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

$$= \frac{c \times o b}{\frac{l}{L}} = \frac{4.8 \times 10^7}{\frac{1.5 \times 10^{-5}}{0.3}}$$

$\therefore Y = 9.6 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$

যা মনে করি, অর্থি বস্তুটিকে সর্বোচ্চ  $F$  বলে এবং  $v$  বেগে ঘুরাতে সক্ষম হবে।

তাহলে,  $\frac{F}{A} = \text{অসহ পীড়ন}$  এখানে,  
 অসহ পীড়ন  $= 4.8 \times 10^7 \text{Nm}^{-2}$   
 তারের প্রস্থচ্ছেদ  $A \times 10^{-6} \text{m}^2$  বস্তুর  
 ভর  $m = 10 \text{kg}$   
 $\therefore F = 48$  তারের দৈর্ঘ্য  $r = 0.3 \text{m}$

আবার,  $F = \frac{mv^2}{r}$

বা,  $v^2 = \frac{48 \times 0.3}{10}$

$\therefore v = 1.2 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$

**প্রশ্ন ▶ ২৯** জোহা  $0.1 \times 10^{-3} \text{m}$  ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক নলকে ডুবিয়ে দেখতে পেল নলের ভিতর তরল  $0.1469 \text{m}$  উঠে গেল। আবার ঐ তরলকে স্বেচ্ছ করে ছোট ছোট ফোঁটায় পরিণত করলে তরলের তাপমাত্রা পরিবর্তন হয়। সে আশ্চর্য হয়ে তার পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষককে প্রশ্ন করলে তিনি জানালেন এর কারণ পৃষ্ঠটান।

[বরিশাল সরকারি মহিলা কলেজ, বরিশাল]

- ক. অসহ পীড়ন কাকে বলে? ১
- খ. স্ফিং সাধারণত ইস্পাতের তৈরি হয়, আমার হয় না কেন? ২
- গ. উদ্দীপকের তরলের পৃষ্ঠটান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ.  $5 \text{mm}$  ব্যাসার্ধের তরলের একটি ফোঁটাকে  $10$  সংখ্যক ফোঁটায় পরিণত করলে তাপশক্তির কোন পরিবর্তন হবে কী? হলে তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৪

#### ২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত অসহ ভারকে অসহ পীড়ন বলে।

**খ** ইস্পাতের স্থিতিস্থাপকতা আমার চেয়ে বেশি। ফলে প্রযুক্ত বলের বিপরীতে ইস্পাত তামা অপেক্ষা অধিক মানের প্রতিরোধী বল সৃষ্টি করতে পারে। ফলে একই পরিমাণ বলের জন্য ইস্পাতের বিকৃতি আমার চেয়ে কম। এজন্য স্ফিং ইস্পাতের তৈরি হয়, আমার তৈরি হয় না।

**গ** দেওয়া আছে,

কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ  $r = 0.1 \times 10^{-3} \text{m}$

নলের ভিতর তরলের উচ্চতা  $h = 0.1469 \text{m}$

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

পানির পৃষ্ঠটান  $T = ?$

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

বা,  $T = \frac{0.1469 \times 0.1 \times 10^{-3} \times 1000 \times 9.8}{2}$

$\therefore T = 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1} \text{ (Ans.)}$

**ঘ** প্রথম ক্ষেত্রে, পানির ফোঁটার ব্যাসার্ধ  $R = 5 \text{mm} = 5 \times 10^{-3} \text{m}$

২য় ক্ষেত্রে,  
 পানির ফোঁটার ব্যাসার্ধ  $= r$  (ধরি)

প্রশ্নমতে,  $\frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi r^3 \times 10$

বা,  $R^3 = 10r^3$

$\therefore r = \left\{ \frac{(5 \times 10^{-3})^3}{10} \right\} = 2.32 \times 10^{-3} \text{m}$

প্রথম ক্ষেত্রে পানির ফোঁটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল,  $A_1 = 4\pi R^2$

বা,  $A_1 = \{4 \times 3.14 \times (5 \times 10^{-3})^2\} \text{m}^2$

$\therefore A_1 = 3.14 \times 10^{-4} \text{m}^2$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, পানির ফোঁটার মোট ক্ষেত্রফল  $A_2 = 10 \times 4\pi r^2$

ক্ষেত্রফল বৃদ্ধিতে কৃতকাজ  $W = E \Delta A$

$= T \Delta A$

$= 72 \times 10^{-3} \times 3.62 \times 10^{-4}$

$= 2.606 \times 10^{-5} \text{J}$

এই কৃতকাজ সম্পাদনে প্রয়োজনীয় শক্তি পানি হতে আসে।

অর্থাৎ, পানি হতে  $2''606 \times 10^{-5} \text{J}$  তাপ শোষিত হয়।

**প্রশ্ন ▶ ৩০** দুটি সমান দৈর্ঘ্যের তারের ব্যাস যথাক্রমে  $1 \text{mm}$  ও  $2 \text{mm}$  উভয়কে সমান বল দ্বারা টানা হলে প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির চারগুন হয়। প্রথম তারটির উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক  $4 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$

[বরগুনা সরকারি মহিলা কলেজ, বরগুনা]

- ক. পৃষ্ঠটান কাকে বলে? ১
- খ. ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$  বলতে কি বুঝ? ২
- গ. প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য ৫% বৃদ্ধি করতে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. তারদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক তা গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন তরল পৃষ্ঠের উপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যের রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শক রেখার উভয় পার্শ্বে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

**খ** ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$  বলতে বুঝায়,  $1 \text{m}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো ইস্পাত তারের দৈর্ঘ্যে বরাবর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে  $2 \times 10^{11} \text{N}$  বল প্রয়োগ করলে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

**গ** এখানে,

১ম তারের ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{1}{2} \text{mm}$

$= 0''5 \text{mm}$

$= 5 \times 10^{-4} \text{m}$

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

আদি দৈর্ঘ্য,  $= L$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l = L$  এর  $5\% = \frac{5L}{100}$

প্রযুক্ত পীড়ন  $= ?$

আমরা জানি,

$= 2 \times 10^{11} \times \frac{5L}{100 \times L}$

$= 1 \times 10^{10} \text{Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$

**ঘ** সমপরিমাণ বল প্রয়োগ করায় ২য় বস্তুটির কম প্রসারিত হয়।

২য় বস্তুর ক্ষেত্রে,

$= 4 \frac{c \times o b}{L} = 4 \times Y_1$

অর্থাৎ ২য় বস্তুটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক ১ম বস্তুর ৪ গুণ।  $\therefore$  ২য় বস্তু বেশি স্থিতিস্থাপক।

**প্রশ্ন ▶ ৩১** A ও B দুটির ধাতব তার। প্রত্যেক তারের দৈর্ঘ্য  $2 \text{m}$  এবং ব্যাস  $1.5 \times 10^{-4} \text{m}$  উভয় তারের প্রামেড়  $5 \text{kg}$  ভর ঝুলিয়ে দেওয়া হল। এতে B তারের দৈর্ঘ্য  $2.035 \text{m}$  হল। A তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $Y = 2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$ । [খন্দকার মোশাররফ হোসেন কলেজ]

- ক. সেকেন্ড দোলক কাকে বলে? ১  
খ. টিস্যু পেপার পানি শুষে নেওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. A তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. ইমারত নির্মাণে উদ্দীপকের কোন উপাদানের ধাতব দণ্ড ৪  
বেশি উপযোগী মতামত দাও।

### ৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড তাকে সেকেন্ড দোলক বল।

**খ** টিস্যু পেপারে অতি ক্ষুদ্র ব্যাসার্ধ্যুক্ত বাহুসংখ্যক ছিদ্র থাকে। টিস্যু পেপারের উপাদানের অণু ও পানির অণু মধ্যকার আসঞ্জন বল পানি অনুসূহের মধ্যে ক্রিয়ারত সংশক্তি বল অপেক্ষা বৃহত্তর।

তাই  $T = \frac{hr\rho g}{2}$  বা,  $h = \frac{1}{r} \frac{2T}{\rho g}$  বা,  $h \propto \frac{1}{r}$  (T,  $\rho$ , g, ধ্রুবক হওয়ায়) সূত্রানুসারে এ সরল ছিদ্রসমূহের খুব সহজেই পানি প্রবেশ করে। এভাবেই টিস্যু পেপার পানি শুষে নেয়।

**গ** দেওয়া আছে, A তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L = 2$  m

A তারের ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{1.5 \times 10^{-4} \text{m}}{2} = 0.75 \times 10^{-4} \text{m}$

A তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$  বের করতে হবে, A তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\ell = ?$

আমরা জানি,  $Y = \frac{mgL}{\pi r^2 \ell}$

$$\therefore \ell = \frac{mgL}{\pi r^2 Y} = \frac{5 \text{kg} \times 9.8 \text{ms}^{-2} \times 2 \text{m}}{3.1416 \times (0.75 \times 10^{-4} \text{m})^2 \times 2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}} = 0.02773 \text{m} = 2.77 \text{cm} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** B তারের আদি দৈর্ঘ্য (L), ব্যাসার্ধের (r) এবং নি প্রাশ্নেড্ড ঝুলানো ভর (m)

A তারের ন্যায়। কিন্তু B তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\ell = 2.035 \text{m} - 2 \text{m} = 0.035 \text{m}$

$\therefore$  B তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক

$$Y = \frac{mgL}{\pi r^2 \ell} = \frac{5 \text{kg} \times 9.8 \text{ms}^{-2} \times 2 \text{m}}{3.1416 \times (0.75 \times 10^{-4} \text{m})^2 \times 0.035 \text{m}} = 1.58 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$$

লক্ষ্য করি, A তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক ( $2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$ ) > B তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক ( $1.58 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$ )

সুতরাং A তারের উপাদান বেশি স্থিতিস্থাপক। এর মানে হলো A ও B তারের উপাদানের বস্তুর তুলনায় A তারের উপাদান দ্বারা তৈরি বস্তুতে অনেক বেশি বল প্রয়োগ করতে হবে।

অতএব, A তারের উপাদানে তৈরি ধাতব দণ্ড ইমারত নির্মাণে বেশি উপযোগী।

### প্রশ্ন ৩২

উপরের চিত্রে লোহার বলটি ব্যাসার্ধ 2mm। তারপিন তেল ও লোহার ঘনত্ব যথাক্রমে  $0.87 \times 10^3 \text{kg/m}^3$  এবং  $7.8 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ । তারপিন তেলে লোহার বলের প্রাশ্নড্ডবেগ  $53.9 \text{ms}^{-1}$ ।

[মজিদা খাতুন সরকারি মহিলা কলেজ, লালমনির হাট]

- ক. সান্দ্রতাঙ্কের একক কী? ১  
খ. বায়ুতে পানির ফোটা গোলাকার হয় কেন? ২  
গ. ২নং পাত্রের তরলের সান্দ্রতাঙ্ক কত? ৩  
ঘ. বলটিকে  $10^{-3} \text{Ns/m}^2$  সান্দ্রতাঙ্কের ১নং পাত্রের তরলে ছেড়ে দিলে বেগ আগের তুলনায় কিরূপে পরিবর্তন হবে? ৪  
গাণিতিকভাবে বর্ণনা কর।

### ৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সান্দ্রতাঙ্কের একক  $\text{Nsm}^{-2}$  বা  $\text{Pa.s}$  বা  $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$

**খ** পানির ফোটার মুক্ত পৃষ্ঠতলে পানির পৃষ্ঠটান ক্রিয়া করে। এতে পানির মুক্ত তল কেবলই সংকুচিত হয়ে ন্যূনতম ক্ষেত্রফল অর্জন করতে চায়। পরীক্ষায় দেখা গেছে যে, নির্দিষ্ট আয়তনের পানি (বা অন্য যেকোনো তরল) ঘনকাকার, সিলিন্ডারাকৃতি, আয়তাকার ঘনবস্তু আকৃতি বা অন্য আকৃতিতে নয় বরং বরং গোলাকার ধারণ

করলে এর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন হয়। এ কারণে প্রবল পৃষ্ঠটান দরশন বায়ুতে পানির ফোটা গোলাকার হয়।

**গ** দেওয়া আছে, লোহার বলটির ব্যাসার্ধ,  $r = 2 \text{mm} = 2 \times 10^{-3} \text{m}$

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

তারপিন তেলের সান্দ্রতা সহগ  $\eta = 0.001375 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$

তারপিন তেলে লোহার বলের প্রাশ্নড্ডবেগ,  $v_t = 43.9 \text{ms}^{-1}$

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

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

$$\therefore \eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2(\rho - \sigma)g}{v_t} = \frac{2}{9} \times \frac{(2 \times 10^{-3} \text{m})^2 (7.8 - 0.87) \times 10^3 \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2}}{43.9 \text{ms}^{-1}} = 0.001375 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** ১ম পাত্রের তরলের (পানি) সান্দ্রতাঙ্ক,  $\eta = 10^{-3} \text{Nsm}^{-2}$

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

জানা আছে, পানির ঘনত্ব,  $\sigma = 10^3 \text{kgm}^{-3}$

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

১নং তরলে লোহার বলের প্রাশ্নড্ডবেগ,

$$= 59.24 \text{ms}^{-1}$$

লক্ষ্য করি,  $59.24 \text{ms}^{-1} > 43.9 \text{ms}^{-1}$

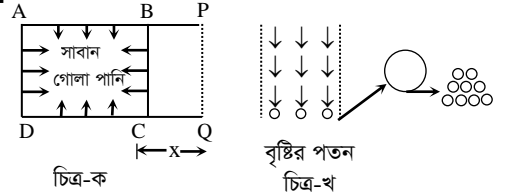
অর্থাৎ পানিতে লোহার বলের প্রাশ্নড্ডবেগ > তারপিন তেলে লোহার বলের প্রাশ্নড্ডবেগ এবং পানিতে লোহার বলের প্রাশ্নড্ডবেগ – তারপিন তেলে লোহার বলের প্রাশ্নড্ডবেগ

$$= 59.24 \text{ms}^{-1} - 43.9 \text{ms}^{-1}$$

$$= 15.34 \text{ms}^{-1}$$

সুতরাং উদ্দীপকের লোহার বলটিকে  $10^{-3} \text{Nm}^{-2}$  সান্দ্রতাঙ্কের ১নং পাত্রের তরলে (পানি) ছেড়ে দিলে বেগ আগের তুলনায়  $15.34 \text{ms}^{-1}$  পরিমাণ বেশি হবে।

### প্রশ্ন ৩৩



[নেত্রকোনা সরকারি মহিলা কলেজ]

- ক. মূল গড় বর্গ কি? ১  
খ. চিত্রসহ অবস্থান ভেক্টর ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. চিত্র-খ হতে 1mm ব্যাসার্ধের একটি বড় বৃত্তির ফোটা ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হয় 10 লক্ষ ক্ষুদ্র পানির ফোটায় পরিণত হয় এবং পানির পৃষ্ঠটান  $72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-2}$  হলে কি পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হবে? ৩  
ঘ. চিত্র-ক এর আলোকে পৃষ্ঠশক্তি ও পৃষ্ঠটানের মধ্যে কোন সম্পর্ক বের করা কি সম্ভব? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে দেখাও। ৪

### ৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

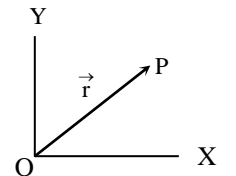
**ক** কোনো গ্যাসের সকল অণুর বেগের বর্গের গড়মানের বর্গমূলকে মূল গড় বর্গবেগ বলে।

**খ** প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে

কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

মনে করি, পরস্পর সমকোণে অবস্থিত X

ও Y দুটি অক্ষ, এদের মূলবিন্দু O। P



যেকোনো একটি বিন্দু। এখানে  $\vec{OP}$  ভেক্টরটি  $O$  বিন্দু সাপেক্ষে  $P$  বিন্দুর অবস্থান নির্দেশ করছে। সুতরাং  $\vec{OP}$  একটি অবস্থান ভেক্টর।

গ দেওয়া আছে, বড় বৃষ্টির ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $R = 1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$  ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 10^6$

$$\text{প্রতিটি ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ, } r = \frac{R}{\sqrt[3]{N}} = \frac{10^{-3}\text{m}}{\sqrt[3]{10^6}} = 10^{-5}\text{m}$$

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

বের করতে হবে, সম্পাদিত কাজ,  $W = ?$

$$\begin{aligned} \therefore \text{কৃতকাজ} &= \text{পৃষ্ঠটানজনিত শক্তির পরিবর্তন, } \Delta E \\ &= T\Delta A \\ &= 72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1} \times 1.244 \times 10^{-3}\text{m}^2 \\ &= 8.9568 \times 10^{-5}\text{J} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ মনে করি, ABCD একটি তারের ফ্রেম। এর BC বাহুটি AB ও DC বাহু বরাবর অবাধে চলাচল করতে পারে। তারটিকে সাবান পানিতে ডুবিয়ে তুলে আনলে এর মাঝখানে একটি পাতলা পর্দা পৃষ্ঠটানের জন্য ফ্রেমের প্রত্যেক বাহুকে ভেতরের দিকে টানতে থাকে কিন্তু BC বাহুগুলো ছাড়া অপর বাহুগুলো আটকানো থাকায় সেগুলো স্থির থাকবে। এর ফলে পৃষ্ঠটানের জন্য BC বাহুর দিকে অগ্রসর হবে। সুতরাং BC বাহুকে এর নিজ স্থানে রাখার জন্য বিপরীত দিকে বল প্রয়োগ করতে হবে।

BC বাহুর দৈর্ঘ্য  $\ell$  এবং তরলের পৃষ্ঠটান  $T$  হলে, BC তারের ওপর AD এর দিকে মোট বল হবে,  $F = \ell \times T + \ell \times T$  (কেননা পর্দার উপরে এবং নিচে দুটি পৃষ্ঠ আছে এবং উভয়েরই পৃষ্ঠটান  $T$ )। সুতরাং BC বাহুকে এর অবস্থানে স্থির রাখতে হলে এর ওপর পৃষ্ঠটানের বিপরীতমুখী যে

$$\therefore \text{পৃষ্ঠটানের বিরুদ্ধে প্রতি একক ক্ষেত্রফল বৃদ্ধিতে কৃতকাজ বা পৃষ্ঠ শক্তি, } E = \frac{W}{\Delta A} = \frac{2T\ell b}{2\ell b} = T; \text{ এই শক্তি পৃষ্ঠে সঞ্চিত হবে।}$$

সুতরাং কোনো তরলের পৃষ্ঠশক্তি তার পৃষ্ঠটানের সমান।

প্রশ্ন ৩৪ দ্রোহী পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে  $500\text{cm}$  লম্বা ও  $4\text{mm}^2$  প্রস্থচ্ছেদের তারের নিচে কিছু ভার ঝুলিয়ে এর দৈর্ঘ্য ও পার্শ্ব পরিবর্তনের পাঠ নিল এবং তার বান্ধবী পূজাকে বললো আমার পরীক্ষায় তারের দৈর্ঘ্য পরিবর্তন  $5\%$  এবং পার্শ্ব পরিবর্তন  $4\%$ । পূজা বললো এটা হতে পারে না। তোমার উপাত্ত সংগ্রহে ভুল হয়েছে। তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$  [সরকারি কে. সি. কলেজ, ঝিনাইদহ]

- ক. সান্দ্রতা গুণাঙ্ক কাকে বলে? ১
- খ. গ্যাসের সান্দ্রতার উপর চাপের প্রভাব নেই কেন—ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  $0.01\text{cm}$  হলে তারটিতে কত ভার চাপাতে হবে? ৩
- ঘ. পূজার বিবৃতি সঠিক কিনা—যুক্তি দাও। ৪

#### ৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রবাহীর দুটি স্ফেরের মধ্যে বেগের নতি একক রাখতে (অর্থাৎ একক দূরত্ব অবস্থিত দুটি স্ফেরের মধ্যে একক আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে) প্রবাহী স্ফেরের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বলের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বলে।

খ গ্যাসের সান্দ্রতার উপর চাপের প্রভাব নেই। আমরা জানি, গ্যাসীয় অণুসমূহের সর্বদা এলোমেলোভাবে চলাচল করতে থাকে এবং এতে সংঘর্ষ ঘটে। এতে বিভিন্ন স্ফেরের প্রবাহের বাঁধার সৃষ্টি হয়। যা গ্যাসের সান্দ্রতা নামে পরিচিত। গ্যাসের অণুসমূহের গতির উপর চাপের তেমন কোন প্রভাব নেই। ফলে গ্যাসের অণুসমূহের সংঘর্ষ তথা বাঁধার উপর চাপের প্রভাব উপেক্ষণীয়। এ কারণে গ্যাসের সান্দ্রতার উপর চাপের প্রভাব নেই।

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

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

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

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\ell = 0.01\text{cm} = 0.01 \times 10^{-2}\text{m}$

ভর,  $m = ?$

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{A\ell} = 8.16\text{ kg}$$

$\therefore$  দৈর্ঘ্য  $0.01\text{ cm}$  বৃদ্ধি করতে  $8.16\text{ kg}$  ভরের বস্তু চাপাতে হবে।

ঘ দ্রোহীর পরীক্ষায়,

দৈর্ঘ্য পরিবর্তন হয়  $5\%$  এবং পার্শ্ব পরিবর্তন হয়  $4\%$ । দৈর্ঘ্য বিকৃতি =  $0.05$

দৈর্ঘ্য বিকৃতি,  $= 0.05$

পার্শ্ব বিকৃতি  $= 0.04$

অর্থাৎ পয়সনের অনুপাত  $0.8$  হতে পারে না।

অতএব, পূজার বিবৃতিটি সঠিক।

প্রশ্ন ৩৫ কৃষ্ণা একটি পানি ভর্তি সিলিন্ডার  $0.03\text{mm}$  ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক নল ডুবালো। উক্ত নলটিতে পানির আরোহন  $0.40\text{m}$ । অতঃপর সে কৈশিক নলটি সরিয়ে একটি  $40\text{mm}$  ব্যাসের ধাতব গোলক পানিতে ফেলায় তা  $2.1 \times 10^{-2}\text{ms}^{-1}$  অস্ফুবেগ প্রাপ্ত হলো। পানির সান্দ্রতা গুণাঙ্ক  $0.003\text{Nsm}^{-2}$  এবং বিশুদ্ধ পানির ঘনত্ব  $1\text{gm/cc}$  এবং পৃষ্ঠটান  $72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$ । [রাজবাড়ী সরকারি কলেজ, রাজবাড়ী]

- ক. পয়সনের অনুপাত কাকে বলে? ১
- খ. শীতল পানির গতির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত ধাতব গোলকের উপর কী পরিমাণ সান্দ্র বল ক্রিয়া করে? ৩
- ঘ. কৃষ্ণার ব্যবহৃত পানি বিশুদ্ধ কি না? উদ্দীপকের আলোকে এর সত্যতা যাচাই কর। ৪

#### ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে।

খ তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের অণুগুলো তাপ থেকে শক্তি গ্রহণ করে বেশি শক্তি পায় এবং এদের গতি বেড়ে যায় এতে অণুগুলোর গড় মুক্ত পথ বৃদ্ধি পায় ফলে এদের মধ্যে ঘর্ষণ কম হয়। গড় মুক্ত পথ বৃদ্ধির ফলে তরলের স্ফেরের আপেক্ষিক বাধা কমে যায়। ফলে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়। আর এ জন্যই, শীতল পানির গতির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুত হয়।

গ এখানে,

$$\text{গোলকের বেগ, } v = 2.1 \times 10^{-2}\text{ms}^{-1}$$

$$\text{গোলকের ব্যাসার্ধ, } r = \frac{100}{2}\text{ mm} = 50 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{সান্দ্রতাঙ্ক } \eta = 0.003\text{Nsm}^{-2}$$

$$\text{সান্দ্র বল, } F = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} F &= 6\pi \eta r v \\ &= 6\pi \times 0.003\text{Nsm}^{-2} \times 50 \times 10^{-3}\text{m} \times 2.1 \times 10^{-2}\text{ms}^{-1} \\ &= 5.94 \times 10^{-5}\text{N} \end{aligned}$$

$\therefore$  ধাতব গোলক  $5.94 \times 10^{-5}\text{N}$  সান্দ্র বল ক্রিয়া করবে।

ঘ এখানে,

$$\text{কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ, } r = 0.03\text{mm} = 0.03 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{পানির আরোহন, } h = 0.40\text{m}$$

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

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

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = ?$$

বিগুন্ধ পানির জন্য,  $\theta = 0^\circ$

বিগুন্ধ পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1 \text{ gm/cm}^3 = 10^3 \text{ kgm}^{-3}$

∴ কৃষ্ণার ব্যবহৃত পানি বিগুন্ধ না।

**প্রশ্ন ▶ ৩৬** 100kg ভরের একটি অচল পিক আপ ভ্যানকে 50m দৈর্ঘ্য এবং 0.02m ব্যাসের রশি দিয়ে নিয়ে টানা হচ্ছে। এর ফলে রশিটির দৈর্ঘ্য 0.1% বৃদ্ধি পেলে এবং ব্যাস 0.01% হ্রাস উলে-খ্য যে, ব্যাস 4% হ্রাস পেলে রশিটি ছিঁড়ে যাবে। [গাইবান্ধা সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. ইয়ং এর গুণাংক কি?

খ. পয়সনের অনুপাত 0.5 বলতে কি বুঝ?

গ. প্রসারিত অবস্থায় রশিটির জন্য পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর।

ঘ. রশির পরিমাণ বৃদ্ধি করতে থাকলে যখন রশির দৈর্ঘ্য 12% বৃদ্ধি পাবে তখন রশিটি ছিঁড়ে যাবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

**৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত যে ধ্রুবসংখ্যা হয় তাকে বস্তুর উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে।

**খ** আমরা জানি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত যে ধ্রুবসংখ্যা হয় তাকে পয়সনের অনুপাত বলে। সুতরাং কোনো বস্তুর পয়সনের অনুপাত .5 বা  $\frac{1}{2}$  বলতে বুঝায়, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ঐ বস্তুর পার্শ্ববিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত 1 : 2।

**গ** দেওয়া আছে, দৈর্ঘ্য বিকৃতি,  $\frac{\ell}{L} = 0.1\% = 10^{-3}$  এবং পার্শ্ব

বিকৃতি  $= \frac{F}{L} = -0.01\% = -10^{-4}$

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

আমরা জানি,  $\sigma = -\frac{F/L}{\ell/L} = -\frac{-10^{-4}}{10^{-3}} = 0.1$  (Ans.)

**ঘ** রশির দৈর্ঘ্য 12% বৃদ্ধি পেলে,

দৈর্ঘ্য বিকৃতি  $= \frac{\ell}{L} = 12\% = 0.12$

এক্ষেত্রে পার্শ্ব বিকৃতি  $x$  হলে,

বা,  $x = -0.1 \times \frac{\ell}{L} = -0.1 \times 0.12 = -0.012 = -1.2\%$

$x$  বা পার্শ্ব বিকৃতির সাংখ্যিক মান 1% অপেক্ষা বৃহত্তর। উদ্দীপক মতে, ব্যাস 1% হ্রাস পেলে রশিটি ছিঁড়ে যাবে।

সুতরাং বলের পরিমাণ বৃদ্ধি করতে থাকলে যখন রশির দৈর্ঘ্য 12% বৃদ্ধি পাবে তখন রশিটি ছিঁড়ে যাবে।

**প্রশ্ন ▶ ৩৭** ইস্পাতের অসহপীড়ন  $7.9 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$  এবং ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ । [প্রেসিডেন্ট প্রফেসর ড. ইয়াজউদ্দিন আহমেদ রেসিডেন্সিয়াল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, মুন্সিগঞ্জ]

ক. স্পর্শ কোণ কী?

খ. নলের মধ্যে দিয়ে পানি উপরে উঠে কেন?

গ. সর্বাধিক কত দৈর্ঘ্যের ইস্পাতের তার না ছিঁড়ে বুলে থাকতে পারে, তা নির্ণয় কর।

ঘ. অসহপীড়নের অর্ধেক অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন প্রয়োগ করলে আদি দৈর্ঘ্যের শতকরা কত অংশ বৃদ্ধি পাবে।

**৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** কঠিন ও তরলের স্পর্শবিন্দু হতে বক্র তরল তলে অধিকতর স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের ভিতরে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে উক্ত কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

**খ** পানি অণুসমূহের মধ্যকার সংশক্তি বল অপেক্ষা নলের অণু ও পানির অণুর মধ্যকার আসঞ্জন বল বৃহত্তর। তাই পৃষ্ঠটানজনিত

কারণে নলের মধ্য দিয়ে পানি উপরে উঠে। এক্ষেত্রে  $T = \frac{hr \rho g}{2}$

বা  $h = \frac{2T}{r \rho g}$  সূত্রানুসারে  $T$ ,  $\rho$ ,  $g$  ধ্রুব থাকলে  $h \propto \frac{1}{r}$  অর্থাৎ নল যত সরু হবে ঐ নলে তরলের উত্থান তত বেশি হবে।

**গ** দেওয়া আছে, অসহপীড়ন,  $F/A = 7.9 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$

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

ঘনত্ব  $\rho = 7.9 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$

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

মনে করি, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A$  এবং সর্বাধিক  $L$  দৈর্ঘ্যের ইস্পাতের তার না ছিঁড়ে বুলে থাকতে পারে।

তাহলে অসহ ওজন  $= A \times \text{অসহ পীড়ন} = A \times 7.9 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ .....(i)

কিন্তু, অসহ ওজন  $= \text{সর্বোচ্চ ভর} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}$

$= \text{সর্বোচ্চ আয়তন} \times \text{ঘনত্ব} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}$

$= \text{সর্বোচ্চ দৈর্ঘ্য} \times \text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল} \times \text{ঘনত্ব} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}$

$= L A \rho g$  .....(ii)

$= 10204 \text{ m}$

সুতরাং সর্বাধিক 10204m দৈর্ঘ্যের ইস্পাতের তার না ছিঁড়ে বুলে থাকতে পারে।

**ঘ** এক্ষেত্রে প্রযুক্ত পীড়ন,  $\frac{F}{A} = \frac{1}{2} \times \text{অসহপীড়ন} = \frac{1}{2} \times 7.9 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2} = 3.95 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$

ধরি, আদি দৈর্ঘ্য  $L$  এবং দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  $\ell$

তাহলে,  $Y = \frac{F/A}{\ell/L}$

∴  $\frac{\ell}{L} = \frac{F/A}{Y} = \frac{3.95 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}}{2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}} = 1.975 \times 10^{-3}$

বা,  $\ell = 1.975 \times 10^{-3} \times L = L \times 0.1975\%$

সুতরাং অসহপীড়নের অর্ধেক অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন প্রয়োগ করলে আদি দৈর্ঘ্যের শতকরা 0.1975 অংশ বৃদ্ধি পাবে।

**প্রশ্ন ▶ ৩৮**  $7.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ঘনত্ব বিশিষ্ট  $2 \times 10^{-4} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের একটি গোলককে সিলিন্ডারে রক্ষিত  $0.87 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ঘনত্ব বিশিষ্ট তরলের উপরিতল হতে খুব ধীরে ছেড়ে দেয়া হল। গোলকটি তরলের পৃষ্ঠ হতে 0.2m নিচে অস্ফুর্বেগ প্রাপ্ত হলে এবং উক্ত গোলকটি 3sec পরে তরলের পৃষ্ঠ হতে 0.8m নিচে পৌঁছাল।

[লোহাগড়া সরকারি আদর্শ মহাবিদ্যালয়, নড়াইল]

ক. অস্ফুর্বেগ কী?

খ. পতনশীল পানির ফোঁটা গোলক আকৃতির হয় কেন?

গ. উপরোক্ত ঘটনায় ব্যবহৃত তরলের সান্দ্রতা সহগ নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্দীপকের তরলের পরিবর্তে  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ঘনত্বের তরল ব্যবহার করলে গোলকটির অস্ফুর্বেগ ভিন্ন হবে কী?

গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও।

**৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** কোনো প্রবাহীর মধ্য দিয়ে অপর কোনো বস্তু গমনকালে নির্দিষ্ট সম্মুখবর্তী বলের জন্য বস্তুটি সর্বোচ্চ যে বেগ অর্জন করে, তাকে ঐ প্রবাহীতে বস্তুটির অস্ফুর্বেগ বলে।

**খ** পতনশীল পানির ফোঁটা গোলক আকৃতির হয় পৃষ্ঠটানের কারণে। আমরা নির্দিষ্ট আয়তনের বস্তুর ক্ষেত্রে পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল সর্বাধিক কম হয় বস্তুটি গোলক হলে। পৃষ্ঠটানের কারণে তরলের ক্ষেত্রফল সর্বদা সংকুচিত হতে চায়। পানির ফোঁটা পতনকালে এর মধ্যস্থ অনুসমূহ পরস্পরকে এমনভাবে আকর্ষণ করে যে, ফোঁটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন মানে উপনীত হয়। তখন এটি গোলাকার ধারণ করে।



গ. দেওয়া আছে, গোলকের অস্ফুটবেগ,  $v_t = \frac{0.8m - 0.2m}{3sec} = 0.2ms^{-1}$

গোলকের উপাদানের ঘনত্ব,  $\rho = 7.8 \times 10^3 kgm^{-3}$

গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = 2 \times 10^{-4}m$

তরলের ঘনত্ব,  $\sigma = 0.87 \times 10^3 kgm^{-3}$

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

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } v_t &= \frac{2}{9} \\ &= \frac{2}{9} \times \frac{(2 \times 10^{-4}m)^2 (7.8 - 0.87) \times 10^3 kgm^{-3} \times 9.8ms^{-2}}{0.2ms^{-1}} \\ &= 3.0184 \times 10^{-3} kgm^{-1}s^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ. এখানে, ২য় তরলের ঘনত্ব,  $\sigma = 1.0 \times 10^3 kgm^{-3}$   
ধরি, এর মধ্য দিয়ে পতনকালে গোলকটির অস্ফুটবেগ অভিন্ন ( $0.2ms^{-1}$ ) হবে যদি এর সান্দ্রতা সহগ  $\eta$  হয়।

$$\begin{aligned} &= \frac{2}{9} \times \frac{(2 \times 10^{-4}m)^2 (7.8 - 1) \times 10^3 kgm^{-3} \times 9.8ms^{-2}}{0.2ms^{-1}} \\ &= 2.96 \times 10^{-3} kgm^{-1}s^{-1} \end{aligned}$$

সুতরাং উদ্দীপকের তরলের পরিবর্তে  $1 \times 10^3 kgm^{-3}$  ঘনত্বের তরল ব্যবহার করলে গোলকটির অস্ফুটবেগ ভিন্ন হবে, যদি তরলটির সান্দ্রতা সহগ  $2.962 \times 10^{-3} kgm^{-1}s^{-1}$  না হয়।

প্রশ্ন▶৩৯ একটি ত্রুটিপূর্ণ পানির কল দিয়ে ফোঁটা ফোঁটা পানি পড়ছিল। প্রতিটি ফোঁটার ব্যাস  $4 \times 10^{-7}m$  এরূপ ২৭ টি পানির ফোঁটা মিলে একটি বড় ফোঁটা তৈরি হলো। পরবর্তীতে এ বড় ফোঁটাকে স্বেচ্ছ করে ২৭ টি ফোঁটা তৈরি করা হলো। (পানির পৃষ্ঠটান  $= 72 \times 10^{-3}Nm^{-1}$ ।/ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, শহীদ মাহবুব

ক. স্থিতিশীল প্রবাহ কি?

খ. সকল হারমোনিকই উপসুর কিন্তু সকল উপসুর হারমোনিক নয়-ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের ২য় ক্ষেত্রে ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্দীপকের ১ম ঘটনায় পানির তাপমাত্রার কি কোনো পরিবর্তন হবে? উত্তরের সপক্ষে তোমার মতামত গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

#### ৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো স্থিতিশীল প্রবাহের এর সাম্যাবস্থান হতে ১ম পরিমাণ প্রসারিত করলে এর মধ্যে যে প্রত্যয়নী বল উদ্ভূত হয় তাকে স্থিতিশীল বল বলে।

খ. একটি স্বরের মধ্যে যে বিভিন্ন কম্পাঙ্কের সুর থাকে তার মধ্যে সবচেয়ে কম কম্পাঙ্কের সুরকে মৌলিক সুর বলে। বাকি সুরগুলোকে উপসুর বলে। উপসুরের কম্পাঙ্ক মূল সুরের কম্পাঙ্কের সরল গুণিতক হলে তাকে হারমোনিক বলে। কিন্তু সকল উপসুরের কম্পাঙ্ক মূলসুরের কম্পাঙ্কের সরল গুণিতক নয়। তাই সকল হারমোনিক উপসুর হলেও সকল উপসুর হারমোনিক নয়।

গ. দেওয়া আছে, প্রতিটি ফোঁটা ব্যাসার্ধ,  $r = 2 \times 10^{-7}m$   
ছোট ফোঁটার সংখ্যা,  $N = 27$

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

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

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

∴ উদ্দীপকের ২য় ক্ষেত্রে ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ,  $E = T\Delta A$

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

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

$$= 4 \times 3.1416 \times 72 \times 10^{-3} Nm^{-1} \times \{27 \times (2 \times 10^{-7}m)^2 - (6 \times 10^{-7}m)^2\}$$

$$= 6.5144 \times 10^{-13}J \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপকের উভয় ঘটনায় ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা = ২৭

∴ উদ্দীপকের প্রথম ঘটনায় পানির ফোঁটার পৃষ্ঠের সর্বমোট ক্ষেত্রফল কমে যাওয়ায় পৃষ্ঠটানজনিত নির্গত শক্তি  $= 6.5144 \times 10^{-13}J$

এ শক্তি তাপ শক্তিরূপে দেখা দিয়ে এবং বড় ফোঁটার তাপমাত্রা কিছুটা বৃদ্ধি পাবে।

∴ বড় ফোঁটার তাপমাত্রা এবং ছোট ফোঁটাগুলোর তাপমাত্রার ব্যবধান,

$$\Delta\theta = \frac{Q}{mS} = \frac{6.5144 \times 10^{-13}J}{9.0455 \times 10^{-16}kg \times 4200 Jkg^{-1}K^{-1}} = 0.1715^\circ C$$

অর্থাৎ বড় ফোঁটার তাপমাত্রা  $0.1715^\circ C$  পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন▶৪০ ০.১mm ব্যাসার্ধের আটটি বৃষ্টির ফোঁটা  $5 \times 10^{-2} ms^{-1}$  প্রাস্ফুটবেগে পড়ছে। পানির ঘনত্ব  $1000kgm^{-3}$ । পানির ঘনত্বের তুলনায় বাতাসের ঘনত্ব উপেক্ষণীয়। [নারায়ণগঞ্জ সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. প্রাস্ফুটবেগ কাকে বলে?

খ. বড় বৃষ্টির ফোঁটা ছোট বৃষ্টির ফোঁটার চেয়ে দ্রুত পড়ে কেন?

গ. বস্তুর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

ঘ. ফোঁটাগুলো একত্রিত হয়ে একটি ফোঁটায় পরিণত হলে সৃষ্ট প্রাস্ফুটবেগ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

#### ৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রাস্ফুটবেগ: কোন তরলের মধ্য দিয়ে গতিশীল কোন বস্তুর স্থির বেগকে প্রাস্ফুটবেগ বলে।

খ. বৃষ্টির ফোঁটা পড়তে বস্তুর ন্যায় বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পতনের সময় অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দ্রতার কারণে এর ওপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পায়। ফোঁটার আকার যত ছোট হবে তত স্বল্প সময়ের মধ্যে বাধা দানকারী বল গতি সৃষ্টিকারী বলের সমান হয়ে পড়ে, তখন ফোঁটাটির নিট ত্বরণ শূন্য হয়। ফোঁটাটি তখন প্রাস্ফুটবেগে পড়তে থাকে। এই প্রাস্ফুটবেগ প্রাপ্তির কারণে অবশেষে পতনশীল আকারে ছোট বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হয় না। তাই বড় বৃষ্টির ফোঁটা ছোট বৃষ্টির ফোঁটার চেয়ে দ্রুত পড়ে।

গ. এখানে, ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $r = 0.1 mm$   
 $= 0.1 \times 10^{-3}m$

প্রাস্ফুটবেগ,  $v = 5 \times 10^{-2} ms^{-1}$

পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1000kgm^{-3}$

বায়ুর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক,  $\eta = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \eta = \frac{2}{9} \times \frac{\rho(\rho - \sigma)m}{\tau}$$

$$[\text{পানির ঘনত্বের তুলনায় বাতাসের ঘনত্বের } (\sigma) \text{ উপেক্ষণীয়}]$$

$$= 4.31 \times 10^{-4} N.s.m^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে ফোঁটাগুলো একত্রিত হয়ে একটি ফোঁটায় পরিণত হলে—

$$\frac{4}{3} \pi R^3 = 8 \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{বা, } R^3 = 8r^3$$

$$\text{বা, } R = 2 \times 10^{-4}m$$

সুতরাং প্রাস্ফুটবেগ,

$$\begin{aligned} v &= \frac{2}{9} \times \frac{R^2 \rho g}{\eta} \\ &= \frac{2}{9} \times \frac{(2 \times 10^{-4})^2 \times 1000 \times 9.8}{4.31 \times 10^{-4}} \\ &= 0.202 ms^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ফোঁটাগুলো একত্রিত হয়ে একটি ফোঁটায় পরিণত হলে সৃষ্ট প্রাস্ফুটবেগ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে পাওয়া যায়  $0.202ms^{-1}$ ।

প্রশ্ন▶৪১  $10^{-6}m^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং  $1m$  দৈর্ঘ্যের একটি ইস্পাতের তারে  $10^4N$  বল প্রয়োগ করায় তারের দৈর্ঘ্য ৫% বৃদ্ধি পেল।

[জয়পুরহাট সরকারি মহিলা কলেজ]

- ক. স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি কী? ১  
 খ. পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলতে কী বুঝায়? ২  
 গ. ইস্পাতের তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. ইস্পাতের পরিবর্তে একই ব্যাসার্ধের এবং একই দৈর্ঘ্যের তামার তার ব্যবহার করলে ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মান পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

## ৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. স্থিতিস্থাপক বলের প্রভাবে কোন বস্তুতে সৃষ্ট বিভব শক্তিকে স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি বলে।

খ. বল প্রয়োগে যদি কোন বস্তুর বিকৃতি ঘটে এবং বল অপসারণে বস্তু যদি পুরোপুরি আগের অবস্থায় ফিরে আসে অর্থাৎ বিকৃতি শূন্য হয়ে যায় তাকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলে। প্রকৃতপক্ষে কোন বস্তুই পূর্ণ স্থিতিস্থাপক হয় না।

গ. দেওয়া আছে,

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

ইস্পাতের তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A = 10^{-6}\text{m}^2$

ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি,  $\ell = (L \times 5\%) \text{ m}$   
 $= (0.05 \times 1) \text{ m}$   
 $= 0.05\text{m}$

প্রযুক্ত বল,  $F = 10^4\text{N}$

তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক,  $Y = ?$

$$\text{আমরা জানি } Y = \frac{FL}{A\ell}$$

$$= \frac{10^4 \times 1}{10^{-6} \times 0.05}$$

$$\therefore Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. মনে করি, একই দৈর্ঘ্যে  $L$ , একই ব্যাসার্ধ  $r$  বিশিষ্ট ইস্পাতের ও তামার তারে একই বল  $F$  প্রয়োগ করলে তাদের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে  $\ell_1$  ও  $\ell_2$  হয়।

$$\text{ও তামার ইয়ং এর গুণাঙ্ক } Y_2 = \frac{FL}{A\ell_2} \dots\dots\dots(ii)$$

(i) ÷ (ii) থেকে পাই

$$\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\ell_2}{\ell_1}$$

$$\text{বা, } Y_1 \times \ell_2 = Y_2 \times \ell_1$$

$$\therefore \ell_2 > \ell_1$$

$$\therefore Y_1 > Y_2$$

অর্থাৎ ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক তামা অপেক্ষা বেশি।

প্রশ্ন ৪২। হিমেল  $5\text{kg}$  ভরের একটি বস্তুকে  $1.25\text{m}$  দৈর্ঘ্যের এবং  $4.74 \times 10^{-4} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের সূতা দিয়ে বেধে প্রতি মিনিটে 50 বার ঘুরাচ্ছে। হিমেল আরো দ্রুত বস্তুটিকে ঘুরাতে থাকলে তার বন্ধু আসিফ তাকে জোরে ঘুরাতে নিষেধ করে বললো এতে তারটি ছিঁড়ে যাবে। তারটির অসহ পীড়ন  $2.45 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ ।

[মেহেরপুর সরকারি কলেজ, মেহেরপুর]

- ক. ঘাত বল কাকে বলে? ১  
 খ. কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত টর্ক কিসের উপর নির্ভর করে? ২  
 গ. ঘূর্ণনরত বস্তুর কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. আসিফের বক্তব্যের সত্যতা বিশ্লেষণ কর। ৪

## ৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোন বস্তুর উপর অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের কোন বল প্রযুক্ত হলে তাকে ঘাত বল বলে।

খ. কোন নির্দিষ্ট অক্ষের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান কোন বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টির জন্য প্রযুক্ত দ্বন্দ্বের ভ্রামককে টক বা বলের ভ্রামক বলে। একে  $\tau$  দ্বারা সূচিত করা হয়।

$$\therefore \tau = F \times d$$

অর্থাৎ বল এবং  $F$  এর লম্ব দূরত্ব  $d$  এর নির্ভর করে। বলের মান যত বেশি হবে তার ঘূর্ণন সৃষ্টির ক্ষমতা তত বেশি হবে। আবার  $d$  যত বেশি হবে ঘূর্ণন তত বেশি হবে। এখান থেকে বলা যায় টর্ক কৌণিক ত্বরণের উপরও নির্ভর করে।

গ. এখানে,

ভর,  $m = 5\text{kg}$

বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ,  $r = 1.25\text{m}$

$$\omega = \frac{50 \times 2\pi}{60} \text{ rads}^{-1}$$

কৌণিক ভরবেগ,  $L = ?$

আমরা জানি,

$$L = m\omega r^2$$

$$\therefore \text{কৌণিক ভরবেগ, } L = 40.91 \text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$$

ঘ. এখানে,

ভর,  $m = 5\text{kg}$

বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ,  $r = 1.25\text{m}$

তারের ক্ষেত্রফল,  $A = \pi \times (4.74 \times 10^{-4})^2$

$$\text{কৌণিক বেগ, } \omega = \frac{50 \times 2\pi}{60} \text{ rds}^{-1}$$

কেন্দ্রমুখী বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = m\omega^2 r$$

$$= 5\text{kg} \times \left( \frac{50 \times 2\pi}{60} \text{ rads}^{-1} \right)^2 \times 1.25 = 171.35 \text{ N}$$

যা অসহ পীড়ন  $2.45 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$  অপেক্ষা কিছু কম। অতএব বেশী জোরে ঘুরালে তারটি ছিঁড়ে যাবে। অর্থাৎ আসিফের বক্তব্য সঠিক ছিল।

প্রশ্ন ৪৩. একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাত এবং একটি রাবারের তারের প্রতিটিতে  $5\text{kg}$  ভর ঝুলালে ইস্পাত এর চেয়ে রাবার 4 গুণ বেশি বৃদ্ধি পায়। ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $Y = 4 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ । [সরকারি পি. সি. কলেজ বাগেরহাট]

ক. ইয়ং এর গুণাঙ্ক কী? ১

খ. পয়সনের অনুপাত 0.2 বলতে কী বুঝায়? ২

গ. ইস্পাতের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করলে পীড়ন কত হবে? ৩

ঘ. তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

## ৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. পয়সনের অনুপাত 0.2 বলতে বুঝায়, দৈর্ঘ্য বরাবর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বল প্রয়োগ করলে পার্শ্ববিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত সব সময় 0.2 হয়।

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

আদি দৈর্ঘ্য =  $L$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি} = L \text{ এবং } 5\% = L \times \frac{5}{100} = \frac{L}{20}$$

পীড়ন = ?

$$\text{বা, } 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} = \text{পীড়ন} \times 20$$

$$\therefore \text{পীড়ন} = 1 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. আমরা জানি,

L দৈর্ঘ্যের, A প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কোন তারে m ভরের কোন বস্তু ঝুলালে যদি তারটির দৈর্ঘ্য  $\ell$  পরিমাণ বৃদ্ধি পায় তবে। ঐ তারের

$$\text{ইয়ং এর গুণাঙ্ক, } Y = \frac{\frac{mgL}{A\ell}}{\frac{L}{\ell}}$$

$$\text{বা, } Y = \frac{mgL}{A\ell}$$

$$\therefore Y_1 = \frac{mgL}{A\ell_1}$$

$$\text{এবং } Y_2 = \frac{mgL}{A\ell_2}$$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{4\ell}{\ell}$$

$$\text{বা, } Y_1 = 4Y_2$$

এখানে, যেহেতু  $Y_1 > Y_2$

অর্থাৎ ইস্পাতের তারের স্থিতিস্থাপক রাবারের তারের চেয়ে বেশি। (Ans.)

**প্রশ্ন ▶ ৪৪** একটি সুসম ধাতব তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $2\text{mm}^2$  এবং এর উপাদানের অসহ পীড়ন  $4 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}$ । তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগের ফলে 12% দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো। তারের উপাদান পয়সনের আপাত 25। [নড়াইল সরকারি ভিক্টোরিয়া কলেজ]

ক. বলের ঘাত কাকে বলে? ১

খ. কৈশিক নলের অস্ফুটবাস্যার্হ হ্রাস পেলে নলের মধ্যে তলের উচ্চতা বৃদ্ধি পায়'-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের তারের পার্শ্ব বিকৃতি কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকের তারে 30kg ভর ঝুলিয়ে দেওয়া হলে তারটির স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম করবে কিনা-গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

#### ৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

**খ** কৈশিক নলের অস্ফুটবাস্যার্হ হ্রাস পেলে নলের মধ্যে তরলের উচ্চতা বৃদ্ধি পায়। আমরা জানি,  $T = \frac{h \rho g r}{2 \cos \theta}$  যেখানে, T,  $\rho$ , g,  $\theta$  অপরিবর্তিত থাকলে  $hr = \text{ধ্রুবক}$ , অর্থাৎ,  $h \propto \frac{1}{r}$ , সুতরাং নলের ব্যাস কমালে স্বভাবতই নলের পানির উত্থানের পরিমাণ বেশি হয়।

**গ** দেয়া আছে, তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A = \pi r^2 = 2\text{mm}^2$

$$\therefore \text{তারের ব্যাসার্ধ, } r = \sqrt{\frac{2\text{mm}^2}{\pi}} \\ = 0.8 \text{ mm} \\ = 0.8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

মনে করি, তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $= L_0$

$$\therefore \text{তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } \Delta L = L_0 \text{ এর } 25\% \\ = 0.25L_0$$

তারের পার্শ্ব বিকৃতি,  $\Delta r = ?$

পয়সনের অনুপাত,  $\sigma = 0.25$

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

$$\text{বা, } 0.25 = \frac{L_0 \times \Delta r}{(0.8 \times 10^{-3} \text{ m}) \times 0.25 L_0} \\ = 5 \times 10^{-5} \text{ m. (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

প্রযুক্ত ভর,  $M = 30 \text{ kg}$

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

তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A = 2\text{mm}^2$

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

মনে করি, তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L = L_0$

$\therefore$  দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\ell = L_0$  এর 25%

$$= 0.25L_0$$

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

তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক,  $Y = ?$

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{A\ell} \\ = \frac{MgL}{A\ell} \\ = \frac{(30 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}) \times L_0}{2 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \times 0.25L_0} \\ = 5.88 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

যেহেতু তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $Y = 4.88 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}$ , তারটির অসহপীড়ন  $2 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}$  অপেক্ষা বেশি।

$\therefore$  30 kg ভর ঝুলিয়ে দেয়া হলে তারটির স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম করবে।

**প্রশ্ন ▶ ৪৫** 0.4mm ব্যাসের একটি লোহার বল তার্পিন তেলের মধ্যে দিয়ে  $4 \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$  বেগে পড়ছে। লোহা ও তার্পিন তেলে ঘনত্ব যথাক্রমে  $7.8 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$  এবং  $0.87 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$ । [হামিদপুর আল-হেরা কলেজ, যশোর]

ক. পয়সনের অনুপাত বলতে কি বুঝ? ১

খ. ইস্পাত রাবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত তার্পিন তেলের সান্দ্রতাংক কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকে লোহার বলটি  $10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$  সান্দ্রতাক্ষ বিশিষ্ট পানির মধ্য দিয়ে পড়তে দেওয়া হলো উহা আগের চেয়ে দ্রুত গতিতে পড়বে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা দাও। ৪

#### ৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা, যাকে পয়সনের অনুপাত বলে।

**খ** আমরা জানি, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক  $= \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ । ইস্পাতের ক্ষেত্রে অধিক পীড়ন দেয়া সত্ত্বেও বিকৃতির মান যৎসামান্য হয়। সুতরাং পীড়ন এবং বিকৃতির অনুপাত অনেক বেশি। কিন্তু রাবারের ক্ষেত্রে পীড়ন অল্প দিলেই বিকৃতির মান অনেক বেশি হয়। সুতরাং পীড়ন ও বিকৃতি অনুপাত অনেক কম। অতএব, ইস্পাত রাবার অপেক্ষা বেশি স্থিতিস্থাপক।

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

প্রালম্বিক বেগ,  $v = 4 \times 10^{-2} \text{ m/s}$

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

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

এবং তার্পিন তেলের সান্দ্রতাংক,  $\eta = ?$

আমরা জানি,

$$= \frac{\frac{2}{9} \times (0.2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 (7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3} - 0.87 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}) \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}{4 \times 10^{-2} \text{ m/s}} \\ = 0.015 \text{ Nsm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে,

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

পানির সান্দ্রতাক্ষ  $\eta = 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$

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

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

প্রালম্বিক বেগ,  $v = ?$

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

$$\therefore 59.2 \times 10^{-3} \text{ m/s} > 4 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

$\therefore$  বলটি পূর্বের চেয়ে দ্রুত গতিতে পড়বে। (Ans.)

**প্রশ্ন ▶ ৪৬**  $2 \times 10^{-4} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের একটি লোহার বল তার্পিন তেলের ভিতর সম্পর্ক নিমজ্জিত করে কেবল অভিকর্ষের প্রভাবে স্থির অবস্থা হতে গতিশীল হতে দেওয়া হলো। কিছু সময় পরে বলটি  $4 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$  প্রান্তর বেগ দিয়ে পড়তে থাকল। লোহা ও তার্পিন তেলের ঘনত্ব যথাক্রমে  $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$  এবং  $0.87 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ।

[ডুমুরিয়া মহাবিদ্যালয়, খুলনা]

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

#### ৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

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

**গ** দেওয়া আছে,

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

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

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

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

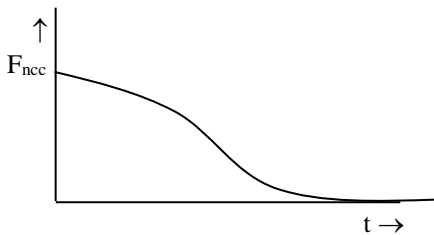
বের করতে হবে, সান্দ্রতাঙ্ক,  $\eta = ?$

আমরা জানি,

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

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

**ঘ** প্রথম অবস্থায় যখন লোহার বলটির গতিবেগ কম থাকে তখন স্টোকসের সূত্র ( $F = 6\pi\eta rv$ ) অনুসারে সান্দ্রতা বলের মান কম থাকে, কিন্তু অভিকর্ষ বল এবং প-বতা বল দ্রুতবমানের থাকায় উল্লম্ব নিচের দিক বরাবর লব্ধি বলের মান বেশি থাকে। এতে বলের গতিবেগ বাড়তে থাকে এবং সমানুপাতে সান্দ্রতা বলের মানও বাড়ে, ফলে লব্ধি বলের মান কমতে থাকে। লোহার বলটি প্রান্তর বেগ অর্জন করলে সান্দ্রতা এবং প-বতার যোগফল অভিকর্ষ বলের সমান হয়, তখন নেট বলের মান শূন্য হয়। বস্তুটি এ অবস্থাতেই (নেট বল শূন্য) পরবর্তীতে পতিত হতে থাকে। সুতরাং লোহার বলটির ওপর ক্রিয়াশীল নেট বল বনাম সময় লেখচিত্র নিরূপণ:



**প্রশ্ন ▶ ৪৭**  $4 \times 10^{-4} \text{ m}$  ব্যাসের একটি লোহার বল তার্পিন তেলের ভেতর দিয়ে  $4 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$  প্রান্তর বেগ নিয়ে পড়ছে। লোহা ও তার্পিন তেলের ঘনত্ব যথাক্রমে  $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$  এবং  $0.87 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ।

[রেসিডেন্সিয়াল মডেল স্কুল কলেজ, ঢাকা]

- ক. রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতি বিবৃত কর। ১  
খ. সাম্য বলের ক্রিয়ার বস্তুর ত্বরণ কেমন হয়— ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. তার্পিন তেলের সান্দ্রতাগুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. উদ্দীপকের বলটি  $1.6 \text{ Nsm}^{-2}$  সান্দ্রতাগুণাঙ্ক বিশিষ্ট কোন তরলের মধ্যে ছেড়ে দিলে প্রান্তর বেগের মান কীরূপ হতো গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতিটি হলো একাধিক বস্তুর মধ্যে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া ব্যতীত বাহ্যিক কোনো বল ক্রিয়া না করলে নির্দিষ্ট দিকে এদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে না।

**খ** সাম্য বলের ক্ষেত্রে,  $\sum F = 0$  এক্ষেত্রে বস্তুর সার্বিক ত্বরণ,  $\sum a$  হলে  $F = ma$  সূত্রানুসারে,  $\sum a = \frac{\sum F}{m} = \frac{0}{m} = 0$ ; অর্থাৎ সাম্য বলের ক্রিয়ার বস্তুর ত্বরণ শূন্য হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

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

$$\text{প্রান্তর বেগ, } v_t = 4 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$$

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

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

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

বের করতে হবে, তার্পিন তেলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক,  $\eta = ?$

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

$$= 1.5092 \text{ kgm}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, সান্দ্রতাগুণাঙ্ক,  $\eta = 1.6 \text{ Nsm}^{-2}$

$$\text{এক্ষেত্রে, প্রান্তর বেগ, } v_t = \frac{2r^2 (\rho - \sigma) g}{9 \eta}$$

$$= 3.77 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1} < 4 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং উদ্দীপকের বলটি  $1.6 \text{ Nsm}^{-2}$  সান্দ্রতাগুণাঙ্ক বিশিষ্ট কোনো তরলের মধ্য দিয়ে ছেড়ে দিলে প্রান্তর বেগের মান পূর্বের তুলনায় কিছুটা কম হতো। কারণ, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে সান্দ্রতাগুণাঙ্ক ( $1.4 \text{ Nsm}^{-2}$ ) প্রথম ক্ষেত্রের সান্দ্রতা গুণাঙ্কের ( $1.5092 \text{ Nsm}^{-2}$ ) তুলনায় কিছুটা বেশি।

**প্রশ্ন ▶ ৪৮**  $0.1 \text{ mm}$  ব্যাসার্ধের আটটি বৃষ্টির ফোঁটা  $5 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$  প্রান্তর বেগে পড়ছে। পানির ঘনত্ব  $1000 \text{ kgm}^{-3}$ । পানির ঘনত্বের তুলনায় বাতাসের ঘনত্ব উপেক্ষণীয়। [ড. মাহবুবুর রহমান মোল-১ কলেজ]

- ক. সান্দ্রতা গুণাঙ্ক কী? ১  
খ. বাধাহীনভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চবেগে প্রাপ্ত হয় না কেন? ২  
গ. বায়ুর সান্দ্রতা সহগ নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. ফোঁটাগুলো একত্রিত হয়ে একটি ফোঁটায় পরিণত হলে প্রান্তর বেগের পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একক বেগ অবক্রমে কোনো একটি প্রবাহীর একক ক্ষেত্রফলের ওপর যে পরিমাণ সান্দ্রতা বল ক্রিয়া করে, তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বলে।

**খ** বাধাহীনভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটার বেগ যতই বৃদ্ধি পেতে থাকে, এর ওপর বায়ুর সান্দ্র বল ততই বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক

সময় বৃষ্টির ফোঁটার প-বতা এবং সান্দ্র বলের সমষ্টি এর ওজনের সমান হয়, অর্থাৎ উর্ধ্বমুখী বলদ্বয়ের সমষ্টি নিম্নমুখী বলের সমান হয়। এসময় ফোঁটার ওপর নেটবল শূন্য হওয়ার কারণে এটি ধ্রুববেগে প্রাণ্ড হয়, যা প্রান্স্টিঙ্ক বেগ নামে পরিচিত। এসকল কারণে বাধাহীনভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চবেগে প্রাণ্ড হয় না।

**গ** দেওয়া আছে, প্রতিটি ক্ষুদ্র বৃষ্টির ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $r = 0.1\text{mm} = 10^{-4}\text{m}$  প্রান্স্টিঙ্ক বেগ,  $v_t = 5 \times 10^{-2}\text{ms}^{-1}$

পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1000\text{kgm}^{-3}$  এবং বায়ুর ঘনত্ব,  $\sigma \approx 0\text{kgm}^{-3}$  বের করতে হবে, বায়ুর সান্দ্রতা সহগ,  $n = ?$

আমরা জানি,

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho - \sigma)g}{v_t} \\ = \frac{2}{9} \times \frac{(10^{-4})^2 (1000 - 0) \text{kgm}^{-3} \times 9.8\text{ms}^{-2}}{5 \times 10^{-2} \text{ms}^{-1}} \\ = 4.356 \times 10^{-4} \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** বৃহৎ ফোঁটার ব্যাসার্ধ  $R$  হলে,  $\frac{4}{3} \pi R^3 = 8 \times \frac{4}{3} \pi r^3$

বা,  $R^3 = 8r^3$

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

কিন্তু ক্ষুদ্র ফোঁটার প্রান্স্টিঙ্ক বেগ  $= 5 \times 10^{-2} \text{ms}^{-1} = 0.05 \text{ms}^{-1}$  সুতরাং ক্ষুদ্র ফোঁটাগুলো একত্রিত হয়ে একটি ফোঁটায় পরিণত হলে প্রান্স্টিঙ্ক বেগের পরিবর্তন হবে, বস্তুত পূর্বের তুলনায় চারগুণ হয়ে যাবে।

**প্রশ্ন ▶ ৪৯**  $4 \times 10^{-4}\text{m}$  ব্যাসার্ধের একটি লোহার বল তার্পিন তেলের ভিতর দিয়ে  $6 \times 10^{-2}\text{ms}^{-1}$  প্রান্স্টিঙ্ক বেগ নিয়ে পড়ছে। লোহা, বায়ু ও তার্পিন তেলের ঘনত্ব যথাক্রমে  $7.8 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$ ,  $1.293\text{kgm}^{-3}$  এবং  $0.87 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$ । [নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ]

ক. ক্ষমতা কি?

১

খ. স্প্রিংবল সংরক্ষণশীল বল-ব্যাখ্যা কর।

২

গ. তার্পিন তেলের সান্দ্রতাক্ষ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. লোহার বলটি তার্পিন তেলের পরিবর্তে  $1.80 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2}$  সান্দ্রতাক্ষের বায়ুর ভিতর দিয়ে প্রান্স্টিঙ্ক বেগ পূর্বের কত গুণ হবে?

৪

#### ৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো ব্যক্তি বা বস্তুর একক সময়ে কাজের পরিমাণ বা শক্তিব্যয়ের পরিমাণকে এর ক্ষমতা বলে।

অধ্যায়টির গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর (নির্বাচনি পরীক্ষার প্রশ্ন বিশেষ-সঙ্গে প্রাণ্ড)

#### ▶ ক নং প্রশ্ন (জ্ঞানমূলক)

**প্রশ্ন-১.** আনুজ্ঞাতিক আকর্ষণ বল কী?

**উত্তর:** পদার্থের অণুগুলো পরস্পর যে বল দ্বারা যুক্ত হয়ে বিভিন্ন ভৌত কাঠামো গঠন করে তাকে আনুজ্ঞাতিক আকর্ষণ বল বলে।

**প্রশ্ন-২.** আয়নিক যৌগ কাকে বলে?

**উত্তর:** আয়নিক বন্ধন দ্বারা সৃষ্ট যৌগকে আয়নিক যৌগ বলে।

**প্রশ্ন-৩.** সমযোজী বন্ধন কাকে বলে?

**উত্তর:** অনুষ্ঠানের সময় যদি পরমাণু নিজ নিজ বহিঃস্ফেরে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের স্থিতিশীল ইলেকট্রন কাঠামো অর্জনের উদ্দেশ্যে সমান সংখ্যক অণুয়ুগল ইলেকট্রন সরবরাহ করে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি করে এবং উভয় পরমাণু তা সমানভাবে শেয়ার করে তবে পরমাণুদ্বয়ের মধ্যে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে সমযোজী বন্ধন বলে।

**প্রশ্ন-৪.** ভ্যানডার ওয়ালস পারস্পরিক ক্রিয়া কাকে বলে?

**উত্তর:** যে পারস্পরিক ক্রিয়ার ফলে এ ভ্যানডার ওয়ালস বল সৃষ্টি হয় তাকে ভ্যানডার ওয়ালস পারস্পরিক ক্রিয়া বলে।

**খ** যে বল কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করলে তাকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে বল কর্তৃক কাজ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে। স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল, কারণ —

i. এই বল শুধু স্প্রিং-এর অবস্থানের ওপর নির্ভর করে।

ii. স্প্রিংবল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণভাবে পুনরুদ্ধার করা যায়।

iii. স্প্রিংকে এক অবস্থান হতে অপর এক অবস্থানে স্থানান্তরের কাজ পথের ওপর নির্ভর করে না, কেবল আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের ওপর নির্ভর করে।

**গ** দেওয়া আছে, গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = 4 \times 10^{-4}\text{m}$  এবং ঘনত্ব,  $\rho = 7.8 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$  তার্পিন তেলের ঘনত্ব,  $\sigma = 0.87 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$  তার্পিন তেলের মধ্য দিয়ে প্রান্স্টিঙ্ক বেগ,  $v_t = 6 \times 10^{-2} \text{ms}^{-1}$  বের করতে হবে, তার্পিন তেলের সান্দ্রতা সহগ,  $\eta = ?$

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

$$\therefore \eta = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho - \sigma)g}{v_t} \\ = \frac{2}{9} \times \frac{(4 \times 10^{-4}\text{m})^2 (7.8 - 0.87) \times 10^3 \text{kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ms}^{-2}}{6 \times 10^{-2} \text{ms}^{-1}} \\ = 40.2 \times 10^{-3} \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে, বায়ুর ঘনত্ব,  $\sigma = 1.293 \text{kgm}^{-3}$  এবং সান্দ্রতা সহগ,  $\eta = 1.8 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2}$

$\therefore$  বায়ুর মধ্যদিয়ে লোহার গোলকের প্রান্স্টিঙ্ক বেগ,

$$v_t = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho - \sigma)g}{\eta} \\ = \frac{2}{9} \times \frac{(4 \times 10^{-4}\text{m})^2 (7.8 \times 10^3 - 1.293) \text{kgm}^{-3} \times 9.8\text{ms}^{-2}}{1.8 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2}} \\ = 151 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{বায়ুর মধ্য দিয়ে লোহার প্রান্স্টিঙ্ক বেগ} = \frac{151 \text{ms}^{-1}}{6 \times 10^{-2}\text{ms}^{-1}} \\ \text{তার্পিন তেলের মধ্যে লোহার প্রান্স্টিঙ্ক বেগ} = 2517 \text{ গুণ}$$

সুতরাং লোহার বলটি তার্পিন তেলের পরিবর্তে  $1.8 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2}$  সান্দ্রতাক্ষের বায়ুর ভিতর দিয়ে পড়লে বস্তুটি 2517 গুণ বেশি প্রান্স্টিঙ্ক বেগে পড়বে।

**প্রশ্ন-৫.** ভ্যানডার ওয়ালস বল কাকে বলে?

**উত্তর:** কাছাকাছি অবস্থিত পরমাণু সমূহের মধ্যে একটি সর্বজনীন দুর্বল আকর্ষণ বল ক্রিয়া করে। যে পারস্পরিক ক্রিয়ার ফলে এ বল সৃষ্টি হয় তাকে ভ্যানডার ওয়ালস বল বলে।

**প্রশ্ন-৬.** প-জমা অবস্থা কী?

**উত্তর:** অত্যধিক তাপমাত্রার বায়বীয় পদার্থের আয়নিক অবস্থাকে প-জমা অবস্থা বলে।

**প্রশ্ন-৭.** নমনীয় বস্তু কী?

**উত্তর:** বিকৃতকারী বল অপসারণের পর যদি বস্তুর অবস্থান পুনঃপ্রাপ্তি না ঘটে তবে তাকে নমনীয় বল বলে।

**প্রশ্ন-৮.** নমনীয়তা কাকে বলে?

**উত্তর:** বিকৃতকারী বল অপসারণের পর যদি বস্তুর অবস্থান পুনঃপ্রাপ্তি না ঘটানোর ধর্মকে নমনীয়তা বলে।

**প্রশ্ন-৯.** সমপ্রবাহ কী?

উত্তর: প্রবাহীর বেগ সর্বদা ধ্রুব থাকলে তাকে সমপ্রবাহ বলে।

প্রশ্ন-১০. অসমপ্রবাহ কী?

উত্তর: যদি সর্বক্ষণ প্রবাহীর বেগ একই না থাকে তবে তাকে স্থির প্রবাহ বলে।

প্রশ্ন-১১. সমরৈখ প্রবাহ কী?

উত্তর: যদি প্রবাহীর বিভিন্ন স্তর পরস্পরের সমান্তরালে চলে তবে তাকে সমরৈখ প্রবাহ বলে।

প্রশ্ন-১২. বিক্ষিপ্ত প্রবাহ কী?

উত্তর: যদি প্রবাহীর স্তর পরস্পরের সমান্তরালে না চলে তবে তাকে বিক্ষিপ্ত প্রবাহ বলে।

প্রশ্ন-১৩. সংকট বেগ কাকে বলে?

উত্তর: সর্বাধিক যে বেগ পর্যন্ত কোনো তরলের প্রবাহ ধারে রেখে প্রবাহ বজায় রাখে সে বেগকে সংকট বেগ বলে।

প্রশ্ন-১৪. স্পর্শ কোণ কী?

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

#### ► খ নং প্রশ্ন (অনুধাবনমূলক)

প্রশ্ন-১: কোনো তারের দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে তারের অসহ বলের কী পরিবর্তন ঘটে?

উত্তর: তারের দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে তারের অসহ বলের কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

কারণ, অসহ বল = অসহ পীড়ন  $\times$  তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল।  
যেহেতু দৈর্ঘ্যের উপর অসহ বল নির্ভর করে না সেহেতু দৈর্ঘ্য পরিবর্তনে অসহ বল পরিবর্তন হয় না।

প্রশ্ন-২: স্প্রিং সাধারণত ইস্পাতের তৈরি হয় তামার তৈরি হয় না কেন?

উত্তর: স্প্রিং সাধারণত ইস্পাতের তৈরি হয়, তামার হয় না।

কারণ: ইস্পাতের স্থিতিস্থাপকতা তামার তুলনায় বেশি। অর্থাৎ তামার তুলনায় ইস্পাতের স্থিতিস্থাপক সীমার মান বেশি। মনে করি, একই আকারের একটি ইস্পাতের তৈরি ও অপরটি তামার তৈরি দুটি স্প্রিং-এর উপর সমান বল প্রয়োগ করা হল। আন্সেড আন্সেড প্রযুক্তি বলের মান বাড়ানো হলে দেখা যাবে, যে বলের ক্রিয়ায় ইস্পাতের তৈরি স্প্রিংয়ে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম বজায় থাকছে সেই বলের ক্রিয়ায় তামার তৈরি স্প্রিংয়ে স্থায়ী বিকৃতি ঘটছে। তাই স্প্রিং সাধারণত তামার পরিবর্তে ইস্পাত দিয়ে তৈরি হয়।

প্রশ্ন-৩. স্থিতিস্থাপক বস্তুর ক্ষেত্রে পীড়ন ও বিকৃতির মধ্যে কোনটি মৌলিক ও কেন?

উত্তর: স্থিতিস্থাপক বস্তুর ক্ষেত্রে পীড়ন ও বিকৃতির মধ্যে বিকৃতি মৌলিক।

কারণ: বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে বস্তুর মধ্যে যে প্রতিক্রিয়া বলের উদ্ভব হয় তাকে পীড়ন বলে। এই পীড়ন বস্তুকে পূর্বের অবস্থায় নিয়ে যেতে সাহায্য করে। অর্থাৎ বিকৃতির সৃষ্টি হলে তবেই পীড়নের উদ্ভব হয়। সুতরাং বিকৃতি হলো মৌলিক।

প্রশ্ন-৪. সমান ব্যাস ও দৈর্ঘ্যের ফাঁপা ও নিরেট দণ্ডের মধ্যে কোনটির দৃঢ়তা বেশি – ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আমরা জানি, ব্যবর্ত দৃঢ়তা,  $C = \frac{n\pi r^4}{2l}$  = একক কৃন্দ্র বিকৃতির জন্য উৎপন্ন প্রতিক্রিয়া বলের ভ্রামক।

$$\therefore \text{নিরেট দণ্ডটির ব্যবর্ত দৃঢ়তা, } C_1 = \frac{n\pi r^4}{2l}$$

এখানে,  $r$  = দণ্ডের উপাদানের দৃঢ়তা গুণাঙ্ক,  $r$  = দণ্ডের ব্যাসার্ধ এবং  $l$  = দণ্ডের দৈর্ঘ্য

$$\therefore \text{ফাঁপা দণ্ডটির ব্যবর্তন দৃঢ়তা, } C_2 = \frac{n\pi(r^4 - x^4)}{2l}$$

এখানে,  $r$  = ফাঁপা দণ্ডের বাইরের ব্যাসার্ধ এবং  $x$  = ফাঁপা দণ্ডের ভিতরের ব্যাসার্ধ

$$\therefore \frac{C_1}{C_2} = \frac{r^4}{r^4 - x^4} > 1$$

$$\therefore C_1 > C_2$$

সুতরাং নিরেট দণ্ডটির দৃঢ়তা ফাঁপা দণ্ডটি অপেক্ষা বেশি হবে।

প্রশ্ন-৫. টান করা তার হঠাৎ ছিঁড়ে গেলে তারের উষ্ণতার পরিবর্তন হয় কেন?

উত্তর: টান টান করা তার হঠাৎ ছিঁড়ে গেলে তারের উষ্ণতা পরিবর্তিত হয়।

কারণ: কোনো তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটতে তারের অণুগুলোর আন্সেড আণবিক বলের বিপরীতে কিছু কাজ সম্পাদন করতে হয়। এ কাজ তারের মধ্যে স্থিতিশক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকে। তারটি যখন হঠাৎ ছিঁড়ে যায়, তখন ঐ স্থিতিশক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ফলে তারের উষ্ণতা বাড়ে।

প্রশ্ন-৬. বায়ুতে পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা গোলাকার হয় কেন?

উত্তর: বায়ুতে পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা গোলাকার হয়।

কারণ: পৃষ্ঠটানের জন্য পানির পৃষ্ঠ সংকুচিত হয়ে ন্যূনতম ক্ষেত্রফল ধারণ করতে চায়। বায়ুতে অল্প আয়তনের পানি বিন্দু গোলক আকার ধারণ করে। কারণ সমান আয়তনের বিভিন্ন আকৃতির বস্তুর মধ্যে গোলকের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল ন্যূনতম হয়।

প্রশ্ন-৭. দুইটি অণুর মধ্যকার সংসক্তি বলের আণবিক পাল- $10^{-9}$  m বলতে কী বোঝ?

উত্তর : একই পদার্থের দুইটি অণুর সংসক্তি বল সর্বাপেক্ষা যতদূর পর্যন্ত অনুভূত হয় তাকে সংসক্তি বলের আণবিক পাল- $10^{-9}$  m বলে।

সংসক্তি বলের আণবিক পাল- $10^{-9}$  m এর অর্থ : সংসক্তি বলের আণবিক পাল- $10^{-9}$  m বলতে বোঝায়, সংশ্লিষ্ট পদার্থের দুইটি অণু সর্বাপেক্ষা  $10^{-9}$  দূরত্বে অবস্থান করলে সংসক্তি বল ক্রিয়া করবে। এর ক্ষেত্রে বেশি দূরত্বে সংসক্তি বল ক্রিয়াশীল হবে না।