

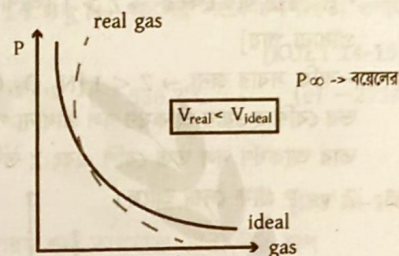
আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাস

• আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাসের মধ্যে পার্থক্য:

বাস্তব গ্যাস:	আদর্শ গ্যাস:
(i) $\left(p + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$ সূত্র মেনে চলে	(i) $PV = nRT$ সূত্র মেনে চলে
(ii) অণুদের নিজস্ব আয়তন বিদ্যমান।	(ii) নেই
(iii) আন্তঃ আণবিক আকর্ষণ বিদ্যমান	(iii) নেই
(iv) অভ্যন্তরীণ শক্তি আয়তনের উপর নির্ভর করে না।	(iv) করে
(v) সংকোচনশীল গুণাঙ্ক, $z \neq 1$	(v) $z = 1$

“ উচ্চ তাপমাত্রা ও নিম্ন চাপে বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাসের মতো আচরণ করে ”

• আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাসে P vs V গ্রাফ:



• সংকোচনশীল গুণাঙ্ক (Z): (Compressibility factor)

$$PV = ZnRT$$

$$Z = \frac{PV}{nRT}$$

$$Z = 1 \rightarrow \text{আদর্শ গ্যাস}$$

$$Z \neq 1 \rightarrow \text{বাস্তব গ্যাস}$$

$$P = 1 \text{ atm}; n = 1 \text{ mol}; T = 273K$$

$$(i) \div (ii) :$$

$$Z = \frac{V}{V_0} \quad \begin{array}{l} \text{বাস্তব গ্যাসের মোলার আয়তন} \\ \text{(experimental)} \\ \text{আদর্শ " " " } \end{array}$$

$$= \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}} \quad \begin{array}{l} (pv = nRT \text{ হতে} \\ \text{প্রাপ্ত}) \end{array}$$

$$Z = \frac{PV}{RT} \quad [\text{বাস্তব গ্যাস}] \dots\dots\dots (i)$$

$$V = \text{বাস্তব গ্যাসের মোলার আয়তন}$$

$$1 = \frac{PV_0}{RT} \quad [\text{আদর্শ গ্যাস}] \dots\dots\dots (ii)$$

$$V_0 = \text{আদর্শ গ্যাসের মোলার আয়তন}$$

$$\bullet Z > 1 \rightarrow V_{\text{real}} > V_{\text{ideal}} \quad [\text{Gas expand বিকর্ষণ}] \quad \bullet Z < 1 \rightarrow V_{\text{real}} < V_{\text{ideal}} \quad [\text{Gas compressed আকর্ষণ}]$$

$$\bullet \text{বিচ্যুতির মাত্রা} = 1 \sim Z$$

$$Z > 1 \text{ হলে, বিচ্যুতির মাত্রা} \rightarrow Z - 1$$

$$Z < 1 \text{ হলে, বিচ্যুতির মাত্রা} \rightarrow 1 - Z$$

01. STP তে 1 mol গ্যাসের আয়তন 22.4 L গ্যাসটির প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর ও কোন বল অধিক প্রাধান্য পাচ্ছে?

$$\text{সমাধানঃ} \Rightarrow Z = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}} = \frac{25L (\text{প্রদত্ত})}{22.4L} = 1.116$$

$\therefore Z \neq 1$ তাই এটি বাস্তব গ্যাস $\therefore V_{\text{real}} > V_{\text{ideal}}$ হওয়ায় বিকর্ষণ বল অধিক প্রাধান্য পাচ্ছে।

02. Gases: A B C D

$$Z: 1.4 \quad 0.8 \quad 1.6 \quad 0.4$$

(i) আদর্শ আচরণ থেকে বিচ্যুতির কম অনুসারে সাজাও।

(ii) আকর্ষণ বলের ক্রমানুসারে গ্যাসগুলোকে সাজাও।

সমাধানঃ (i) A এর বিচ্যুতি = $Z - 1 = 1.4 - 1 = 0.4$

B এর বিচ্যুতি = $1 - Z = 1 - 0.8 = 0.2$

C এর বিচ্যুতি = $Z - 1 = 1.6 - 1 = 0.6$

D এর বিচ্যুতি = $1 - Z = 1 - 0.4 = 0.6$

বিচ্যুতির ক্রম: $C = D > A > B$ (most ideal)

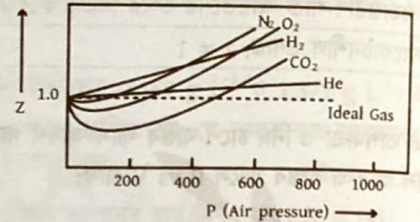
(ii) $Z = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}}$ হওয়ায় যার Z এর মান কম তার আকর্ষণ বল বেশি।

আকর্ষণ বলের ক্রমঃ $D > B > A > C$

• Z vs P এর গ্রাফ:

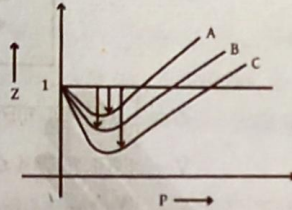
• H_2 , He এর ক্ষেত্রে $\rightarrow Z > 1$ [আণবিক ভর কম হওয়ায় বিকর্ষণ প্রাধান্য পায়]

• বাকি সবার জন্য $\rightarrow Z < 1$ [N_2, O_2, CO_2] এসব গ্যাসের আণবিক ভর বেশি হওয়ায় আকর্ষণ বল প্রাধান্য পায়। যার আণবিক ভর বেশি, তার আকর্ষণ বল তত বেশি এবং Z তত বেশি ঋণাত্মক।



চিত্রঃ আদর্শ বক্র

03. Z vs P গ্রাফ দেয়া আছে।



আকর্ষণ বল বৃদ্ধির ক্রমানুসারে A, B ও C কে সাজাও।

সমাধানঃ লেখচিত্র হতে, C এর Z সবচেয়ে কম

$$Z = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}}$$

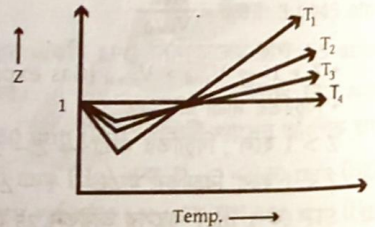
$$= \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}} < 1 ; V_{\text{real}} < V_{\text{ideal}}$$

∴ Attraction force অনুসারে: $A < B < C$

• Z vs T গ্রাফ:

যে তাপমাত্রায় বাস্তব গ্যাস বয়েলের সূত্র মেনে চলে, তাকে বয়েলের তাপমাত্রা বলে। তাপমাত্রা যত বৃদ্ধি পায়, বাস্তব গ্যাস তত বেশি আদর্শ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে। তাই T_4 সবচেয়ে বেশি।

তাপমাত্রার ক্রম: $T_4 > T_3 > T_2 > T_1$



04. কোন গ্যাসটির পেষণ গুণাঙ্ক মান সবচেয়ে বেশি?

(a) H_2

(b) He

(c) O_2

(d) CO_2

সমাধানঃ (a) | Z এর value বেশি H_2 এর

05. কোন গ্যাসটি অধিক পেষণযোগ্য?

(a) H_2

(b) He

(c) O_2

(d) CO_2

সমাধানঃ (d) | যাদের আণবিক ভর বেশি, তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল বেশি, তাদের বিচ্যুতির মাত্রা বেশি। তারা অধিক পেষণযোগ্য।

04. আদর্শ গ্যাস আচরণ থেকে বিচ্যুতির ক্রম কোনটি?

(a) $H_2 < N_2 < CO_2 < NH_3$

(b) $H_2 < N_2 < NH_3 < CO_2$

(c) $CO_2 > NH_3 > H_2 > N_2$

(d) $N_2 > H_2 > CO_2 > NH_3$

সমাধানঃ (a) |

• আকর্ষণ বল বেশি হয় ২টি কারণে

(i) আণবিক ভর

(ii) H_2 বন্ধন (পোলার আকর্ষণ)

NH_3 এর আণবিক ভর CO_2 থেকে কম হলেও তাদের মধ্যে H_2 বন্ধন বিদ্যমান। ফলে আকর্ষণ বল বেশি ও বিচ্যুতির মাত্রাও বেশি।

06. কত ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 100 kPa চাপে 2.24 dm^3 একটি পাত্রে 14.0 g N_2 গ্যাসের সংকোচনশীলতা গুণক 0.10 হবে? [KUET'14-15]

(a) -3.64°C

(b) 265.72°C

(c) 269.36°C

(d) 538.7°C

(e) -273K

সমাধানঃ (b) | $Z = \frac{PV}{nRT} \Rightarrow 0.1 = \frac{\frac{100}{101.325} \times 2.24}{0.5 \times 0.0821 \times T} \Rightarrow T = 538.72\text{K} = 265.72^\circ\text{C}$

07. কী অবস্থায় বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাস সমীকরণ অনুসরণ করে? [DU'16-17]

(a) নিম্ন তাপমাত্রা ও উচ্চ তাপমাত্রা

(b) উচ্চ তাপমাত্রা ও নিম্নচাপ

(c) পরম শূন্য তাপমাত্রা

(d) উচ্চ চাপ

সমাধানঃ (b) | উচ্চ তাপমাত্রা ও নিম্নচাপে অণুসমূহের গতি বেড়ে যাওয়ায় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ কমে যায়, ফলে বাস্তব গ্যাস আদর্শ সমীকরণ অনুসরণ করে।

08. আদর্শ গ্যাস আচরণ থেকে বিচ্যুতির ক্রম কোনটি? [DU'15-16]

(a) $H_2 < N_2 < CO_2 < NH_3$

(b) $H_2 < N_2 < NH_3 < CO_2$

(c) $CO_2 > NH_3 > H_2 > N_2$

(d) $N_2 > H_2 > CO_2 > NH_3$

সমাধানঃ (a) | একপরমাণুক গ্যাসের বিচ্যুতি দ্বিপরমাণুক গ্যাস অপেক্ষা কম। আবার আণবিক ভর বাড়ার সাথে সাথে বিচ্যুতি বাড়ে। H-bond থাকার কারণে NH_3 এর বিচ্যুতি সর্বাধিক।

09. 17°C উষ্ণতায় 30L আয়তনের পাত্রে রাখা 1.0 মোল পরিমাণের একটি গ্যাস 98.9 kPa চাপ প্রদান করে। গ্যাসটির সংকোচনশীলতা গুণকের মান কত? আদর্শ আচরণ থেকে গ্যাসটির বিচ্যুতির মাত্রা কত?

সমাধানঃ

$Z = \frac{PV}{RT} \therefore Z = \frac{98.9 \times 30}{101.325 \times 0.0821 \times 290} = 1.23$

চাপ, $P = \frac{90.9}{101.325} \text{ atm}$,

আমরা জানি, আদর্শ গ্যাসের জন্য $Z = 1.0$

তাপমাত্রা, $T = 17 + 273 = 290 \text{ K}$

\therefore আদর্শ আচরণ থেকে বিচ্যুতি $= 1.23 - 1.0 =$ আয়তন, $V = 30 \text{ L}$; $n = 1.0$

0.23

গ্যাস ধ্রুবক, $R = 0.0821 \text{ Latmmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

সংকোচনশীলতা গুণক, $Z = ?$

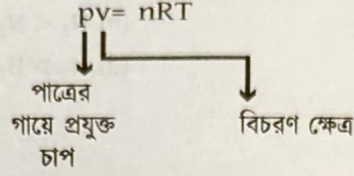
10. A গ্যাসটি আদর্শ গ্যাস অপেক্ষা কম পেষণযোগ্য। আদর্শ গ্যাস থেকে ইহার বিচ্যুতির মাত্রা 10%। গ্যাসটির 0.45 mol পরিমাণ 20 L আয়তনের একটি পাত্রে 60 kPa চাপ প্রদান করে। তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

সমাধানঃ গ্যাসটি আদর্শ গ্যাস অপেক্ষা কম পেষণযোগ্য

অর্থাৎ, $Z > 1 \therefore Z = 1 + \frac{10}{100} = 1.1$; $PV = ZnRT$

$T = \frac{PV}{ZnR} = \frac{\frac{60}{101.325} \times 20}{1.1 \times 0.45 \times 0.0821} = 291.42 \text{ K} = 18.42^\circ\text{C}$

ভ্যান্ডার ওয়ালস সমীকরণ এবং অ্যামাগা বক্র



• ভ্যান্ডার-ওয়ালস সমীকরণ:

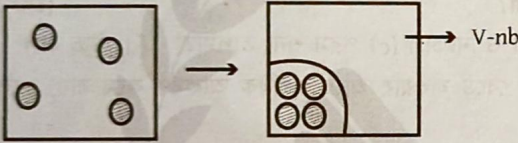
$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT$$

চাপ সংশোধন ফ্যাক্টর

আয়তন
সংশোধন ফ্যাক্টর

আকর্ষণ বল বাড়ে;
চাপ বাড়ে

• আয়তন সংশোধন ফ্যাক্টর: (b/nb)



$b \propto$ গ্যাস অণুর আকার

01. F_2 ও Cl_2 এর মধ্যে কার b এর মান বেশি?

$\Rightarrow Cl_2$ অণুর আকার বড়, তাই b এর মান বেশি।

b এর একক: $L \text{ mol}^{-1}$

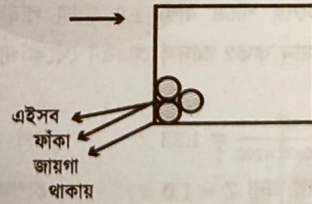
$$b = 4 N_A V_{\text{molecule}}$$

আয়তগোলাক
সংখ্যা

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

4 কেনো আসলো?

$b = 1 \text{ mol}$ গ্যাসের নিজস্ব আয়তন



• চাপ সংশোধন ফ্যাক্টর $\left(\frac{n^2 a}{V^2}\right)$

• a এর একক: $\text{atm L}^2 \text{ mol}^{-2}$

• $a \propto$ Force of attraction \rightarrow (i) পোলার যৌগে a এর মান বেশি

(ii) H_2 বন্ধন থাকলে a এর মান বেশি

$$P + \frac{n^2 a}{V^2}$$

external

internal

ধ্রুবক 'a' এর তাৎপর্য: n ও V নির্দিষ্ট থাকলে P_a এর মান 'a' ধ্রুবকের ওপর

নির্ভর করে। তখন 'a' এর মান বেশি হলে অণুগুলোর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বেশি হয়। গ্যাসের আণবিক ভর বেশি হলে 'a' এর মান বেশি হয়। ফলে ঐ গ্যাসের তরলীকরণ অল্প চাপে ঘটে।

02. Compare a for: F_2, Cl_2, Br_2, I_2

সমাধানঃ I_2 এ সবচেয়ে বেশি, I_2 এর আণবিক ভর সবচেয়ে বেশি হওয়ায় ভ্যান্ডার ওয়ালস আকর্ষণ বলের মান বেশি। তাই

a এর মান বেশি।