



Exercise-1

चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

भाग - I : विषयात्मक प्रश्न (SUBJECTIVE QUESTIONS)

खण्ड (A) : प्रायोगिक प्रेक्षण तथा क्रान्तिक अवस्था

याद रखने हेतु :

क्रान्तिक बिन्दु : इस बिन्दु पर द्रव अवस्था के सभी भौतिक गुण, वाष्प के भौतिक गुण के बराबर होते हैं, इसलिए द्रव का घनत्व = वाष्प का घनत्व

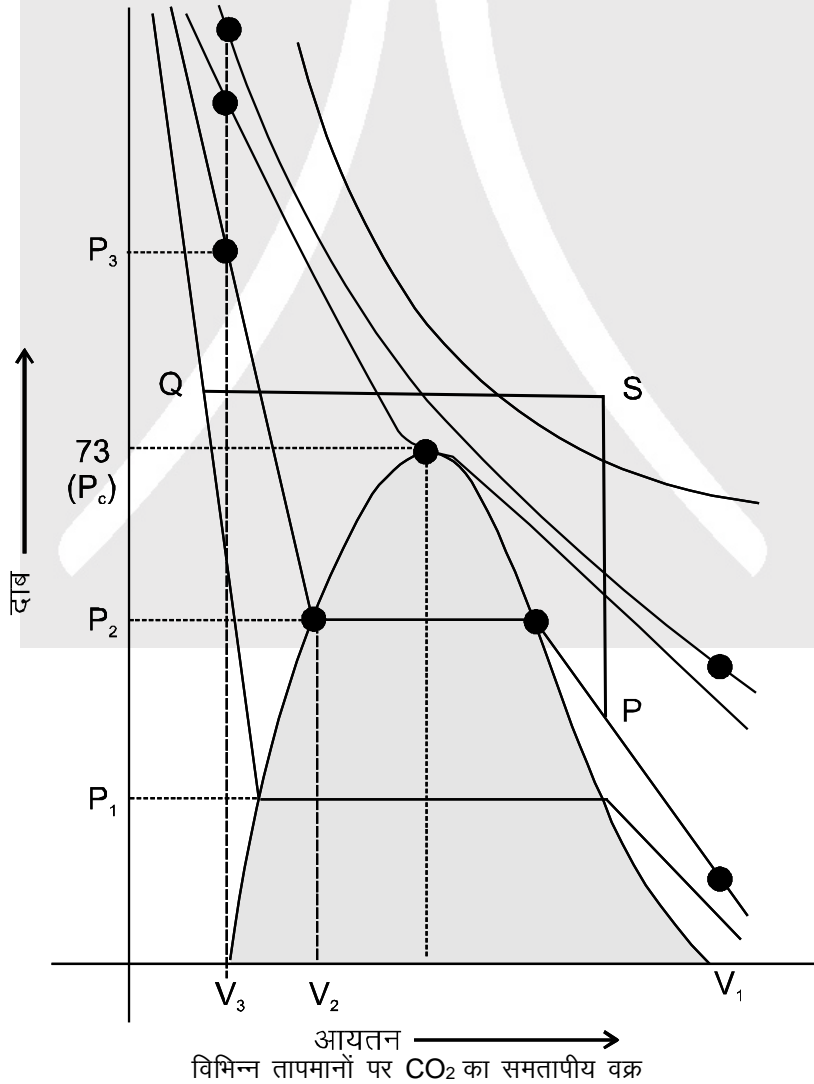
T_C अथवा क्रान्तिक ताप : वह तापमान जिसके ऊपर एक गैस द्रवीकृत नहीं की जा सकती है।

P_C अथवा क्रान्तिक दाब : क्रान्तिक ताप पर लगाया गया वह न्यूनतम दाब जो गैस को द्रव में बदल देता है।

V_C अथवा क्रान्तिक आयतन : T_C तथा P_C पर गैस के एक मोल द्वारा प्राप्त किया गया आयतन

A-1. वास्तविक गैस के निम्न समतापी में गैस की निश्चित मात्रा हेतु सत्य तथा असत्य कथनों को पहचानें :

- बिन्दु P से S तक आयनत स्थिर है तथा ताप बढ़ रहा है।
- बिन्दु S से Q तक दाब स्थिर है तथा तापमान घट रहा है।
- P, S, Q पथ द्वारा हम गैस को द्रव में अवस्था की सतत्ता द्वारा परिवर्तित कर सकते हैं।





खण्ड (B) : वाण्डर वॉल समीकरण तथा अवस्था की विरियल समीकरण

याद रखने हेतु :

क्रान्तिक बिन्दु : वह बिन्दु जिस पर द्रव प्रवस्था की सभी भौतिक गुणधर्म वाष्प प्रवस्था में भौतिक गुणधर्म के समान होते हैं।

$$\text{इस प्रकार } P_c = \frac{a}{27b^2} \quad V_c = 3b \quad T_c = \frac{8a}{27Rb}$$

आदर्श गैस के लिए $Z = 1$; He/H₂ के लिए सभी दाब पर ($Z = \frac{Pb}{RT} + 1$); न्यून दाब पर $Z < 1$ (अन्य सभी गैस के लिए)

$$(Z = 1 - \frac{a}{V_m RT}); \text{ उच्च दाब पर } Z > 1 \text{ (अन्य सभी गैस के लिए) } (Z = \frac{Pb}{RT} + 1)$$

$$\text{वाण्डर वाल्स समीकरण } \left(P + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT; \text{ बॉयल ताप } T_B = \frac{a}{Rb}$$

- B-1.** वाण्डर वाल प्राचल की भौतिक सार्थकता को समझाइये।
- B-2.** एक गैस के क्रान्तिक ताप व क्रान्तिक दाब क्रमशः 31°C तथा 728 atm है। गैस के लिए नियतांक 'a' तथा 'b' की गणना कीजिए।
- B-3.** 200 K एवं 8.21 atm दाब पर 2.0 मोल N₂ द्वारा घेरा गया आयतन ज्ञात करो। यदि $\frac{P_c V_c}{RT_c} = \frac{3}{8}$ एवं $\frac{P_r V_r}{T_r} = 2.4$ हों।
- B-4.** 27°C ताप पर 10.0 लीटर के पात्र में 10.0 मोल NH₃ के दाब की गणना कीजिए ? (वाण्डरवाल समीकरण का उपयोग करते हुये।)
- $$\left(P + n^2 \frac{a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT \quad a = 4.2 \text{ L}^2 \cdot \text{atm/mol}^2 \quad b = 0.037 \text{ L/mol}$$
- B-5.** यदि किसी पदार्थ, जिसके एक मोल का द्रव्यमान 18 ग्राम है, की वाष्प का घनत्व 500 K एवं 1 atm दाब पर 0.36 kg m⁻³ है तब इस पदार्थ के लिए (सम्पीड्यता गुणांक) Z का मान क्या होगा ? (R = 0.082 L atm mole⁻¹ K⁻¹)
- B-6.** एक लीटर गैस को 400 K से 200 K तक तथा 300 atm से 600 atm तक सम्पीडित किया जाता है। यदि सम्पीड्यता गुणांक 1.2 से 1.6 तक क्रमशः परिवर्तित होता है तो गैस के अन्तिम आयतन की गणना करो।
- B-7.** बेन्जीन के लिए समानीत ताप, 0.7277 तथा इसका समानीत आयतन, 0.40 है। बेन्जीन के समानीत दाब की गणना कीजिए।

भाग - II : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

खण्ड (A) : प्रायोगिक प्रेक्षण तथा क्रान्तिक अवस्था

- A-1.** एक पात्र में वास्तविक गैस उपस्थित है यदि अन्तर आण्विक आकर्षण बल को अचानक हटा दे तो निम्न में से क्या घटित होगा।
(A) दाब घटता है। (B) दाब बढ़ता है।
(C) दाब अपरिवर्तित रहता है। (D) गैस घटती है।
- A-2.** वास्तविक गैस का दाब, आदर्श गैस के दाब से कम होता है।
(A) टक्करों की संख्या में वृद्धि (B) अणुओं का निश्चित आकार
(C) अणुओं की KE में वृद्धि (D) अन्तरआण्विक आकर्षण बल
- A-3.** जल का क्रान्तिक ताप O₂ से अधिक है क्योंकि जल का अणुः
(A) O₂ की तुलना में कम इलेक्ट्रॉन रखता है। (B) दो सहसंयोजक बंध रखता है।
(C) V-आकृति रखता है। (D) द्विध्रुव आद्युर्ण रखता है।
- A-4.** असत्य कथन का चयन कीजिए।
(A) केवल दाब बढ़ाकर हम वाष्प को संघनित कर सकते हैं।
(B) गैस को द्रवित करने हेतु, ताप को T_c से कम रखकर, दाब को भी बढ़ाना पड़ेगा।
(C) क्रान्तिक बिन्दु पर द्रव तथा वाष्प, अवस्था में कोई अंतर नहीं रहता। अतः द्रव का घनत्व, वाष्प के घनत्व के लगभग समान रहता है।
(D) एक गैस को इसके क्रान्तिक ताप से कम ताप पर, दाब बढ़ाकर द्रवीकृत नहीं कर सकते।

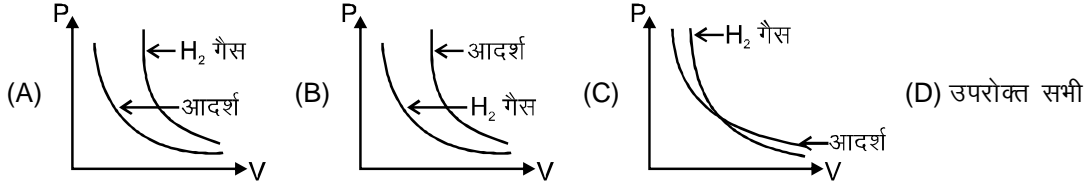




खण्ड (B) : वाण्डर वॉल समीकरण तथा अवस्था की विरियल समीकरण

- B-1.** एक वास्तविक गैस, जो वाण्डरवाल्स समीकरण का पालन करती है, आदर्श गैस के सदृश होती है जब :
 (A) नियतांक a तथा b छोटे होते हैं। (B) a बड़ा होता है तथा b छोटा होता है।
 (C) a छोटा होता है तथा b बड़ा होता है। (D) नियतांक a तथा b दोनों बड़े होते हैं।

- B-2.** H_2 गैस हेतु सही वक्र है :



- B-3.** यदि ताप तथा आयतन समान है, तो वाण्डर वाल्स समीकरण का पालन करने वाली गैस का दाब—
 (A) आदर्श गैस से कम होगा। (B) आदर्श गैस से अधिक होगा।
 (C) आदर्श गैस के समान होगा। (D) उपरोक्त में से कोई नहीं

- B-4.** 273 K ताप तथा 9 atm दाब पर, एक गैस का संपीड्यता गुणांक 0.9 है। इस ताप व दाब पर 1 मिली-मोल गैस का आयतन है:

- (A) 2.24 litre (B) 0.020 mL (C) 2.24 mL (D) 22.4 mL

- B-5.** गैस अणुओं के बीच आकर्षण बल के अशून्य होने के लिए, गैस समीकरण निम्न होगी :

- (A) $PV = nRT - \frac{n^2a}{V}$ (B) $PV = nRT + nbP$ (C) $PV = nRT$ (D) $P = \frac{nRT}{V - b}$

- B-6.** H_2 के लिए संपीड्यता गुणांक जो वास्तविक गैस की तरह कार्य करता है :

- (A) 1 (B) $\left(1 - \frac{a}{RTV}\right)$ (C) $\left(1 + \frac{Pb}{RT}\right)$ (D) $\frac{RTV}{(1-a)}$

- B-7.** न्यून दाब पर (1 मोल के लिए), वाण्डरवाल्स समीकरण को इस प्रकार लिखा जाता है।

$$\left[p + \frac{a}{V^2}\right]V = RT$$

तब संपीड्यता गुणांक निम्न के बराबर है।

- (A) $\left(1 - \frac{a}{RTV}\right)$ (B) $\left(1 - \frac{RTV}{a}\right)$ (C) $\left(1 + \frac{a}{RTV}\right)$ (D) $\left(1 + \frac{RTV}{a}\right)$

- B-8.** He परमाणु की त्रिज्या परिकलित कीजिए, यदि इसका वाण्डरवाल्स नियतांक 'b' 24 ml mol⁻¹ है।

(नोट: 1 ml = 1 सेन्टीमीटर³)

- (A) 1.355 Å (B) 1.314 Å (C) 1.255 Å (D) 0.355 Å

- B-9.** एक अनादर्श गैस के लिए वाण्डरवाल्स समीकरण में वह पद जो अन्तर्णविक बल को दर्शाता है :

- (A) nb (B) nRT (C) n^2a/V^2 (D) $(nRT)^{-1}$

- B-10.** O₂, N₂, NH₃ तथा CH₄ के लिए वाण्डरवाल्स नियतांक "a" के मान क्रमशः 1.36, 1.39, 4.17, 2.253 L² atm mol⁻² है। गैस जिसको सबसे आसानी से द्रवित किया जा सकता है, वह है :

- (A) O₂ (B) N₂ (C) NH₃ (D) CH₄

- B-11.** O₂, N₂, NH₃ तथा CH₄ के लिए सामान्य क्वथनांक का सही क्रम कौनसा है? जबकि इनके लिए वाण्डरवाल्स नियतांक 'a' क्रमशः 1.360, 1.390, 4.170 तथा 2.253 L². atm.mol⁻² हो :

- (A) O₂ < N₂ < NH₃ < CH₄ (B) O₂ < N₂ < CH₄ < NH₃
 (C) NH₃ < CH₄ < N₂ < O₂ (D) NH₃ < CH₄ < O₂ < N₂

- B-12.** एक गैस अवस्था समीकरण $P(V - b) = RT$ का पालन करती है। (b स्थिरांक है।) एक सम आयतनी के ढाल होगा।

- (A) ऋणात्मक (B) शून्य (C) R/(V - b) (D) R/P



B-13. यदि गैस के एक अणु का आयतन v है तो वाण्डर वॉल्स नियतांक 'b' होगा। (N_0 = आवागात्रो संख्या)

- (A) $\frac{4V}{N_0}$ (B) $4V$ (C) $\frac{N_0}{4V}$ (D) $4VN_0$

B-14. एक अनादर्श गैस के लिए वाण्डरवॉल्स समीकरण में वह पद जो अन्तर्णविक बल को दर्शाता है :

- (A) $(V - b)$ (B) RT (C) $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)$ (D) $(RT)^{-1}$

B-15. $S_8(g)$ की वाष्प को गर्म करने पर $S_2(g)$ में विघटित हो जाती है। इस कारण परिणामी गैस के लिए वाण्डर वॉल्स नियतांक 'b'.

- (A) बढ़ता है। (B) घटता है। (C) समान है। (D) परिवर्तन अज्ञातनीय है।

B-16. 0.01 atm दाब पर 0.02 मोल वॉण्डर वाल्स गैस के लिए सम्पीड्यता गुणांक क्या है। माना गैस के अणुओं का आकार नगण्य है। दिया गया है : $RT = 20 \text{ L atm mol}^{-1}$ तथा $a = 1000 \text{ atm L}^2 \text{ mol}^{-2}$

- (A) 2 (B) 1 (C) 0.02 (D) 0.5

B-17. गैस W, X, Y तथा Z के लिए वॉण्डर वाल्स प्राचाल निम्न है :

गैस	$a(\text{atm L}^2 \text{ mol}^{-2})$	$b(\text{L mol}^{-1})$
W	4.0	0.027
X	8.0	0.030
Y	6.0	0.032
Z	12.0	0.027

कौनसी गैस उच्चतम क्रांतिक दाब रखती है ?

- (A) W (B) X (C) Y (D) Z

B-18. वास्तविक गैस के लिए अवस्था समीकरण $PV = RT \left[1 + \frac{B}{V} + \dots \right]$ है, जहाँ B स्थिरांक है। वॉण्डर वाल्स नियतांक a व b के पदों में B के लिए उचित व्यंजक होगा।

- (A) $B = a - \frac{b}{RT}$ (B) $B = b - \frac{a}{RT}$ (C) $B = RT - \frac{a}{b}$ (D) $B = \frac{b}{a}$

भाग - III : कॉलम को सुमेलित कीजिए (MATCH THE COLUMN)

1. निम्नलिखित कॉलम का मिलान कीजिए।

	कॉलम-I		कॉलम-II
(A)	NTP पर H_2 गैस	(p)	मोलर आयतन = 22.4 L
(B)	NTP पर O_2 गैस का घनत्व $\frac{10}{7} \text{ g/L}$ से अधिक होता है।	(q)	मोलर आयतन > 22.4 L
(C)	NTP पर SO_2 गैस का घनत्व $\frac{20}{7} \text{ g/L}$ से अधिक होता है।	(r)	आदर्श गैस के सापेक्ष अधिक सम्पीडित होती है।
(D)	NTP पर He गैस का घनत्व $\frac{1}{5.6} \text{ g/L}$ से कम होता है।	(s)	आदर्श गैस के सापेक्ष कम सम्पीडित होती है।

2. निम्नलिखित कॉलम का मिलान कीजिए।

	कॉलम-I		कॉलम-II
(A)	न्यून दाब पर	(p)	$Z = 1 + \frac{pb}{RT}$
(B)	उच्च दाब पर	(q)	$Z = 1 - \frac{a}{V_m RT}$
(C)	गैस के न्यून घनत्व पर	(r)	गैस अधिक संपीड्य है।
(D)	H_2 तथा He के लिए 0°C पर	(s)	गैस कम संपीड्य है।



Exercise-2

चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

भाग - I : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

1. निम्न में से कौनसा वक्तव्य सत्य है।

I – क्रान्तिक ताप पर समतापीय वक्र का ढाल अधिकतम होता है।

II – T_c का मान जितना अधिक होता है उतना ही गैस का द्रवीकरण आसानी से होता है।

III – अवस्था की वान्डरवाल्स समीकरण सभी दाब पर क्रान्तिक ताप से नीचे प्रयुक्त की जाती हैं।

(A) केवल I (B) I तथा II (C) II तथा III (D) केवल II

2. निम्न कथनों का अवलोकन कीजिए, यदि दो गैसों के वान्डरवाल्स मानक (parameters) निम्न प्रकार से दिये गये हों।

	a (atm lit ² mol ⁻²)	b (lit mol ⁻¹)
गैस X	6.5	0.056
गैस Y	8.0	0.011

तो (i) : $V_c(X) < V_c(Y)$ (ii) : $P_c(X) < P_c(Y)$ (iii) : $T_c(X) < T_c(Y)$

सही विकल्प चुनिये।

(A) केवल (i) (B) (i) तथा (ii) (C) (i), (ii) तथा (iii) (D) (ii) तथा (iii)

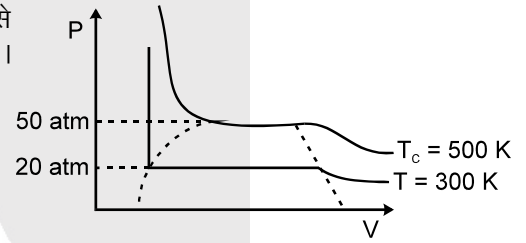
3. एक परमाण्विक वास्तविक गैस के लिए P-V वक्र को प्रयोगात्मक रूप से आरेखित किया जाता है तथा इसे निम्न प्रकार से दर्शाया गया है। द्रवीकरण के संदर्भ में सही कथन को चुनिये।

(A) $T = 500$ K, $P = 40$ atm पर, अवस्था द्रव होगी।

(B) $T = 300$ K, $P = 50$ atm पर, अवस्था गैसीय होगी।

(C) $T < 300$ K, $P > 20$ atm पर, अवस्था गैसीय होगी।

(D) 300 K $< T < 500$ K, $P > 50$ atm पर अवस्था द्रवीय होगी।



4. एक वास्तविक गैस एक आदर्श गैस जैसा व्यवहार किन परिस्थितियों में सबसे ज्यादा दर्शाएगी।

(A) 15 atm तथा 200 K

(B) 1 atm तथा 273 K

(C) 0.5 atm तथा 500 K

(D) 15 atm तथा 500 K

5. CO_2 के लिए संपीडीयता गुणांक परिकलित कीजिए, यदि इसका एक मोल 300 K तथा 40 atm पर 0.4 लीटर घेरता है, परिणाम पर वक्तव्य दीजिए।

(A) 0.40, CO_2 आदर्श गैस की अपेक्षा अधिक संपीडीत होती है।

(B) 0.65, CO_2 आदर्श गैस की अपेक्षा अधिक संपीडीत होती है।

(C) 0.55, CO_2 आदर्श गैस की अपेक्षा अधिक संपीडीत होती है।

(D) 0.62, CO_2 आदर्श गैस की अपेक्षा अधिक संपीडीत होती है।

6. निम्न कथनों का अवलोकन कीजिए।

अवस्था की विरीयल समीकरण में B गुणांक :

(i) ताप पर निर्भर नहीं करता है।

(ii) बॉयल ताप पर शून्य के बराबर है।

(iii) मोलर आयतन की विमा है।

उपरोक्त में से कौनसे कथन सही हैं :

(A) i तथा ii

(B) i तथा iii

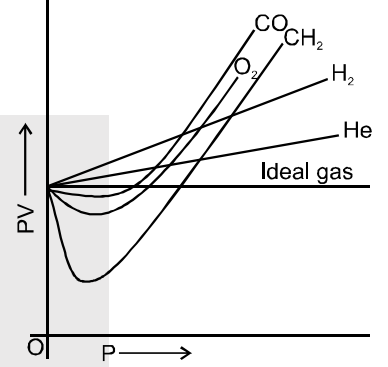
(C) ii तथा iii

(D) i, ii तथा iii

$$PV_m = RT \left(1 + \frac{B}{V_m} + \frac{C}{V_m^2} + \dots \right)$$



7. बॉयल ताप पर दाब के अधिक परास के लिए संपीड्यता गुणांक $Z = (PV_m / RT = V_{\text{real}}/V_{\text{ideal}})$ का मान 1 होता है, इसका कारण वान्डरवाल्स समीकरण में निम्न कारक का होना है—
 (A) नियतांक 'a' नगण्य है लेकिन 'b' नहीं
 (B) नियतांक 'b' नगण्य है लेकिन 'a' नहीं
 (C) नियतांक 'a' तथा 'b' दोनों नगण्य है
 (D) आण्विक आकर्षण के कारण उत्पन्न प्रभाव आण्विक आयतन के कारण उत्पन्न प्रभाव को संतुलित करता है।
8. एक निश्चित ताप पर CO_2 गैस का क्रान्तिक घनत्व $0.44 \text{ ग्राम cm}^{-3}$ हैं। यदि अणु की त्रिज्या r हो तब, $r^3 (\text{cm}^3)$ में लगभग होगा। (N आवोगाद्रो संख्या हैं)
 (A) $\frac{25}{\pi N}$ (B) $\frac{100}{\pi N}$ (C) $\frac{6}{\pi N}$ (D) $\frac{25}{4N\pi}$
9. किसी निश्चित ताप पर दाब-आयतन (PV) व गैस के दाब (P) के मध्य वक्र नीचे दिया है। आरेख के अनुसार निम्न में से कौनसा असत्य है। (न्यून दाब क्षेत्र में)
 (A) H_2 व He आदर्श गैस समीकरण से धनात्मक विचलन दर्शाते हैं।
 (B) CO , CH_4 व O_2 आदर्श गैस समीकरण से ऋणात्मक विचलन दर्शाते हैं।
 (C) H_2 व He ऋणात्मक विचलन तथा CO , CH_4 व O_2 धनात्मक विचलन प्रदर्शित करते हैं।
 (D) H_2 व He आदर्श गैस की अपेक्षा कम संपीड्य है, जबकि CO , CH_4 व O_2 आदर्श गैस की अपेक्षा अधिक संपीड्य हैं।



भाग - II : एकल या द्वि-पूर्णांक मान प्रकार (SINGLE OR DOUBLE INTEGER TYPE)

1. गैस के लिए वाण्डर वॉल्स नियतांक 'b', $4\pi \times 10^{-4} \text{ L/mol}$ है। गैस परमाणु की त्रिज्या को वैज्ञानिक संकेत $z \times 10^{-9} \text{ cm}$ के रूप में व्यक्त करते हैं। z का मान ज्ञात कीजिए। (दिया गया है: $N_A = 6 \times 10^{23}$)
2. वास्तविक गैस की निश्चित मात्रा के लिए जब z व P के मध्य आरेख किया गया है तो अति उच्च दाब पर ढाल 0.01 atm^{-1} प्राप्त हुआ। समान ताप पर यदि PV व P के मध्य आरेख आलेखित किया जाता है तो गैस 'Y' के दो मोल के लिए अन्तःखण्ड 40 atm लीटर में प्राप्त हुआ। वास्तविक गैस के 20 मोल के लिए वर्जित आयतन ज्ञात करें।
3. यदि $\frac{D}{C} = \frac{V_C}{x}$ में C व D तृतीयक व चतुर्थ विरियल गुणांक है तो तब x का मान ज्ञात कीजिए।
4. गैस के लिए आण्विक व्यास (नैनोमीटर) ज्ञात कीजिए यदि इसका मोलर वर्जित आयतन $3.2 \pi \text{ ml}$ है। अपना उत्तर 10 से गुणा करके दें। (लिजिए $N_A = 6.0 \times 10^{23}$)
5. ताप जहाँ $\left(\frac{\partial P}{\partial V_m}\right) = 0$ पर और वास्तविक गैस के लिए PV_m व RT का अनुपात $\frac{x}{24}$ है। $10x$ का मान ज्ञात करो।
6. CCl_4 का 1 मोल 77°C पर वाष्पित होकर 35.0 L का आयतन घेरता है। यदि वाण्डरवॉल नियतांक $a = 20.39 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$ तथा $b = 0.1383 \text{ L mol}^{-1}$ है तो निम्न परिस्थितियों में संपीड्यता गुणांक Z की गणना करो।
 (a) कम दाब परास (b) अधिक दाब परास
 अपना उत्तर $(a + b)$ के निकटतम पूर्णांक $\times 10$ के रूप में दीजिए।
7. एक 504.2 mL के निर्वातित स्टील के बर्तन में CaCO_3 के 25 ग्राम को रखा गया और तापमान को 1500 K करने पर लवण का सम्पूर्ण वियोजन हो जाता है। यदि निर्मित CaO का घनत्व 3.3 g/cc हो जाता है, तो वाण्डरवाल अवस्था समीकरण का उपयोग कर बर्तन में उत्पन्न सही दाब की गणना करो। $\text{CO}_2(\text{g})$ के लिए वाण्डरवॉल नियतांक $a = 4 \frac{\text{L}^2 - \text{atm}}{\text{mol}^2}$, $b = 0.04 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$ है। ($\text{Ca} - 40, \text{C} - 12, \text{O} - 16$) अपना उत्तर निकटतम पूर्णांक के रूप में दीजिए।




भाग - III : एक या एक से अधिक सही विकल्प प्रकार (ONE OR MORE THAN ONE OPTION CORRECT TYPE)

1. निम्न में से कौनसा कथन सही है।
 (A) क्रान्तिक ताप T_C के नीचे गैस को संपीडन संभव नहीं है।
 (B) क्रान्तिक ताप T_C के नीचे अणु आकर्षण बल के कारण अधिक पास-पास आ जाते हैं। इस प्रकार इनका संघनन होता है।
 (C) T_C ताप के ऊपर संघनन नहीं होता है।
 (D) बॉयल तापमान हमेशा T_C से अधिक होता है।
2. क्रान्तिक ताप के लिए निम्न में से कौनसा कथन सही है।
 (A) यह उच्चतम तापमान है जिस पर द्रव व वाष्प साथ-साथ रहती है।
 (B) समतापीय आरेख पर किसी बिन्दु पर ढाल शून्य होता है।
 (C) इस ताप पर, गैस तथा द्रव प्रावस्था भिन्न क्रान्तिक घनत्व रखती है।
 (D) उपरोक्त सभी सही हैं।
3. वान्डरवाल्स गैस नियतांक 'a' द्वारा दिया गया है।
 (A) $\frac{1}{3} V_C$ (B) $3P_C V_C^2$ (C) $\frac{1}{8} \frac{RT_C}{P_C}$ (D) $\frac{27}{64} \frac{R^2 T_C^2}{P_C}$
4. निम्न में से सही कथन कौनसा है ?
 (A) वान्डरवाल्स नियतांक 'a' आकर्षण बल का मापन करता है।
 (B) वान्डरवाल्स नियतांक 'b' को सह-आयतन अथवा असम्मिलित आयतन (निकाला गया आयतन) भी कहते हैं।
 (C) 'b' को $L \text{ mol}^{-1}$ में व्यक्त करते हैं।
 (D) 'a' को $\text{atm L}^2 \text{ mol}^{-2}$ में व्यक्त करते हैं।
5. सही कथन/कथनों का चयन कीजिए।
 (A) बॉयल ताप पर वास्तविक गैस, न्यून दाब पर आदर्श गैस की तरह व्यवहार करती है।
 (B) क्रान्तिक परिस्थितियों के ऊपर वास्तविक गैस, एक आदर्श गैस की तरह व्यवहार करती है।
 (C) हाइड्रोजन गैस के लिए अधिक तापमान पर वॉण्डर वाल्स नियतांक 'b', 'a' पर प्रभावी होता है।
 (D) उच्च दाब पर वॉण्डर वाल्स नियतांक 'b', 'a' पर प्रभावी होता है।
6. वास्तविक गैस के लिए गलत कथन का चयन कीजिए।
 (A) न्यून दाब क्षेत्र में प्रतिकर्षण बल प्रभावी होता है।
 (B) न्यून दाब क्षेत्र में गैस कणों का आयतन नगण्य नहीं होता है।
 (C) न्यून दाब व न्यून तापमान पर गैस आदर्श व्यवहार करती है।
 (D) उच्च दाब क्षेत्र में आकर्षण बल प्रभावी होता है।
7. वास्तविक गैस की सम्पीड्यता, आदर्श गैस की तुलना कम होता है जब
 (जब $T =$ गैस का तापमान $T_b =$ गैस का बॉयल तापमान)
 (A) अति उच्च दाब पर जब $T > T_b$ (B) अति उच्च दाब पर जब $T < T_b$
 (C) न्यून दाब पर जब $T > T_b$ (D) न्यून दाब पर जब $T < T_b$





भाग - IV : अनुच्छेद (COMPREHENSION)

निम्न अनुच्छेद को ध्यानपूर्वक पढ़िये तथा प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

अनुच्छेद # 1

आदर्श गैस के अध्ययन में उसका विश्लेषण करने के लिये एक महत्वपूर्ण कारक बहुत जरूरी है जिसे मापांक Z अर्थात् सम्पीड्यता गुणांक कहते हैं, $Z = \frac{PV_m}{RT}$ यहाँ P दाब, V_m मोलर आयतन, T ताप तथा R सार्वत्रिक गैस नियतांक है इस

सम्बन्ध को निम्न प्रकार भी दर्शाया जा सकता है $Z = \left(\frac{V_{m, वास्तविक}}{V_{m, आदर्श}} \right)$ (जहाँ $V_{m, आदर्श}$ एवं $V_{m, वास्तविक}$ क्रमशः आदर्श और

वास्तविक गैस का मोलर आयतन है). गैस जिसमें $Z > 1$ होगा इसके अवयवी कणों के मध्य प्रतिकर्षण की प्रकृति होगी और जहाँ $Z < 1$ होगा उसके अवयवी कणों में अधिक आकर्षण का बल लगेगा। जैसे ही दाब कम करते हैं या ताप बढ़ाते हैं तो Z का मान 1 तक पहुँचेगा। (ये आदर्श गैस की तरह व्यवहार करने लगती है)

1. दिये गये प्रेक्षणों के लिए उन निष्कर्षों का चयन कीजिए जो सही (appropriate) है :

	प्रेक्षित		निष्कर्ष
I.	$Z = 1$	I.	गैस को आदर्श व्यवहार दर्शाने की कोई आवश्यकता नहीं
II.	$Z > 1$	II.	दाब लगाने पर गैस का आयतन बढ़ जायेगा।
III.	$Z < 1$	III.	गैस द्रवीकृत हो सकती है।
IV.	न्यून P के लिए $Z \rightarrow 1$	IV.	गैस आदर्श व्यवहार तक पहुँच जायेगी।

(A) सभी निष्कर्ष सही है।

(B) निष्कर्ष I, II एवं IV सही है।

(C) निष्कर्ष I, III एवं IV सही है।

(D) निष्कर्ष III एवं IV सही है।

2. STP पर वास्तविक गैस 'G', के लिये $Z > 1$ है, तब 'G' के लिए :

निम्न में से कौनसा कथन सत्य है :

(A) NTP पर गैस के 1 मोल का आयतन 22.4 लीटर है।

(B) STP की तुलना में ज्यादा दाब पर 1 मोल गैस 22.4 लीटर का आयतन रखेगी। (ताप नियत रखते हुये)।

(C) STP की तुलना में कम दाब पर 1 मोल गैस 22.4 लीटर का आयतन रखेगी। (ताप नियत रखते हुये)।

(D) इनमें से कोई नहीं।

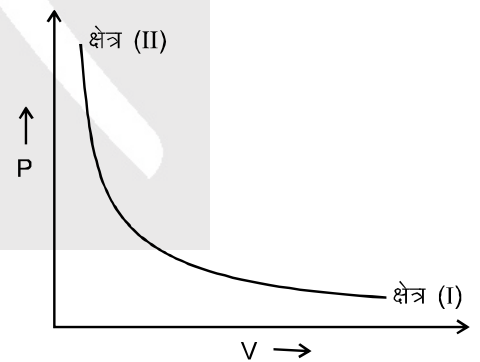
3. वास्तविक गैस के n मोल के लिये नियत ताप T तथा दाब (P) और आयतन (V) के बीच सम्बन्ध का आरेख (वक्र) निम्न है। आरेख के दो क्षेत्र (I) और (II) दर्शाए जाते हैं, इनमें से कौनसा कथन सत्य है।

(A) क्षेत्र (II) में $Z < 1$

(B) क्षेत्र (II) में $Z = 1$

(C) वक्र के लिये $Z = 1$

(D) जैसे ही हम क्षेत्र (II) से (I) की ओर बढ़ते हैं, Z , 1 की ओर जाने लगता है।



अनुच्छेद # 2

एक गैस का क्रान्तिक नियतांक : जब नियत ताप पर दाब बढ़ता है तो गैस का आयतन घटता है।

AB → गैस, BC → वाष्प + द्रव, CD → द्रव

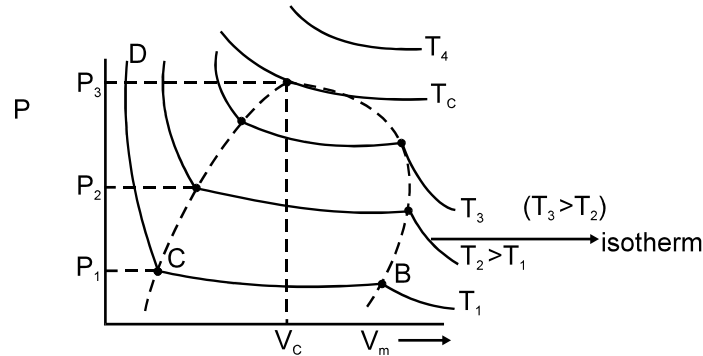
क्रान्तिक बिन्दु : इस बिन्दु पर द्रव अवस्था के सभी भौतिक गुण, वाष्प के भौतिक गुणों के समान होते हैं इसलिए द्रव घनत्व = वाष्प घनत्व

T_C क्रान्तिक ताप : वह तापमान जिसके ऊपर एक गैस द्रवीकृत नहीं की जा सकती है।

P_C क्रान्तिक दाब : क्रान्तिक ताप पर लगाया गया वह न्यूनतम दाब जो गैस को द्रव में बदल देता है।

V_C क्रान्तिक आयतन : T_C तथा P_C पर गैस के एक मोल द्वारा प्राप्त किया गया आयतन





वाल्डरवॉल्स समीकरण का उपयोग कर क्रांतिक स्थिरांक :

$$\left(P + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT \quad \Rightarrow \quad (PV_m^2 + a)(V_m - b) = RT V_m^2$$

$$PV_m^3 + aV_m - PbV_m^2 - ab - RTV_m^2 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_m^3 + V_m^2 \left(b + \frac{RT}{P}\right) + \frac{a}{P}V_m - \frac{ab}{P} = 0$$

घात तीन होने के कारण यहाँ किसी दाब तथा किसी ताप पर इस समीकरण में तीन मूल आयेगें, क्रांतिक ताप पर सभी मूल समान हो जायेगें तथा $V = V_c$ एक ही मूल देंगे।

क्रांतिक ताप पर वाल्डरवॉल्स समीकरण निम्न होगी।

$$V_m^3 - V_m^2 \left(b + \frac{RT_c}{P_c}\right) + \frac{a}{P_c}V_m - \frac{ab}{P_c} = 0 \quad \dots(1)$$

लेकिन क्रांतिक ताप पर समीकरण के तीनों मूल बराबर होने चाहिए, अतः समीकरण निम्न होनी चाहिए।

$$\Rightarrow V_m^3 - 3V_m^2 V_c + 3V_m V_c^2 - V_c^3 = 0 \quad \dots(2)$$

समीकरण (1) से तुलना करने पर

$$b + \frac{RT_c}{P_c} = 3V_c \quad \dots(i) \quad \frac{a}{P_c} = 3V_c^2 \quad \dots(ii) \quad \frac{ab}{P_c} = V_c^3 \quad \dots(iii)$$

(ii) तथा (iii) से, $V_c = 3b$

$$(ii) \text{ से } P_c = \frac{a}{3V_c^2} \quad \text{घटाने पर} \quad P_c = \frac{a}{3(3b)^2} = \frac{a}{27b^2}$$

$$(i) \text{ से } \frac{RT_c}{P_c} = 3V_c - b = 9b - b = 8b \quad \Rightarrow \quad T_c = \frac{8a}{27Rb}$$

क्रांतिक ताप पर PV वक्र का ढाल (समतापीय ढाल) शून्य होगा, अन्य बिन्दु पर ढाल ऋणात्मक होगा, ढाल का अधिकतम मान शून्य है :

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V_m}\right)_{T_c} = 0 \quad \dots(i) \quad \frac{\partial}{\partial V_m} \left(\frac{\partial P}{\partial V_m}\right)_{T_c} = 0 \quad \dots(ii)$$

{गणितीय रूप से इस प्रकार के बिन्दु को नतिपरिवर्तन बिन्दु (point of inflection) कहते हैं

(जहाँ प्रथम दो अवकलन शून्य होते हैं) इन दोनों का उपयोग कर T_c , P_c तथा V_c की

गणना की जा सकती है}

$$\begin{array}{c} a \\ \uparrow \\ V_c \quad T_c \quad \& \quad P_c \\ \downarrow \\ a \end{array}$$

4. एक वैज्ञानिक ने अवस्था की समीकरण को $P = \frac{RT}{V_m} - \frac{B}{V_m^2} + \frac{C}{V_m^3}$ बताया। यदि यह समीकरण क्रांतिक व्यवहार को बताती है तब क्रांतिक ताप क्या होगा।

- (A) $\frac{8B}{27RC}$ (B) $\frac{B}{8RC}$ (C) $\frac{B^2}{3RC}$ (D) इनमें से कोई नहीं

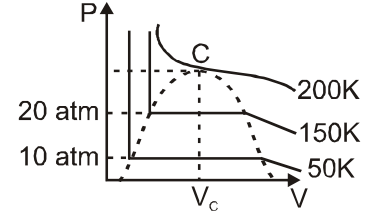


5. यदि एक काल्पनिक गैस के लिये क्रांतिक स्थिरांक $V_c = 150 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$, $P_c = 50 \text{ atm}$ तथा $T_c = 300 \text{ K}$ है तब अणु की त्रिज्या ज्ञात करो। $[R = \frac{1}{12} \text{ Ltr atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ लेने पर]

(A) $\left(\frac{75}{2\pi N_A}\right)^{1/3}$ (B) $\left(\frac{75}{8\pi N_A}\right)^{1/3}$ (C) $\left(\frac{3}{\pi N_A}\right)^{1/3}$ (D) $\left(\frac{3}{256\pi N_A}\right)^{1/3}$

6. उपरोक्त आरेख से सम्बन्धित गलत कथन को प्रदर्शित कीजिए।

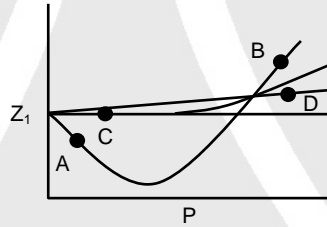
- (A) जब ताप 50 K तथा 150 K के बीच तथा दाब परास 10 atm से 20 atm तक हो तब पदार्थ द्रव अवस्था रख सकता है।
 (B) P-V ग्राफ के ढाल का अधिकतम मान शून्य है।
 (C) यदि वॉण्डरवॉल समीकरण को क्रांतिक ताप के ऊपर उपयोग लिया जाये तब V_m की त्रिधात समीकरण में एक मूल, वास्तविक तथा दो मूल, काल्पनिक प्राप्त होते हैं।
 (D) 100 K ताप पर तथा 20 atm के नीचे दाब पर यह केवल द्रव अवस्था रखती है।



अनुच्छेद # 3

नीचे दी गयी टेबल के तीन कॉलमों में उपलब्ध सूचना का उपयुक्त ढंग से सुमेल कर प्रश्नों Q.7, Q.8 और Q.9 के उत्तर दीजिये।

एक काल्पनिक वास्तविक गैस (Z) (सम्पीड्यता गुणांक) v/s दाब का आरेख विभिन्न ताप पर निम्न प्रकार दिया है, ($T_b =$ बॉयल ताप & $T_c =$ क्रांतिक ताप)



कॉलम-1		कॉलम-2		कॉलम -3	
(I)	बिन्दु A	(i)	$T < T_b$	(P)	$Z = 1$
(II)	बिन्दु B	(ii)	$T > T_b$	(Q)	$Z > 1$
(III)	बिन्दु C	(iii)	$T = T_b$	(R)	$Z < 1$
(IV)	बिन्दु D	(iv)	$T = T_c$	(S)	Z ऋणात्मक है।

7. जब गैस, आदर्श गैस की तुलना में अधिक सम्पीड्यता रखती है तब सही संयोजन है।
 (A) I (i) R (B) I (ii) R (C) I (iii) P (D) I (iv) P
8. जब गैस आदर्श गैस की तुलना में कम सम्पीड्यता है तब सही संयोजन है :
 (A) II (iii) R (B) II (i) Q (C) IV (iii) Q (D) IV (ii) S
9. जब गैस आदर्श गैस समान व्यवहार करती है तब सही संयोजन है :
 (A) I (i) R (B) III (iii) P (C) II (i) Q (D) iv (ii) Q



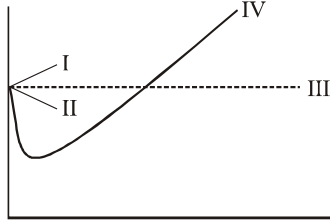


Exercise-3

* चिन्हित प्रश्न एक से अधिक सही विकल्प वाले प्रश्न है -

भाग - I : JEE (ADVANCED) / IIT-JEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

1.* कुछ गैसों के लिए सम्पीड्यता गुणांक Z तथा दाब p के मध्य आरेख दर्शाया गया है। [JEE-2006, 5/184]



निम्न में से कौनसा/कौनसे कथन वाण्डरवाल गैसों के लिए सही है :

- (A) आरेख I मान्य है यदि दिया है, कि वाण्डरवाल नियतांक a नगण्य है।
 (B) आरेख II मान्य है, यदि दिया है कि वाण्डरवाल नियतांक b नगण्य है।
 (C) आरेख (III) मान्य है, यदि दिया है, कि वाण्डरवाल नियतांक a तथा b दोनों नगण्य है।
 (D) आरेख (IV) मान्य है, यदि दिया है कि गैस का ताप, उसके क्रांतिक ताप की तुलना में बहुत अधिक है।

2. कॉलम-I में निर्दिष्ट अवस्थाओं में दी गई गैसों को कॉलम-II में दिये हुये गुणों/नियमों से सुमेलित कीजिए।

[JEE-2007, 6/162]

	कॉलम-I		कॉलम-II
(A)	H ₂ गैस (P = 200 atm, T = 273 K)	(p)	संपीड्यता गुणांक $\neq 1$
(B)	H ₂ गैस (P ~ 0, T = 273 K)	(q)	आकर्षण बल प्रभावी है।
(C)	CO ₂ (P = 1 atm, T = 273 K)	(r)	PV = nRT
(D)	वास्तविक गैस जिसका मोलर आयतन अत्यधिक है	(s)	P (V - nb) = nRT

3.* एक गैस वाण्डर वॉल (van der Waals) समीकरण द्वारा वर्णित की जाती है -

[JEE-2008, 4/82]

- (A) अधिक मोलर आयतन की सीमा में आदर्श गैस के समान व्यवहार करती है।
 (B) अधिक दाब की सीमा में आदर्श गैस के समान व्यवहार करती है।
 (C) वाण्डर वॉल गुणांक द्वारा अभिलक्षित होती है जो कि गैस पर निर्भर करते हैं परन्तु तापमान पर निर्भर नहीं करते।
 (D) गैस का दाब इसी गैस के आदर्श अवस्था में दर्शाये दाब से कम है।

4. वास्तविक गैस के लिये वाण्डर वॉल (vander Waals) समीकरण में, जो पद आकर्षण बल (attractive forces) को संशोधित करता है, वह है :

[JEE-2009, 3/80]

- (A) nb (B) $\frac{an^2}{V^2}$ (C) $-\frac{an^2}{V^2}$ (D) $-nb$

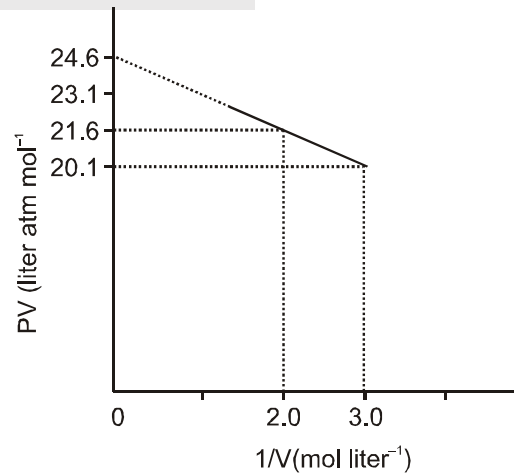
5. जब $b = 0$ और $T = 300$ K है, तब एक मोल वाण्डरवाल (van der

Waals) गैस के लिए PV तथा $1/V$ रेखाचित्र नीचे दिखाया गया है।

वाण्डरवाल स्थिरांक a (atm.liter² mol⁻²) का मान है :

[JEE-2012, 3/136]

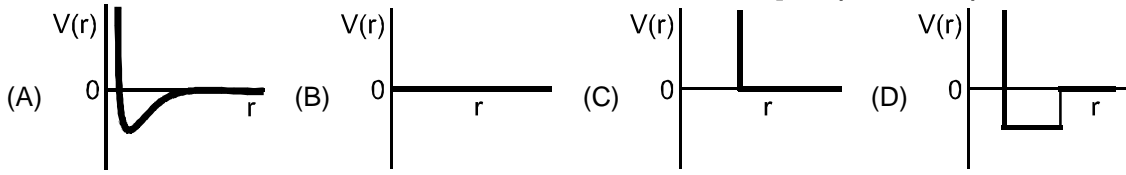
- (A) 1.0
 (B) 4.5
 (C) 1.5
 (D) 3.0





6. एक मोल एकपरमाणुक वास्तविक गैस समीकरण $p(V - b) = RT$ को सन्तुष्ट करती है, जहाँ b एक नियतांक है। इस गैस के अंतरापरमाणुक (interatomic) विभव (potential) $V(r)$ तथा अन्तरापरमाणुक दूरी r के बीच का सम्बन्ध है।

[JEE(Advanced)-2015, 4/168]



भाग - II : JEE (MAIN) / AIEEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

JEE(MAIN) OFFLINE PROBLEMS

1. वान्डर वाल की अवस्था समीकरण में नियतांक 'b' किसका मापक है। [AIEEE-2004, 3/225]
 (1) प्रति इकाई आयतन के अन्तर्णाविक टक्कर (2) अन्तर्णाविक आकर्षण
 (3) अणुओं द्वारा घेरा गया आयतन (4) अन्तराणविक प्रतिकर्षण
2. गैसों के लिये 'a' तथा 'b' वाण्डर वाल्स स्थिरांक है। एथेन की अपेक्षा क्लोरीन का द्रवीकरण अधिक सुगमता से होता है क्योंकि : [AIEEE-2011, 4/120]
 (1) Cl_2 के 'a' तथा 'b' के मान $> C_2H_6$ के a तथा b के मान से
 (2) Cl_2 के 'a' तथा 'b' के मान $< C_2H_6$ के a तथा b के मान से
 (3) Cl_2 के a का मान $< C_2H_6$ के a के मान किन्तु Cl_2 के b का मान $> C_2H_6$ के b मान से
 (4) Cl_2 के a का मान $> C_2H_6$ के a का मान किन्तु Cl_2 के b का मान $< C_2H_6$ के b मान से
3. उच्च दाब पर एक वास्तविक गैस का संपीड्यता गुणांक है : [AIEEE-2012, 4/120]
 (1) $1 + RT/pb$ (2) 1 (3) $1 + pb/RT$ (4) $1 - pb/RT$
4. यदि Z संपीडन गुणक हो तो कम दाब पर वांडरवाल्स समीकरण को लिखा जा सकता है: [JEE(Main) 2014, 4/120]
 (1) $Z = 1 + \frac{RT}{Pb}$ (2) $Z = 1 - \frac{a}{VRT}$ (3) $Z = 1 - \frac{Pb}{RT}$ (4) $Z = 1 + \frac{Pb}{RT}$

JEE(MAIN) ONLINE PROBLEMS

1. एक गैस के लिये वान्डर वाल समीकरण, $P = \frac{nRT}{V - nb} - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$ होता है। यह समीकरण आदर्श गैस समीकरण का रूप, $P = \frac{nRT}{V}$ धारण कर लेगा जब : [JEE(Main) 2014 Online (09-04-14), 4/120]
 (1) ताप पर्याप्त उच्च होगा और दाब न्यून होगा। (2) ताप पर्याप्त न्यून होगा और दाब उच्च होगा।
 (3) ताप और दाब दोनों बहुत उच्च होंगे। (4) ताप और दाब दोनों बहुत न्यून होंगे।
2. जब एक गैस इसके आदर्श व्यवहार से सर्वाधिक विचलित होती है? [JEE(Main) 2015 Online (11-04-15), 4/120]
 (1) निम्न दाब तथा निम्न ताप पर (2) निम्न दाब तथा उच्च ताप पर
 (3) उच्च दाब तथा निम्न ताप पर (4) उच्च दाब तथा उच्च ताप पर
3. अधिक उच्च दाब पर गैस के एक मोल का सम्पीड्यता गुणांक निम्न द्वारा दिया जाता है: [JEE(Main) 2016 Online (09-04-16), 4/120]
 (1) $1 + \frac{pb}{RT}$ (2) $\frac{pb}{RT}$ (3) $1 - \frac{b}{VRT}$ (4) $1 - \frac{pb}{RT}$
4. गैस A का आयतन गैस B के आयतन का दो गुना है। एक ही ताप पर गैस A का संपीड्यता गुणांक गैस B के संपीड्यता गुणांक की तुलना में तीन गुना है। मोलों की समान संख्या के लिए गैसों का दाब होगा : [JEE(Main) 2018 Online (12-01-19), 4/120]
 (1) $2P_A = 3P_B$ (2) $P_A = 2P_B$ (3) $3P_A = 2P_B$ (4) $P_A = 3P_B$



Answers

EXERCISE - 1

भाग - I

- A-1. (i) T (ii) T (iii) T
- B-1. 'b' स्थिरांक की सार्थकता : 'b' स्थिरांक को गैस के प्रति मोल के सापेक्ष असम्मिलित आयतन या सहआयतन कहते हैं। इसकी इकाई लीटर मोल⁻¹ है। तथा 'b' का आयतन अणु के वास्तविक आयतन का चार गुना होता है।
'a' स्थिरांक की सार्थकता : 'a' स्थिरांक का मान गैस के अणुओं के मध्य आकर्षण बल के परिमाण का मापन करता है। इसकी इकाई atm L² mol⁻² है। जितना a का मान उच्च होगा, गैस के अणुओं के मध्य आकर्षण बल भी अधिक होगा।
- B-2. $a = 0.36 \text{ atm litre}^2 \text{ mole}^{-2}$, $b = 4.28 \times 10^{-3} \text{ litre/mole}$
- B-3. 3.6 L
- B-4. 21.37 atm. B-5. $\frac{50}{41}$
- B-6. $\frac{1}{3}$ litre B-7. 10.358 atm

भाग - II

- A-1. (B) A-2. (D) A-3. (D)
- A-4. (D) B-1. (A) B-2. (A)
- B-3. (A) B-4. (C) B-5. (A)
- B-6. (C) B-7. (A) B-8. (A)
- B-9. (C) B-10. (C) B-11. (B)
- B-12. (C) B-13. (D) B-14. (C)
- B-15. (B) B-16. (D) B-17. (D)
- B-18. (B)

भाग - III

1. (A) - q, s ; (B) - r ; (C) - r ; (D) - q, s
2. (A) - q, r ; (B) - p, s ; (C) - q, r ; (D) - p, s

EXERCISE - 2

भाग - I

1. (B) 2. (D) 3. (D)
4. (C) 5. (B) 6. (C)
7. (D) 8. (D) 9. (C)

भाग - II

1. 5 2. 4 3. 3
4. 2 5. 90 6. 20
7. 62 atm.

भाग - III

1. (BCD) 2. (AB) 3. (BD)
4. (ABCD) 5. (AD) 6. (ABCD)
7. (ABC)

भाग - IV

1. (D) 2. (B) 3. (D)
4. (C) 5. (D) 6. (D)
7. (A) 8. (B) 9. (B)

EXERCISE - 3

भाग - I

- 1.* (ABC)
2. A - p, s ; B - r ; C - p, q ; D - r
- 3.* (AC) or (ACD)
4. (B) 5. (C) 6. (C)

भाग - II

JEE(MAIN) OFFLINE ANSWERS

1. (3) 2. (4) 3. (3)
4. (2)

JEE(MAIN) ONLINE ANSWERS

1. (1) 2. (3) 3. (1)
4. (1)