

৯ম শ্রেণি একাডেমিক প্রোগ্রাম ২০২০

পদার্থবিজ্ঞান

লেকচার : P-14

অধ্যায় ০৬ : বস্তুর ওপর তাপের প্রভাব



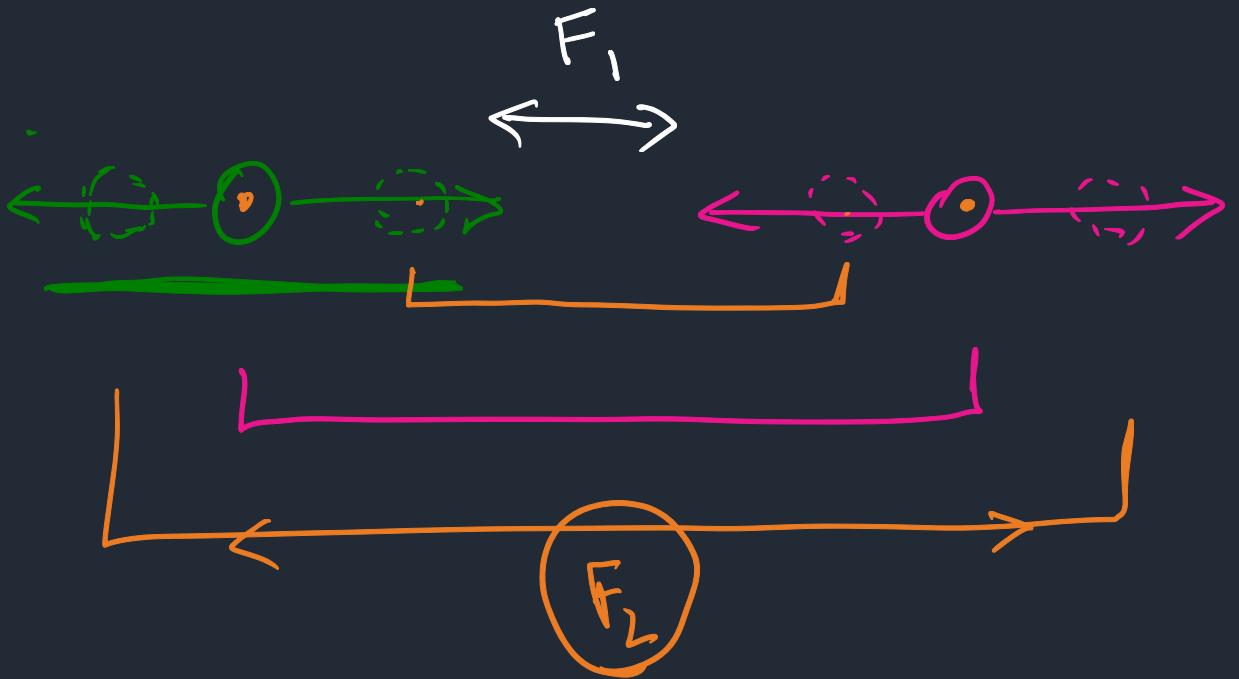
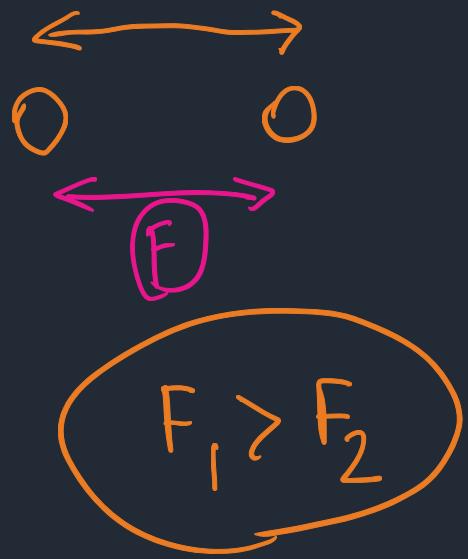
পদার্থের তাপীয় প্রসারণ

যখন কোন বস্তুকে তাপ দেই, তখন তার অণুগুলোর গতিশক্তি বাড়ে।

বস্তুটি কঠিন হলে তার অণুগুলো সাম্যবস্থান থেকে এদিক ওদিক কাঁপতে থাকে। যখন অণুগুলো দূরে দূরে সরে যায়, তখন টান (আকর্ষণ) অনুভব করে এবং যখন একে ওপরের কাছাকাছি আসে, তখন আবার বিকর্ষণ অনুভব করে। এই বিকর্ষণ বলের মান আকর্ষণ বলের তুলনায় বেশি হয়। এজন্য বস্তুটা প্রসারিত হয়, কারণ যতটা না কাছে আসতে পারে তার থেকে বেশি দূরে সরে যায়।

তরল পদার্থের বেলায় তাপ প্রয়োগে অণুগুলোর গতিশক্তি বেশি বাড়ে কারণ এক্ষেত্রে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ খুব কম হয়।

বায়বীয় পদার্থের অণুগুলো যেহেতু আরো দূরে দূরে থাকে, তাই তাদের আকর্ষণ আরো কম হয়, এজন্য তাপে বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ সবচেয়ে বেশি হয়।



ଯୁଗ୍ମତି

- ଦୂର୍ଧ୍ୱାଳୀ
- କ୍ଷେତ୍ରଫଳ
- ପ୍ରଦ୍ରବ୍ୟତା

কঠিন পদার্থের প্রসারণ

তাপ প্রয়োগে কঠিন -এর দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল এবং আয়তন বাড়ে।

ধরি, T_1 তাপমাত্রায় কোন দণ্ডের দৈর্ঘ্য L_1 , তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে T_2 হলে শেষ দৈর্ঘ্য L_2 ।

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি} = L_2 - L_1$$

$$\frac{\Delta L}{L_1} \propto \Delta T$$



$$T_2 - T_1 = \Delta T$$

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি} = T_2 - T_1$$

$$\frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \Delta T$$

$$L_2 \quad T_2$$

$$L_2 - L_1 = \Delta L$$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1 (T_2 - T_1)}$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{L_2 - L_1}{L_1 (T_2 - T_1)} = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T} \\ &= \frac{m}{m K} \\ &= K^{-1} \end{aligned}$$

$$T \quad \theta$$

$$\begin{aligned} L_1 &\longrightarrow L_2 - L_1 \\ 1 \text{ m} &\longrightarrow \frac{L_2 - L_1}{L_1} \end{aligned}$$

একক: K^{-1}

$$\text{মাত্রা: } [\alpha] = [T^{-1}]$$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ

** রুপার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ বলতে কি বুঝ?

রুপার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ বলতে বোঝায়, 1m দৈর্ঘ্যের রুপা দন্তের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর দৈর্ঘ্য $16.7 \times 10^{-7} \text{ m}$ বৃদ্ধি পায়।

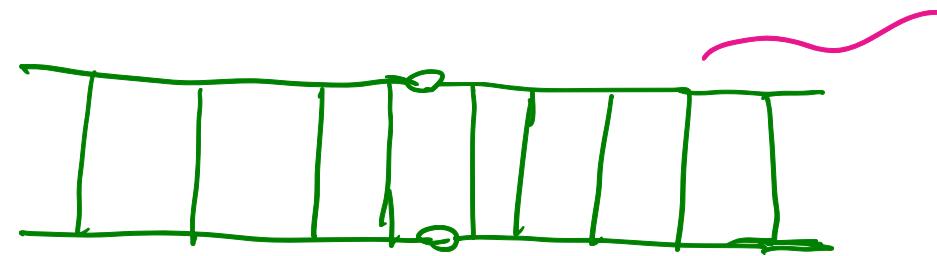
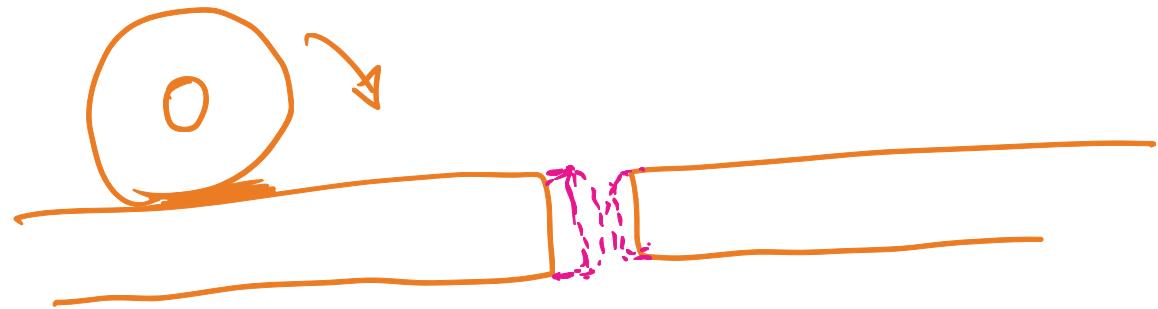
$$\rightarrow 16.7 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$$

Poll Question-01

□ ৱেললাইনে দুইটি লোহার বারের মিলিত জায়গায় কিছুটা ফাঁক রাখা হলে কি হবে?

(a) দুর্ঘটনা ঘটবে

(b) দুর্ঘটনা ঘটবে না।



গণিতিক সমস্যা

২৭৩ K

- ❖ ২০ °C তাপমাত্রায় একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 100 m। ৫০ °C তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য 100.033 m হলে, ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত?

৩২৩ K

α

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{0.033}{100 (30 \text{ K})}$$

$$= 1.1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \quad (\text{Ans})$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$= 323 - 273 \\ = 30 \text{ K}$$

$$\Delta L = l_2 - l_1$$

$$= 100.033 - 100 \\ = 0.033 \text{ m}$$

কঠিন পদার্থের প্রসারণ

তাপ প্রয়োগে কঠিন -এর দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল এবং আয়তন বাড়ে।

ধরি, T_1 তাপমাত্রায় কোন কঠিন পদার্থের পৃষ্ঠের আদি ক্ষেত্রফল A_1 , তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে T_2 হলে শেষ ক্ষেত্রফল A_2 ।

$$\text{ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি} = A_2 - A_1$$

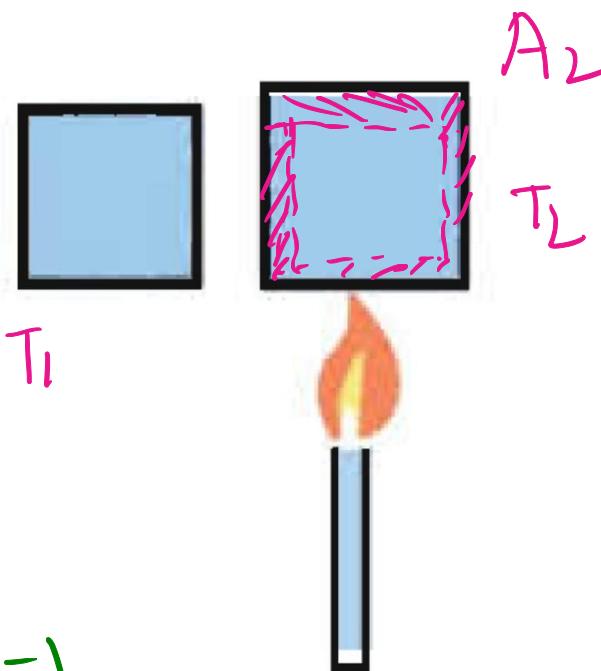
$$\Delta A \propto \Delta T$$

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি} = T_2 - T_1$$

$$\text{ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ}, \beta = \frac{(A_2 - A_1)}{A_1(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta T} = \frac{m^2}{m^2 \times K} = \frac{1}{K}$$

একক: K^{-1}

$$\text{মাত্রা: } [\beta] = [T^{-1}]$$



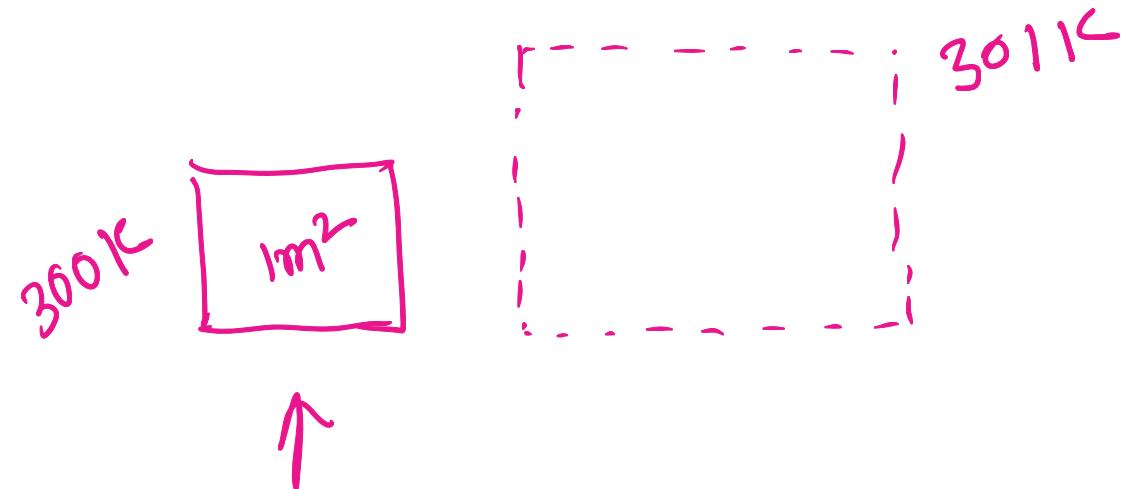
$$\beta = \frac{\Delta A (m^2)}{A_1 (m^2) \Delta T} = \frac{1}{K} = K^{-1}$$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ

** তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $26.7 \times 10^{-7} K^{-1}$ বলতে কি বুঝ?

১

তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $26.7 \times 10^{-7} K^{-1}$ বলতে বোঝায়, $1 m^2$ ক্ষেত্রফলের কোন তামা খণ্ডের তাপমাত্রা $1K$ বৃদ্ধি করলে এর ক্ষেত্রফল $26.7 \times 10^{-7} m^2$ বৃদ্ধি পায়।



কঠিন পদার্থের প্রসারণ

তাপ প্রয়োগে কঠিন -এর দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল এবং আয়তন বাড়ে।

α, β, γ

ধরি, T_1 তাপমাত্রায় কোন কঠিন পদার্থের আদি আয়তন V_1 , তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে T_2 হলে শেষ আয়তন V_2 ।

$$\Delta V \propto \Delta T$$

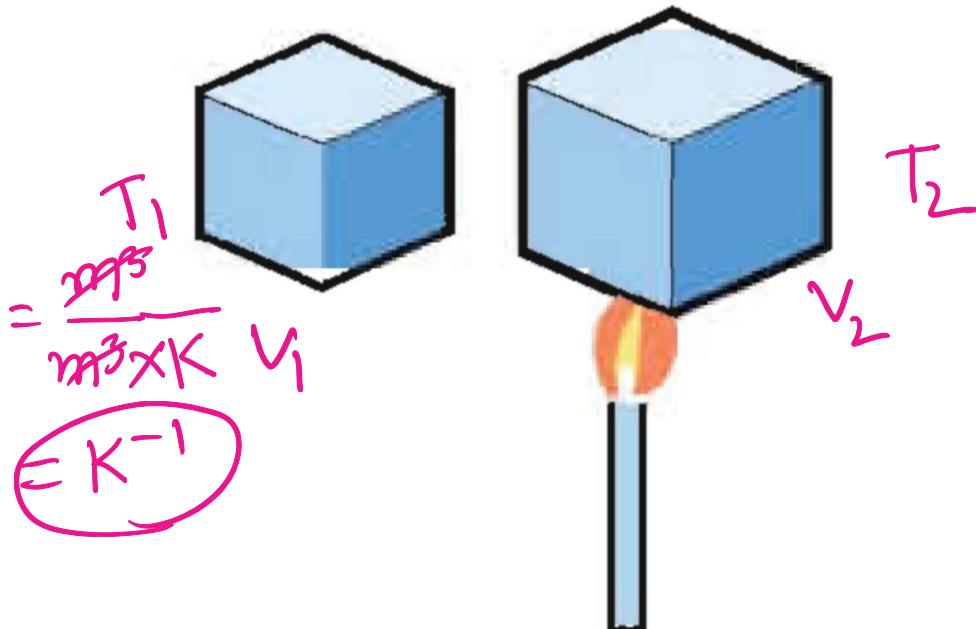
$$\text{আয়তন বৃদ্ধি} = V_2 - V_1$$

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি} = T_2 - T_1$$

$$\text{আয়তন প্রসারণ সহগ } \gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T} = \frac{\frac{T_2 - T_1}{m^3}}{m^3 \times K} V_1$$

$$\text{একক: } K^{-1}$$

$$\text{মাত্রা: } [\gamma] = [T^{-1}]$$



আয়তন প্রসারণ সহগ ** তামার আয়তন প্রসারণ সহগ $36.7 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ বলতে কি বুঝ? Home Work !! $$\gamma = \frac{\Delta V}{V \times \Delta T} = 1$$ $$\gamma = \frac{\Delta V}{V}$$ $$\gamma = 36.7 \times 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ per } \text{K}^{\uparrow}$$ গুরুবাংলা একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার পদার্থবিজ্ঞান অধ্যায় ০৬ : বস্তুর ওপর তাপের প্রভাব

কঠিন পদার্থের প্রসারণ সহগ সমূহের মধ্যে সম্পর্ক

$$\beta = 2\alpha$$

$$\gamma = 3\alpha$$

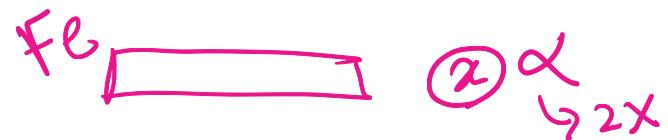
$$2\gamma = 3\beta$$

$$\beta = 2\alpha$$

$$3\beta = 6\alpha$$

$$\gamma = 3\alpha$$

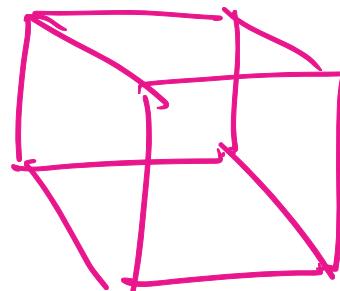
$$2\gamma = 6\alpha$$



length α

Area β

Volume γ



$$\gamma = 3 \times \alpha$$

$$6\alpha = 3\beta = 2\gamma$$

গাণিতিক সমস্যা

❖ ০°C তাপমাত্রায় 50 m³ আয়তনের একখণ্ড ইস্পাত কে ৫৬°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করলে এর আয়তন বাড়ে। ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $18.7 \times 10^{-7} K^{-1}$ হলে, ইস্পাতের আয়তন কত শতাংশ বেড়েছিল?

α

$$\gamma = 3\alpha = 3 \times 18.7 \times 10^{-7} K^{-1}$$

$$= 5.61 \times 10^{-6} K^{-1}$$

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_1 \times \Delta T}$$

$$\Delta V = \gamma \times V_1 \times \Delta T$$

$$= 5.61 \times 10^{-6} \times 50 \times 56$$

$$= 0.016 m^3$$

$$\left| \begin{array}{l} 50 m^3 \\ | \qquad \qquad \qquad 0.016 \\ | \qquad \qquad \qquad \frac{0.016}{50} \\ 100 - \frac{0.016 \times 100}{50} \end{array} \right.$$

$$= 0.0319 \% \quad (\text{Ans})$$

$$V_1 = 50 m^3$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$= 56 - 0$$

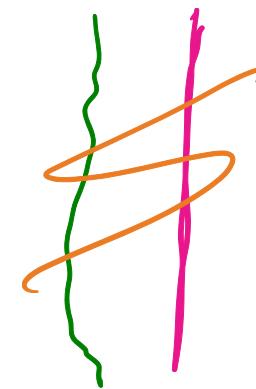
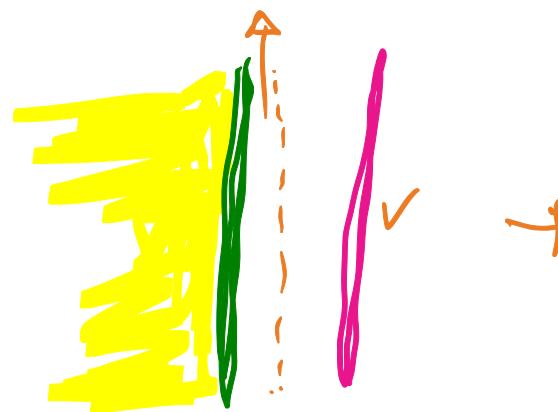
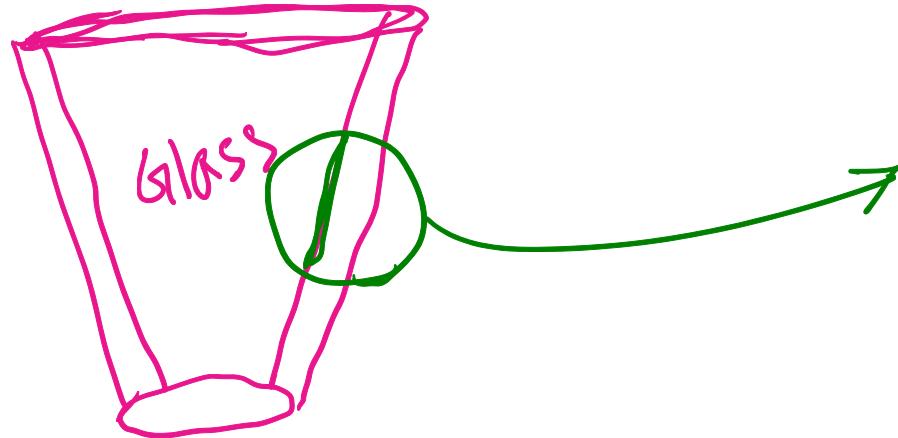
$$= 56 {}^\circ C$$

$$= 56 K$$

❖ কাচের প্লাসে গরম পানি ঢাললে অনেক সময় ফেটে যায় কেন?



কোন কোন অংশে হঠাৎ করে তাপমাত্রা বেড়ে যাওয়ায় প্রসারণ বেশি হয়, ফলে এই অংশে ফাটল ধরে।



তরল পদার্থের প্রসারণ

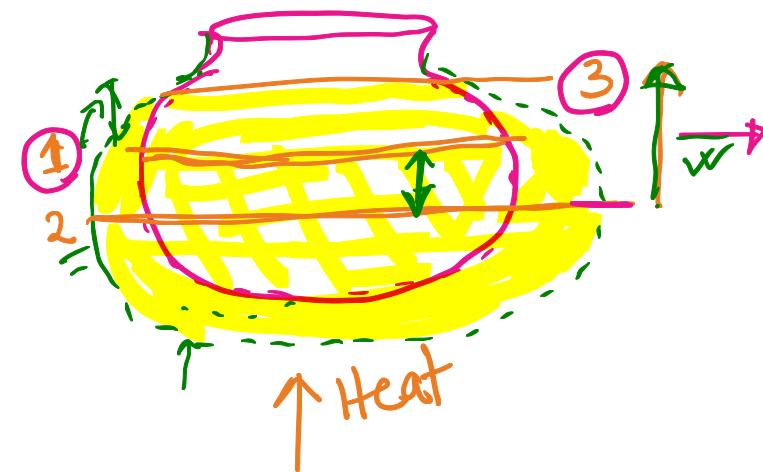
বিভিন্ন ধরনের সম আয়তনের তরলের ক্ষেত্রে, সমান তাপ প্রয়োগ করলেও ভিন্ন ভিন্ন তরলের ভিন্ন ভিন্ন প্রসারণ হয়। এটা তরল পদার্থের প্রসারণ সহগের উপর নির্ভর করে।

তরল পদার্থের প্রসারণ দুই প্রকার: আপাত প্রসারণ ও প্রকৃত প্রসারণ।

(1-৩)

(2-৩)

মুখ্য তন



$$V_L = V_a + V_B \quad \checkmark$$
$$V_a = V_L - V_B \quad \times$$

তরল পদার্থের প্রসারণ

□ **প্রকৃত প্রসারণ (V_L):** তরলকে কোন পাত্রে না রেখে তাপ দিলে তার যে আয়তন প্রসারণ হত তাকেই তরলের প্রকৃত প্রসারণ বলা হত। কিন্তু এমন সম্ভব নয় বলে, পাত্রের প্রসারণ বিবেচনা করে প্রকৃতই তরলের যতটুকু প্রসারণ হয় তাই প্রকৃত প্রসারণ।



□ **আপাত প্রসারণ (V_A):** কোন পাত্রে তরল রেখে তাপ দিলে তরলের যে আয়তন প্রসারণ দেখতে পাওয়া যায় অর্থাৎ পাত্রের প্রসারণ বিবেচনায় না এনে তরলের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তাকেই তরলের আপাত প্রসারণ বলে।

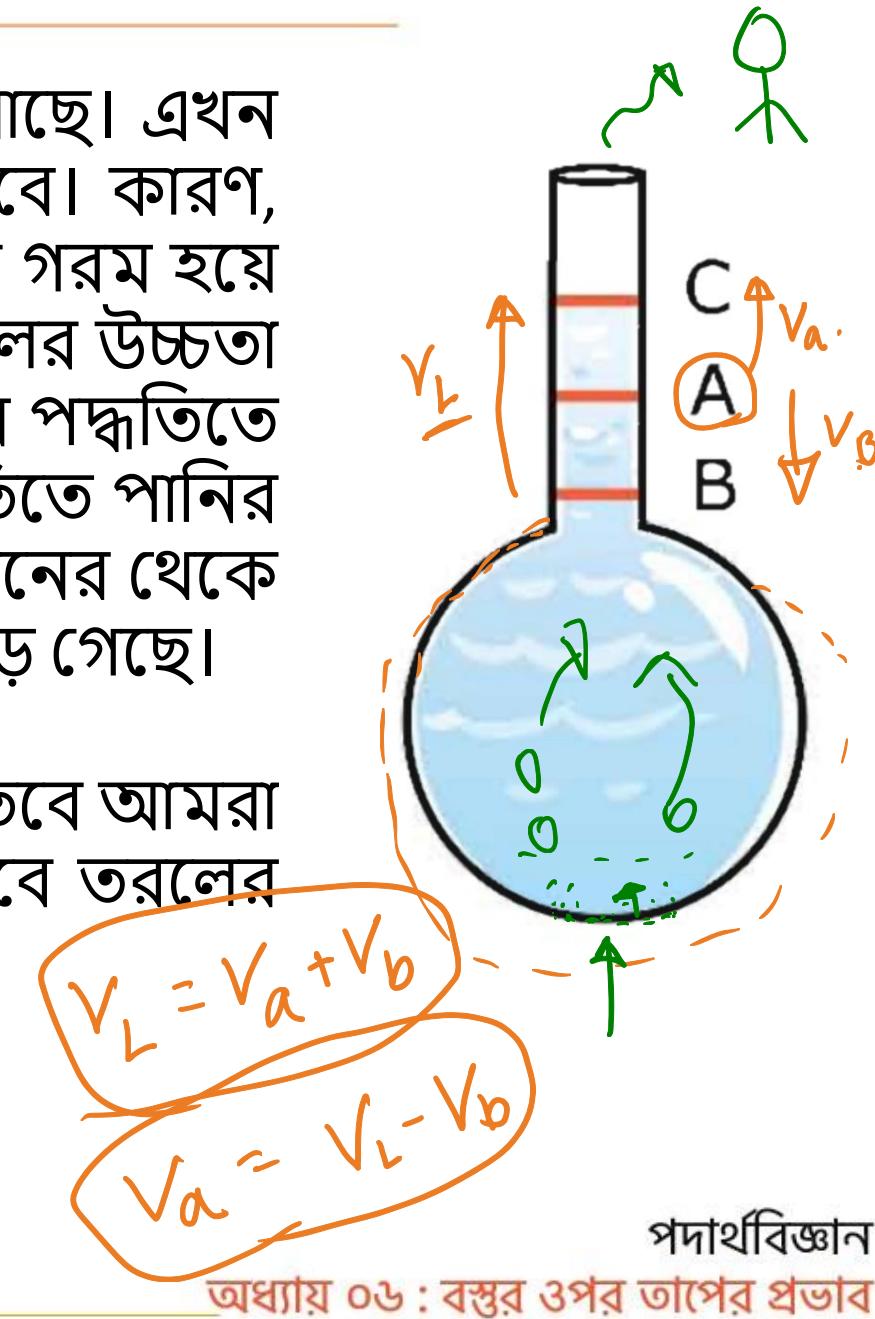
প্রকৃত প্রসারণ ও আপাত প্রসারণ -এর মধ্যে সম্পর্ক

ধরি, একটা সরু নল বিশিষ্ট কাচের পাত্রে A পর্যন্ত তরল আছে। এখন তাপ দেওয়া শুরু করলে প্রথমে তরলের উচ্চতা নেমে যাবে। কারণ, প্রথমত তাপ পরিবহন পদ্ধতিতে কাচের পাত্রে যাবে ও পাত্র গরম হয়ে প্রসারিত হবে। এরপর ও তাপ দেওয়া অব্যাহত রাখলে, তরলের উচ্চতা আবার বেড়ে C তে যাবে। কারণ, তখন তাপ প্রথমে পরিবহন পদ্ধতিতে কাঁচের পাত্র থেকে পানিতে এবং পরক্ষণেই পরিচলন পদ্ধতিতে পানির এক অণু থেকে অন্য অণুতে প্রবাহিত হবে এবং যেহেতু কঠিনের থেকে তরলের প্রসারণ বেশি হয়, তাই এক্ষেত্রে তরলের উচ্চতা বেড়ে গেছে।

নলের প্রস্তুতি কে যদি আমরা AB উচ্চতা দিয়ে গুণ দেই, তবে আমরা পাত্রের প্রসারণ V_B পাবো। যদি BC উচ্চতাকে গুণ দেই তবে তরলের প্রকৃত প্রসারণ V_L পাবো। তাহলে আপাত প্রসারণ হবে,

$$V_A = V_L - V_B$$

পরিবহন ৩০০০০
পরিচলন ০৬০০৫০
বিদ্যুরন ০৮০০০০



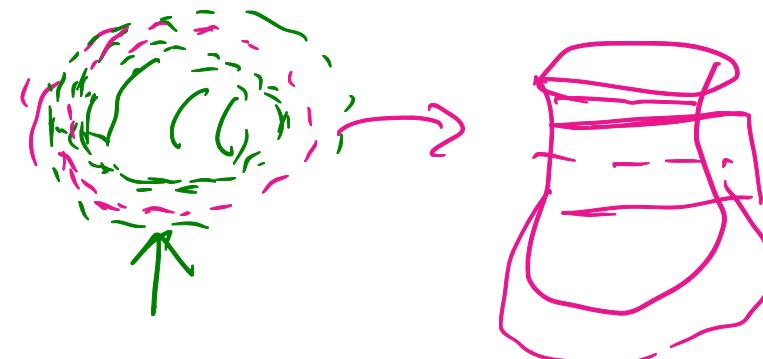
Poll Question-02

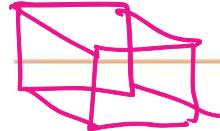
তরলকে বাতাসে রেখে তাপ দিলে প্রকৃত প্রসারণ বেশি হবে না পাত্রে রেখে তাপ দিলে প্রকৃত প্রসারণ বেশি হবে?

(a) বাতাসে রেখে

(b) পাত্রে রেখে

(c) উভয় জায়গায় সমান হবে





গ্যাসের প্রসারণ

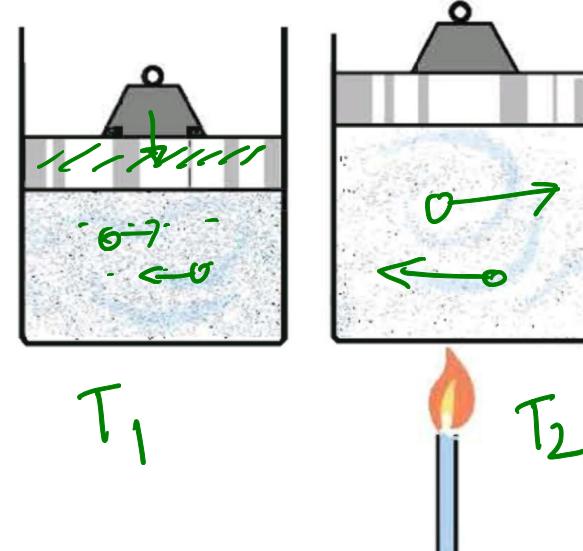
$$P = \frac{F}{A}$$

গ্যাসের কোন নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন থাকে না, একই পরিমাণ গ্যাস ভিন্ন ভিন্ন আয়তনের পাত্রে দিলে ভিন্ন ভিন্ন আয়তন পায় এবং চাপও ভিন্ন ভিন্ন হয়।

ধরি, সম আয়তনের সিলিন্ডার দুইটি আবন্ধ এবং পিস্টনের সাহায্যে দুইটি সিলিন্ডারে রক্ষিত গ্যাসেই সমান চাপ দেওয়া হচ্ছে। এখন তাপ দিলে গ্যাসের আয়তন অবশ্যই বৃদ্ধি পাবে। সূত্রটি হচ্ছে:

$$PV = nRT, \text{ যা } \underbrace{\text{আদর্শ গ্যাসের}}_{\text{Kelvin}} \text{ ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।}$$

এক্ষেত্রে, P হচ্ছে চাপ, V হচ্ছে আয়তন, n হচ্ছে গ্যাসের পরিমাণ (মোল), R হচ্ছে মোলার গ্যাস ঝর্বক ($8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ kg}^{-1}$), T হচ্ছে কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা।



গ্যাসের প্রসারণ

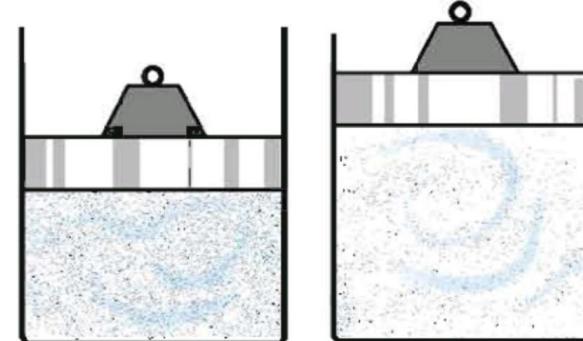
গ্যাসের কেন্দ্ৰীয় ভিন্ন ভিন্ন ভিন্ন

যায়তন থাকে না, একই পরিমাণ
এবং এ দিলে ভিন্ন ভিন্ন আয়তন পায় এবং

যতনের সিলিন্ডার দুইটি আবন্ধ এবং পিস্টনের সাহায্যে
গরে রক্ষিত গ্যাসেই সমান চাপ দেওয়া হচ্ছে। এখন তাপ
১০০°C। গ্যাসের আয়তন অবশ্যই বৃদ্ধি পাবে। সূত্রটি হচ্ছে:

nRT , যা **আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।**

এক্ষেত্রে, P হচ্ছে চাপ, V হচ্ছে আয়তন, n হচ্ছে গ্যাসের পারমাণ
(মোল), R হচ্ছে মোলার গ্যাস ঝর্বক ($8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ kg}^{-1}$), T হচ্ছে
ভুন ক্ষেত্রে তাপমাত্রা।



মোল কি? + Extra

সংক্ষেপে, মোল হচ্ছে,

$$n = \frac{Wv}{Mv} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{PV}{RT} = \frac{VS}{22.4L} \quad (\text{STP})$$

$n = \boxed{\square}$

52 g
28

$PV = nRT$
↑ mole

$N_A = 6.02 \times 10^{23}$

$N_2 \rightarrow 28 \text{ g}$
1 mole
 N_2

Extra Notes:

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 101.325 \text{ kPa} = 76 \text{ cm Hg Pressure} = 760 \text{ mm Hg Pressure} = 1.013 \text{ bar}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3 \\ 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml} \\ 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3 \end{array} \right\}$$

Poll Question-03

□ একটা পাত্রে 44 গ্রাম কার্বন ডাই অক্সাইড আছে।

মোলসংখ্যা কত?

(a) 1



$$n = \frac{W}{M} = \frac{44}{44} = 1 \text{ mole}$$

(b) 2

(c) 3

(d) 4

গণিতিক সমস্যা

$$273 + 20 = 293 \text{ K}$$

❖ ২০ °C তাপমাত্রা ও ২ atm চাপে ২ লিটার আয়তনের অক্সিজেন গ্যাসের ভর কত?

$$2 \times 101325$$

$$\text{m}^3$$

$$PV = nRT$$

$$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

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

→ মানদণ্ড

$$n = \left(\frac{RT}{PV} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{8.314 \times 293}{2 \times 101325 \times 2 \times 10^{-3}} \right)^{-1}$$

$$= (6.01 \text{ mole})^{-1}$$

$$\begin{aligned} PV &= nRT \\ n &= \frac{PV}{RT} \\ &= \boxed{\quad} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w &= n \times M \\ &= \boxed{\quad} \end{aligned}$$

$$n = \frac{w}{M}$$

$$w = n \times M$$

$$= (6.01 \times 32)^{-1}$$

$$= \boxed{5.32 g}$$

(Ans)

$$\frac{1}{2} = 2^{-1}$$

303K

গণিতিক সমস্যা

30 °C তাপমাত্রা ও 300 cm Hg চাপে 3 ml আয়তনের অক্সিজেন গ্যাসে পরমাণু ও অণুর সংখ্যা কত?

$$n = \frac{PV}{RT}$$

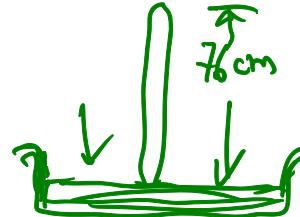
$$= \frac{30000 \times 3 \times 10^{-6}}{8.314 \times 303}$$

$$= 4.76 \text{ mole}$$

$$1 \text{ mole} \longrightarrow N_A$$

$$4.76 \longrightarrow 4.76 \times N_A$$

(Ans)



$$1 \text{ mL} \longrightarrow 10^{-6} \text{ m}^3$$

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

$$76 \text{ cm Hg} \rightarrow 101325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ cm Hg} \rightarrow \frac{101325}{76}$$

$$300 \text{ cm } " \rightarrow \frac{101325 \times 300}{76}$$

$$= 30000 \text{ Pa}$$

$$4.76 \times N_A \times 2$$

পুরুষানু

(Ans)

পদার্থবিজ্ঞান
অধ্যায় ০৬ : বস্তুর ওপর তাপের প্রভাব



উক্তাল

একাডেমিক এবং এডমিশন কেয়ার

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$P \propto T$ (kelvin)

না বুঝে মুখস্থ করার অভ্যাস
প্রতিভাকে ধ্বংস করে।