

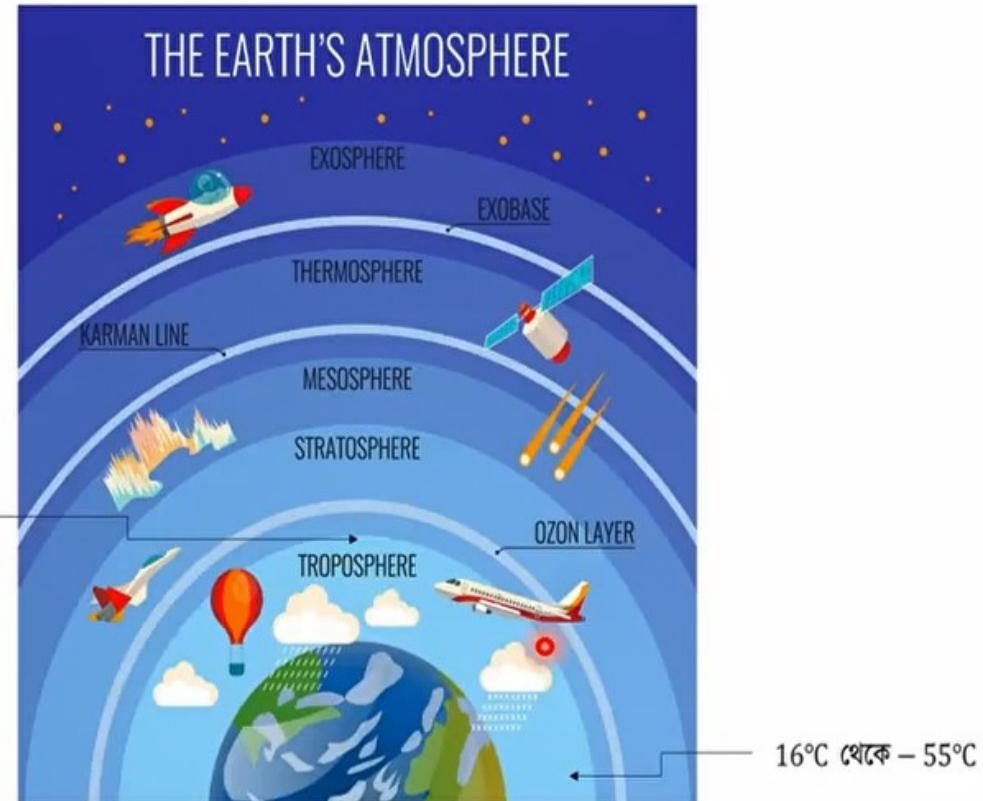
2016 2017 2018 2019

বায়ুমন্ডলের উপাদান, ঘূর্ণিঝড় ও জলচ্ছাস বয়েলের সূত্র, গ্যাসের তাপ, চাপ, আয়তনের এককসমূহ চার্লস এর সূত্র			
বয়েল ও চার্লসের সূত্রের সমন্বয় গে-লুসাক এর সূত্র অ্যাভোগেজ্বোর সূত্র	3	1	2
মোলার গ্যাস ঝুঁক ও আদর্শ গ্যাস সূত্র ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র গ্রাহামের ব্যাপন সূত্র	3	2	3
গ্যাসের ঘনত্বের উপর চাপ, তাপমাত্রা, আয়তনের প্রভাব গ্যাসের গতিতত্ত্ব এর স্বীকার্য, বর্গমূল গড় বর্গবেগ, গতিশক্তি আর্দশ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাস	3	3	4
বাস্তব গ্যাসসমূহের আর্দশ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করার শর্ত গ্যাস সিলিন্ডারজাতুকরণে গ্যাসসূত্রের প্রয়োগ	6	2	3
বজ্রপাতের সময় বায়ুমন্ডলে সংঘটিত বিক্রিয়া ও মাটিতে নাইট্রোজেন ফিক্সেশন গ্রীন হাউজ গ্যাস প্রভাব এবং উৎস সিএফসি(CFC) ব্যবহার, নামকরন এবং ওজনস্তরের ক্ষয়	4		5
এসিড বৃষ্টির কারণ ও প্রতিকার আরহেনিয়াসের তত্ত্ব	3	6	6
ব্রনষ্টেড-লাউরী তত্ত্ব ও অনুবন্ধী অল্প-ক্ষার লুইস তত্ত্ব	1		3
মির্ঠা পানির উৎস ও গুরুত্ব সারফেস ওয়াটারের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড (খরতা, pH, DO, BOD, COD, TDS)	1		1
দ্রবণ এর প্রকারভেদ ও দূষক পদার্থ সমূহ বায়ু ও পানিতে দ্রবীভূত থাকার কৌশল	1		1

## বায়ুমণ্ডলের গঠন

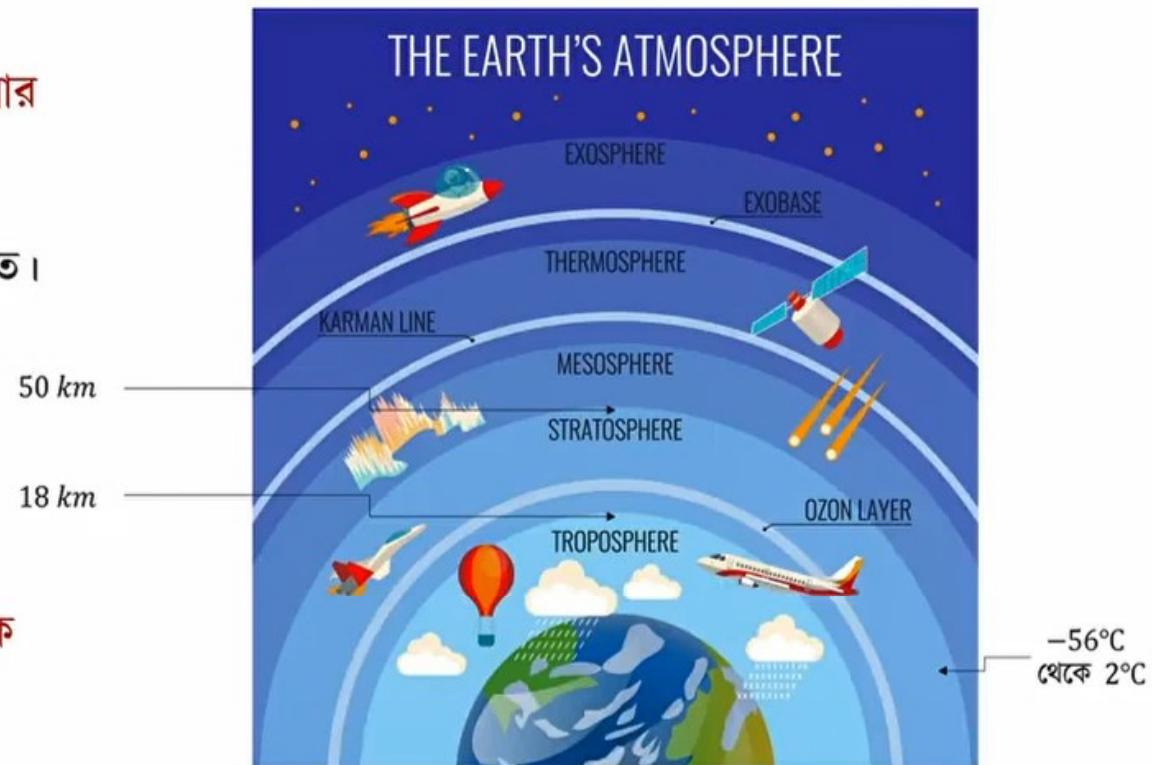
### ক) ট্রোপোস্ফেয়ার (*Troposphere*)

- সর্বনিম্ন স্তরটি ট্রোপোস্ফেয়ার নামে পরিচিত
- এ স্তরে বায়ুর ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি
- 12 km উচ্চতায় তাপমাত্রা  $-55^{\circ}\text{C}$  হয়
- বড় বাঞ্ছা, বিমান চলাচল এ অঞ্চলে ঘটে
- $O_2, CO_2, H_2O, Ar$  ইত্যাদি এ অঞ্চলে মূল উপাদান
- এ স্তরের শেষ সীমাকে ট্রোপজ বলে



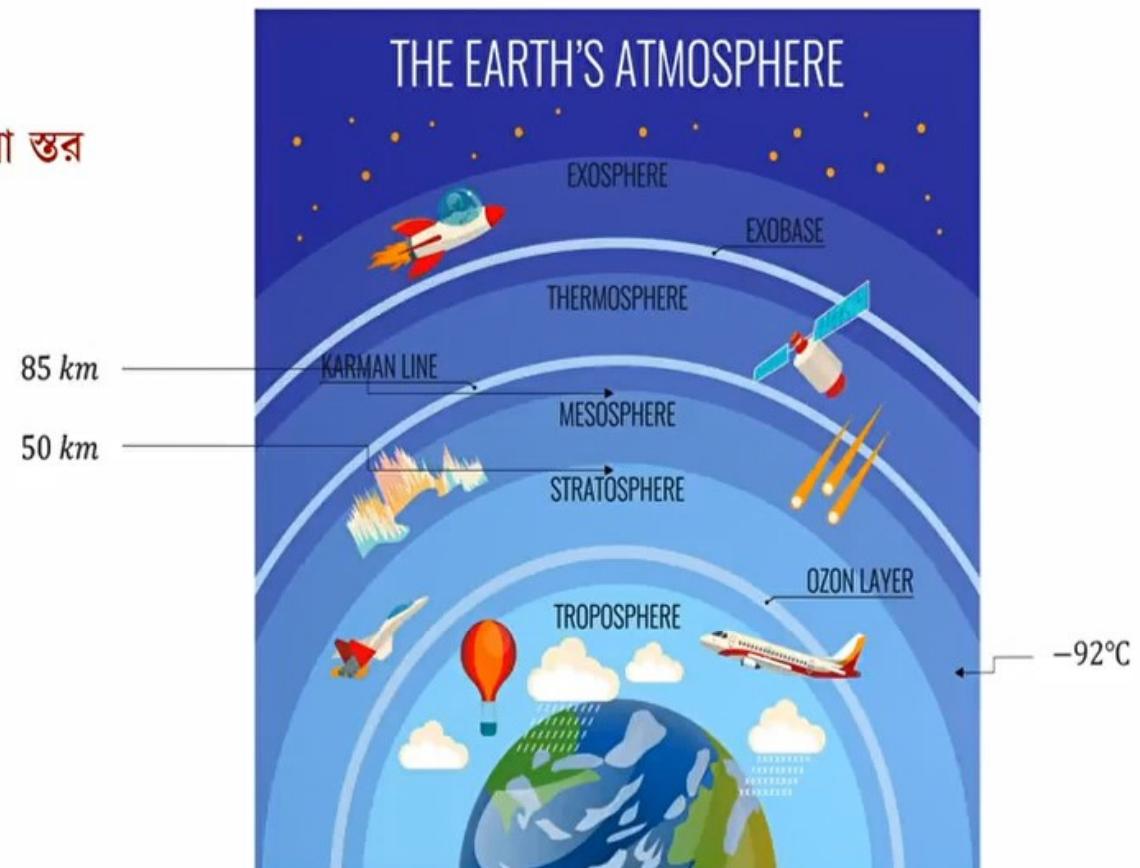
খ) স্ট্রাটোফেয়ার (Stratosphere):

- বায়ুমণ্ডলের দ্বিতীয় স্তরটি হলো স্ট্রাটোফেয়ার যা ট্রিপোফেয়ার থেকে ট্রিপোপজ নামক একটি পাতলা স্তর দ্বারা বিভক্ত।
  - এ স্তরটি সমুদ্র সমতল থেকে  $(18 - 50) km$  উপরে বিস্তৃত।
  - এ স্তরেই  $(3 - 5) mm$  পুরু ওজন গ্যাসের একটি স্তর বিদ্যমান যা ওজনস্তর নামে পরিচিত।
  - এটি মেঘ মুক্ত অঞ্চল। এ অঞ্চলের তাপমাত্রা  $-56^{\circ}C$  থেকে  $-2^{\circ}C$ ।



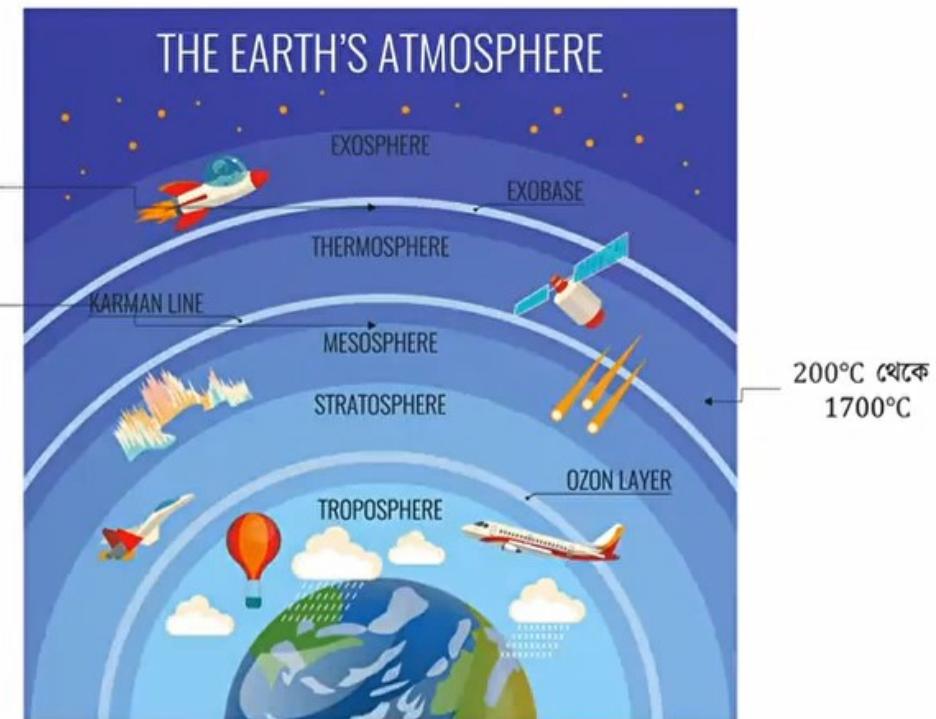
## গ) মেসোফেয়ার (Mesosphere):

- মেসোফেয়ার স্ট্রাটোফেয়ার থেকে স্ট্রাটোপজ নামক পাতলা স্তর দ্বারা বিভক্ত।
- এটি সমুদ্র থেকে  $(50 - 85)$  km উপরে বিস্তৃত।
- এখানে সৌর বিকিরণ শোষণকারী উপাদান অনুপস্থিত।
- গ্যাসীয় উপাদানের আয়নিক অবস্থা ( $O_2^+$ ,  $NO^+$ ,  $N_2^+$ ) ও *ice cloud* দেখা যায়।



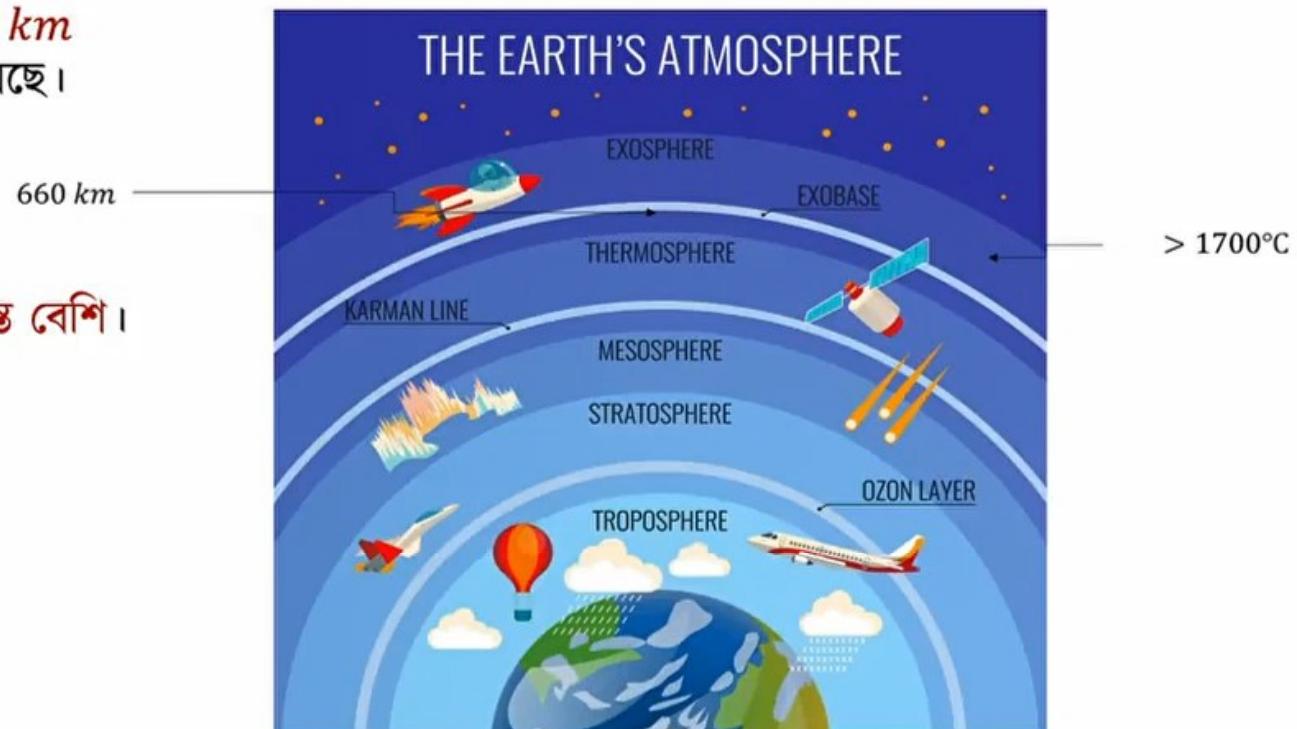
### ঘ) থার্মোফেয়ার(Thermosphere):

- বায়ুমণ্ডলের চতুর্থ স্তরটি থার্মোফেয়ার যা মেসোফেয়ার থেকে মেসোপজ নামক পাতলা আবরণ দ্বারা বিভক্ত।
- এ স্তরটি সমুদ্র সমতল থেকে  $(85 - 660) \text{ km}$  পর্যন্ত বিস্তৃত।
- আন্তর্জাতিক মহাকাশ গবেষণা কেন্দ্র এ অঞ্চলে অবস্থিত।
- এখানে তাপমাত্রা  $200^{\circ}\text{C} - 1700^{\circ}\text{C}$  পর্যন্ত উঠতে দেখা গেলেও খুব বেশি গরম অনুভূত হয় না।



### ঙ) এক্সোফেয়ার(Exosphere):

- বায়ুমণ্ডলের সর্ববহিস্থ স্তর যা  $(660 - 10,000)$  km পর্যন্ত বিস্তৃত হয়ে ধীরে ধীরে মহাশূন্যে মিশে গিয়েছে।
- এখানে বায়ুর ঘনত্ব অত্যন্ত কম।
- সৌরবিকিরণের জন্য এ অঞ্চলের তাপমাত্রা অত্যন্ত বেশি।
- হাইড্রোজেন ও হিলিয়াম ছাড়া অন্য কোনো অণু-পরমাণু নেই।



## বায়ুমণ্ডলের উপাদান

প্রধান  
উপাদানসমূহ  
(Major  
components)

- ✓  $N_2, O_2$  এবং জলীয়বাষ্প  
বায়ুতে আয়তন হিসেবে,
- ✓  $N_2$  78.084%
- ✓  $O_2$  20.949%
- ✓ জলীয়বাষ্প 0.1 – 4%

গোণ  
উপাদানসমূহ  
(Minor  
components)

- ✓  $CO_2, Ar$   
বায়ুতে আয়তন হিসেবে,
- ✓  $CO_2$  0.03%
- ✓  $Ar$  0.934%

অতি নগণ্য  
উপাদানসমূহ  
(Trace  
components)

- ✓ এই উপাদানগুলো মোট  
প্রায় 0.001%
- ✓  $Ne, CH_4, Kr, N_2O,$
- ✓  $H_2, Xe, SO_2, O_3,$
- ✓  $NO_2, NH_3, CO, I_2$

# ঘূর্ণিঝড় ও জলোচ্ছাস সৃষ্টিতে বায়ুর চাপ, তাপ, ঘনত্ব ও জলীয়বাস্পের অবস্থার পরিবর্তনের প্রভাব

## ঘূর্ণিঝড় কী?

ঘূর্ণিঝড় হলো বিস্তৃত এলাকা জুড়ে ঘূর্ণায়মান বাতাসের কুণ্ডলী যা নিম্ন বায়ুমণ্ডলীয় চাপের এলাকাকে কেন্দ্র করে পরিভ্রমণ করতে থাকে।

- ✓ গ্রিক শব্দ KyKlos থেকে উদ্ভূত Cyclone শব্দটির অর্থ Coil of Snake
- ✓ উত্তর গোলার্ধে ঘূর্ণিঝড় (Cyclone) কে টাইফুন বা হারিকেন বলে।  
এবং সেখানে বাতাস ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘূরতে থাকে।
- ✓ দক্ষিণ গোলার্ধে উষ্মমণ্ডলীয় ঝড়কে সাইক্লোন বা ঘূর্ণিঝড় বলে।  
এবং সেখানে বাতাস ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূরতে থাকে।
- ✓  ঘূর্ণিঝড় কেন্দ্রের কুণ্ডলীকে এর চোখ নামে অভিহিত করা হয়।



# কীভাবে ঘূর্ণিঝড়ের সৃষ্টি হয় ? ( How Cyclone develops?)

## ঘূর্ণিকড় সৃষ্টিতে বায়ুর চাপ, তাপ , ঘনত্বের অবস্থার পরিবর্তনের প্রভাব

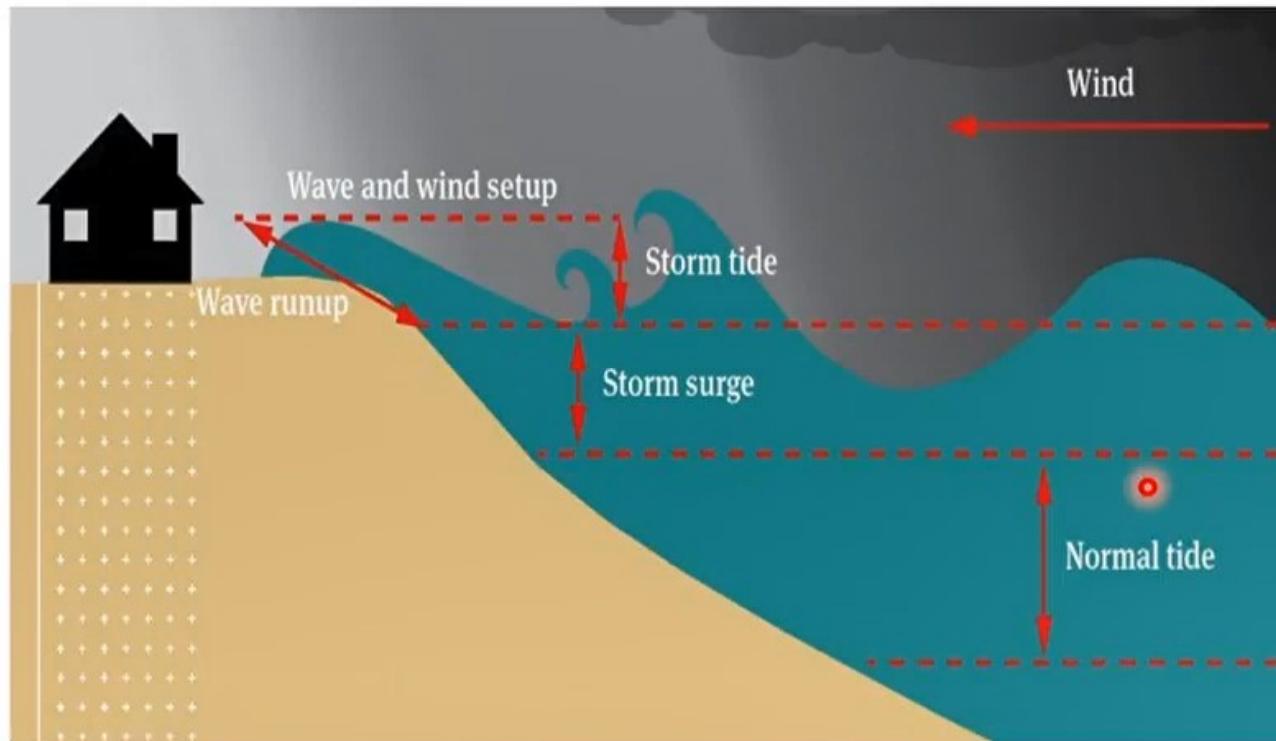
 তাপমাত্রা প্রভাব  $\longrightarrow$  তাপমাত্রা যত বেশি হবে ঘূর্ণিকড় এর স্ফোরণ তত বেশি হবে

 চাপের পরিবর্তনের প্রভাব  $\longrightarrow$  চাপ যত কম হবে ঘূর্ণিকড় এর স্ফোরণ তত বেশি হবে

 বায়ুর ঘনত্ব পরিবর্তনের প্রভাব  $\longrightarrow$  বায়ুর ঘনত্ব কম হলে ঘূর্ণিকড় সৃষ্টির স্ফোরণ বৃদ্ধি পায়

## সংজ্ঞাঃ

সমুদ্র উপকূলীয় অঞ্চলে ঘূর্ণিবাড়ের কারণে উপকূলের উপর সৃষ্টি প্রচন্ড বাতাসের গতিবেগের জন্য সমুদ্রপৃষ্ঠের জলরাশির অস্বাভাবিক উচ্চতায় ফুলে উঠার ঘটনাকে জলোচ্ছাস বলে। ঘূর্ণিবাড়ের প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে জলোচ্ছাসের উচ্চতা  $4 - 18\text{ ft}$  অথবা এর উপরেও উঠতে পারে।



## জলোচ্ছাস সৃষ্টিতে বায়ুর চাপ, তাপ , ঘনত্বের ও জলীয় বাস্পের অবস্থার পরিবর্তনের প্রভাব

-  তাপমাত্রা প্রভাব → বায়ুর তাপমাত্রা যত বাঢ়বে জলোচ্ছাসের উচ্চতা তত বাঢ়বে
-  চাপের পরিবর্তনের প্রভাব → চাপ যত কম হবে জলোচ্ছাসের সম্ভাবনা তত বেশি হবে
-  বায়ুর ঘনত্ব পরিবর্তনের প্রভাব → বায়ুর ঘনত্ব কমে গেলে জলোচ্ছাস বাঢ়বে
-  বায়ুর জলীয়বাস্প এর প্রভাব → প্রচুর আর্দ্রতা বিশিষ্ট বায়ু জলোচ্ছাসের সম্ভাবনা বৃদ্ধি করে

## জলোচ্ছাস সৃষ্টিতে বায়ুর চাপ, তাপ , ঘনত্বের ও জলীয় বাস্পের অবস্থার পরিবর্তনের প্রভাব



তাপমাত্রা প্রভাব → বায়ুর তাপমাত্রা যত বাঢ়বে জলোচ্ছাসের উচ্চতা তত বাঢ়বে



চাপের পরিবর্তনের প্রভাব → চাপ যত কম হবে জলোচ্ছাসের সম্ভাবনা তত বেশি হবে



বায়ুর ঘনত্ব পরিবর্তনের প্রভাব → বায়ুর ঘনত্ব কমে গেলে জলোচ্ছাস বাঢ়বে



বায়ুর জলীয়বাস্প এর প্রভাব → প্রচুর আর্দ্রতা বিশিষ্ট বায়ু জলোচ্ছাসের সম্ভাবনা বৃদ্ধি করে

### আয়তন (V)

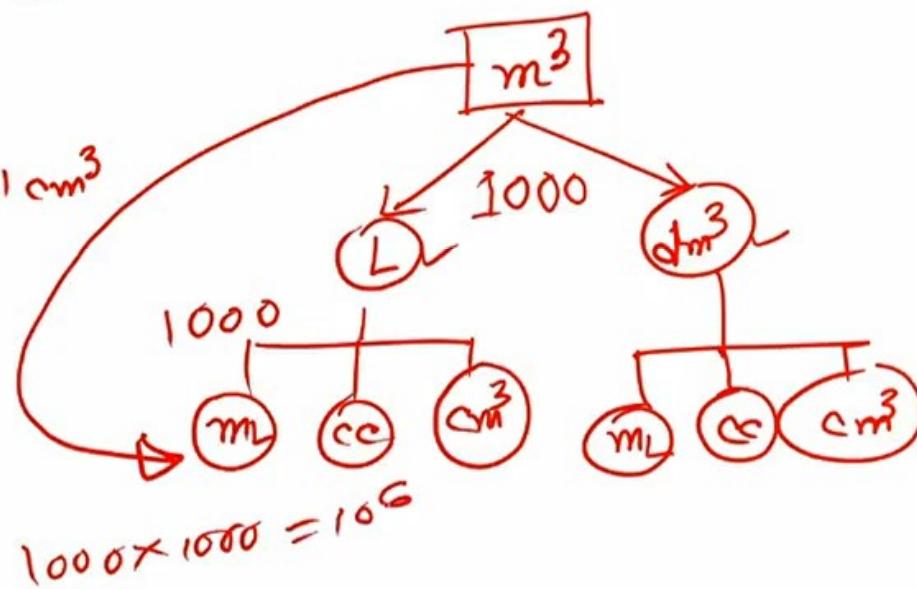
$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L/dm}^3$$

$$1 \text{ L/dm}^3 = 1000 \text{ mL/cc/ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ mL/cc/ cm}^3$$

⊗  $1\text{L} = 1\text{dm}^3$

⊗  $1\text{mL} = 1\text{cc} = 1\text{cm}^3$



**আয়তন (V)**

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L/dm}^3$$

$$1 \text{ L/dm}^3 = 1000 \text{ mL/cc/ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ mL/cc/ cm}^3$$

**তাপমাত্রা (T)**

$$T = (t {}^\circ\text{C} + 273) \text{ K}$$

০

**চাপ (P)**

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa}$$

$$= 101325 \text{ Pa or N/m}^2$$

$$= 76 \text{ cm (Hg)}$$

$$= 760 \text{ mm (Hg)}$$

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mm (Hg)}$$

$$1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$$

## মোল সংখ্যা / মোলার আয়তন / Avogadro সংখ্যা / অণুর আয়তন / সংখ্যা

মোল হচ্ছে গ্রামে প্রকাশিত আণবিক ভর

1 মোল  $O_2$  = 32g  $O_2$  =  $6.02 \times 10^{23}$  টি  $O_2$  অণু

STP তে ঘার আয়তন 22.4 লিটার

বিষয়	STP	SATP
চাপ (P)	1 atm / 101.325 kPa	100 kPa
তাপমাত্রা (t/T)	0°C / 273 K	25°C / 298 K
আয়তন (V)	22.4 L	24.78 L

## বয়েলের সূত্র (Boyle's Law)

**“স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের আয়তন এর উপর প্রযুক্ত চাপের ব্যাস্তানুপাতিক”**

### গাণিতিক ব্যাখ্যা:

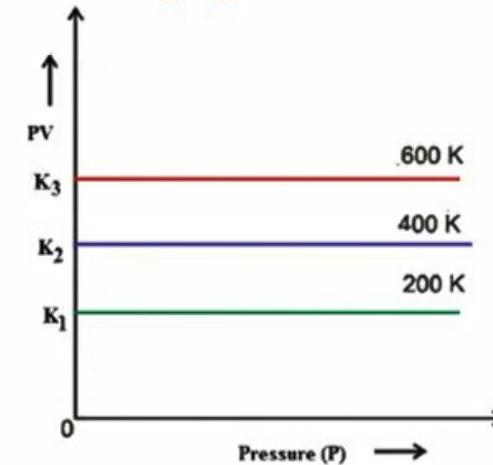
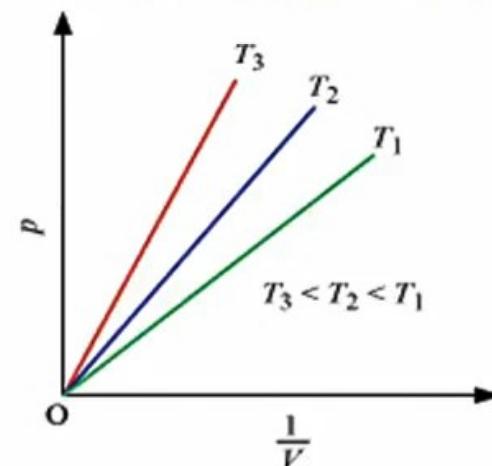
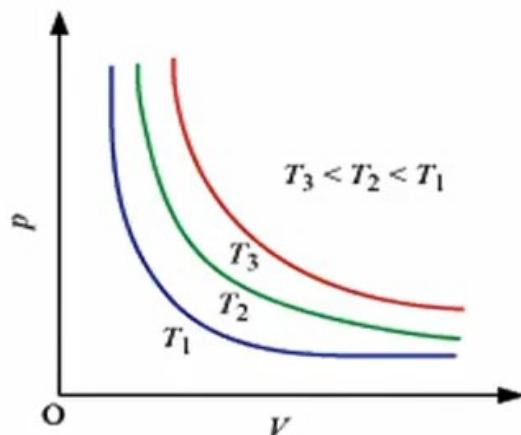
যদি “V” গ্যাসের আয়তন, “P” গ্যাসের উপর প্রযুক্ত চাপ, “T” তাপমাত্রা প্রকাশ করে, তবে সূত্রানুসারেঃ

$$V \propto \frac{1}{P}; \quad T \text{ স্থির} \dots\dots\dots\dots\dots \text{(i)}$$

$$V = k \cdot \frac{1}{P} \dots\dots\dots\dots\dots \text{(ii)} \quad [\text{এখানে } k \text{ একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক}]$$

$$PV = k \dots\dots\dots\dots\dots \text{(iii)}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \dots\dots\dots\dots\dots = P_n V_n$$



সমতাপীয় রেখা  
isotherm নামে  
● পরিচিত

## PROBLEM

যদি  $30^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায়  $0.312\text{ L}$  আয়তনের কোন পাত্রে রক্ষিত একটি আদর্শ গ্যাসের উপর প্রযুক্ত চাপ  $800\text{ kPa}$  থেকে বৃদ্ধি করে  $984\text{ kPa}$  চাপ প্রয়োগ করা হয় তবে গ্যাসটির আয়তন কত হবে?

বয়েলের সূত্র অনুযায়ী,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\therefore V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{800 \times 0.312}{984}$$
$$= 0.25\text{ L}$$

প্রাথমিক চাপ,  $P_1 = 800\text{ kPa}$   
শেষ চাপ,  $P_2 = 984\text{ kPa}$   
আদি আয়তন,  $V_1 = 0.312\text{ L}$   
শেষ আয়তন,  $V_2 = ?$



## চার্লসের সূত্র (Charle's Law)

“স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনে  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তনের  $\frac{1}{273}$  অংশ পরিবর্তিত হয়।”

গাণিতিক ব্যাখ্যাঃ

ধরি,

$$\begin{aligned}
 0^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন} &= V_0 \\
 1^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন } V_1 &= V_0 + \frac{1}{273} V_0 \\
 2^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন } V_2 &= V_0 + \frac{2}{273} V_0 \\
 3^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন } V_3 &= V_0 + \frac{3}{273} V_0 \\
 273^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন } V_{273} &= V_0 + \frac{273}{273} V_0 = V_0 + V_0 = 2V_0
 \end{aligned}$$

অর্থাৎ স্থির চাপে কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা  $273^{\circ}\text{C}$  পর্যন্ত বাড়ালে গ্যাসটির আয়তন  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় আয়তনের দ্বিগুণ হবে।  
এখানে  $\frac{V_0}{273}$  কে গ্যাসীয় তাপ প্রসারাংক বলে।



## চার্লসের সূত্র (Charle's Law)

$0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় আয়তন

$$= V_0$$

$-1^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় আয়তন

$$= V_0 - \frac{1}{273} V_0$$

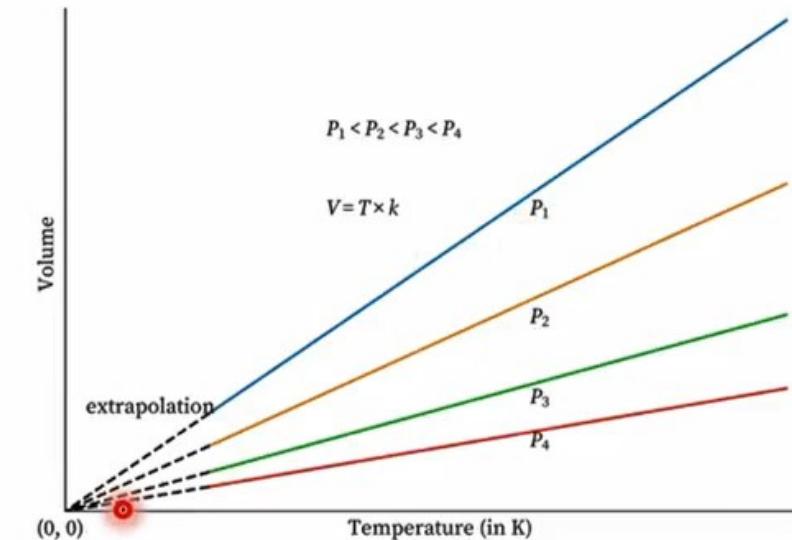
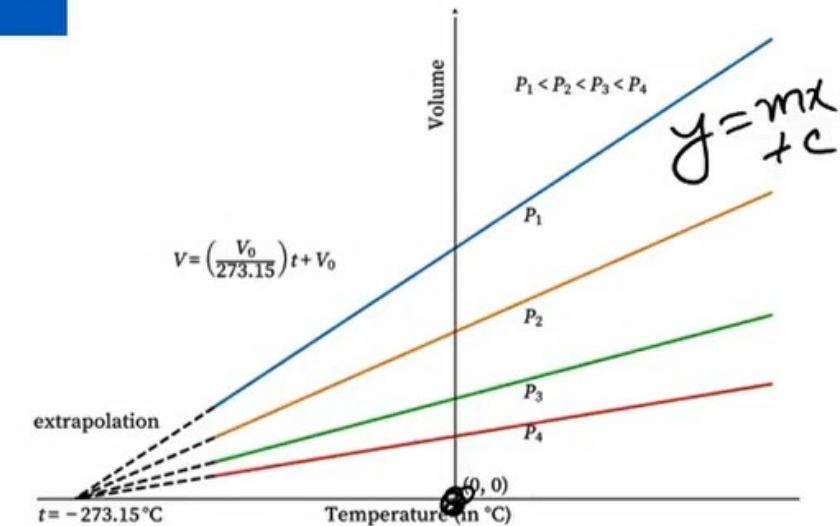
$-2^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় আয়তন

$$= V_0 - \frac{2}{273} V_0$$

$-273^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় আয়তন

$$= V_0 - \frac{273}{273} V_0 = V_0 - V_0 = 0$$

অর্থাৎ চাপ স্থির রেখে নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের তাপমাত্রা হ্রাস করতে করতে যখন  $-273^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় পৌছানো যাবে (তাত্ত্বিকভাবে) তখন গ্যাসটির আয়তন শূন্য হবে। এ তাপমাত্রাটি পরম শূন্য তাপমাত্রা নামে পরিচিতি।



## পরম শূন্য তাপমাত্রা (Absolute Temperature)

### পরম শূন্য তাপমাত্রার তাৎপর্যঃ

- ক) এটি কানুনিক ধারণা মাত্র।
- খ) যেহেতু এ তাপমাত্রার নিচে আয়তন ঋগাত্বক হয়ে যায় যা ভিত্তিহীন সেহেতু এটিই তাত্ত্বিকভাবে সর্বনিম্ন তাপমাত্রাকে নির্দেশ করে।
- গ) এ তাপমাত্রায় কোনো পদার্থই গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে নাহ কেননা এ তাপমাত্রায় পৌছানোর পূর্বেই গ্যসের ভৌত অবস্থা তরল অথবা কঠিনে পৌঁছে যায়।
- ঘ) পরম শূন্য তাপমাত্রায় পদার্থের স্থানান্তর গতি ও আবর্তন গতি শূন্য হলে ও কিছুটা কম্পন গতি থাকে।
- ঙ) এ তাপমাত্রায় পদার্থের মধ্যে প্রাপ্ত শক্তিকে শূন্য বিন্দু শক্তি (Zero Point Energy) বলে।

চার্লসের সূত্র বিকল্প প্রতিপাদন  
(কেলভিন শ্কেল অনুসারে)

চার্লস এর ধারণানুসারে স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের জন্য -

$0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় আয়তন =  $V_0$

$$t_1^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় আয়তন } V_1 = V_0 + \frac{t_1}{273} V_0 = \left(1 + \frac{t_1}{273}\right) V_0 = \left(\frac{273+t_1}{273}\right) V_0 = \frac{T_1}{273} V_0 \dots \dots \dots (1) \quad [\text{যেহেতু } t + 273 = T]$$

$$\text{অনুরূপে } t_2^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় আয়তন}, V_2 = \frac{T_2}{273} V_0 \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{সমীকরণ (1) কে (2) দ্বারা ভাগ করে পাই, } \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1/273}{T_2/273} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}} \Leftarrow \frac{V_1}{T_1}$$

$$\text{অর্থাৎ } \frac{V}{T} = K \text{ এখানে } K \text{ ধ্রুবক}$$

$$\Rightarrow V = KT \dots \dots \dots (3) \quad \therefore V \propto T$$

“স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক”  
যা চার্লসের বিকল্প বিবৃতি নামে পরিচিত।

## PROBLEM

15°C তাপমাত্রায় এবং 1atm চাপে একটি গ্যাস নমুনার আয়তন 4.50L। 30°C তাপমাত্রায় এবং 760mm Hg চাপে গ্যাসটির আয়তন কত হবে?

**সমাধানঃ**

[ যেহেতু চাপ স্থির, তাপমাত্রা পরিবর্তিত হচ্ছে সেহেতু আয়তন পরিবর্তন হবে। এটি চার্ল্সের সূত্র সমর্থন করেছে।]

চার্ল্স সূত্রানুসারে,

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

$$= \frac{4.50 \times 303}{288} L$$

$$= 4.73L$$

দেওয়া আছে,

প্রাথমিক তাপমাত্রা, 15°C

$$\therefore T_1 = (15 + 273) = 288K$$

শেষ তাপমাত্রা

$$\therefore T_2 = (30 + 273) = 303K$$

প্রাথমিক আয়তন  $V_1 = 4.50L$

শেষ আয়তন  $V_2 = ?$

## PROBLEM

35°C তাপমাত্রায় এক টুকরা কাচসহ  $CO_2$  গ্যাসকে একটি 350ml আয়তনের পাত্রে রাখা হলো। যদি গ্যাসটির তাপমাত্রা ও চাপ দ্বিগুণ করা হয় তবে গ্যাসটির আয়তন কত হবে [কাচ টুকরার আয়তন 10ml]

**সমাধান:**

বয়েল ও চার্লস এর সমন্বয় থেকে পাই,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{P \times 340}{308} = \frac{2P \times (V - 10)}{343}$$

$$\Rightarrow 340 \times 343 = 308 \times 2(V - 10)$$

$$\Rightarrow 616V - 6160 = 116620$$

$$\Rightarrow 616V = 116620 - 6160$$

$$\Rightarrow V = \frac{110460}{616} = 179ml$$

দেওয়া আছে,

প্রাথমিক তাপমাত্রা, 35°C

$$\therefore T_1 = (35 + 273) = 308K$$

শেষ তাপমাত্রা

$$\therefore T_2 = (70 + 273) = 343K$$

প্রাথমিক চাপ  $P_1 = P$  (ধরি)

পরিবর্তিত চাপ  $P_2 = 2P$  (প্রশ্নমতে)

কাচ টুকরার আয়তন 10ml

গ্যাসটির প্রাথমিক আয়তন  $V_1 = (350 - 10)ml = 340ml$

গ্যাসটির পরিবর্তিত আয়তন  $V_2 = (V - 10)ml$

[ $V$  = গ্যাসটির আয়তন]

## PROBLEM

14°C ও 740 mm Hg চাপে 100 mL  $O_2$  গ্যাসকে পানির উপর সংগ্রহ করা হল। STP তে সংগৃহীত গ্যাসটির আয়তন কত হবে? [14°C তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্পের চাপ 12.93 mm Hg]

**সমাধান:**

বয়েল ও চার্লস এর সমন্বয় থেকে পাই,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{727.07 \times 100}{287} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$\Rightarrow V_2 = 91 ml$$

∴ গ্যাসটির আয়তন 91 ml.

দেওয়া আছে,

প্রাথমিক তাপমাত্রা, 14°C

$$\therefore T_1 = (14 + 273) = 287 K$$

শেষ তাপমাত্রা

$$\therefore T_2 = 273 K$$

প্রাথমিক চাপ,  $P_1 = (740 - 12.93) = 727.07 mm Hg$

শেষ চাপ,  $P_2 = 760 mm Hg$

আদি আয়তন,  $V_1 = 100 ml$

শেষ আয়তন,  $V_2 = ?$

**বিবৃতিঃ** নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে সমায়তনের সকল গ্যাসের সমান সংখ্যাক অণু থাকে।

$$V \propto N \text{ বা, } V = kN$$

কিন্তু কোনো পদার্থের অণুর সংখ্যা ও মৌল সংখ্যা নিম্নরূপে সম্পর্কিত

$$N = N_A \times n \quad [N_A = \text{অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা}]$$

$$\therefore V = K \cdot N_A \cdot n$$

$$\text{বা, } V = K' n \quad \therefore V \propto n$$

অর্থাৎ নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন গ্যাসটির মৌল সংখ্যার সমানুপাতিক।

**গাণিতিক ব্যাখ্যা:** যদি  $T, P, V, n$  কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা, চাপ, আয়তন ও মৌল সংখ্যা নির্দেশ করে ~~সূত্র~~ সূত্রানুসারে স্থির  $V \propto n$  ( $T, P$  স্থির)

$$\text{বা, } V = nK \quad [K = \text{সমানুপাতিক ধ্রুবক}]$$

$$\text{বা, } \frac{V}{n} = K$$

$$\text{ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রা ও চাপে, } \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = K \text{ অর্থাৎ } \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V_1 n_2 = V_2 n_1$$

## PROBLEM

37°C তাপমাত্রায় এবং 1.5 atm চাপে ~~১~~<sup>গ্ৰ</sup> 10 gm  $CO_2$  এ কয়টি  $CO_2$  আছে?

সমাধান: নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে 1mol সকল গ্যাসে অণুর সংখ্যা =  $6.023 \times 10^{23}$  টি

$$\text{এখানে, } 10 \text{ gm } CO_2 = \frac{10}{44} \text{ mol } CO_2 \\ = 0.2273 \text{ mol}$$

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

$\rightarrow g/mol$

$$\therefore 1 \text{ mol } CO_2 \text{ এ অণু আছে} = 6.023 \times 10^{23} \text{ টি}$$

$$0.2273 \text{ mol } CO_2 \text{ এ অণু আছে} = (0.2273 \times 6.023 \times 10^{23}) \text{ টি}$$

$$= (1.369 \times 10^{23}) \text{ টি}$$

$$= \frac{g}{g/mol} = \text{mol}$$

## বয়েল, চার্লস ও অ্যাভেগ্যান্ড্রো সূত্রের সমন্বয় (আদর্শ গ্যাস সমীকরণ প্রতিপাদন)

$$V \propto \frac{1}{P} (T, n) \dots \dots \dots (1)$$

$$V \propto T (n, P) \dots \dots \dots (2)$$

$$V \propto n (T, P) \dots \dots \dots (3)$$

$n, T$  ও  $P$  পরিবর্তনশীল তখন সমীকরণ (1), (2), (3) থেকে পাই-

$$\begin{aligned} V &\propto \frac{1}{P} \cdot T \cdot n \\ \Rightarrow V &= K \frac{1}{P} \cdot T \cdot n \\ \Rightarrow PV &= nKT \end{aligned}$$

$$\xrightarrow{\text{PV} = nKT} \xrightarrow{\Rightarrow}$$

নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে এক মৌল সকল গ্যাসের জন্য আয়তন সমান যা মোলার আয়তন নামে পরিচিত এবং এটি  $K$  এর মানের সমান। অতএব, সমীকরণে সমানুপাতিক ধ্রুবক  $K$  কে মোলার আয়তন ( $R$ ) দ্বারা প্রতিস্থাপন করে পাই।

$$PV = nRT$$

একটি আদর্শ গ্যাস সমীকরণ নামে পরিচিত।

i) লিটার বায়ুচাপ এককেঃ এ ক্ষেত্রে চাপকে  $atm$  ও আয়তনকে  $L$  এ সূচিত করা হয়।

$$PV = nRT$$

$$\Rightarrow R = \frac{PV}{nT}$$

$$\Rightarrow R = \frac{1 \text{ atm} \times 22.4L}{1 \text{ mol} \times 273K}$$

$$\Rightarrow R = 0.0821 LatmK^{-1}mol^{-1}$$

STP তে

1 mol গ্যাসের আয়তন =  $22.4L$

$\therefore P = 1 \text{ atm}; V = 22.4L; n = 1 \text{ mol}$

$$T = 273 K$$

ii) এস.আই. এককেং আয়তন এবং চাপকে SI এককে যথাক্রমে  $m^3$  ও  $Nm^{-2}$  এককে সূচিত করা হয়।

$$PV = nRT$$

$$\Rightarrow R = \frac{PV}{nT}$$

$$\Rightarrow R = \frac{101325 \text{ } Nm^{-2} \times 22.4141 \times 10^{-3} \text{ } m^3}{1 \text{ mol} \times 273.15K}$$

$$\Rightarrow R = 8.31451 \text{ } NmK^{-1}mol^{-1}$$

$$\Rightarrow R = 8.31451 \text{ } JK^{-1}mol^{-1}$$

STP তে

$$P = 101325 \text{ } Nm^{-2}$$

$$V = 22.4141 \times 10^{-3} \text{ } m^3$$

$$n = 1 \text{ mol}$$

$$T = 273.15 \text{ } K$$

i) আনবিক ভর নির্ণয়ঃ

$$PV = nRT = \frac{W}{M} RT \quad \therefore M = \frac{WRT}{PV}$$

ii) অণুর সংখ্যা নির্ণয়ঃ

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} \quad \therefore N = N_A \times n$$

iii) গ্যাসের ভর নির্ণয়ঃ

$$PV = nRT = \frac{W}{M} RT \quad \therefore W = \frac{PMV}{RT}$$

iv) গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয়ঃ

$$\begin{aligned} PV &= nRT = \frac{W}{M} RT \\ \Rightarrow PM &= \frac{WRT}{V} = dRT \end{aligned} \quad \therefore d = \frac{PM}{RT}$$

## PROBLEM

25°C তাপমাত্রা ও 0.987 atm চাপে 500mL কোনো গ্যাসের ভর 1.29g হলে গ্যাসটির আনবিক ভর কত?

$$PV = nRT = \frac{W}{M} RT$$

$$\Rightarrow M = \frac{WRT}{PV}$$

$$\Rightarrow M = \frac{(1.29 \times 0.0821 \times 298)}{(0.987 \times 0.5)}$$

$$= 63.95$$

দেয়া আছে,

$$\begin{aligned}T &= (25 + 273)K \\&= 298K\end{aligned}$$

$$P = 0.987 \text{ atm}$$

$$\begin{aligned}V &= 500 \text{ mL} = \frac{500}{1000} L \\&= 0.5L\end{aligned}$$

$$W = 1.29 \text{ gm}$$

$$R = 0.0821 \text{ LatmK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

## PROBLEM

$30^{\circ}C$  তাপমাত্রা ও  $740 \text{ mm Hg}$  চাপে  $300 \text{ mL } SO_2$  গ্যাসের অণুর সংখ্যা কতটি?

$$PV = nRT$$

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

$$\Rightarrow n = \frac{\left(\frac{740}{760} \times \frac{300}{1000}\right)}{(0.0821 \times 303)}$$

$$n = 0.0117 \text{ mol}$$

আভোগেড্রোর ধারণামতে,

$$1\text{mol } SO_2 \text{ গ্যাসে অণু আছে} = 6.023 \times 10^{23} \text{ টি}$$

$$\therefore 0.0117\text{mol } SO_2 \text{ গ্যাসে অণু আছে} = (6.023 \times 10^{23} \times 0.0117) \text{ টি}$$

দেয়া আছে,

$$\begin{aligned} T &= (30+273)K \\ &= 303K \end{aligned}$$

$$P = \cancel{760} \text{ mm(Hg)} = \frac{740}{760} \text{ atm}$$

$$V = 300 \text{ mL} = \frac{300}{1000} \text{ L}$$

$$R = 0.0821 \text{ LatmK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

$$\boxed{T \Delta N = n \times N_A}$$

## PROBLEM

~~30°C~~ <sup>20°C</sup> তাপমাত্রায়  $H_2$  গ্যাসের 450 mL কে 300 kPa চাপে একটি পাত্রে সংরক্ষণ করা হল। গ্যাসটির ভর কত?

$$PV = nRT = \frac{W}{M} RT$$

$$\Rightarrow W = \frac{MPV}{RT}$$

$$\Rightarrow W = \frac{2 \times \frac{300}{101.325} \times \frac{300}{101.325} \left( \frac{450}{1000} \right)}{0.0821 \times 293} g$$

$$\Rightarrow W = 0.11g$$

দেয়া আছে,

$$T = (20 + 273)K$$

$$= 293K$$

$$P = 300 \text{ kPa} = \frac{300}{101.325} atm$$

$$V = 450 \text{ mL} = \frac{300}{101.325} L = \frac{450}{1000} L$$

$$R = 0.0821 LatmK^{-1}mol^{-1}$$

$$M_{H_2} = 2$$

## PROBLEM

27°C তাপমাত্রা ও 76 cm(Hg) চাপে নাইট্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয় কর।

$$PV = nRT = \frac{W}{M} RT$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow PM &= \frac{WRT}{V} = dRT \\ \Rightarrow d &= \frac{PM}{RT} \\ \Rightarrow d &= \frac{(1 \times 28)}{(0.0821 \times 293)} g/L \\ \Rightarrow d &= 1.14 \text{ g/L} \end{aligned}$$

দেয়া আছে,

$$T = (27 + 273)K$$

$$= 293K \quad 300K$$

$$P = 76 \text{ mm(Hg)}$$

$$= 1 \text{ atm} \quad \text{atm}$$

$$M = 28 \quad \text{g/mol}$$

$$R = 0.0821 \text{ Latm} K^{-1} mol^{-1}$$

$$PV = dRT$$

$\xrightarrow{\text{Pa}} \xrightarrow{\text{kg/m}^3} \xrightarrow{\text{kg/mol}}$

‘স্থির আয়তনের নির্দিষ্ট ভরের কোনো আদর্শ গ্যাসের চাপ পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।’

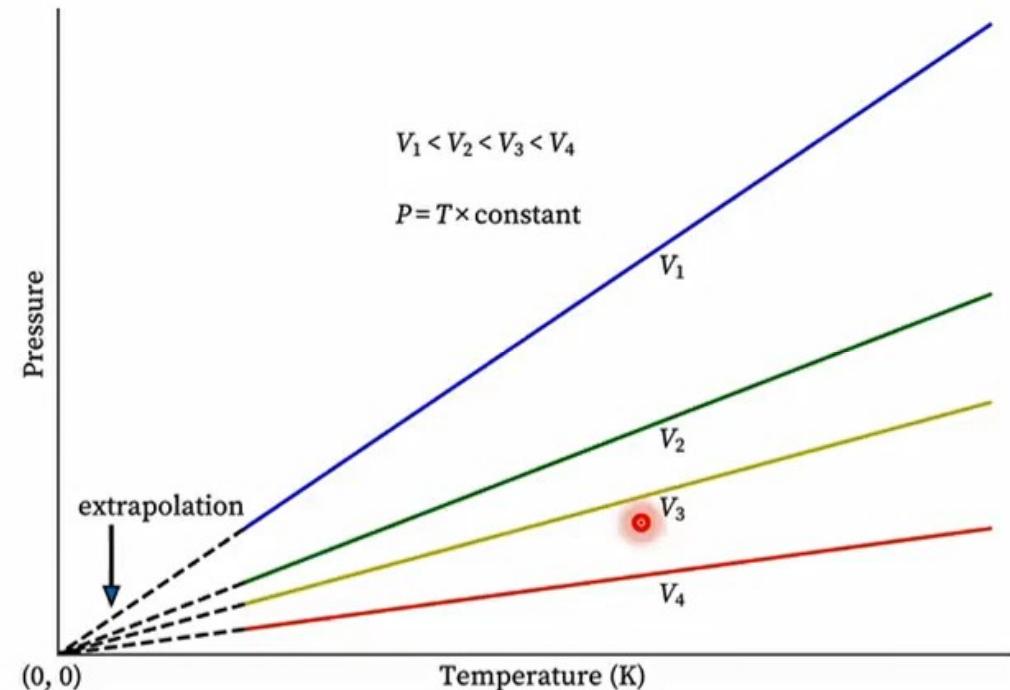
গাণিতিক ব্যাখ্যা: যদি  $P, V, T$  কোনো গ্যাসের চাপ, আয়তন ও পরম তাপমাত্রা নির্দেশ করে তবে সূত্রানুসারে

$$P \propto T, \quad V \text{ স্থির}$$

বা,  $P = KT$  [  $K$  = সমানুপাতিক ধ্রুবক]

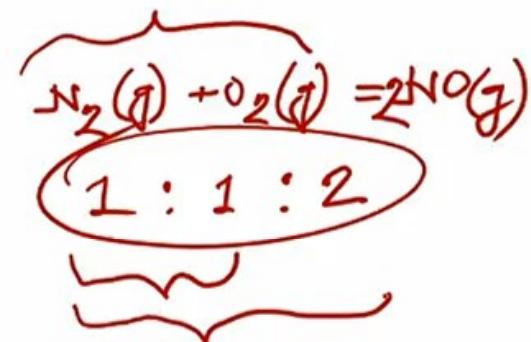
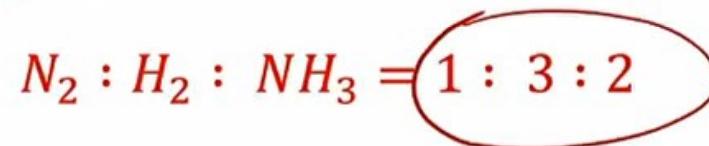
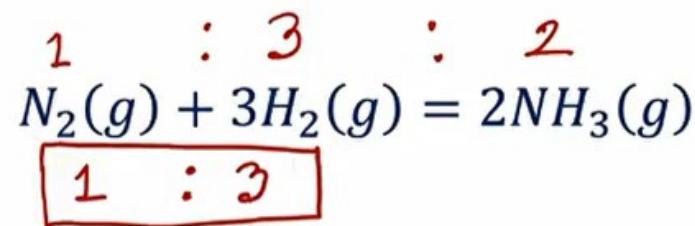
$$\text{বা, } \frac{P}{T} = K$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n}{T_n} = K$$



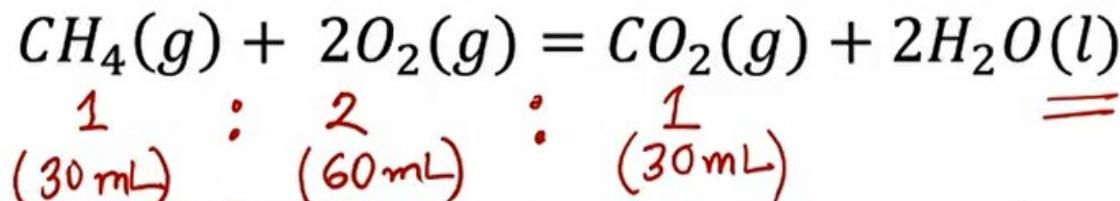
স্থির উষ্ণতা ও চাপে ঘন বিভিন্ন গ্যাস পরম্পর রাসায়নিক বিক্রিয়া করে তখন

- বিক্রিয়ক গ্যাসগুলোর আয়তনসমূহ সরল অনুপাত বজায় রাখে এবং
- বিক্রিয়ায় উৎপাদিত গ্যাসের অণুগুলোর আয়তন এবং বিক্রিয়ক গ্যাসগুলোর আয়তনের মধ্যে ও সরল অণুপাতিক সম্পর্ক থাকে।



## PROBLEM

STP তে  $30\text{mL } CH_4$  ও  $82\text{mL } O_2$  কে মিশ্রিত করে উত্পন্ন করলে মিশ্রণে কোন কোন গ্যাসের কী পরিমাণ থাকবে?



∴  $30\text{mL } CH_4$   $60\text{mL } O_2$  এর সাথে যুক্ত হয়ে  $30\text{mL } CO_2$  উৎপন্ন করে।

অব্যবহৃত  $O_2$  এর পরিমাণ =  $(82 - 60) = 22\text{mL}$

অতএব, মিশ্রণে অবশিষ্ট গ্যাসের  $22\text{mL } O_2$  ও  $30\text{mL } CO_2$  থাকবে।

“নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পরস্পর বিক্রিয়াইন দুই বা ততোধিক কোনো গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ মিশ্রণে উপস্থিত প্রতিটি উপাদানের আংশিক চাপের সমষ্টির সমান।”

গাণিতিক উপস্থাপনঃ যদি স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের পাত্রে একাধিক গ্যাস মিশ্রিত করা হয় যাদের আংশিক চাপ যথাক্রমে  $p_1, p_2, p_3 \dots \dots \dots p_n$  এবং পৃথক ভাবে মিশ্রণের মোট চাপ নির্ণয় করা হয় তবে সূত্রানুসারে-

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots \dots \text{etc} \dots + p_n$$

আংশিক চাপ: কোনো গ্যাস মিশ্রণে একটি নির্দিষ্ট উপাদান গ্যাস কর্তৃক মিশ্রণের সমগ্র আয়তন একক ভাবে দখল করলে যে পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করে সে পরিমাণ চাপকে সংশ্লিষ্ট গ্যাসটির আংশিক চাপ বলে

**Case-1: বিভিন্ন চাপে সংরক্ষিত গ্যাসকে শূন্য পাত্রে মিশানো হলো:**

মনে করি স্থির উষ্ণতায়  $V$  আয়তনের পাত্রে  $P_A$  চাপে  $V_A$  পরিমাণ  $A$  গ্যাস,  $P_B$  চাপে  $V_B$  পরিমাণ  $B$  গ্যাস,  $P_C$  চাপে  $V_C$  পরিমাণ  $C$  গ্যাস মিশ্রিত করা হলো।

∴ স্থির তাপমাত্রায় বয়েলের সূত্রানুসারে

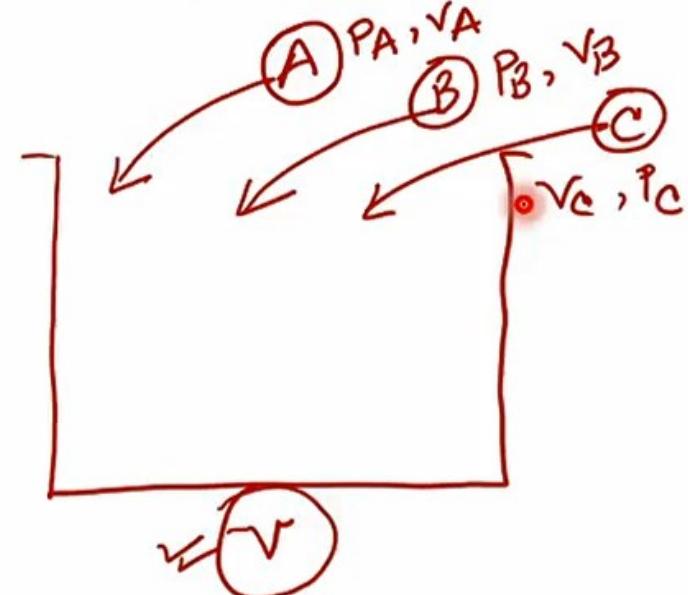
$$A \text{ গ্যাসটির আংশিক চাপ হবে } f_A = \frac{P_A V_A}{V}$$

$$B \text{ গ্যাসটির আংশিক চাপ হবে } f_B = \frac{P_B V_B}{V}$$

$$C \text{ গ্যাসটির আংশিক চাপ হবে } f_C = \frac{P_C V_C}{V}$$

$$\text{মিশ্রণের মোট চাপ: } P = f_A + f_B + f_C = \frac{P_A V_A}{V} + \frac{P_B V_B}{V} + \frac{P_C V_C}{V} = \frac{(P_A V_A + P_B V_B + P_C V_C)}{V}$$

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ \Rightarrow P_A V_A &= f_A V \\ \Rightarrow f_A &= \frac{P_A V_A}{V} \\ \Rightarrow P_A &= \frac{P_A V_A}{\cancel{V}} \end{aligned}$$



## Case-2: ভিন্ন ভিন্ন চাপে ভিন্ন পাত্রে রক্ষিত গ্যাসকে সূক্ষ্ম নল দ্বারা সংযোগ করা হলো:

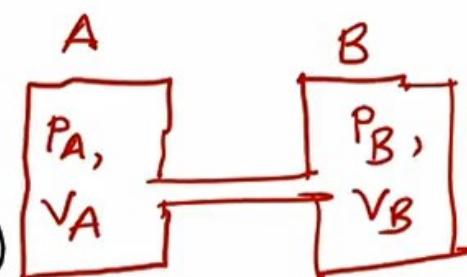
মনে করি, স্থির উষ্ণতায়  $V_A$  আয়তনের পাত্রে  $P_A$  চাপে A গ্যাস ও  $V_B$  আয়তনের পাত্রে  $P_B$  চাপে B গ্যাস রক্ষিত আছে।

পাত্র দুটিকে একটি সরু নল দ্বারা সংযোগ করা হলে বয়েলের সূত্রানুসারে

$$A \text{ গ্যাসটির আংশিক চাপ হবে } f_A = \frac{P_A V_A}{V_A + V_B}$$

$$B \text{ গ্যাসটির আংশিক চাপ হবে } f_B = \frac{P_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ \Rightarrow P_A V_A &= f_A (V_A + V_B) \\ \Rightarrow f_A &= \frac{P_A V_A}{V_A + V_B} \end{aligned}$$



$$\therefore \text{মোট চাপ: } P = f_A + f_B = \frac{P_A V_A}{V_A + V_B} + \frac{P_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{P_A V_A + P_B V_B}{V_A + V_B}$$

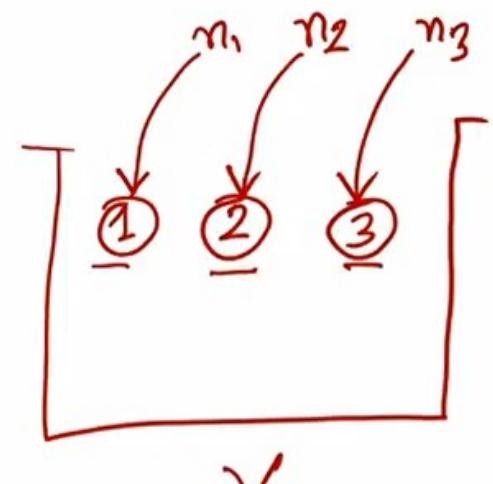


মনে করি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়  $V$  আয়তনের পাত্রে পরস্পর বিক্রিয়াইন একাধিক গ্যাস মিশ্রিত করা হলো যেখানে  $n_1, n_2, n_3 \dots$  গ্যাসসমূহের মোল পরিমাণ এবং  $p_1, p_2, p_3$  মিশ্রিত করার পর চাপ অর্থাৎ আংশিক চাপ নির্দেশ করবে।  
আদর্শ গ্যাস সমীকরণ অনুসারে,

$$1\text{ম গ্যাসটির জন্য } p_1 V = n_1 RT \Rightarrow p_1 = \frac{n_1 RT}{V} \dots \text{(1)}$$

$$2\text{য় গ্যাসটির জন্য } p_2 = \frac{n_2 RT}{V} \dots \text{(2)}$$

$$3\text{য় গ্যাসটির জন্য } p_3 = \frac{n_3 RT}{V} \dots \text{(3)}$$



$$\text{গ্যাসসমূহ মিশ্রিত করার পর প্রাপ্ত মিশ্রনের মোট চাপ, } P = \frac{nRT}{V} \quad \textcircled{4}$$

সমীকরণ (1) (2) ও(3) যোগ করে পাই

$$p_1 + p_2 + p_3 = \frac{n_1 RT}{V} + \frac{n_2 RT}{V} + \frac{n_3 RT}{V} = (n_1 + n_2 + n_3) \frac{RT}{V} = \frac{nRT}{V}$$

$[n_1 + n_2 + n_3 = n]$  মিশ্রনের মোট চাপ  $= P$  [সমীকরণ (4) অনুসারে]

$$\Rightarrow \boxed{\therefore P = p_1 + p_2 + p_3}$$

মনে করি, স্থির উষ্ণতায়  $V$  আয়তনের পাত্রে  $n_1, n_2, n_3$  মোল পরস্পর বিক্রিয়াইন একাধিক গ্যাসকে মিশ্রণের মোট চাপ  $P$  নির্ণয় করা হলো। যদি  $p_1, p_2, p_3$  গ্যাসসমূহ নিজ নিজ আংশিক চাপ নির্দেশ করে তাকে আর্দশ গ্যাস সমীকরণের সাথে সমন্বয় করে পুরো বিষয়টি নিম্নরূপ হবে -

$$1\text{ম গ্যাসের জন্য}, p_1V = n_1RT \dots \dots \dots (1)$$

$$2\text{য গ্যাসের জন্য}, p_2V = n_2RT \dots \dots \dots (2)$$

$$3\text{য গ্যাসের জন্য}, p_3V = n_3RT \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{গ্যাস মিশ্রণের } \frac{\text{চোট}}{\text{স্থৰ}}, PV = nRT \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{এখন (1) সমীকরণকে (4) নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে পাই, } \frac{p_1V}{PV} = \frac{n_1RT}{nRT}$$

$$\text{বা, } \frac{p_1}{P} = \frac{n_1}{n}$$

$$\text{বা, } p_1 = P \cdot X_1$$

অনুরূপে, (2) ও নং (3) সমীকরণকে (4) নং সমীকরণ দ্বারা পৃথকভাবে ভাগ করে পাই -

$$p_2 = P \cdot X_2;$$

$$p_3 = P \cdot X_3$$

$$\therefore p = X \cdot P$$

$$\text{মোল ঘোঁঠন} = \frac{\text{নিঃস্ব মোল}}{\text{মোট মোল}}$$

$$\left. \begin{array}{l} O_2 = 2 \text{ mol} \\ N_2 = 3 \text{ mol} \\ H_2 = 1 \text{ mol} \end{array} \right\} = 6 \text{ mol}$$

$$X_{O_2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$X_{N_2} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

অর্থাৎ কোনো গ্যাসীয় মিশ্রণের আংশিক চাপ সেই মিশ্রণের মোল ভগ্নাংশ এবং মোট চাপের গুনফলের সমান।

## PROBLEM

১৬৪

25°C তাপমাত্রায় 10g  $CH_4$  ও 15g ইথেনকে নির্দিষ্ট পাত্রে মিশিয়ে মোট চাপ 120kPa পাওয়া গেল। গ্যাস দুটির আংশিক চাপ নির্ণয় কর।

$$\text{মিথেন } 10g = \frac{10}{16} mol = 0.625 mol$$

$$\text{ইথেন } \frac{16}{30} g = \frac{16}{30} mol = 0.533 mol$$

$$\therefore \text{মোট মোল} = (0.625 + 0.533) = \underline{\underline{1.158 mol}}$$

$$\begin{aligned} p_{Et} &= X_{Et} \times P \\ &= \left( \frac{0.533}{1.158} \right) \times 120 \\ &= 55.2 \end{aligned}$$

$$\text{মিথেনের আংশিক চাপ}, p_{Me} = \underline{\underline{X_{Me} \cdot P}} = \frac{0.625}{1.158} \times \underline{\underline{120}} = \boxed{64.77 kPa}$$

$$\text{ইথেনের আংশিক চাপ} = (120 - 64.77) kPa$$

$$= 55.23 kPa$$

## PROBLEM

10g  $N_2$  এবং 20g  $He$  কে 25°C তাপমাত্রায় 10L আয়তনের পাত্রে মিশ্রিত করা হলো। প্রতিটি উপাদানের আংশিক চাপ ও মোট চাপ নির্ণয় কর।

**সমাধানঃ**

আমরা জানি,

$$p_{N_2}V = n_{N_2}RT \Rightarrow p_{N_2} = \frac{n_{N_2}RT}{V} = \frac{0.36 \times 0.0821 \times 298}{10} = 0.88 \text{ atm}$$

আবার,

$$p_{He}V = n_{He}RT \Rightarrow p_{He} = \frac{n_{He}RT}{V} = \frac{5 \times 0.0821 \times 298}{10} = 12.23 \text{ atm}$$

মোট চাপ,

$$P = p_{N_2} + p_{He} = (0.88 + 12.23) \text{ atm} = 13.11 \text{ atm}$$

MCQ

$$P = \frac{(n_{N_2} + n_{He}) RT}{V}$$

দেওয়া আছে,

$$\text{আয়তন } V = 10L$$

$$\begin{aligned} \text{নাইট্রোজেনের পরিমাণ } 10 g &= \frac{10}{28} mol \\ &= 0.36 mol \\ &= n_{N_2} \end{aligned}$$

$$\text{তাপমাত্রা, } T = (25 + 273)K = 298K$$

$$R = 0.0821 L \text{ atm } K^{-1} mol^{-1}$$

$$\text{হিলিয়াম } 20 g = \frac{20}{4} = 5 mol = n_{He}$$

## PROBLEM

15°C তাপমাত্রা 25ml Ne গ্যাসকে 76 cm (Hg) চাপে 75ml He গ্যাসকে 100kPa চাপে এবং 20ml Ar গ্যাসকে 70.9kPa চাপে 1L আয়তনের ফ্লাক্সে মিশ্রিত করা হলো। প্রতিটি গ্যাসের আংশিক চাপ ও মোট চাপ নির্ণয় কর।

### সমাধানঃ

নিয়ন গ্যাসের আংশিক চাপ,

$$f_{Ne} = \frac{P_{Ne} V_{Ne}}{V} = \left( \frac{101.325 \times 25}{1000} \right) kPa$$

$$= 2.53 kPa$$

হিলিয়াম গ্যাসের আংশিক চাপ,

$$f_{He} = \frac{P_{He} V_{He}}{V} = \left( \frac{100 \times 75}{1000} \right)$$

$$= 7.5 kPa$$

দেওয়া আছে,

নিয়নের প্রারম্ভিক চাপ,

$$P_{Ne} = 76 \text{ cm Hg} = 1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa}$$

পাত্রের আয়তন,  $V = 1L = 1000 \text{ ml}$

নিয়নের গৃহীত আয়তন,  $V_{Ne} = 25 \text{ ml}$

হিলিয়ামের প্রারম্ভিক চাপ,  $P_{He} = 100 \text{ kPa}$

হিলিয়ামের গৃহীত আয়তন,  $V_{He} = 75 \text{ ml}$

## PROBLEM

**সমাধানঃ**

আর্গন গ্যাসের আংশিক চাপ,

$$f_{Ar} = \frac{P_{Ar} V_{Ar}}{V} = \left( \frac{70.9 \times 20}{1000} \right) kPa$$

$$= 1.42 kPa$$

দেওয়া আছে,

আর্গনের প্রারম্ভিক চাপ,  $P_{Ar} = 70.9 kPa$

আর্গনের গৃহীত আয়তন,  $V_{Ar} = 20 ml$

মিশ্রণের মোট চাপ =  $f_{Ne} + f_{He} + f_{Ar}$

$$= (2.53 + 7.5 + 1.42) kPa$$

$$= 11.45 kPa$$

“স্থির উষ্ণতা ও চাপে কোনো গ্যাসের ব্যাপনের হার গ্যাসটির ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যানুপাতিক।”

গাণিতিক ব্যাখ্যাঃ যদি কোনো গ্যাসের জন্য  $r$  এবং  $d$  যথাক্রমে ব্যাপনের হার ও ঘনত্ব নির্দেশ করে তবে গ্রাহামের সূত্রানুসারে  $r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$

$$[ \text{ব্যাপনের হার } r, = \frac{\text{গ্যাসের পরিমাণ}}{\text{ব্যাপিত হওয়ার সময়}} ]$$

$$\text{বা, } r = k \cdot \frac{1}{\sqrt{d}} [k = \text{সমানুপাতিক ধ্রুবক}]$$

$$A \text{ ও } B \text{ গ্যাসের জন্য উপরোক্ত সমীকরণটি নিম্নরূপে লেখা যায় r_A = k \cdot \frac{1}{\sqrt{d_A}} \dots \dots \dots (1);$$

$$r_B = k \cdot \frac{1}{\sqrt{d_B}} \dots \dots \dots (2)$$

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

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}}$$

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

$$\Rightarrow r = k \cdot \frac{1}{\sqrt{d}}$$

আবার, ঘনত্ব =  $\frac{\text{তর}}{\text{আয়তন}}$

$\therefore$  গ্যাসের ঘনত্ব =  $\frac{\text{গ্যাসটির আণবিক ভর}}{\text{গ্যাস কর্তৃক দখলকৃত আয়তন}}$

$$\therefore r = k \cdot \sqrt{\frac{V}{M}}$$

$$\therefore r_A = k \cdot \sqrt{\frac{V}{M_A}} \dots \dots (1)$$

$$r_B = k \cdot \sqrt{\frac{V}{M_B}} \dots \dots (2)$$

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

$$d = \frac{m}{v}$$

$$r = \frac{k}{\sqrt{d}}$$

$$r = \frac{k}{\sqrt{\frac{m}{v}}} = k \sqrt{\frac{v}{m}}$$

## PROBLEM

25°C তাপমাত্রায় 100ml  $CO_2$  গ্যাসের ব্যাপিত হতে 15 sec সময় লাগে। যদি একই পরিমাণ একটি অজানা গ্যাসের ব্যাপনের জন্য 19 sec সময় লাগে তবে অজানা গ্যাসটির আণবিক ভর নির্ণয় কর।

গ্রাহামের সূত্রানুসারে

$$\frac{r_{CO_2}}{r_X} = \sqrt{\frac{M_X}{M_{CO_2}}}$$

$$\text{বা, } \frac{\frac{V_{CO_2}}{t_{CO_2}}}{\frac{V_X}{t_X}} = \sqrt{\frac{M_X}{44}}$$

$$\Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{t_X}{t_{CO_2}} = \sqrt{\frac{M_X}{44}}$$

$$\text{বা, } \frac{19}{15} = \sqrt{\frac{M_X}{44}}$$

$$\therefore M_X = 70.60$$

X

$$t_{CO_2} = \frac{15}{19} \text{ sec}$$

$$M_{CO_2} = 44$$

$$t_X = 19 \text{ sec}$$

$$M_X = ?$$

$$V = V_X = V_{CO_2} = 100 \text{ mL}$$

$$\frac{d_1}{P_1} = \frac{d_2}{P_2} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

273K তাপমাত্রায় এবং 100kPa চাপে নাইট্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব  $1.4gL^{-1}$  এ  
তাপমাত্রায় এবং দ্বিগুণ চাপে গ্যাসটির ঘনত্ব কত?

### সমাধানঃ

আমরা জানি,

$$\frac{P_1}{d_1} = \frac{P_2}{d_2}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{d_1 P_2}{P_1} = \frac{1.4 \times 200}{100} = 2.8\ gL^{-1}$$



দেওয়া আছে,

$$P_1 = 100kPa$$

$$d_1 = 1.4gL^{-1}$$

$$P_2 = 2 \times 100kPa$$

$$d_2 = ?$$

$$\therefore \frac{d_1 T_1}{P_1} = \frac{d_2 T_2}{P_2}$$

??

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

1)  $25^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রা ও  $100\text{kPa}$  চাপে গ্যাসের ঘনত্ব  $1.24\text{gL}^{-1}$ .  $121\text{kPa}$  চাপে কত তাপে গ্যাসটির ঘনত্ব  $1.45\text{gL}^{-1}$  হবে ?

**সমাধানঃ**

$$\frac{d_1 T_1}{P_1} = \frac{d_2 T_2}{P_2}$$

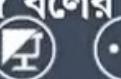
$$\Rightarrow T_2 = \frac{1.24 \times 298 \times 121}{1.45 \times 100} = 302.11\text{K} \checkmark$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় তাপমাত্রা } (302.11 - 273) = 29.11^{\circ}\text{C}$$

# গ্যাসের গতিত্বের স্বীকার্য

## (Postulates of Kinetic Theory of Gases)

- গ্যাসের গঠন → গ্যাস অসংখ্য গোলাকার স্থিতিস্থাপক একই রকম কণার সমষ্টিয়ে গঠিত
- গ্যাসাণুর গতি প্রকৃতি → গ্যাসাণুসমূহ একটি নির্দিষ্ট বেগে সরলরেখিকভাবে চলাচল করে
- গ্যাসাণুর সংঘর্ষ → গ্যাসের অণুসমূহ সংঘর্ষের সময় পরম্পরারের উপর সমান এবং বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে
- গতিশক্তি → গ্যাসাণুর গড় গতিশক্তি পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক
- গ্যাসের চাপ → গ্যাস পাত্রের প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর গ্যাসাণু কর্তৃক প্রযুক্ত বলের কারণে গ্যাসের চাপের সূচী হয় কেননা  $P = \frac{f}{A}$
- গ্যাসাণুসমূহের আয়তন → গ্যাসের অণুসমূহ কর্তৃক দখলকৃত মোট আয়তন পাত্রের আয়তনের তুলনায় নগণ্য
- গড় মুক্ত পথ → গ্যাসের অণুসমূহের সংঘর্ষের মধ্যবর্তী দূরত্বের গড় মানকে গড় মুক্ত পথ বলে
- অভিকর্ষজ বলের প্রভাব → গ্যাসাণুসমূহের গতির উপর অভিকর্ষ বলের কোন প্রভাব নেই



## গ্যাসের গতিতত্ত্বের সমীকরণ

$$PV = \frac{1}{3} m N C^2$$

## বর্গমূল গড় বর্গবেগ (Root Mean Square Velocity)

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পাত্রে উপস্থিত সকল গ্যাসাগুর বেগের বর্গের গড় মানকে বর্গমূল করে প্রাপ্ত মানকে বর্গমূল গড় বর্গবেগ বলে।

যেমনঃ কোনো পাত্রে সংখ্যক  $N$  অণু থাকলে এবং প্রত্যেকের বেগ  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  হলে,

$$\text{গড় বর্গবেগ} = \sqrt{\frac{C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + \dots + C_n^2}{N}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

The diagram illustrates the conversion of units for the Root Mean Square Velocity ( $C_{rms}$ ). It shows a central box labeled  $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$ . Arrows point from the top right corner to  $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ , from the bottom left corner to  $m/s$ , and from the bottom right corner to  $kg/mol$ .

## Problems

27°C তাপমাত্রায়  $O_2$  গ্যাসের অণুসমূহের বর্গমূল গড় বর্গমিলগণনা কর।

সমাধানঃ

আমরা জানি,

$$C = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 300}{32 \times 10^{-3}}}$$

$$= 483.56 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} m &= 0.032 \text{ kg/mol} \\ &= 32 \text{ gmol}^{-1} \\ &= 32 \Rightarrow O_2 \end{aligned}$$

দেওয়া আছে,

$$T = 27 + 273 = 300K$$

$$M = 32 \text{ gmol}^{-1} = 32 \times 10^{-3} \text{ Kg mol}^{-1}$$

$$R = 8.314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

**H.W.** কত কেলভিন তাপমাত্রায়  $CO_2$  গ্যাসের RMS বেগ 293K তাপমাত্রায়  $NH_3$  এর RMS বেগের সমান হবে ?  
(758.34 K)

## গ্যাসের গতিতন্ত্রের সমীকরণ থেকে গতিশক্তির হিসাব

$$\Rightarrow \text{মোট গতিশক্তি} = \frac{3PV}{2} = \frac{3nRT}{2}$$

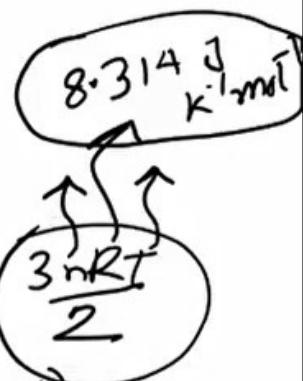
$$PV = \frac{1}{3}mNC^2$$

$$= \frac{2}{3} \times \underbrace{N}_{\text{গুণফল}} \times \underbrace{\frac{1}{2}mc^2}_{\text{গতিশক্তি}}$$

$$= \frac{2}{3} \times (\text{গুণফল}) \text{ গতিশক্তি}$$

$$\text{গুণফল} = \frac{3PV}{2} = \frac{3nRT}{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P \Rightarrow Pa (N/m^2) \\ V \Rightarrow m^3 \end{array} \right.$$



## গ্যাসের গতিতন্ত্রের সমীকরণ থেকে গতিশক্তির হিসাব

$$\Rightarrow \text{মোট গতিশক্তি} = \frac{3PV}{2} = \frac{3nRT}{2}$$

গাণিতিক উদাহরণঃ 301.8°C তাপমাত্রায় 5L আয়তনের ১টি ফ্লাকে 0.01 mol ফ্লোরিন গ্যাস রাখা হল। গ্যাসটির গড় গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধানঃ আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\text{গড় গতিশক্তি} &= \frac{3nRT}{2} \\ &= \left( \frac{3 \times 0.01 \times 8.314 \times 574.8}{2} \right) \\ &= 71.68 J\end{aligned}$$

দেওয়া আছে,

মোল সংখ্যা, n = 0.01 mol

$R = 8.314 JK^{-1} mol^{-1}$

$T = 301.8 + 273 = 574.8K$



## PROBLEM

17°C তাপমাত্রায় ও 99 kPa চাপে 450 mL  $O_2$  গ্যাসকে পানির উপর সংগ্রহ করা হল। সংগৃহীত গ্যাসটির শুষ্ক অবস্থায় আয়তন SATP তে 442.76 mL হলে 17°C তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্পের চাপ কত হবে ?

## সমাধান:

বয়েল ও চার্লস এর সমন্বয় থেকে পাই,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{(99 - x) \times 450}{290} = \frac{100 \times 442.76}{298}$$

$$\Rightarrow x = 3.25 \text{ kPa}$$

$\therefore$  17°C তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্পের চাপ 3.25 kPa

(Ans)

ধরি, 17°C তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্পের চাপ  $x \text{ kPa}$

$$P_1 = (99 - x) \text{ kPa}$$

দেওয়া আছে,

$$V_1 = 450 \text{ ml}$$

$$T_1 = 17^\circ\text{C} = (17 + 273) = 290 \text{ K}$$

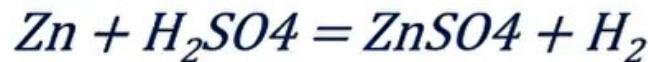
SATP তে

$$P_2 = 100 \text{ kPa}$$

$$V_2 = 442.76 \text{ mL}$$

$$T_2 = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

## PROBLEM



30°C তাপমাত্রা ও 750 mm Hg চাপে 40 L  $\text{H}_2$  গ্যাস পাওয়া গেল। Zn এর ভর কত ?

**সমাধান:**

বয়েল ও চার্লস এর সমন্বয় থেকে পাই,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{750 \times 40}{303} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$\Rightarrow V_2 = 35.565 \text{ L}$$



দেওয়া আছে,

$$P_1 = 750 \text{ mm Hg}$$

$$V_1 = 40 \text{ L}$$

$$T_1 = 30^\circ\text{C} = (30 + 273) = 303 \text{ K}$$

**STP তে**

$$P_2 = 760 \text{ mm Hg}$$

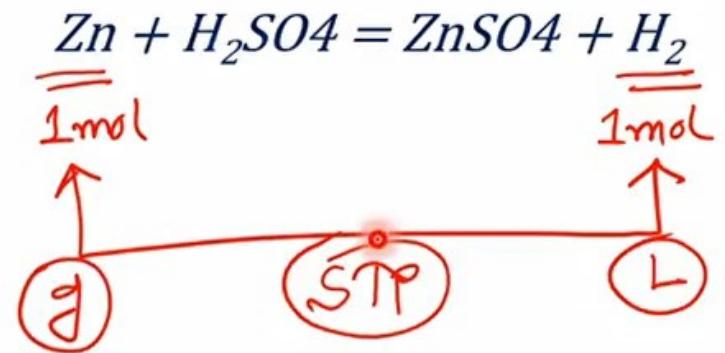
$$V_2 = ?$$

$$T_2 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

## PROBLEM

**STP তে**22.4 L  $H_2$  পেতে Zn লাগে = 65.4 g

$$\therefore 35.565 L H_2 \text{ পেতে } Zn \text{ লাগে} = \frac{65.4 \times 35.565}{22.4} g \\ = 103.8 g$$



## PROBLEM

অপার 500 mL পানিপূর্ণ একটি বোতল তার কলেজ ব্যাগে রাখলো। এক ঘণ্টা পর সে দেখল তার বোতলে 350 mL পানি বিদ্যমান। প্রতি মিনিটে অপারের পানির বোতল থেকে কয়টি পানির অণু বের হয়েছিল ?  
[25°C তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব 0.99]

$$\Rightarrow 1 \text{ g/cc} \quad \boxed{0.99 \text{ g/cc}} \Leftarrow \\ 0.99 \text{ g/mL}$$

$$\text{এক ঘণ্টা } \times 50 \text{ মিনিট } \text{ পানি বের হয়েছে} = (500 - 350) = 150 \text{ mL}$$

$$\therefore 1 \text{ " } \times 150 \text{ mL} = \frac{150}{60} \text{ mL} = 2.5 \text{ mL} \\ = 2.5 \text{ mL} \times 0.99 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \\ = 2.475 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} N &= n \times N_A \\ &= \frac{2.475}{18} \times (6.02 \times 10^{23}) \\ &= 8.28 \times 10^{22} \text{ অণু} \\ &\quad (\text{Ans}) \end{aligned}$$

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

## PROBLEM

25°C তাপমাত্রা ও 99.99 kPa চাপে 0.005 m<sup>3</sup> কোনো গ্যাসের ভর 4.65g হলে 35°C তাপমাত্রা ও 101 kPa চাপে 0.006 m<sup>3</sup> গ্যাসটির ভর কত হবে ?

$$PV = nRT \\ = \frac{W}{M} RT$$

$$\Rightarrow PV/M = W/RT$$

$$\Rightarrow M = \frac{WRT}{PV}$$



$$M = \frac{W_1 RT_1}{P_1 V_1} \quad \text{--- (i)}$$

$$M = \frac{W_2 RT_2}{P_2 V_2} \quad \text{--- (ii)}$$

$$\frac{(i)}{(ii)} \Rightarrow \frac{W_1 RT_1}{P_1 V_1} = \frac{W_2 RT_2}{P_2 V_2} \quad \checkmark \star$$

$$\Rightarrow \frac{4.65 \times 298}{99.99 \times 0.005} = \frac{W_2 \times 308}{101 \times 0.006}$$

$$\Rightarrow W_2 = 5.45 \text{ g} \quad (\text{Ans})$$

$$W_1 = 4.65 \text{ g}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$P_1 = 99.99 \text{ kPa}$$

$$V_1 = 0.005 \text{ m}^3$$

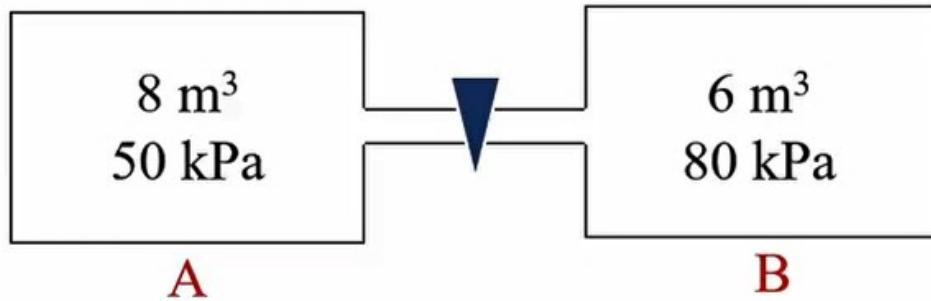
$$W_2 = ?$$

$$T_2 = 35^\circ\text{C} = 308 \text{ K}$$

$$P_2 = 101 \text{ kPa}$$

$$V_2 = 0.006 \text{ m}^3$$

## PROBLEM



স্টপককটি খুলে দিলে মিশ্রিত গ্যাসের চাপ কত হবে ?

A গ্যাসের অংশক চাপ,  $P_A = \frac{P_A V_A}{V_A + V_B}$

$$= \frac{50 \times 8}{8 + 6} = 28.571 \text{ kPa}$$

B " " ",  $P_B = \frac{P_B V_B}{V_A + V_B}$

$$= \frac{80 \times 6}{8 + 6} = 34.286 \text{ kPa}$$

$$\therefore P = P_A + P_B = 28.571 + 34.286$$

$$= 62.86 \text{ kPa}$$

(Ans)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\Rightarrow P_A V_A = P_A (V_A + V_B)$$

$$\Rightarrow P_A = \frac{P_A V_A}{V_A + V_B}$$

$$P_A = 50 \text{ kPa}$$

$$V_A = 8 \text{ m}^3$$

$$P_B = 80 \text{ kPa}$$

$$V_B = 6 \text{ m}^3$$

## PROBLEM

হাইড্রোজেনের  $\frac{1}{5}$  গুণ বেগে ব্যাপিত হয় যে গ্যাস, তার আণবিক ভর কত ?

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}} \quad [r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}]$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\frac{r_{H_2}}{r_X} = \sqrt{\frac{M_X}{M_{H_2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{r}{\frac{r}{5}} = \sqrt{\frac{M_X}{2}}$$

$$\Rightarrow 5 = \sqrt{\frac{M_X}{2}} \quad \Rightarrow \quad 25 = \frac{M_X}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{M_X = 50} \quad (\text{Ans})$$

ধৰি,

$$r_{H_2} = r \sim$$

$$\therefore r_X = r \times \frac{1}{5}$$

$$M_{H_2} = 2$$

$$M_X = ?$$

## PROBLEM

কত কেলভিন তাপমাত্রায়  $\text{CO}_2$  গ্যাসের RMS বেগ 293K তাপমাত্রায়  $\text{NH}_3$  এর RMS বেগের সমান হবে ?

$$V_{\text{RMS}} = C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \rightarrow 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$\cancel{\text{kg/mol}}$

$\downarrow$   $\text{m/s}$

$$T_{\text{CO}_2} = ?$$

$$T_{\text{NH}_3} = 293 \text{ K}$$

$$C_{\text{CO}_2} = C_{\text{NH}_3}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{3RT_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}}} = \sqrt{\frac{3RT_{\text{NH}_3}}{M_{\text{NH}_3}}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{T_{\text{NH}_3}}{M_{\text{NH}_3}} \Rightarrow \frac{T_{\text{CO}_2}}{44} = \frac{293}{17}$$

$$\Rightarrow T_{\text{CO}_2} = 758.35 \text{ K} \quad (\text{Ans})$$

## PROBLEM

90 kPa চাপে ও 300 mL  $\text{CO}_2$  গ্যাসকে কোন পাত্রে রেখে দিলে গ্যাসটির গড় গতিশক্তি বের কর।

$$E_k = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} PV$$

The diagram shows a curved arrow pointing from the term  $m^3$  in the first  $PV$  to the second  $m^3$ . Another curved arrow points from the term  $\text{Pa}$  in the first  $PV$  to the second  $\text{Pa}$ .

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{3}{2} PV \\ &= \frac{3}{2} (90 \times 10^3) \times (300 \times 10^{-6}) \\ &= 40.5 \text{ J} \end{aligned}$$

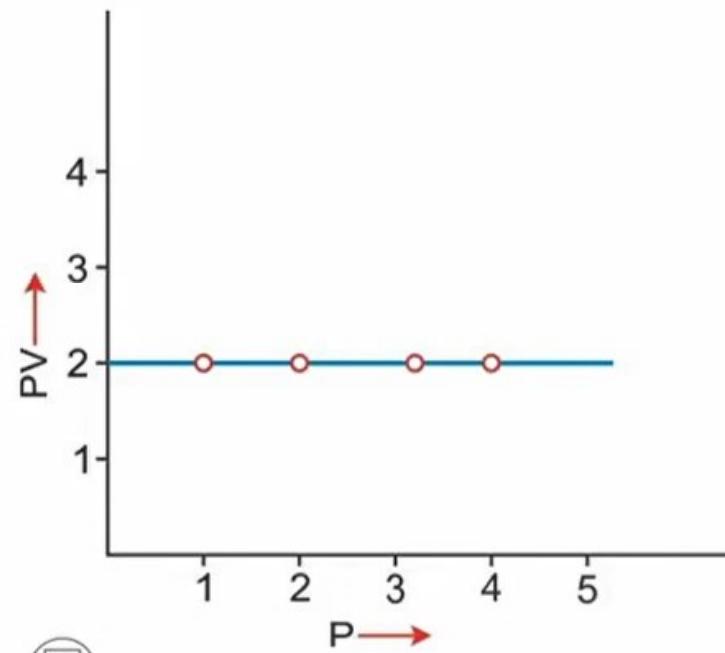
*(Ans)*

$$\begin{aligned} P &= 90 \text{ kPa} \\ &= 90 \times 10^3 \text{ Pa} \\ V &= 300 \text{ mL} \\ &= 300 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাস (Ideal gas and Real gas)

### আদর্শ গ্যাস

যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের গতীয় সূত্রসমূহ মেনে চলে সে সকল গ্যাসকে আদর্শ গ্যাস বলে।



## আদর্শ গ্যাসের বৈশিষ্ট্য

আদর্শ গ্যাস একটি তাত্ত্বিক ধারণা



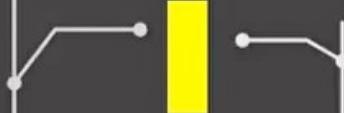
আদর্শ গ্যাস সমীকরণ হলো  $PV = nRT$  যা বয়েল, চার্লস ও অ্যাভেগ্যান্ড্রোর সূত্রের সমন্বিত রূপ

এটি গ্যাস সূত্রসমূহ সমর্থন করে



এদের অভ্যন্তরীণ শক্তি শুধুমাত্র তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে

আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুসমূহকে অতি সূক্ষ্মকণা বিবেচনা করে প্রত্যেকের আয়তনকে নগণ্য ধরা হয়



আদর্শ গ্যাসের চাপের মান বাস্তব গ্যাস অপেক্ষা বেশি ধরা হয়

আদর্শ গ্যাসের অণুসমূহের মধ্যে সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক



আদর্শ গ্যাসের সংকোচনশীল গুনাঙ্ক,  $Z = \frac{PV}{RT} = 1$

আদর্শ গ্যাসের জন্য স্থির উষ্ণতায়  $PV$  এর বিপরীতে  $P$  বসিয়ে প্রাপ্ত লেখচিত্র  $X$  অক্ষের সমান্তরাল হবে

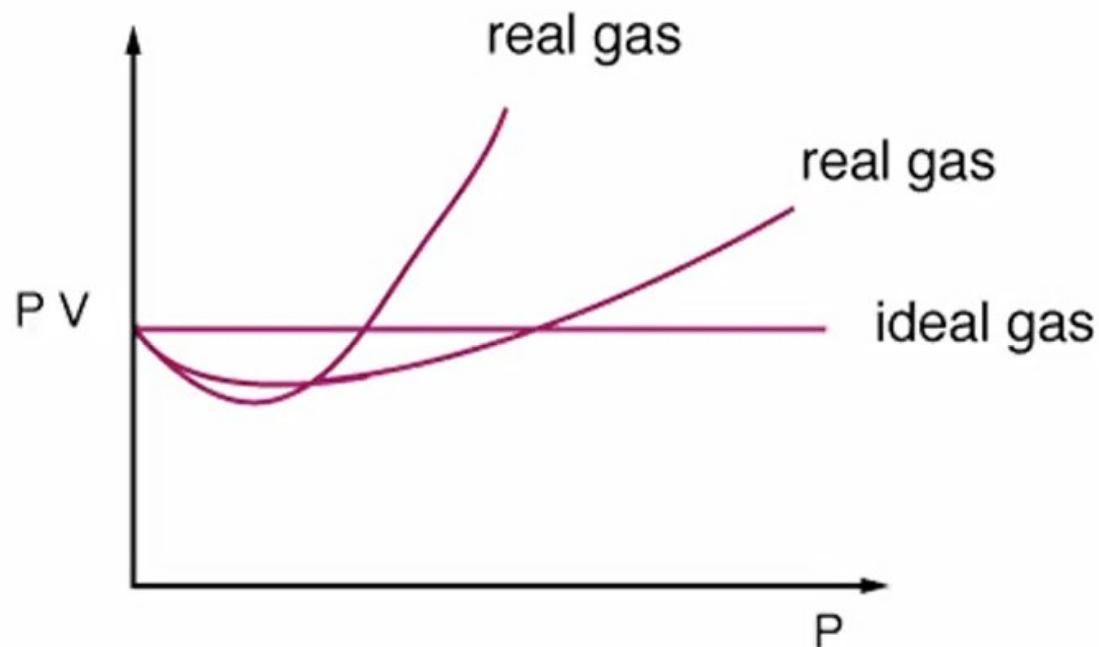


আদর্শ গ্যাসের জন্য স্থির উষ্ণতায়  $PV$  এর বিপরীতে  $P$  বসিয়ে প্রাপ্ত লেখচিত্র  $X$  অক্ষের সমান্তরাল হবে

## বাস্তব গ্যাস(Real gas)

সংজ্ঞা:

যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাস সূত্রসমূহ মেনে চলে না সেসকল গ্যাস বাস্তব গ্যাস নামে পরিচিত।



এটি বাস্তবসম্মত ধারণা



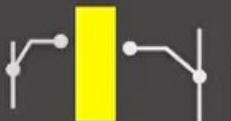
বাস্তব গ্যাসের সমীকরণ হলো  $\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$   
যা বিজ্ঞানী ভ্যান্ডার ওয়ালস কর্তৃক উপস্থাপিত

এটি গ্যাস সূত্রসমূহ সমর্থন করে না অর্থাৎ বাস্তব গ্যাসসমূহ  
বয়েল, চার্লস ও অ্যাভোগ্যান্ড্রো সূত্র মেনে চলে না



এদের অভ্যন্তরীণ শক্তি তাপমাত্রা ও পারিপার্শ্বিক  
বিষয়াদি দ্বারা প্রভাবিত হয়

বাস্তব গ্যাসের আয়তন নগণ্য নয়



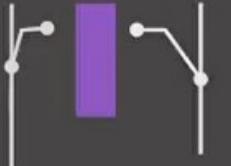
বাস্তব গ্যাসের চাপের মান আদর্শ গ্যাস অপেক্ষা কম হয়

বাস্তব গ্যাসগুসমূহের সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক নয়



বাস্তব গ্যাসের সংকোচনশীল গুনাঙ্ক,  $Z = \frac{PV}{RT} \neq 1$

স্থির উষ্ণতায় বাস্তব গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি  
আয়তনের উপর নির্ভরশীল অর্থাৎ  $(\frac{\delta E}{\delta V})_T \neq 0$



অতি নিম্ন চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায় এরা  
আদর্শ গ্যাসের অনুরূপ আচরণ করে

## বাস্তব গ্যাসসমূহের আদর্শ আচরণ থেকে বিচ্যুতির কারণ

1

পাত্রের আয়তনের তুলনায় প্রতিটি গ্যাসাণুর আয়তন নগণ্য

2

গ্যাসাণুসমূহের মধ্যে কোনো আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল নেই

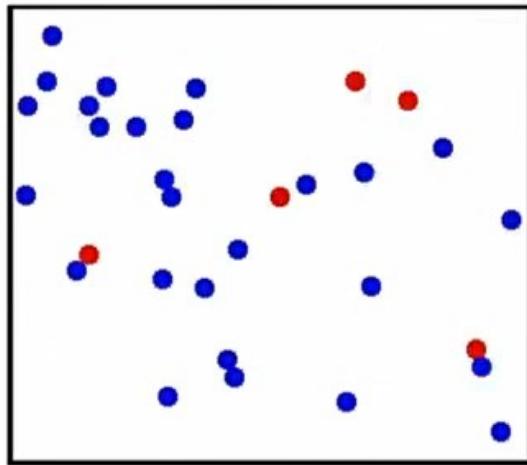
উপরোক্ত স্বীকার্য সর্বদা বাস্তব গ্যাসের অনুসরণ করে না। কারণ -

- বাস্তব অবস্থায় প্রতিটি গ্যাসাণু কিছু না কিছু আয়তন দখল করে। যা একেবারে নগণ্য নয় এবং বাস্তব গ্যাসাণুর মধ্যে আন্তঃকণা আকর্ষণ বল আছে বলেই গ্যাসকে তরলে রূপান্তরিত করা যায়।
- আদর্শ অবস্থায় পাত্রের দেয়ালের উপর গ্যাসাণু কর্তৃক ধারনাকৃত চাপের মান বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে কম হবে।

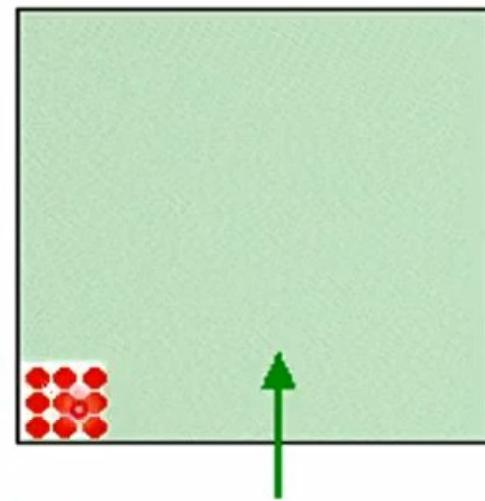


মূলত এজন্যই বাস্তব গ্যাস  $PV = nRT$  সমীকরণ মেনে চলে না।

## বাস্তব গ্যাসসমূহের আদর্শ আচরণের জন্য প্রয়োজনীয় ক্রটি সংশোধন



স্বাভাবিক অবস্থায় গ্যাসগু



অতি নিম্ন তাপমাত্রা এবং উচ্চচাপে গ্যাসগু

## বাস্তব গ্যাসসমূহের আদর্শ আচরণের জন্য প্রয়োজনীয় ক্রটি সংশোধন

1873 সালে বিজ্ঞানী **ভ্যান্ডার ওয়ালস** বাস্তব গ্যাসের জন্য বিচ্যুতির কারণ বের করে ক্রটি সংশোধন করে বাস্তব গ্যাসের জন্য সমীকরণ উপস্থাপন করেন।

**আয়তন সংশোধনঃ** “প্রতিটি গ্যাসাণু অবশ্যই কিছু পরিমাণ আয়তন দখল করবে” আর এ ধারনা থেকেই বাস্তব গ্যাসের জন্য গৃহীত আয়তনের হিসাবে  $V$  এর পরিবর্তে ( $V - nb$ ) ধরা হয়।

কারণ পাত্রের আয়তন  $V$  থেকে  $nb$  ( $n$  সংখ্যক কণা কর্তৃক দখলকৃত মোট আয়তন;  $b$  প্রতিটি কণার আপেক্ষিক আয়তন) বিয়োগ করলে যে স্থান থাকবে গ্যাসাণু শুধুমাত্র ততটুকু স্থান ছুটোছুটি করার জন্য ব্যয় করবে।

**চাপ সংশোধনঃ** বাস্তব গ্যাসের জন্য অন্তঃটান বলের ( $p'$ )সমপরিমাণ চাপ আদর্শ চাপের ( $P_{ideal}$ )মান থেকে কম হবে।  
এ কারণে বাস্তব গ্যাসের জন্য গৃহীত চাপ হবে

$$P_{real} = P_{ideal} + p'$$



$$p \propto \frac{n}{V} \cdot \frac{n}{V}$$

$$p = \frac{n^2 a}{V^2}$$

$$\text{বাস্তব গ্যাসের জন্য চাপ} = \left( P + \frac{n^2 a}{V^2} \right)$$

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ ( $PV = nRT$ ) এর সাথে মিল রেখে বাস্তব গ্যাসের জন্য প্রদত্ত সমীকরণটি নিম্নরূপ হবে

$$(V - nb) \left( P + \frac{n^2 a}{V^2} \right) = nRT$$

এটি ভ্যান্ডার ওয়ালস সমীকরণ নামে পরিচিত।



ভ্যান্ডার ওয়ালস



# বাস্তব গ্যাসসমূহের আদর্শ আচরণ করার শর্ত

## অতি নিম্নচাপ

বাস্তব গ্যাসের  
সমীকরণে  $\frac{n^2 a}{V^2}$   
এর মান শূন্য হবে

## অতি উচ্চ তাপমাত্রা

মোট গ্যাসের  
আয়তনের তুলনায়  
অগুদের আয়তন নগণ্য  
হয়ে যায়। অর্থাৎ  
 $nb = 0$  হয়।



## বজ্রপাতের সময় বায়ুমণ্ডলে সংঘটিত বিক্রিয়ায় ও মাটিতে নাইট্রোজেন ফিক্সেশন

(Reaction at the atmosphere during lightning and  
fixation in the soil)

### বজ্রপাত কী?

বিদ্যুৎ চমকের ফলে সৃষ্টি শব্দকেই বজ্রপাত বলে।

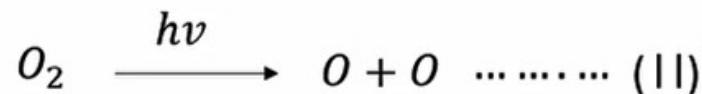
সাধারণত মেঘের মধ্যে উপস্থিত চার্জিত কণা সমূহের মধ্যে ব্যাপক বিদ্যুৎ ক্ষরণের ফলে বিদ্যুৎ চমকের সৃষ্টি হয়।

এ সময়ে প্রায়  $20000K$  থেকে  $30000K$  পর্যন্ত তাপমাত্রার সৃষ্টি হয়।

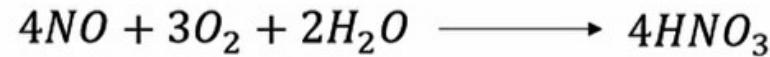
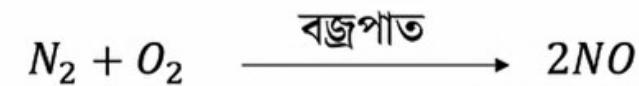


## বজ্রপাতের সময় বায়ুমণ্ডলে সংঘটিত বিক্রিয়া

বিশ্বব্যাপী বজ্রপাত গবেষণা সংস্থার মতে প্রতি বছর বজ্রপাতের ফলে  $8 - 10 \text{ trillion gallon } NO_x$  তৈরি হয় যার 30% এসিড বৃষ্টিতে রূপান্তরিত হয়।



(I) ও (II) থেকে,



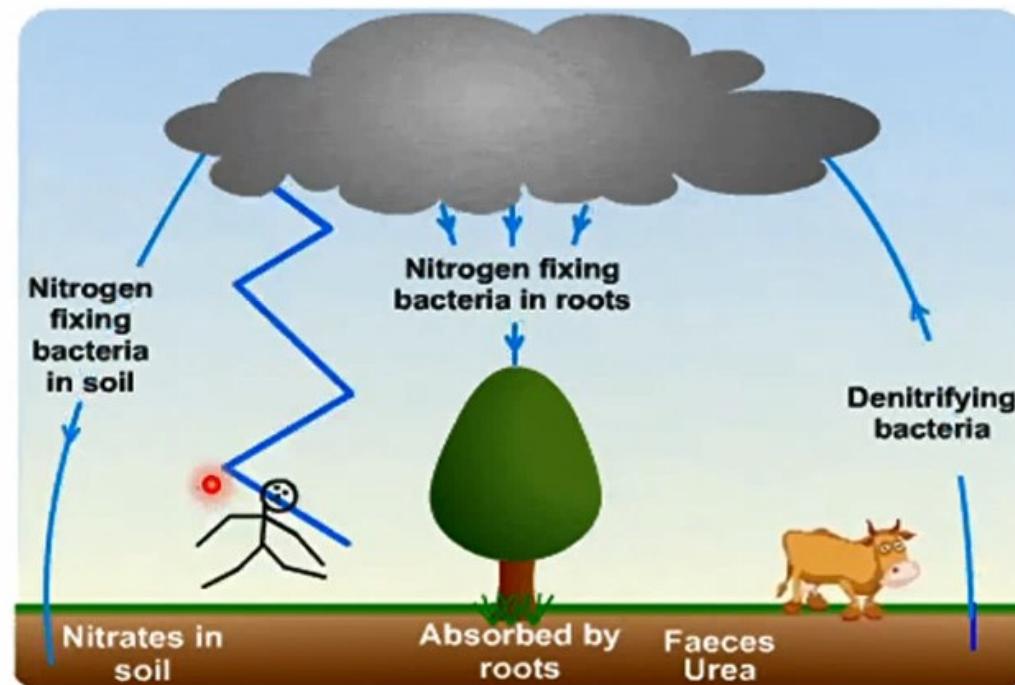
বজ্রপাতের ফলে সৃষ্টি তাপমাত্রায় বাতাসের  $N_2$  ও  $O_2$  এর বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত  $NO_x$  এর কিছু পরিমাণ এসিড বৃষ্টিরূপে ভূপৃষ্ঠে নেমে আসে এবং অবশিষ্ট  $NO$  বায়ুমণ্ডলে থেকে যায়।

উক্ত বিক্রিয়া ছাড়াও বজ্রপাতের ফলে বায়ুমণ্ডলে সামান্য পরিমাণে  $CO$ ,  $N_2O$  এবং  $HCN$  ( $CH_4$  এবং  $N_2$  এর বিক্রিয়া) উৎপন্ন হয়।



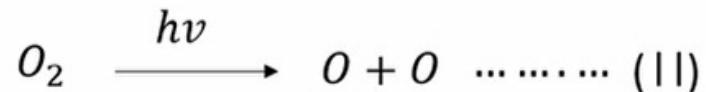
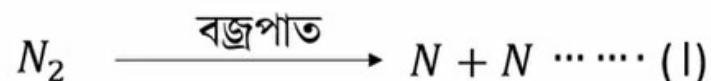
## নাইট্রোজেন ফিল্ট্রেশন কী ?

“নাইট্রোজেন ফিল্ট্রেশন একটি প্রক্রিয়া যেখানে বায়ুস্থ নাইট্রোজেনকে বিভিন্ন ধাপের মাধ্যমে উভিদের গ্রহণযোগ্য উপাদানে ( যেমনঃ  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$  ইত্যাদি ) রূপান্তর করা হয়”

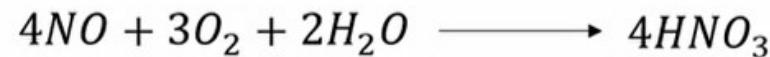
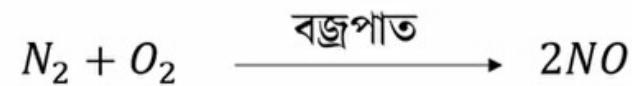


# প্রাকৃতিকভাবে নাইট্রোজেন ফিল্ট্রেশন

## বায়ুস্থ নাইট্রোজেন ফিল্ট্রেশন



(I) ও (II) থেকে,



## কৃত্রিমভাবে নাইট্রোজেন ফিল্ট্রেশন

### অ্যামোনিয়ারূপে ফিল্ট্রেশন (হেবার পদ্ধতি)

এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত  $NH_3$  ব্যবহার করে ইউরিয়া ও ডাই অ্যামোনিয়াম ফসফেট (DAP) সার প্রস্তুত করা হয়।



ইউরিয়া



DAP

# শিল্পের গ্যাসীয় বর্জ্য ও বায়ুদূষণ

(Gaseous pollutant of industry and air pollution)

## শিল্পের গ্যাসীয় বর্জ্যের শ্রেণিবিভাগ



বায়ুমণ্ডলে দূষক উপাদানের  
বিক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে

শিল্প নিঃসৃত বায়ু দূষণের  
প্রকৃতি অনুসারে

বায়ুমণ্ডলে দূষক উপাদানের  
বিক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে  
শিল্পের গ্যাসীয় বর্জ্য



প্রাইমারি বায়ুদূষক

যে সকল বায়ুদূষক উৎস থেকে  
অপরিবর্তিত অবস্থায়  
সরাসরি বায়ুতে মিশে যায়।

উদাহরণ  $SO_2$   $CO_2$

$CO$   $NH_3$

সেকেন্ডারি বায়ুদূষক

প্রাইমারি দূষকের সাথে  
বায়ুর উপাদানের বিক্রিয়ার  
সৃষ্টি নতুন দূষক

উদাহরণ  $SO_3$

$NO_2$  ইত্যাদি।

## শিল্প নিঃসৃত বায়ু দূষণের প্রকৃতি অনুসারে শিল্পের গ্যাসীয় বর্জ্য

### সূক্ষ্ম বস্তুকণা (Particulate Matter)

শিল্পকারখানায় রাসায়নিক প্রক্রিয়া ও জ্বালানির দহনে উৎপন্ন অতি সূক্ষ্ম ধূলিকণা (dust), ভূসা (soot), ধোঁয়া (Smoke) এবং ড্রপলেট (droplet) ইত্যাদিকে একত্রে সূক্ষ্ম বস্তুকণা (Particulate Matter) বলে।

### ভূ-পৃষ্ঠের ওজোন (Ground level Ozone)

- পৃথিবীর শীর্ষ ছয়টি বায়ুদূষকের তালিকায় ভূ-পৃষ্ঠের ওজোন অন্যতম।
- বিভিন্ন রং ও প্রসাধন সামগ্রী প্রচুর পরিমাণে উদ্বায়ী রাসায়নিক দ্রব্য নিঃসৃত করে যা  $VOC_s$  (*Volatile Organic Compounds*) নামে পরিচিত।
- শিল্পে জ্বালানি দহনে  $NO_x$  এর সাথে  $VOC_s$  এর মিশ্রণে ওজোন গ্যাসের সৃষ্টি হয় যা ভূ-পৃষ্ঠের 2 – 3 কিলোমিটার বায়ুমণ্ডলে পাওয়া যায় বলে একে ভূ-পৃষ্ঠের ওজোন (Ground level Ozone) বলে।
- এটি বায়ুমণ্ডলে Smog (Smoke + Fog) সৃষ্টির মাধ্যমে বন ও কৃষি উৎপাদন ব্যাহত করে।

### বিষাক্ত বায়ুদূষক

- ✓ বিষাক্ত বায়ুদূষক হলো সে সকল রাসায়নিক পদার্থ যা ক্যান্সার, জন্মত্রুটি (birth defect), প্রজনন সমস্যা এবং অন্যান্য জটিল রোগের সৃষ্টি করে।
- ✓ সাধারণত ড্রাই ক্লিনিক কারখানা, ব্যাটারি, পেইন্ট, ও রাসায়নিক শিল্পক্ষেত্র থেকে এ ধরনের উপাদান নিঃসৃত হয়।

## বায়ু দূষণ (Air pollution)

সংজ্ঞা

বিভিন্ন রাসায়নিক, ভৌত অথবা জীবজাগতিক (*biological*) উপাদান দ্বারা বায়ুমণ্ডলের প্রাকৃতিক গুণাবলি বিনষ্ট করাকে বায়ুদূষণ বলে।

সাধারণত বায়ুর সাথে মিশে বায়ুর গুণাবলি বিনষ্ট করে      ✓ CO

✓  $SO_2$

✓  $NO_x$

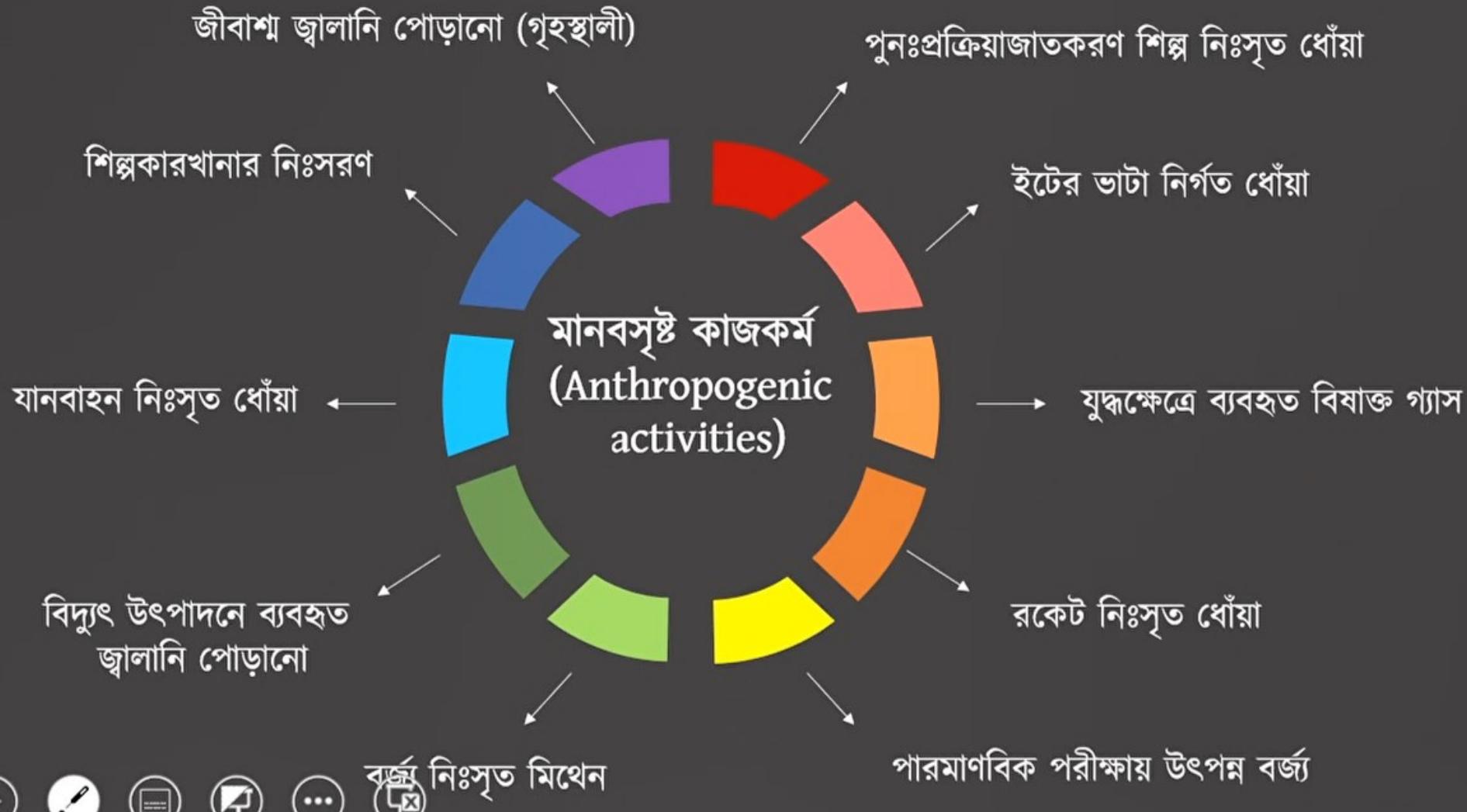
✓  $O_3$

✓ ধূলিকণা

✓ অতিসূক্ষ্ম কণা (PM) ইত্যাদি পদার্থ



# বায়ু দূষণের কারণ (Causes of air pollution)





## গ্রিন হাউজ গ্যাসের উৎস ও গ্রিন হাউজ প্রভাব (Sources of Green House Gas and its effects)

### গ্রিন হাউজ গ্যাস কি?

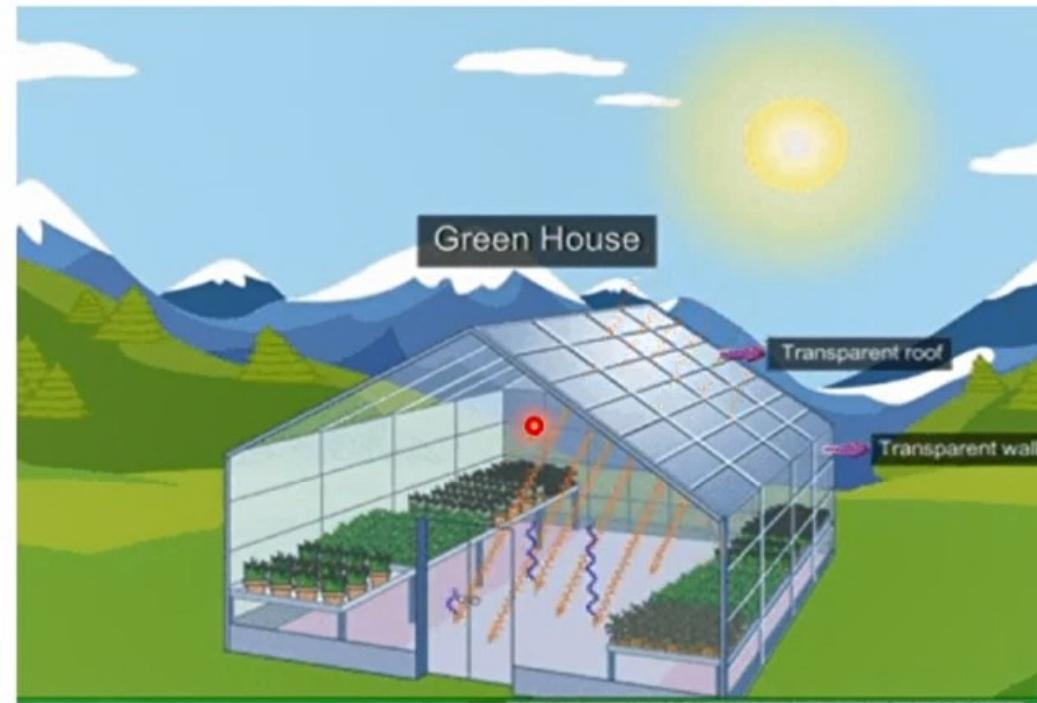
যে সকল গ্যাস সৌরশক্তির অবলোহিত রশ্মি (IR) শোষণ, বিকিরণ, ও ধরে রাখার মাধ্যমে পরিবেশের উষ্ণতা বৃদ্ধি তথা গ্রিন হাউস প্রভাব বিস্তারকরণে সহায়ক ভূমিকা পালন করে সে সকল গ্যাসকে গ্রিন হাউজ গ্যাস বলে।



গ্রিন হাউজ  
গ্যাসসমূহের প্রভাবে



## গ্রিন হাউজ প্রভাব (Green House effects)



CFC, HCFC, PFC, HFC জাতীয় পণ্য  
উৎপাদন ও ব্যবহার

শিল্পকারখানা নিঃসৃত ধোঁয়া সরাসরি বায়ুমণ্ডলে নিঃসরণ  
[ $SF_6$ , ( $VOC_s + NO_x = O_3$ ),  $CH_4, CO_2, N_2O$ ]

জীবাশ্ম জ্বালানি পোড়ানো (যত জ্বালানির  
দহন তত বেশি  $CO_2, NO_x$  উৎপাদন)

নির্বিচারে বন ধ্বংস (যত বনায়ন কম হবে  
তত কম  $CO_2$  শোষণ হবে)

## গ্রিন হাউজ প্রভাবের কারণ

অনিয়ন্ত্রিত বর্জ্য ব্যবস্থাপনা  
( $CH_4, N_2O$  নিঃসরণ)

অপরিকল্পিত কৃষিকাজ  
 $CH_4$  নিঃসরণ,  $H_2O$  বাঞ্চ তৈরি

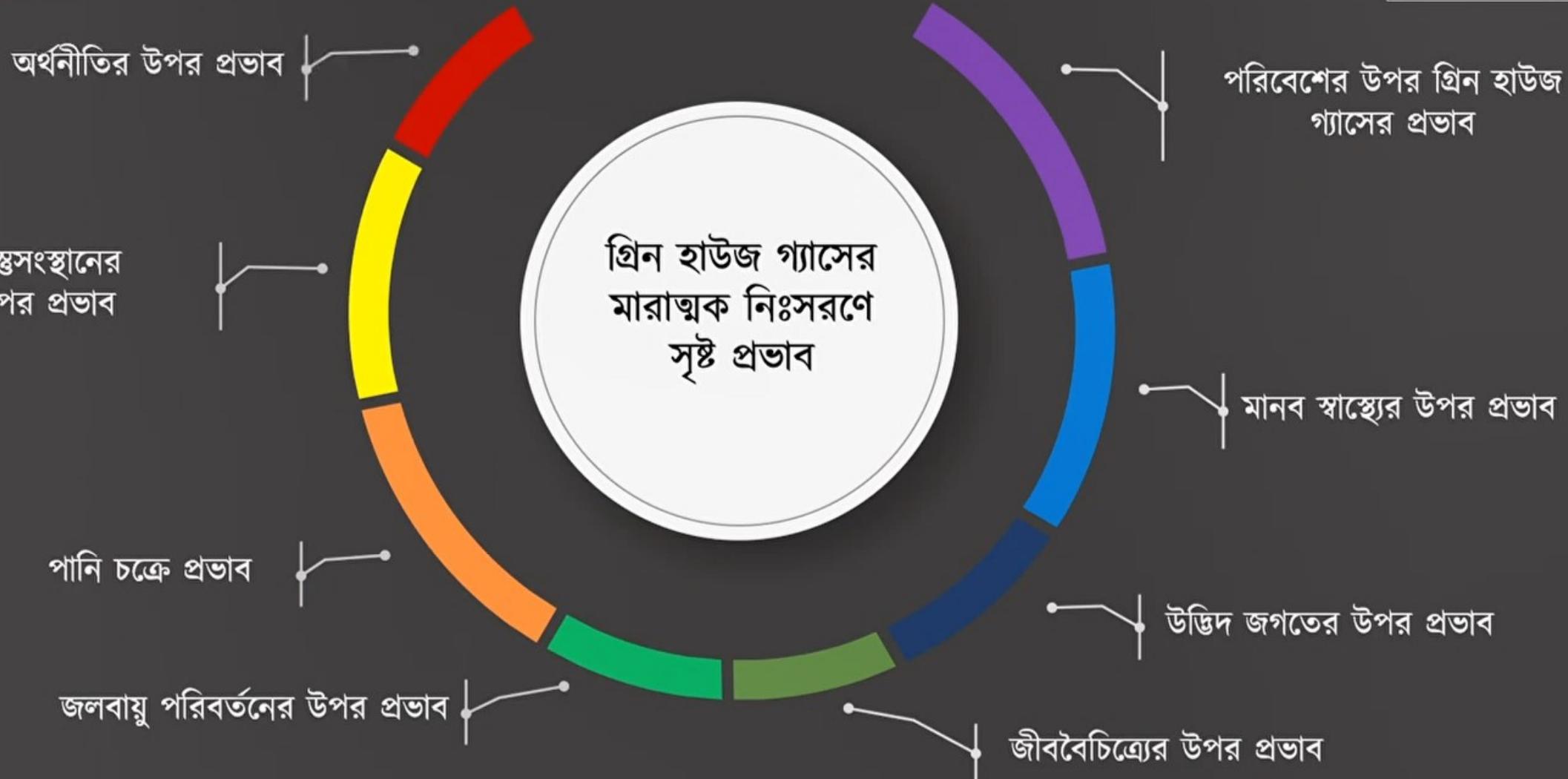
## গ্রিন হাউজ প্রভাবের ক্ষতিকর প্রতিক্রিয়া



বৈশ্বিক উষ্ণতা বৃদ্ধি



জলবায়ু পরিবর্তন



## পরিবেশের উপর গ্রিন হাউজ গ্যাসের প্রভাব

বরফ গলনে সমুদ্রপৃষ্ঠার উচ্চতা বাঢ়বে

মেরু অঞ্চলে বরফ ও হিমবাহ গলে যাবে

ক্রমাগত উষ্ণতা বৃদ্ধির কারণে সৃষ্টি বন্যা ও অনাবৃষ্টি  
গাছপালা ও প্রাণীকূলের জন্য ভূমকি সৃষ্টি করে

সমুদ্রপৃষ্ঠার উচ্চতা বৃদ্ধিতে সমুদ্র উপকূলীয়  
অঞ্চলের পানি ও মাটির লবণাক্ততা বৃদ্ধি পাবে

## গ্রিন হাউজ গ্যাসের মারাত্মক নিঃসরণে সৃষ্টি প্রভাব

মানব স্বাস্থ্যের  
উপর প্রভাব

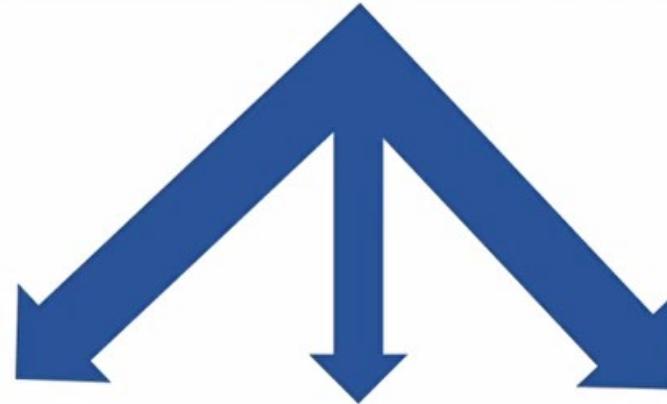
মাটির লবণাক্ততা বৃদ্ধি ফসল উৎপাদন হ্রাস করবে যা মানুষের খাদ্যাভাব সৃষ্টি করবে

উচ্চ তাপমাত্রায় ম্যালেরিয়া ও ডেঙ্গু জীবাণুর টিকে থাকার ক্ষমতা বৃদ্ধি করবে

তাপমাত্রা বৃদ্ধিজনিত “Heat Wave” বাড়বে যা মানুষের মৃত্যু বাঢ়াবে

পানি স্বল্পতায় খাদ্য উৎপাদন হ্রাস পাবে

## উডিদ জগতের উপর প্রভাব



সমুদ্রপৃষ্ঠের উচ্চতা বৃদ্ধি  
পাওয়ায় মাটি ও পানির  
লবণাক্ততা বৃদ্ধি পেয়েছে

খরা বৃদ্ধি পাওয়ায়  
পানির অভাবে  
উডিদের অস্তিত্ব বিলীন  
হয়ে যেতে পারে

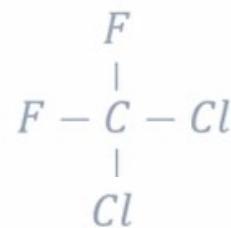
পৃথিবীর গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ায়  
মাটির আর্দ্রতা হ্রাস পাবে  
ফলে মাটিতে উডিদের পুষ্টির  
প্রয়োজনীয় উপাদান কমে যাবে

## CFC ব্যবহার ও ওজোন স্তর ক্ষয় (Uses of C.F.C and Ozone layer depletion)

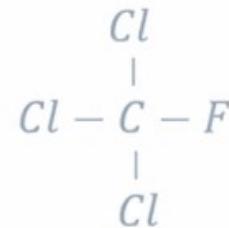
### C.F.C. কী?

C.F.C এর পূর্ণ রূপ ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন। C.F.C. হলো ক্লোরিন ফ্লোরিন ও কার্বন নামক তিনটি মৌল সমন্বয়ে গঠিত যৌগ যা ওজোন স্তর ধ্বংস, বৈশ্বিক উষ্ণতা বৃদ্ধিকারী গ্রিন হাউজ গ্যাস নামে পরিচিত। এটি বাণিজ্যিকভাবে ফ্রেয়ন নামে পরিচিত।

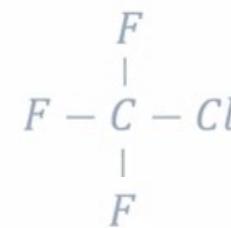
ফ্রেয়ন-12 (R=12)



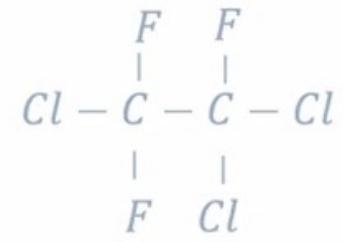
ফ্রেয়ন-11(R=11)



ফ্রেয়ন-13(R=13)



ফ্রেয়ন-113(R=113)



ডাইক্লোরো ডাইফ্লোরো মিথেন

ট্রাইক্লোরো ফ্লোরো মিথেন

ক্লোরো ট্রাইফ্লোরো মিথেন

ট্রাইক্লোরো ট্রাইফ্লোরো ইথেন



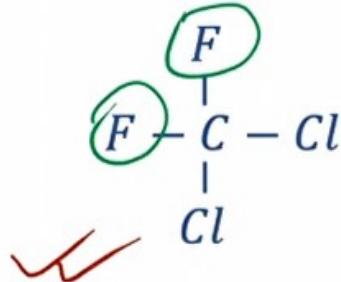
## CFC ব্যবহার ও ওজোন স্তর ক্ষয়

(Uses of C.F.C and Ozone layer depletion)

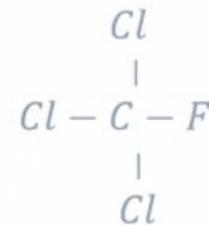
### C.F.C. কী?

C.F.C এর পূর্ণ রূপ ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন। C.F.C. হলো ক্লোরিন ফ্লোরিন ও কার্বন নামক তিনটি মৌল সমন্বয়ে গঠিত যৌগ যা ওজোন স্তর ধ্বংস, বৈশ্বিক উষ্ণতা বৃদ্ধিকারী গ্রিন হাউজ গ্যাস নামে পরিচিত। এটি বাণিজ্যিকভাবে ফ্রেয়েন নামে পরিচিত।

ফ্রেয়েন-12 (R=12)



ফ্রেয়েন-11(R=11)



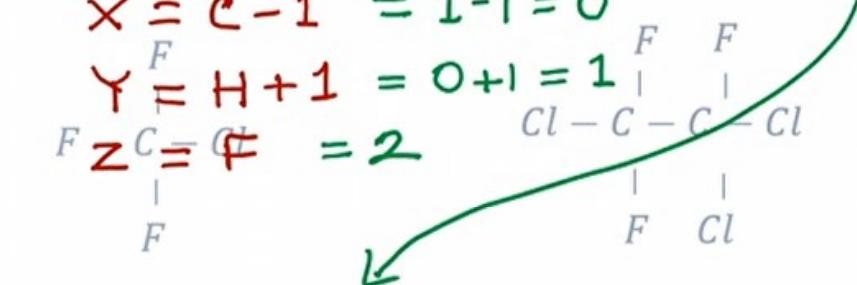
ফ্রেয়েন-13(R=13)

Freon-XYZ

$$X = C - 1 = 1 - 1 = 0$$

$$Y = H + 1 = 0 + 1 = 1$$

$$Z = C - F = 2$$



Freon-012

ফ্রেয়েন-113(R=113)

ডাইক্লোরো ডাইফ্লোরো মিথেন

ট্রাইক্লোরো ফ্লোরো মিথেন

ক্লোরো ট্রাইফ্লোরো মিথেন

ট্রাইক্লোরো ট্রাইফ্লোরো ইথেন

## CFC ব্যবহার ও ওজোন স্তর ক্ষয় (Uses of C.F.C and Ozone layer depletion)

### C.F.C এর বৈশিষ্ট্য

- C.F.C জাতীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি      ✓ অবিষাক্ত (Non toxin), উদ্বায়ী
  - ✓ কম সক্রিয়
  - ✓ অদাহ্য
  - ✓ বণহীন
  - ✓ গন্ধহীন
- এছাড়া এটি      ✓ হিমায়ক
  - ✓ সংকোচক
  - ✓ দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার যোগ্য।



## ওজোন স্তর (Ozone layer)

ওজোন স্তর হলো পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের স্ট্রাটোফেয়ারের নিম্ন দিকে অবস্থিত ওজোন ( $O_3$ ) গ্যাসপূর্ণ (ঘনমাত্রা  $10 \text{ ppm}$ ) একটি স্তর যা সমুদ্র সমতল থেকে  $20\text{-}30$  কিলোমিটার উপরে অবস্থিত।

- $3\text{-}5\text{mm}$  পুরু এ স্তরটি সূর্য থেকে নির্গত ক্ষতিকর অতিবেগনী রশ্মির  $97\text{-}99\%$  শোষণ করে পৃথিবীর জীব জগৎকে সুরক্ষিত করেছে।
- কিন্তু প্রাণীকূলের অতি উপকারী এ স্তরটি মানুষের ক্রিয়াকর্মে নিঃসৃত বিভিন্ন গ্যাসীয় পদার্থের যেমন ( $CFCs, N_2O$  ইত্যাদি) আক্রমণে ক্ষয় হয়ে যাচ্ছে।

## ওজোন স্তর ক্ষয়কারী উপাদান

বায়ুমণ্ডলের স্ট্রাটোফেয়ারের নিম্নভাগ অবস্থিত ওজোন স্তরের সংস্পর্শে **বিভিন্ন গ্যাসীয় উপাদান** বিক্রিয়ার মাধ্যমে ওজোন স্তর ক্ষয় করে।

ব্রোমোক্লোরো মিথেন ( $CH_2BrCl$ )

মিথাইল ব্রোমাইড ( $CH_3Br$ )

$CFC_S$  হ্যালন ( $CCl_4$ ,  $CH_3CCl_3$ ,  $HBFcS$ )



নাইট্রাস অক্সাইড ( $N_2O$ )

নাইট্রিক অক্সাইড ( $NO$ )

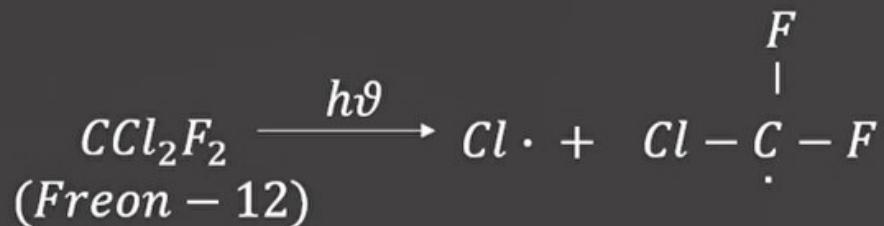


প্রভাবকীয় ওজোন ধ্বংস

Step 2

Step 1

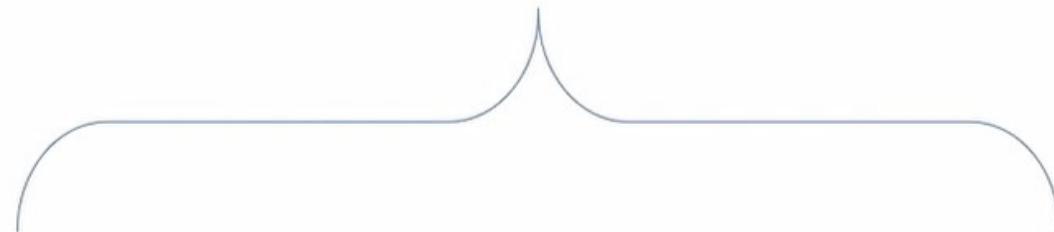
ফটোলাইসিস  
(UV রশ্মির প্রভাবে CFC এর  $C - Cl$  বন্ধন বিভাজন)



উক্ত কৌশলে দেখা যায় যে, CFC বিয়োজনে প্রাপ্ত একটি Chlorine মুক্ত মূলক দুই অণু ওজোনকে তেসে 3 অণু  $O_2$  এ রূপান্তরের পর নিজে ( $Cl \cdot$ ) অবিকৃত রয়ে গেছে। এভাবে CFC থেকে নিঃস্ত � $Cl \cdot$  ক্রমান্বয়ে ওজোনস্তর ধ্বংস করে চলেছে।

## এসিড বৃষ্টির কারণ ও প্রতিকার (Causes of acid rain and its remedy)

### এসিড বৃষ্টির প্রকারভেদ



আর্দ্ধ প্রক্রিয়া (Wet deposition)

শুষ্ক প্রক্রিয়া (Dry deposition)

## এসিড বৃষ্টির কারণ (Causes of acid rain)

### প্রাকৃতিক কারণ

আঘেয়গিরির অঘুৎপাত, বজ্রপাত, দাবানল ও উড়িদের পচনের ফলে নিঃস্ত � $SO_2$  ও  $NO_x$  বায়ুমণ্ডলের আর্দ্ধ পরিবেশের সংস্পর্শে এসিড তৈরি করে যা আর্দ্ধ ও শুক্র আবহাওয়া অঞ্চলে এসিড বৃষ্টিরূপে ভূ-পৃষ্ঠে নেমে আসে।



## এসিড বৃষ্টির কারণ (Causes of acid rain)

### কৃত্রিম কারণ

কৃত্রিম

মানবসৃষ্ট বিভিন্ন কারণ

- ~~মাত্রারিক্তি~~ জীবাশ্ম জ্বালানির দহন ( $CO_2, SO_2, NO_x$  এর উৎস)
- শিল্পকারখানা নিঃসৃত ধোঁয়া ( $CO_2, SO_2, NO_x$  এসিড বাস্প এর উৎস)
- যানবাহনে নিঃসৃত ধোঁয়া ( $CO_2, SO_2, NO_x$  ইত্যাদি)

ইত্যাদির মাধ্যমে উল্লেখিত অম্লধর্মী Oxide সমূহ সরাসরি বায়ুমণ্ডলে যুক্ত হয়ে বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের সাথে যুক্ত হয়ে

- ✓  $HNO_3$
- ✓  $H_2SO_4$
- ✓  $H_2CO_3$       জাতীয় এসিড তৈরি করে

যানবাহন ও বিভিন্ন ধরনের উপাদানের পৃষ্ঠে  
প্রদত্ত আবরণের উপর প্রভাব

বনের উপর প্রভাব

রাসায়নিক উপাদানের উপর প্রভাব

ভূ-পৃষ্ঠের পানি ও জলীয় জীবনে প্রভাব

স্বাস্থ্যের উপর প্রভাব

## এসিড বৃষ্টির প্রভাব

## এসিড বৃষ্টির প্রতিকার

যেহেতু বায়ুমণ্ডলে  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$  ইত্যাদি গ্যাসের নিঃসরণই এসিড বৃষ্টির মূল কারণ সেহেতু এই গ্যাসগুলোর নিঃসরণ হ্রাস করার মাধ্যমে এসিড বৃষ্টির সম্ভাবনা হ্রাস করা যায়।

### 1) প্রাকৃতিক উৎস থেকে $SO_2$ , $NO_x$ ও $CO_2$ নিঃসরণ করানো

ভূ-অভ্যন্তরস্থ যে অঞ্চলে ফাটল আছে তার আশেপাশে উন্নয়ন কর্মকাণ্ড, অনুসন্ধান ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে ভূমিকম্প ও আগ্নেয়গিরি অগ্নুৎপাতের সম্ভাবনা হ্রাস করা যায়।

বনায়নের মাধ্যমে বায়ুস্থ  $CO_2$  এর ঘনমাত্রা হ্রাস করানো যায়।

GIS প্রযুক্তির সাহায্যে দ্রুত দাবানল নিয়ন্ত্রণ করা।



## এসিড বৃষ্টির প্রতিকার

### 2) মানব সৃষ্টি $SO_2$ , $NO_x$ ও $CO_2$ নিঃসরণের পরিমাণ কমানো

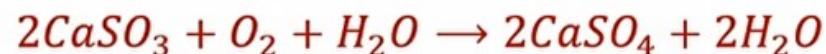
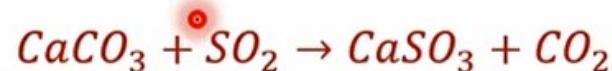
সালফার মুক্ত কয়লা  
ব্যবহার, কয়লার  
পরিবর্তে তেল  
বা গ্যাস ব্যবহার করে  
 $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $CO_2$   
নিঃসরণ হ্রাস করা যায়

জীবাশ্ম জ্বালানির  
পরিবর্তে  
নবায়নযোগ্য  
জ্বালানি

শিল্পকারখানার নিঃসৃত ধোঁয়া  
সরাসরি বাতাসে ছেড়ে না দিয়ে  
ডিসালফিউরাইজেশনের মাধ্যমে  
 $SO_2$  নিঃসরণ হ্রাস করা

বন ধ্বংস রোধ  
করা কেননা গাছ  
 $CO_2$  শোষণ করে

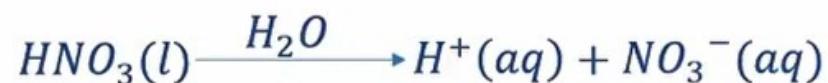
ভূমির পরিবর্তন  
রোধ করা  
নিঃসরণকারী ও  
জ্বালানি সাধ্যকারী  
যানবাহন ব্যবহার



## এসিড ক্ষার সংক্রান্ত অ্যারহেনিয়াস তত্ত্ব (Arrhenius Concept of Acid-Base)

### এসিড

যে সকল পদার্থ জলীয় দ্রবণে  $H^+$  আয়ন প্রদান করে। অর্থাৎ অ্যারহেনিয়াস মতবাদে এসিড হলো  $H^+$  আয়ন দাতা।



### ক্ষার

যে সকল পদার্থ জলীয় দ্রবণে  $OH^-$  আয়ন দান করে তাদেরকে ক্ষার বলে। অর্থাৎ অ্যারহেনিয়াস মতবাদে ক্ষার হলো  $OH^-$  আয়ন দাতা।

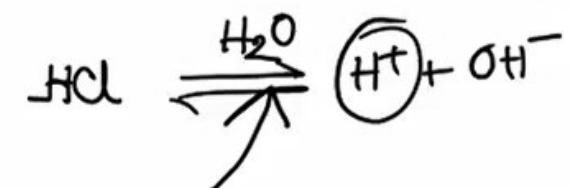
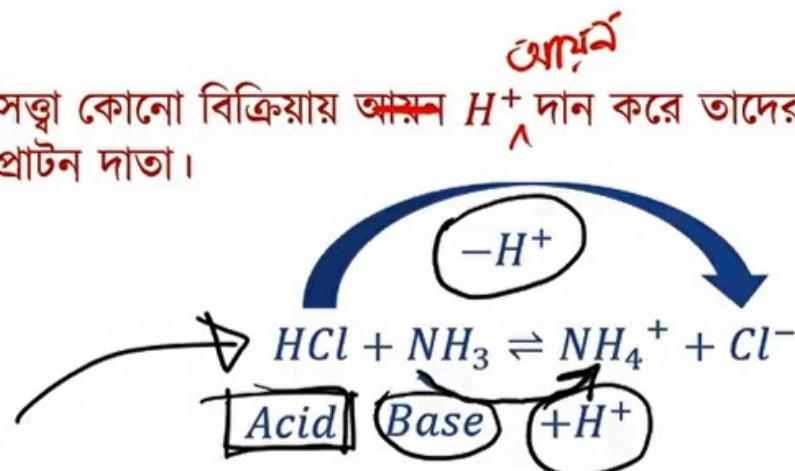


## অ্যারহেনিয়াস মতবাদের বৈশিষ্ট্য

-  অ্যারহেনিয়াস তত্ত্বের সাহায্যে কোনো এসিড ও ক্ষারকের গঠনে  $H^+$  ও  $OH^-$  এর সংখ্যা জানা যায়
-  এ মতবাদ এসিড ও ক্ষারের প্রশমন তত্ত্বকে ব্যাখ্যা করে কারণ এসিডের দানকৃত  $H^+$  ক্ষারের দ্রবণে উপস্থিত  $OH^-$  এর সাথে বিক্রিয়ায়  $H_2O$  তৈরির মাধ্যমে প্রশমিত হয়
-  এসিড ও ক্ষারকের বিয়োজন ধ্রুবকের ধারণা ব্যাখ্যা করে
-  রাসায়নিক উপাদানের জলীয় দ্রবণ প্রকৃতি ব্যাখ্যা করা যায়
-  টাইট্রেশন প্রক্রিয়ায় অজানা Acid বা Base এর ঘনমাত্রা নির্ণয়ে এ মতবাদ কার্যকর
-  এ মতবাদ ব্যাখ্যায় পানির উপস্থিতি অপরিহার্য

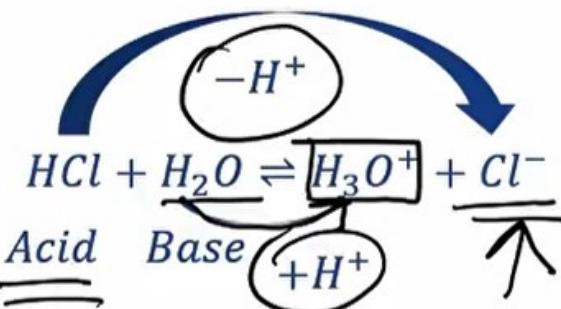
## এসিড

যে সকল রাসায়নিক সত্ত্বা কোনো বিক্রিয়ায় ~~অস্থির~~  $H^+$  দান করে তাদের এসিড বলে। এ মতবাদ অনুসারে এসিড হলো  $H^+$  আয়ন দাতা বা প্রোটন দাতা।



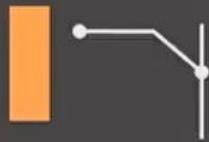
## ক্ষার

যে সকল রাসায়নিক সত্ত্বা কোনো বিক্রিয়ায়  $H^+$  আয়ন গ্রহণ করে তাদেরকে ক্ষার বলে। এ মতবাদ অনুসারে ক্ষার হলো  $H^+$  আয়ন গ্রহীতা অর্থাৎ প্রোটন গ্রহীতা।

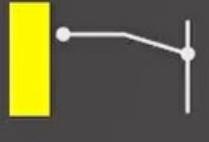




এ মতবাদে কোনো রাসায়নিক সত্ত্বা অম্ল বা ক্ষার তা কেবলমাত্র বিক্রিয়ার সাপেক্ষে বলা যাবে



এ মতবাদে, কোনো রাসায়নিক সত্ত্বার শুধুমাত্র  $H^+$  দান এবং গ্রহণ করার  
ক্ষমতা বিবেচনা করে বলে এটি প্রোটন মতবাদ নামে পরিচিতি



এ মতবাদ অনুবন্ধী অম্ল ক্ষার সম্পর্ক নির্দেশ করে



ৱনস্টেড - লাউরী মতবাদ রাসায়নিক সত্ত্বার উভধর্মী বৈশিষ্ট্যের ধারণাকে প্রতিষ্ঠিত করে



এ মতবাদ অম্ল ক্ষার সাম্যাবস্থার ধারণা ব্যাখ্যা করে

.

## অনুবন্ধী এসিড ক্ষার জোড় সম্পর্কিত ধারণা

### অনুবন্ধী অম্ল

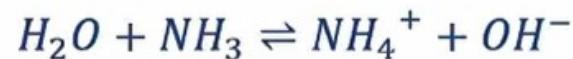
কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায়  $H^+$  আয়ন গ্রহণ করার পর উৎপন্ন সত্ত্বাকে অনুবন্ধী অম্ল বলে।



এখানে  $H_3O^+$  অনুবন্ধী অম্ল

### অনুবন্ধী ক্ষার

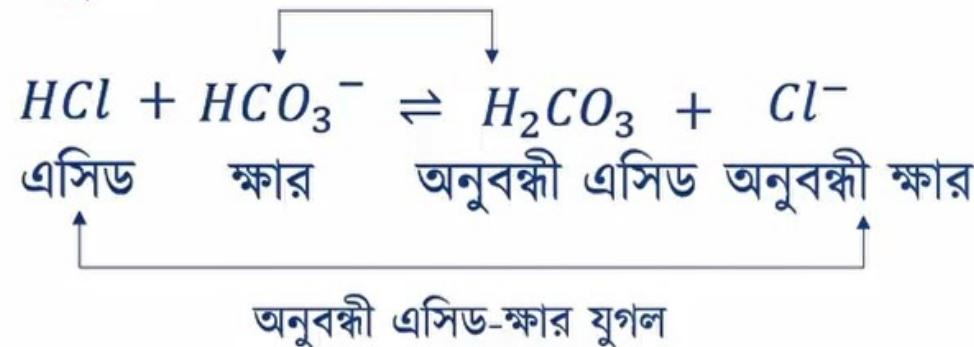
কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায়  $H^+$  আয়ন দান করার পর উৎপন্ন সত্ত্বাকে অনুবন্ধী ক্ষার বলে।



এখানে  $OH^-$  একটি অনুবন্ধী ক্ষার।

## অনুবন্ধী এসিড ক্ষার জোড় সম্পর্কিত ধারণা

### অনুবন্ধী এসিড-ক্ষার যুগল



### ব্রন্স্টেড লাউরি মতবাদে পদার্থের উভধর্মিতা ( $H_2O$ )

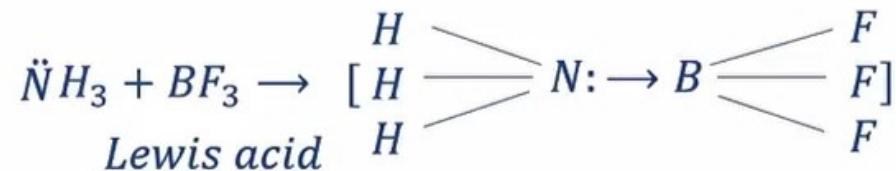


$H_2O$  প্রথম বিক্রিয়ায়  $H^+$  দাতা অর্থাৎ এসিড ধর্ম প্রদর্শন করলে ও ২য় বিক্রিয়ায়  $H^+$  গ্রহীতা অর্থাৎ ক্ষার ধর্ম প্রদর্শন করছে।

## এসিড ক্ষার সম্পর্কিত লুইস মতবাদ (Lewis Concept of Acid-Base)

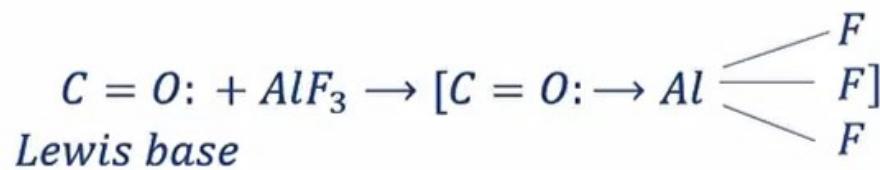
### এসিড

যে সকল রাসায়নিক সত্ত্বা অপর কোনো রাসায়নিক উপাদান থেকে ইলেকট্রন জোড়া গ্রহণ করে। অর্থাৎ লুইস এসিড ইলেকট্রন গ্রহীতা।



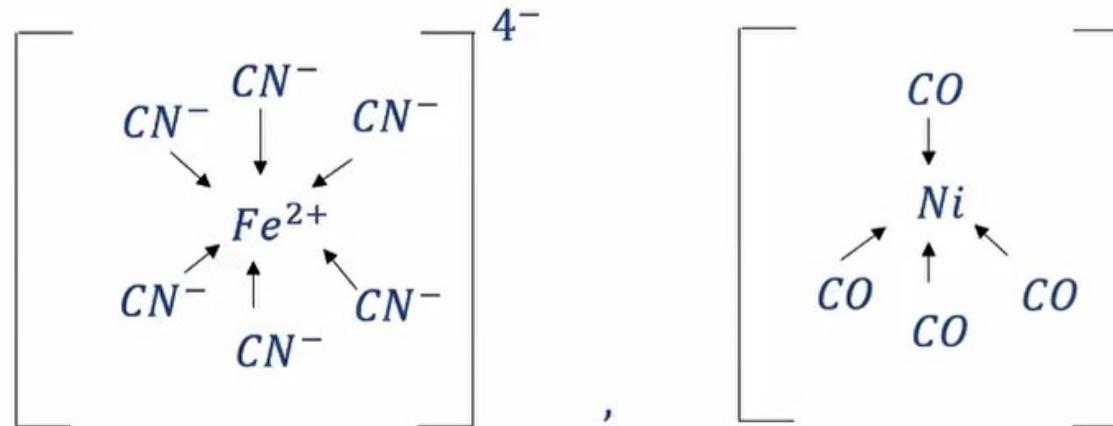
### ক্ষার

যে সকল রাসায়নিক সত্ত্বা অপর কোনো রাসায়নিক উপাদানকে ইলেকট্রন জোড়া দান করে তাদেরকে ক্ষার বলে। অর্থাৎ লুইস ক্ষারসমূহ ইলেকট্রন দাতা।



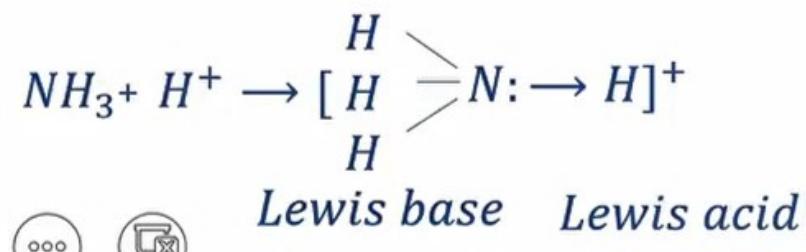
$OH^-$ ,  $CN^-$ ,  $CH_3COO^-$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$  ইত্যাদি উপাদানসমূহ লুইস ক্ষার হিসেবে কাজ করে।

- জটিল যৌগ গঠনে অবস্থান্তর মৌলের আয়নসমূহ লুইস এসিড ও লিগ্যান্ডসমূহ লুইস ক্ষার হিসেবে ক্রিয়া করে।



এখানে  $CN^-$  ও  $CO$  লুইস ক্ষার এবং  $Fe^{2+}$  ও  $Ni$  লুইস এসিড।

- সম্পর্কে সময়োজী বন্ধন গঠন ব্যাখ্যা করে। উদাঃ  $NH_3$  ও  $H^+$  এর সংযোগে  $NH_4^+$  গঠন।

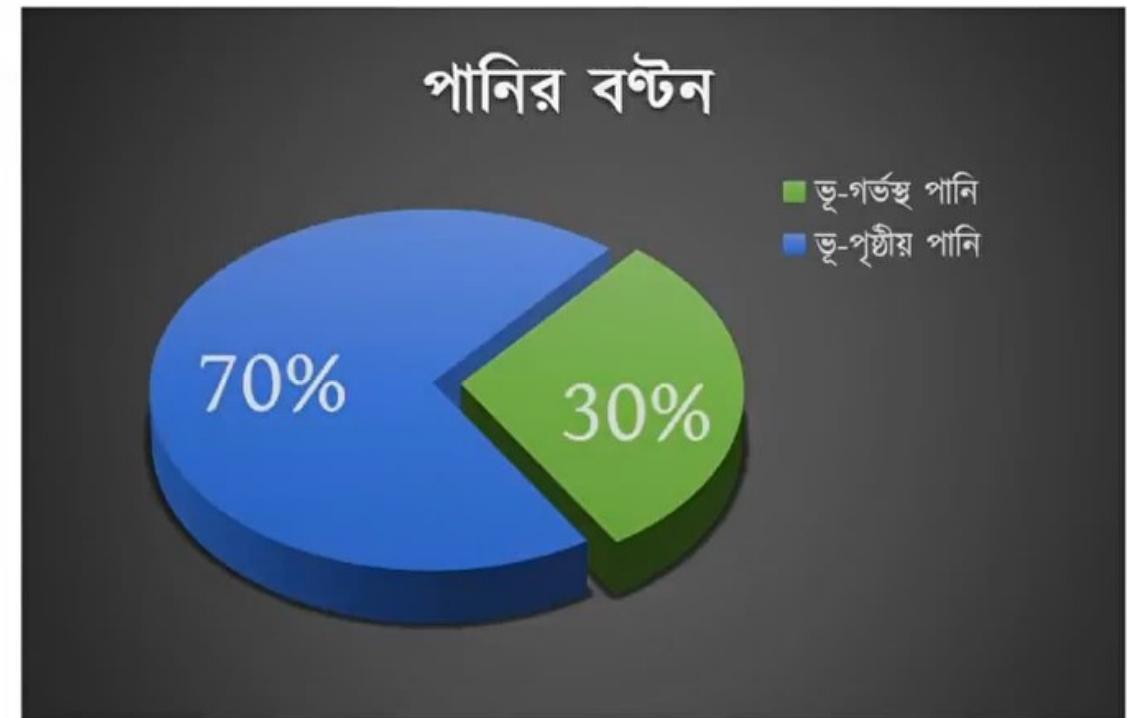


# মিঠা পানির উৎস ও গুরুত্ব (Sources of Fresh Water and its Importance)

## মিঠা পানি

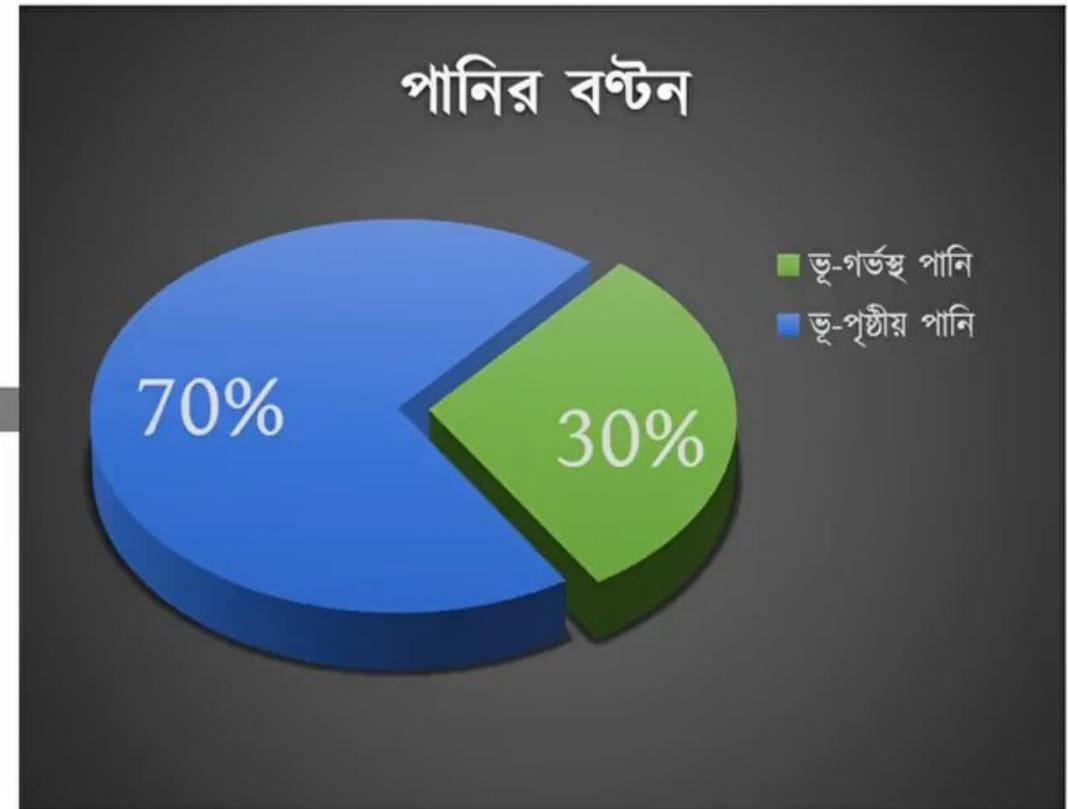
ভূ-পৃষ্ঠ ও ভূ গর্ভে প্রাপ্ত যে পানি লবণাক্ত নয় তাই মিঠা পানি (*Freshwater*) নামে পরিচিত।

- পৃথিবীতে প্রাপ্ত মোট পানির 2.7% মিঠা পানি।
- মিঠা পানি একটি প্রাকৃতিক নবায়নযোগ্য সম্পদ।



# মিঠা পানির উৎস ও গুরুত্ব (Sources of Fresh Water and its Importance)

## মিঠা পানি



## মিঠা পানির উৎস

ভূপৃষ্ঠের উপরিভাগের পানি

মিঠা পানির উৎস

ভূগর্ভস্থ পানি

ব্যবহৃত পানি বিশেধনে প্রাপ্ত বিশুদ্ধ পানি

সমুদ্রের লবণাক্ত পানিকে Desalination  
প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত পানি

কৃত্রিম হৃদ

নদ-নদী, খাল-বিল, পুরুর,  
হাওর-বাঁওড়, ও হৃদের পানি

প্রাকৃতিক ঝরণা

জলাভূমির পানি

## ভূ-পৃষ্ঠীয় পানির উৎস

ভূ-গভর্ন্স জলাধার

হিম কণা

মাটির আর্দ্ধতা

বৃষ্টির পানিকে  
মাটির স্তরে ধারণ

ভূ-গভর্ন্স  
পানির উৎস





খরতা (Hardness)

pH

দ্রবীভূত অক্সিজেন(Dissolved Oxygen)

## ভূপৃষ্ঠীয় পানির বিশুদ্ধতার মানদণ্ড (Parameters of Purity of Surface Water)

মোট দ্রবীভূত কঠিন (Total  
Deposited Solid, TDS)

রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা  
(Chemical Oxygen  
Demand, COD)

প্রাণ রাসায়নিক  
অক্সিজেন চাহিদা  
( Biological Oxygen  
Demand,BOD )



## খরতা (Hardness)

পানিতে দ্রবীভূত খনিজ এর পরিমাণ স্বাভাবিক এর তুলনায় বেশি থাকলে সে পানিকে খর পানি বলে।

- ❖ সাধারণত পানিতে মাত্রাতিরিক্ত  $Ca^{2+}$  এবং  $Mg^{2+}$  আয়ন দ্রবীভূত থাকলে সে পানি খর পানি হিসেবে পরিচিত।
- ❖ এছাড়াও কোনো কোনো সময় পানিতে বাইকার্বনেট ও সালফেটের মাত্রাতিরিক্ত উপস্থিতি খরতা বলে চিহ্নিত করা হয়।

খর পানিতে সাবান ব্যবহার করলে সাবানের সাথে খর পানির  $Ca^{2+}$  এবং  $Mg^{2+}$  এর বিক্রিয়ায় অদ্বিতীয় লবণ তৈরি হওয়ায় ফেনা উৎপন্ন হয় না এবং সাবানের অপচয় হয়

খর পানি সব ধরনের পরিষ্কার কাজে বাধা প্রদান করে - কাপড় থেকে শুরু করে থালাবাসন ও গোসলের সময়

খর পানিতে চুল পরিষ্কার করলে চুল চিটচিটে এবং রুক্ষ হয়ে যায়

পানির খরতার জন্য পানি সরবরাহ পাইপে পুরু আন্তরণ পড়ে ফলে পানির চাপ কমে যায়

পানিতে খরতা বোধ থাকলে চা ও কফি কালচে বর্ণ ধারণ করে এবং স্বাদের তিক্ততা বৃদ্ধি পায়

শিল্পক্ষেত্রে পানির খরতা মারাত্মক বিরূপ প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে ব্রয়লারের নিচে পুরু আন্তরণ সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে ব্রয়লারের নিচে পুরু আন্তরণ ফলে তাপশক্তির অপচয় হয় জ্বালানি খরচ বাড়ে, পরিবেশ দূষণ বৃদ্ধি পায়।

## পানির খরতার প্রকারভেদ

### অস্থায়ী খরতা

পানিতে  $Ca^{2+}$  ও  $Mg^{2+}$  এর  $HCO_3^-$  লবণ দ্রবীভূত থাকলে  
এই খরতা সৃষ্টি হয় যা পানিকে ফুটিয়ে অথবা চুন যোগে দূর করা যায়



### স্থায়ী খরতা

পানিতে  $Ca^{2+}$  ও  $Mg^{2+}$  এর  $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$  লবণ  
দ্রবীভূত থাকলে এই খরতা সৃষ্টি হয় যা  
পানিকে ফুটিয়ে অথবা চুন যোগে দূর করা যায় না

# pH

কোনো দ্রবণের অল্পতা, ক্ষারকত্ব ও নিরপেক্ষতা নিরপেক্ষের মাপ কাঠি হলো pH

- ✓ কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রাকে pH এ প্রকাশ করা হয়।
- ✓ বিশুদ্ধ পানির pH এর মান 7.0

pH	পানির প্রকৃতি
2.2 – 4.8	এসিড দূষিত পানি
5.5 – 7.4	মিঠা পানি
7.6 – 8.8	খর পানি
8.2 – 9.2	সামুদ্রিক পানি

## দ্রবীভূত অক্সিজেন (Dissolved Oxygen)

পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় যে অক্সিজেন পাওয়া যায় তাকে দ্রবীভূত অক্সিজেন বা *Dissolved Oxygen* বলে  
যা সংক্ষেপে 'DO' নামে পরিচিত

- ব্যাপনের মাধ্যমে বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেনের (অতিসামান্য পরিমাণ) পানিতে দ্রবীভূত অংশ এবং পানিস্থ সবুজ উড্ডিদের  
সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে উৎপন্ন Oxygen হলো Dissolved Oxygen এর উৎস
- এটি ppm বা mg/L এককে প্রকাশ করা হয়

# প্রাণ রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা ( Biological Oxygen Demand,BOD )

তরল বর্জ্য অবস্থিত জৈব উপাদানকে অণুজীবের গ্রহণ উপযোগী খাদ্যে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের পরিমাণকে ‘BOD’ বলে

- ✓ পরিবেশে ও বর্জ্য ব্যবস্থাপনায় পানির মানদণ্ড হিসেবে ‘BOD’ অতি পরিচিত বিষয়।
- ✓ পরিবেশ বিজ্ঞানে অনেক ধরনের ‘BOD’ পদ্ধতি প্রচলিত থাকলেও ' $BOD_5$ ' বলতে বোঝায়  $21^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় কোনো পানির নমুনায় পাঁচ দিন যাবৎ অণুজীব কর্তৃক প্রয়োজনীয় অক্সিজেন

$$BOD_5 = DO_{initial} - DO_{final}$$

- ✓  $BOD_5$  দ্বারা যে কোনো তরল বর্জ্য কী পরিমাণ জৈব উপাদান আছে তা সহজে অনুমান করা যায়
- ✓ যে Surface water এর নমুনায়  $BOD_5$  এর মান বেশি সেই পানির জৈব দূষণের পরিমাণ বেশি



# প্রাণ রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা ( Biological Oxygen Demand,BOD )



## রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা (Chemical Oxygen Demand, COD)

কোনো তরল বজেট উপস্থিত জৈব উপাদানকে বিয়োজিত করা এবং অজৈব উপাদানকে ( $NH_3, NO_2^-$ ) রাসায়নিকভাবে জারিত করতে প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের পরিমাণকে *COD* বলে

- এটি mg/L (ppm) এককে প্রকাশ করা হয়

## মোট দ্রবীভূত কঠিন (Total Deposited Solid, TDS)

কোনো পানিতে দ্রবীভূত সকল প্রকার রাসায়নিক (জৈব-অজৈব, অণু, আয়ন, কলয়ডাল) উপাদানের মোট পরিমাণকে *TDS* দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

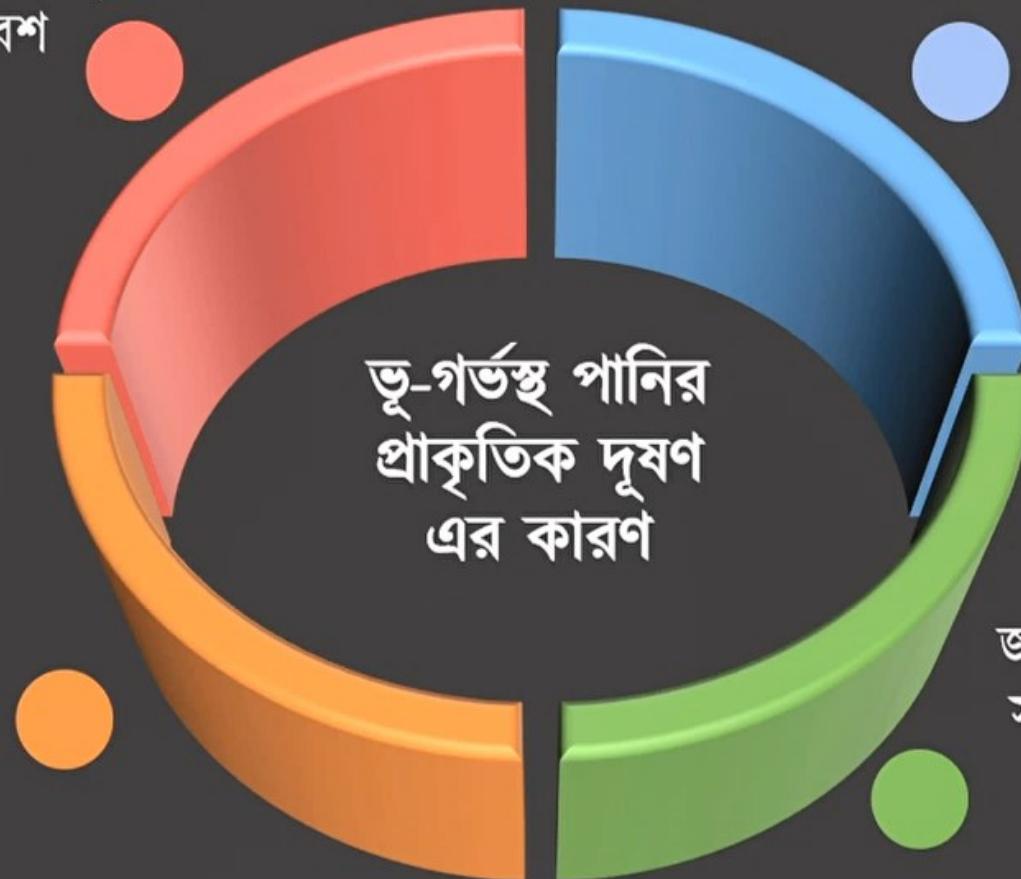
- TDS পদ্ধতিতে পরিমাপকৃত কঠিন উপাদানের আকার এত সূক্ষ্ম হতে হয় যে,  $2\mu m$  আকারের ছিদ্রের মধ্য দিয়ে কণাসমূহ অতিক্রম করতে পারে।



## শিল্প বর্জ্য ও পানি দূষণ (Industrial Wastes and Water Pollution)



শিলান্তরে বিদ্যমান বিভিন্ন আকরিক  
থেকে ধাতব আয়নসমূহের ভূগর্ভস্থ  
পানিতে অনুপ্রবেশ



আসেনিক দূষণ

ভূমিকম্পের ফলে বা ভূত্তকে  
সৃষ্ট ফাটলের কারণে তেল ও  
হাইড্রোকার্বন জাতীয় পদার্থ  
ভূ-গর্ভস্থ পানি দূষণ ঘটায়

জলবায়ু পরিবর্তনজনিত সমুদ্র  
সমতলের উচ্চতা বৃদ্ধি পেয়ে  
সমুদ্রের লবণাক্ততা পানি  
ভূগর্ভস্থ জলাধারে প্রবেশ

অনিরাপদ বর্জ্য ব্যবস্থাপনা

বৃষ্টির পানি প্রবেশে বাধা

শিল্প কারখানার বর্জ্য

সেচ ও পানীয় জলের জন্য

## ভূ-গর্ভস্থ পানির মানবসৃষ্ট দূষণ এর কারণ

জলবায়ু পরিবর্তনজনিত  
লবণাক্ত পানির অনুপ্রবেশ

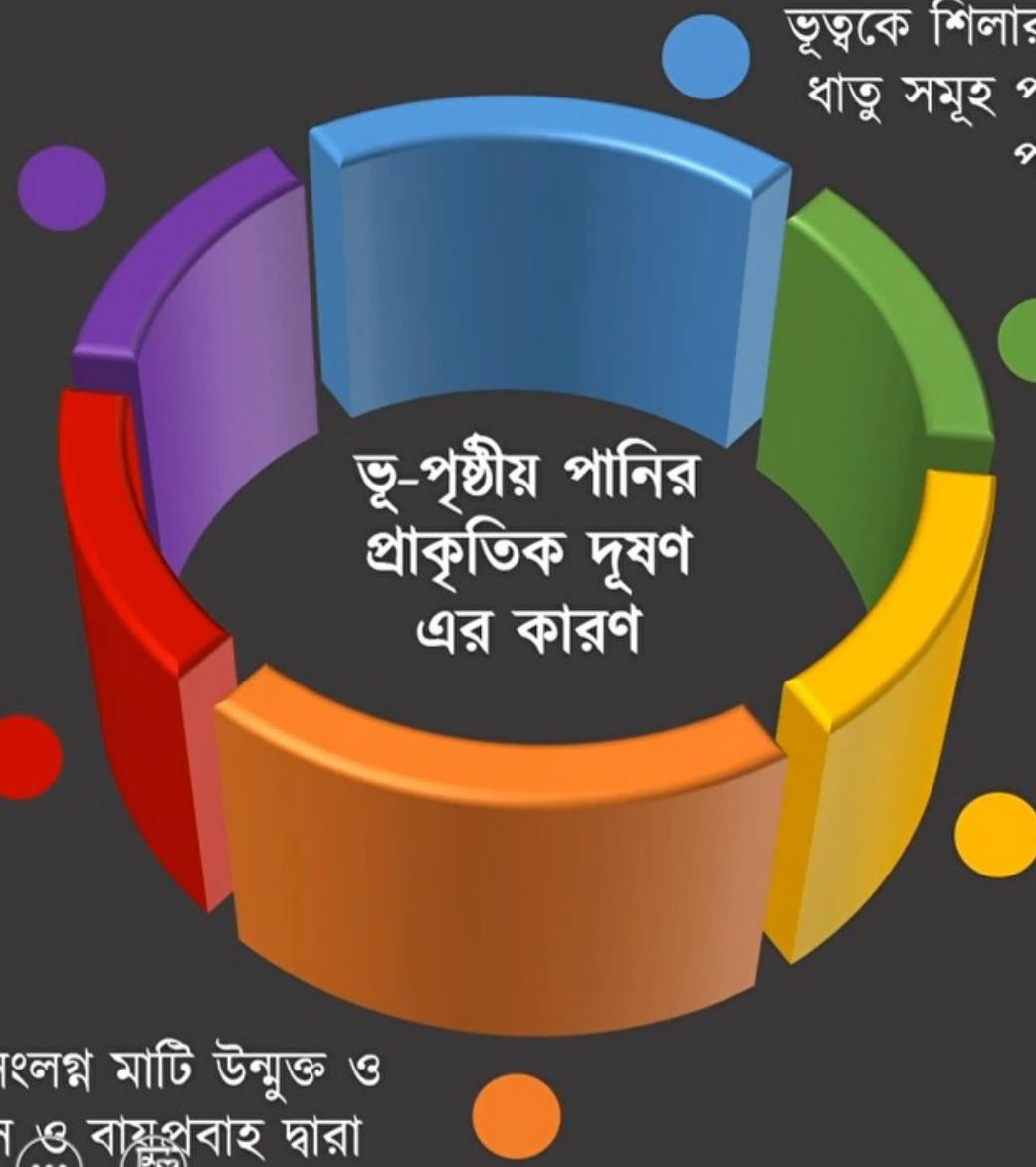
ভূ-গর্ভস্থ জলাধারে ক্ষতিকর  
তেলসহ নানাবিধ জৈব  
ও অজৈব যৌগ অনুপ্রবেশ

মাত্রাতিরিক্ত পানি উত্তোলন

আগ্নেয়গিরি  
অগ্নুৎপাতের কারণে  
নিঃসৃত লাভা

- সুনামি, ঘূর্ণিঝড়,  
জ্বলোচ্ছাস ও  
সমুদ্র সমতলের  
উচ্চতা বৃদ্ধিজনিত

ভূ-পৃষ্ঠীয় পানির উৎস সংলগ্ন মাটি উন্মুক্ত ও  
শুষ্ক থাকলে তা ভূমিধিস ও বায়ুপ্রবাহ দ্বারা



ভূমিকম্পের ফলে বা ভূত্বকে  
সৃষ্ট ফাটল দিয়ে নির্গত  
প্রাকৃতিক তেল ও  
হাইড্রোকার্বন জাতীয় পদার্থ

## ভূ-পৃষ্ঠীয় পানির মানবসৃষ্ট দূষণ

বিন্দু উৎস

শিল্প বর্জ্য

গৃহস্থালি বর্জ্য পানি

অবিন্দু উৎস

কৃষিখাত

বর্জ্য নিষ্কেপ

শহরের বর্জ্য

তেল শোধনাগারের বর্জ্য ও সমুদ্রে তেলবাহী  
ট্যাংকার থেকে উপচে পড়া তেল বা  
তেলবাহী জাহাজের দুর্ঘটনায়  
নিঃসরিত তেল কর্তৃক দূষণ

গভীর সমুদ্রে তেলকূপ অনুসন্ধান ও  
উত্তোলনজনিত কারণে কূপ নিঃস্তৃত  
তেল দ্বারা সৃষ্টি দূষণ

পানিতে আসেনিকের অনুমোদিত সীমার ( $0.05\text{ppm}$  for BD) উপরে আসেনিকের উপস্থিতিকে আসেনিক দূষণ বলে।

- ✓ ভূ-গর্ভস্থ পানি দূষণের মধ্যে শীর্ষে আছে আসেনিক দূষণ।

### ভূ-গর্ভস্থ পানিতে প্রাকৃতিকভাবে আসেনিক দূষণ ক্রিয়া

#### আসেনিক দূষণ দু'ভাবে ঘটে

1

বৃষ্টির পানি ও ভূ-পৃষ্ঠীয় পানি যখন চুয়ে চুয়ে (infiltration) ভূ-অভ্যন্তরে প্রবেশ করে তখন সে পানি মৃত্তিকায় ও শিলাস্তরে বিদ্যমান আসেনিকের দ্রবণীয় +3 ও +5 জারণ মানের যৌগের (যেমনঃ  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HAsO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ) সংস্পর্শে আসে। ফলে উল্লেখিত যৌগসমূহ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে ভূগর্ভের জলাধারে (Aquifer) জমা হয় এবং ভূ-গর্ভস্থ পানি দূষণ ঘটে। এ পদ্ধতিতে আসেনিক দূষণের মাত্রা কম কারণ মাটিতে বিদ্যমান অধিকাংশ আসেনিক যৌগ পানিতে অন্তর্বণীয়।

০



2

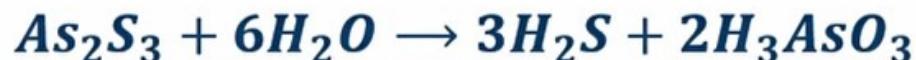
ভূ-গর্ভস্থ পানির ব্যাপক উত্তোলনের ফলে ভূগর্ভের মৃত্তিকা ও শিলাস্তরে ফাঁকা স্থান সৃষ্টি হয় এবং সেখানে বাতাস জমা হতে থাকে। জমাকৃত বায়ুর অক্সিজেন ও অণুজীব এর যৌথ প্রক্রিয়ায় শিলাস্তরের অন্তর্বণীয় আসেনিক যৌগগুলো জারিত হয়ে দ্রবণীয় আসেনিক যৌগে পরিণত হয় এবং ভূ-গর্ভস্থ পানির আসেনিক দূষণ ঘটায়। এ ধরনের আসেনিক দূষণের পরিমাণ বেশি।

## ভূ-গর্ভস্থ পানিতে প্রাকৃতিকভাবে আসেনিক দূষণ ক্রিয়া

### আসেনিক দূষণ দু'ভাবে ঘটে

1

বৃষ্টির পানি ও ভূ-পৃষ্ঠীয় পানি যখন চুয়ে চুয়ে (infiltration) ভূ-অভ্যন্তরে প্রবেশ করে তখন সে পানি মৃত্তিকায় ও শিলাস্তরে বিদ্যমান আসেনিকের দ্রবণীয় +3 ও +5 জারণ মানের যৌগের (যেমনঃ  $As_2O_3$ ,  $HAsO_3^{2-}$ ,  $H_3AsO_4$ ,  $AsO_4^{3-}$ ) সংস্পর্শে আসে। ফলে উল্লেখিত যৌগসমূহ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে ভূগর্ভের জলাধারে (Aquifer) জমা হয় এবং ভূ-গর্ভস্থ পানি দূষণ ঘটে। এ পদ্ধতিতে আসেনিক দূষণের মাত্রা কম কারণ মাটিতে বিদ্যমান অধিকাংশ আসেনিক যৌগ পানিতে অন্তর্বণীয়।



2

ভূ-গর্ভস্থ পানির ব্যাপক উত্তোলনের ফলে ভূগর্ভের মৃত্তিকা ও শিলাস্তরে ফাঁকা স্থান সৃষ্টি হয় এবং সেখানে বাতাস জমা হতে থাকে। জমাকৃত বায়ুর অক্সিজেন ও অণুজীব এর যৌথ প্রক্রিয়ায় শিলাস্তরের অন্তর্বণীয় আসেনিক যৌগগুলো জারিত হয়ে দ্রবণীয় আসেনিক যৌগে পরিণত হয় এবং ভূ-গর্ভস্থ পানির আসেনিক দূষণ ঘটায়। এ ধরনের আসেনিক দূষণের পরিমাণ বেশি।

## ভূ-গর্ভস্থ পানিতে প্রাকৃতিকভাবে আসেনিক দূষণ ক্রিয়া

### আসেনিক দূষণ দু'ভাবে ঘটে

1

বৃষ্টির পানি ও ভূ-পৃষ্ঠীয় পানি যখন চুয়ে চুয়ে (infiltration) ভূ-অভ্যন্তরে প্রবেশ করে তখন সে পানি মৃত্তিকায় ও শিলাস্তরে বিদ্যমান আসেনিকের দ্রবণীয় +3 ও +5 জারণ মানের যৌগের (যেমনঃ  $As_2O_3$ ,  $HAsO_3^{2-}$ ,  $H_3AsO_4$ ,  $AsO_4^{3-}$ ) সংস্পর্শে আসে। ফলে উল্লেখিত যৌগসমূহ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে ভূগর্ভের জলাধারে (Aquifer) জমা হয় এবং ভূ-গর্ভস্থ পানি দূষণ ঘটে। এ পদ্ধতিতে আসেনিক দূষণের মাত্রা কম কারণ মাটিতে বিদ্যমান অধিকাংশ আসেনিক যৌগ পানিতে অন্তর্বণীয়।



2

ভূ-গর্ভস্থ পানির ব্যাপক উত্তোলনের ফলে ভূগর্ভের মৃত্তিকা ও শিলাস্তরে ফাঁকা স্থান সৃষ্টি হয় এবং সেখানে বাতাস জমা হতে থাকে। জমাকৃত বায়ুর অক্সিজেন ও অণুজীব এর যৌথ প্রক্রিয়ায় শিলাস্তরের অন্তর্বণীয় আসেনিক যৌগগুলো জারিত হয়ে দ্রবণীয় আসেনিক যৌগে পরিণত হয় এবং ভূ-গর্ভস্থ পানির আসেনিক দূষণ ঘটায়। এ ধরনের আসেনিক দূষণের পরিমাণ বেশি।

## আর্সেনিক দূষণের প্রভাব

উদ্ভিদ জীবনে

উদ্ভিদের শিকড়ের মাধ্যমে পানিতে দ্রবণীয় As(III) ও As(V) যৌগ উদ্ভিদদেহে শোষিত হয়ে বিপক্ষ প্রক্রিয়া ব্যাহত করে।

বন্য প্রাণী জীবনে

মাত্রাতিরিক্ত As এর উপস্থিতি পাখি, জলজ প্রাণীসহ বিভিন্ন স্থলচর প্রাণীর উপর বিকল্প প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে।  
যেমনঃ বৃক্ষ ব্যাহত, ক্ষত সৃষ্টি ইত্যাদি।

মানব জীবনে

হাতের তালু ও পায়ের পাতায় প্রথমে ছোপ ছোপ কালো দাগ পড়ে যা পরবর্তীতে ক্ষত সৃষ্টি করে যা ব্ল্যাক ফুট ডিজিজ নামে পরিচিত।  
তীব্র বিষক্রিয়ায় এসব স্থানে ক্যাঙ্গার হতে পারে।

পাকস্থলী ও ফুসফুসে প্রদাহ ঘটে

অ্যানিমিয়া

পিত্তথলি, বৃক্ষ, মূত্রথলি ও ত্বকের ক্যাঙ্গার সৃষ্টি করতে পারে

হাত ও পায়ের নখের বৃক্ষ ব্যাহত করে

অঙ্গের বৃক্ষ ব্যাহত করে

উচ্চ রক্তচাপ এবং চুল পড়ে যায়

## খাদ্যশৃঙ্খলে ভারী ধাতু ( As, Cr, Pb, Cd ) যুক্ত হওয়ার কারণ ও প্রভাব (Causes of Contamination of heavy metals (As, Cr, Pb, Cd) in food chain and its effects)

### খাদ্য শৃঙ্খল কী ?

বাস্তুতন্ত্রে (Ecosystem) যে অনুক্রমিক প্রক্রিয়ায় জীবসমূহের মাধ্যমে শক্তি ও পৃষ্ঠি উপাদান বিভিন্ন পর্যায়ভুক্ত খাদক শ্রেণিতে প্রবাহিত হয় সেই জীব অনুক্রমকে খাদ্য শৃঙ্খল বলে।

### ভারী ধাতু কী ?

গ্ৰঃ

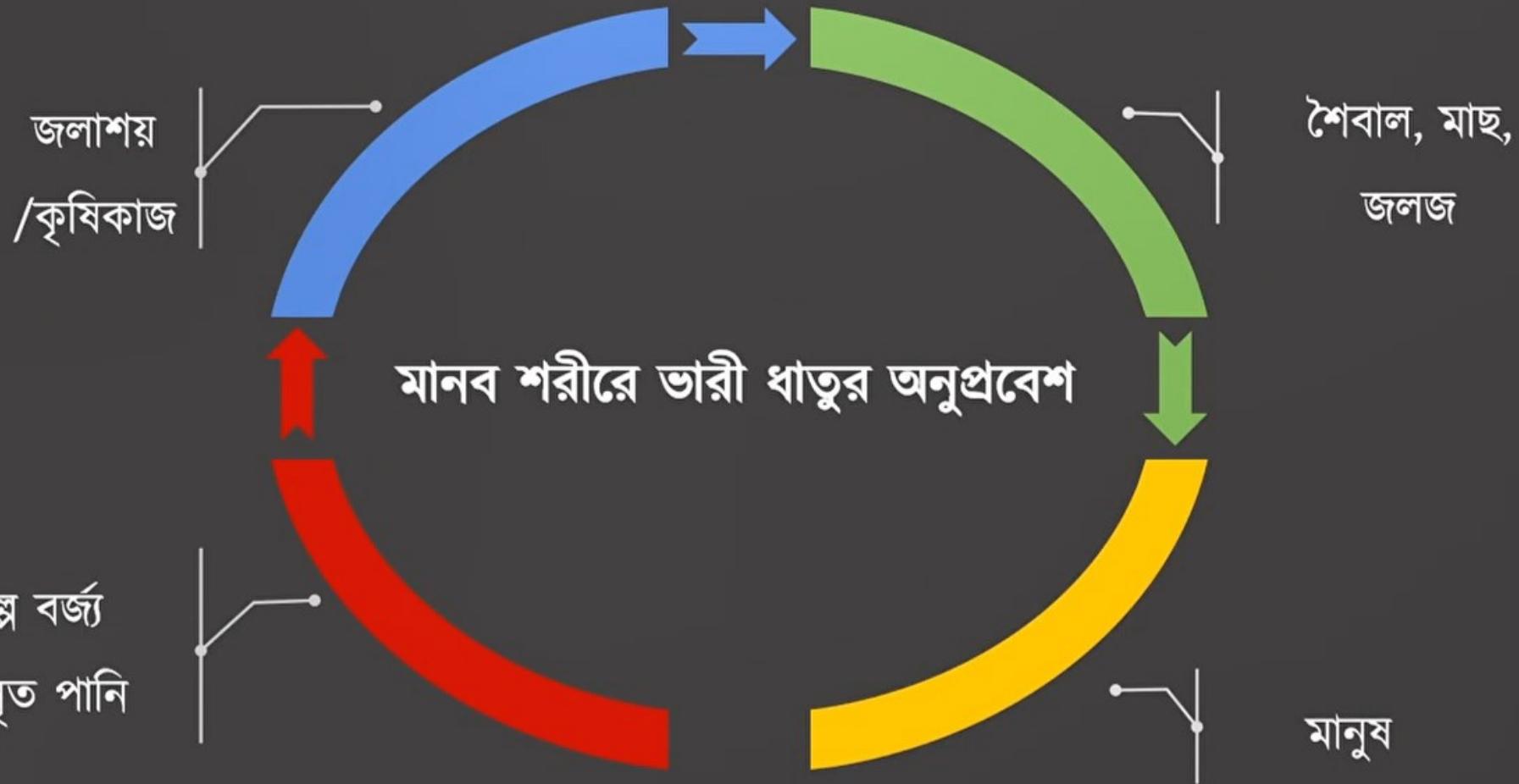
পর্যায় সারণীতে যে সকল রাসায়নিক ধাতব মৌলের আপেক্ষিক ঘনত্ব তুলনামূলক বেশি ( $7.5 \text{ g/cm}^3$ ) খাদ্য শৃঙ্খলে যাদের অনুপ্রবেশ বিষক্রিয়া সৃষ্টি করে তাদেরকে ভারী ধাতু বলে।

৮

উদাহরণ As, Cr, Pb, Cd ইত্যাদি।



## খাদ্য শৃঙ্খলে ভারী ধাতুর অনুপ্রবেশ

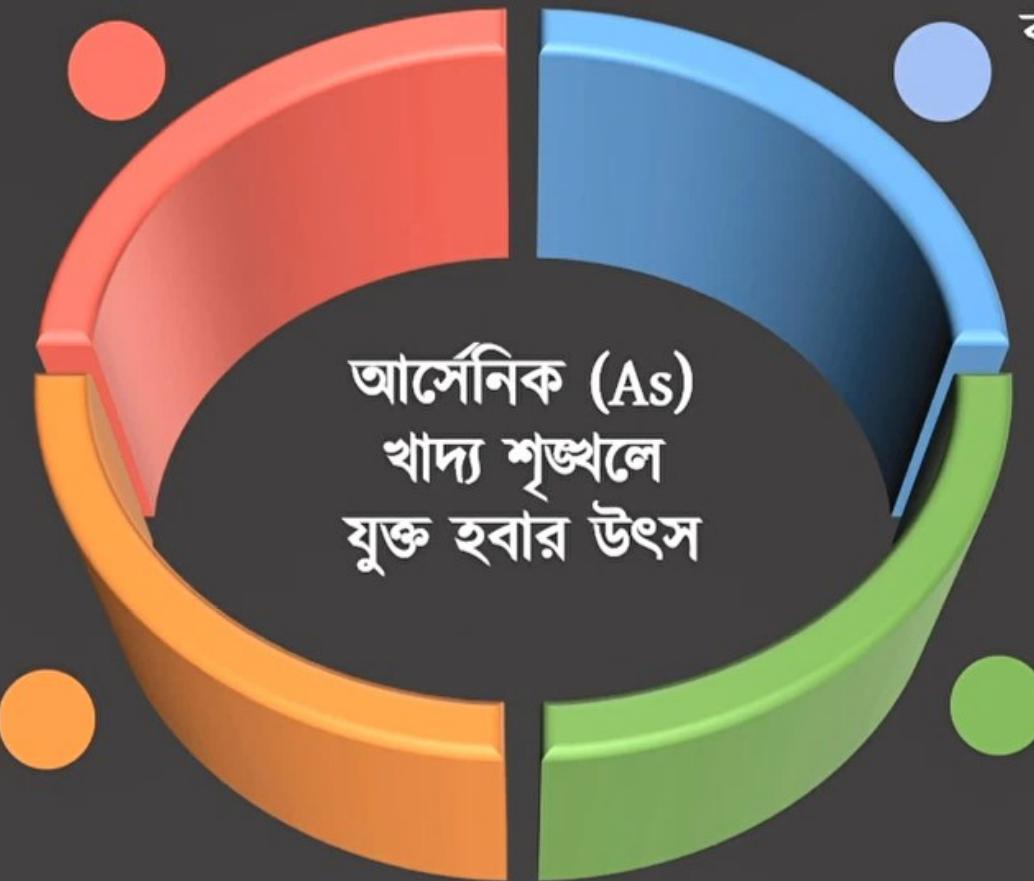


আর্সেনিক যুক্ত পানি

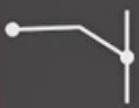
কীটনাশক ও কাঠের  
প্রিজারভেটিভ

আর্সেনিক যুক্ত চাল,  
গম, শাক, ফলমূল

আর্সেনিক যুক্ত  
মাছ-জলজ প্রাণী



## আর্সেনিক (As) এর বিষক্রিয়ার প্রভাব



আর্সেনিক বিষক্রিয়া নির্ভর করে আর্সেনিকের মাত্রা ও এর ব্যাণ্ডিকাল এর উপর। আর্সেনিকের প্রভাবে সৃষ্টি হওয়াকে আর্সেনিকোসিস বলে। এর ফলে -

- ✓ হাত ও পায়ের তালুতে কালো ছোপ পড়ে।
- ✓ দীর্ঘস্থায়ী চর্ম রোগ সৃষ্টি হয়।



কিডনি, লিভার, ম্যায়ুতন্ত্র ও অন্ত্রের ক্ষতি হয়



চুল পড়ে যায়



মারাঞ্জক বিষক্রিয়ায় ক্যান্সার সৃষ্টি হতে পারে



গর্ভবতী মায়ের শ্রনের বৃদ্ধি ব্যাহত হয় এবং ত্রুটি সৃষ্টি করে



এনজাইমের কার্যকারিতা হ্রাস করে

সংক্ষোপ ধাতু শিল্প

ব্যাটারি শিল্প

তড়িৎ প্রলেপন শিল্প

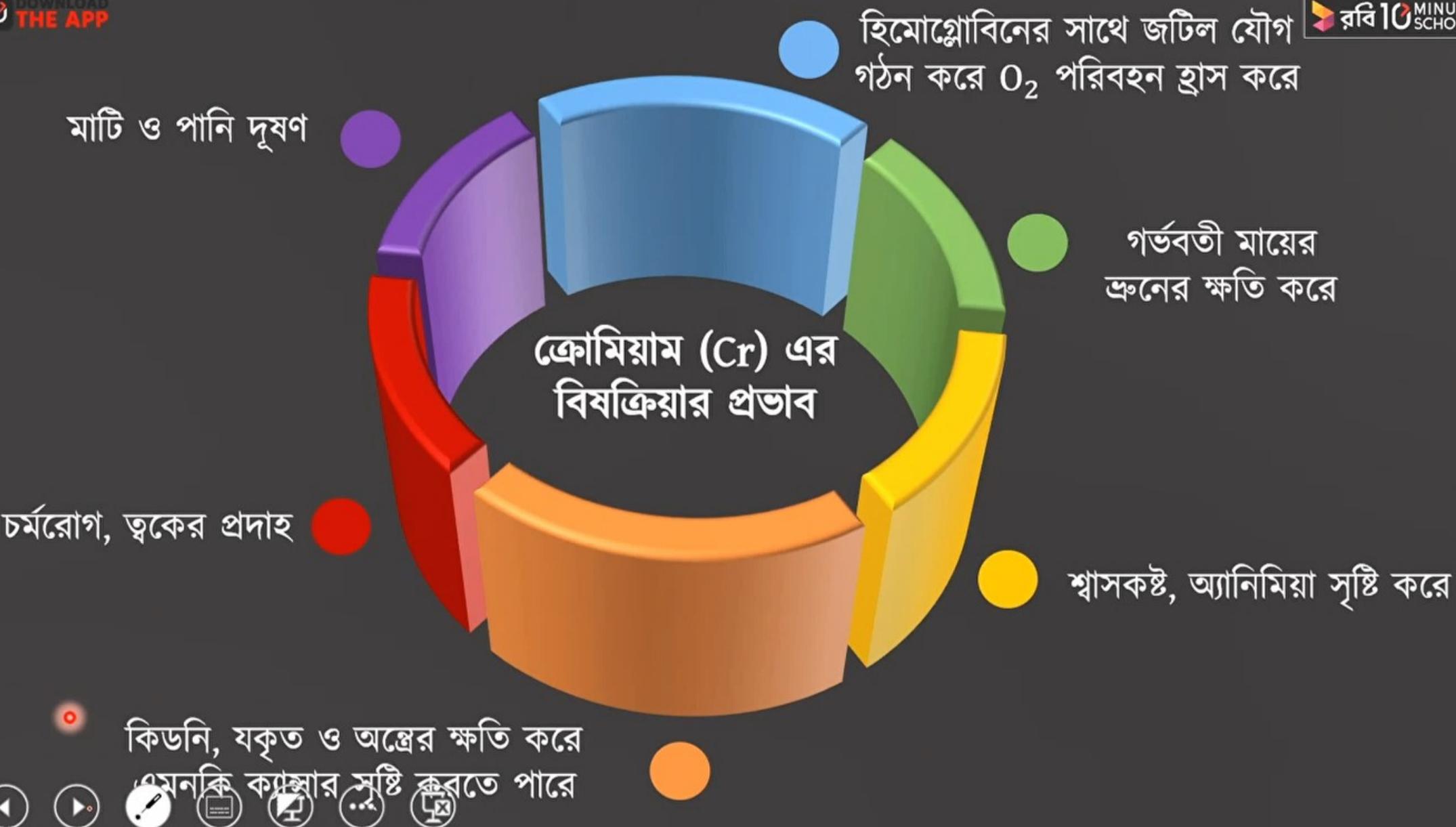
ট্যানারির তরল বর্জ্য  
 $[Cr_2(SO_4)_3]$

পোলিট্রি ফিড ( ট্যানারি বর্জ্য চামড়া)

রাসায়নিক গবেষণাগারে  
ব্যবহৃত Cr যুক্ত যৌগ

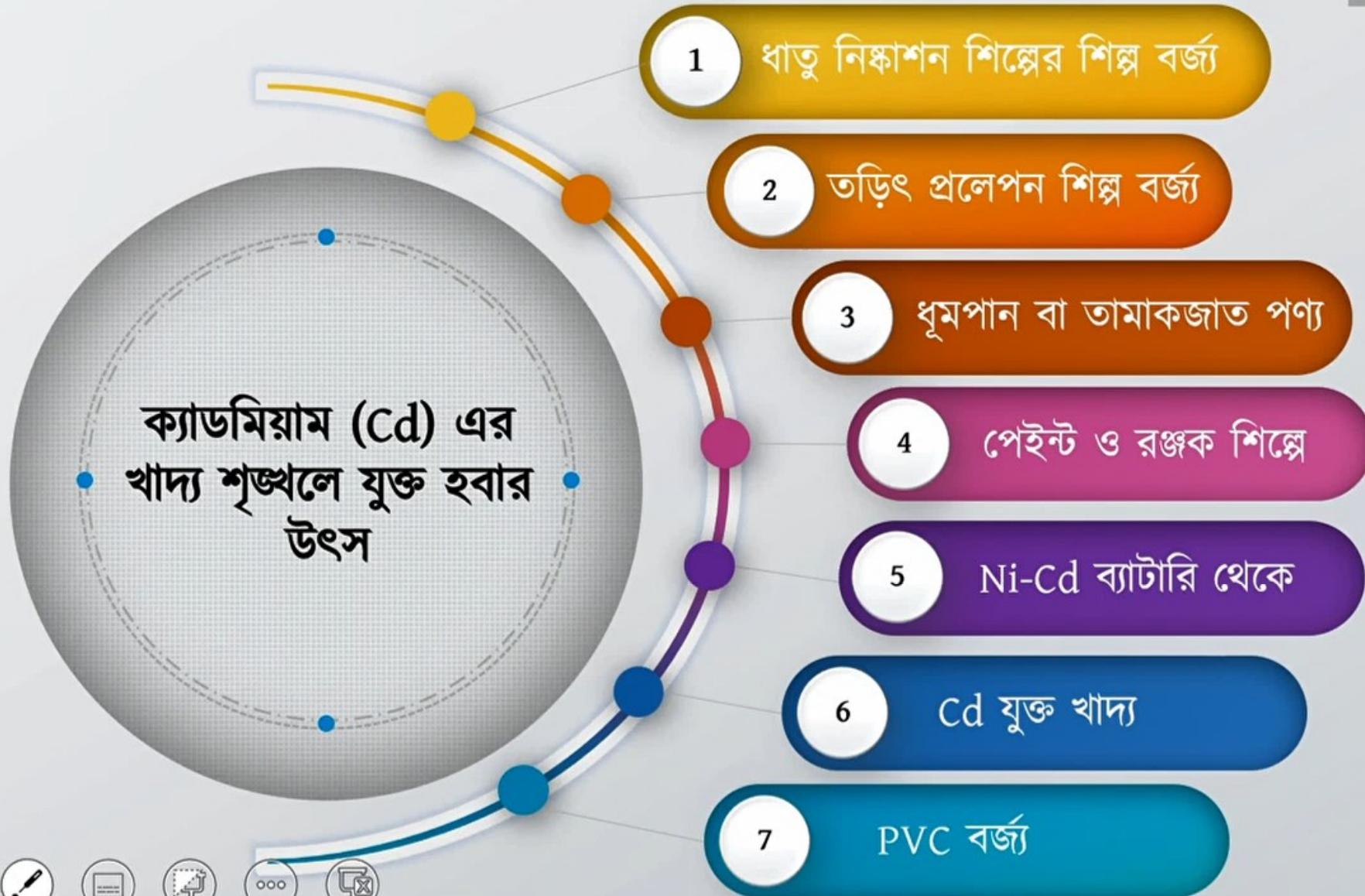
বন্ধু শিল্পে কাপড়ের  
রং হিসেবে ব্যবহৃত যৌগ

ক্রোমিয়াম (Cr) এর  
খাদ্য শৃঙ্খলে যুক্ত  
হ্বার উৎস



## লেড (Pb)





# ক্যাডমিয়াম (Cd) এর বিষক্রিয়ার প্রভাব

-  উচ্চ রক্তচাপ
-  পুরুষ প্রজনন ক্ষমতা হ্রাস করে
-  ফুসফুসের সংক্রমণ
-  মৃত্যাশয়ের সংক্রমণ
-  কিডনির কার্যকারিতা হ্রাস
-  প্রোস্টেট ক্যাঙ্গার সৃষ্টি
-  হাড়ের  $Ca^{2+}$  কে প্রতিস্থাপন করে হাড়কে দুর্বল ও ভঙ্গুর করে এবং প্রদাহ সৃষ্টি করে