



جلسه سوم
تمرین های مربوط به گاز کامل و گاز حقیقی

۱) اگر v_{rms} (جذر میانگین مجذور سرعت) مربوط به گاز اکسیژن

برابر v_{rms} باشد، دمای آن چقدر است؟

$$v_{rms} = \sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = v \Rightarrow 10. \times 1000 = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times T}{32 \times 10^{-3}} = 9 \times 10^6 \Rightarrow 9 \times 32 \times 10^{-3} = 115.4 K$$

② دو ظرف مجزا به ترتیب با گازهای ایده آل X و Y

پر شده اند. جرم مولی گاز X دو برابر جرم مولی گاز Y و همگالی

گاز X سه برابر گاز Y می باشد. در دمای یکسان نسبت

فشار گاز X به Y چقدر است؟

$$\frac{P_X M_X}{RT} = dx$$

$$\frac{P_Y M_Y}{RT} = dy$$

$$\Rightarrow \frac{dx}{dy} \times \frac{M_Y}{M_X} = \frac{P_X}{P_Y} = \frac{3}{2}$$

سرعت آزاد میانگین و ویسکوزیته گاز اکسیژن را در فشار اتمسفر

$$d = 3 \times 10^{-10} \text{ m} = 3 \text{ \AA}$$

مولکولی
اکسیژن

و دمای ۲۷۳ K کاسه کنید؟

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

$$\rho = 1.43 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$T = 273 \text{ K}$$

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{\lambda R T}{\pi M}} = \sqrt{\frac{1.43 \times 10^{-3} \times 8.314 \times 273}{\pi \times 32 \times 10^{-3}}} = 152 \text{ m/s}$$

$$\mu = \frac{4}{3\pi} \frac{\sqrt{\pi M k T}}{\pi d^2} \Rightarrow \mu = \frac{4}{3\pi} \frac{\sqrt{\frac{M}{N_A} N_A k T}}{N_A \pi d^2} = \frac{4}{3\pi} \frac{\sqrt{\pi R T M}}{N_A \pi d^2}$$

$$\mu = \frac{4}{3\pi} \times \frac{\sqrt{\pi \times 1.43 \times 10^{-3} \times 8.314 \times 273 \times 32 \times 10^{-3}}}{6.02 \times 10^{23} \times \pi \times 9 \times 10^{-20}} = 0.179 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m s}}$$

هرگاه تساوی $n^* = \frac{P}{RT}$ برای یک نمونه گاز در شرایط

بهین از حد ما و فشار بر سر آید. آنگاه ما کتور تراکم پذیری آن

چگونه است؟

$$\frac{n}{V} = n^* = \frac{P}{RT + bP}$$

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{RT + bP} \Rightarrow PV = nRT + nbP$$

$$\frac{PV}{nRT} = \frac{nRT}{nRT} + \frac{nbP}{nRT} \Rightarrow Z = 1 + \frac{b}{RT} P$$

در دمای $273K$ از اندازه گیری های مربوط به آرگون دومین

و سومین ضرایب ویریا در بسط Z در حساب توان های

$\frac{1}{v_m}$ به ترتیب $B = -21.7 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ و $C = 1200 \text{ cm}^6 \text{ mol}^{-2}$ بدست آمده

است. با فرض اینکه قانون گاز کامل جهت تخمین دومین و

سومین جمله مناسب باشد، ضریب تراکم پذیری آرگون در 1 atm

و $273K$ کاسه کنید؟

$$Z = 1 + B \left(\frac{1}{v_m} \right) + C \left(\frac{1}{v_m} \right)^2$$

$$Z = 1 + 21.7 \times \left(\frac{P}{RT} \right) + 1/2 \times 1200 \times \left(\frac{1}{12 \times 273} \right)^2$$

$v_m = \frac{RT}{P}$

12×273
 $\text{cm}^3 \text{ at}$
 $\text{mol}^{-1} K$
ترتیب

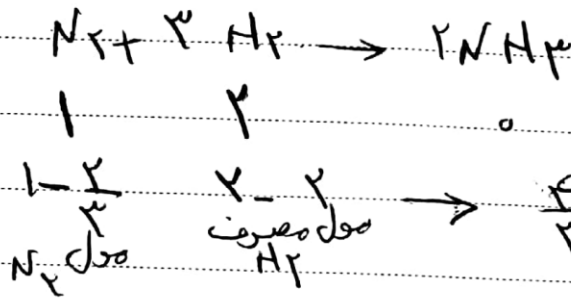
$$Z = 1 - (0.10968) + 0.0239 = 0.927$$

ظرفی به حجم ۲۲.۴ لیتر در ابتدا حاوی ۱/۵ مول H_2 و ۱/۵ مول

N_2 در دمای ۲۷۳/۱۵ ک است. تمام H_2 با مقدار کافی N_2 ترکیب

می شود تا NH_3 تولید شود. فشارهای جزئی و فشار کل مخلوط

دما بین را بدست آورید



| | N_2 | H_2 | NH_3 | P |
|-------------|-------|-------|--------|-----------------|
| مقدار (مول) | 1 | 1 | 0 | $\frac{1}{199}$ |

| | | | | |
|-------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|
| مقدار (مول) | $\frac{1}{199}$ | 1 | $\frac{1}{199}$ | $\frac{1}{199}$ |
|-------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|

مقدار

$$\frac{1}{199} = 1$$

$$\frac{1}{199} = 1$$

ay. Month. Year.

Subject.

$$P = \frac{nRT}{V} = 199 \times \frac{0.1 \times 8.314 \times 273}{22.4} = 199 \text{ atm}$$

$$P_{H_2} = (X_{H_2}) P = 0$$

$$P_{N_2} = X_{N_2} \times P = 1 \times 199 = 199 \text{ atm}$$

$$P(NH_3) = X(NH_3) P \times 199 = 199 \text{ atm}$$

④ قانون دالتون وقتی صادق است که

✓ (۱) هر یک از اجزاء مخلوط وجود مخلوط از قوانین گاز ایده آل

که به صورت $P = nRT$ بیان می شود، تبعیت کند.

(۲) هر یک از اجزاء مخلوط از قوانین گاز ایده آل که به صورت

$P = nRT$ بیان می شود، تبعیت کند.

۱۹) مقدار صزیب تراکم چغیری یک گاز حقیقی (2) موهی کم نیروهای

جاذبه بین مولکولی مؤثرتر از نیروی دافعه باشد، برابر است با:

۱) صفر ۲) کوچکتر از یک ۳) یک ۴) بزرگتر از یک

وقتی نیروی جاذبه بین مولکولی غالب باشد، صزیب تراکم چغیری

کوچک تر از یک می باشد.

⑤ منبیب تراکم چیزی (Z) یک گاز حقیقی در دمای T

از یک کوچکتر است. مقایسه فشار این گاز و فشار گاز

ایده آل در شرایط یکسان (حجم و تعداد مول های یکسان) چگونه

است؟

$$Z < 1 \Rightarrow \frac{P_V}{P_{RT}} < 1 \Rightarrow \frac{P_{rel} V_{rel}}{P_{RT}} < \frac{P_{id} V_{id}}{P_{RT}}$$

$$\Rightarrow P_{rel} V_{rel} < P_{id} V_{id} \Rightarrow P_{rel} < P_{id}$$

④ برای یک گاز ایده آل که از معادله ویرتال پیروی می کند

و در دمای T_0 هر دو ضریب معادله ویرتال (B_p) و (C_p) منفی

هستند. ضریب تراکم پذیری (Z) چقدر است؟

بر اساس معادله ویرتال

$$Z = \frac{Pv}{RT} = 1 + B_p p + C_p p^2$$

چنانچه این اگر B_p و C_p منفی باشد کمتر از یک

خواهد بود

Ⓐ اگر معادله حالت گازی به صورت زیر باشد:

$$\frac{Pv}{RT} = 1 + \frac{P}{RT} \left(b - \frac{a}{RT} \right)$$

در این صورت دمای بویل این گاز چقدر است؟

دمای بویل دمای است که $B=0$ است در $P \rightarrow 0$

$$b - \frac{a}{RT} = 0 \Rightarrow TB = \left(\frac{a}{Rb} \right)^{1/2}$$

⑨ معادله حالت گازی به صورت $p = \frac{RT}{v_m} - \frac{B}{v_m} + \frac{C}{v_m^2}$ است.

→ ما در نقطه بحرانی چه داریم؟

در نقطه بحرانی مشتق اول و دوم فشار نسبت به حجم صفر است.

$$\left(\frac{\partial p}{\partial v_m}\right)_T = 0 \Rightarrow \frac{1}{v_m} \left(-RT + \frac{2B}{v_m} - \frac{2C}{v_m^2}\right) = 0$$

$$\xrightarrow{\text{طرفین در } v_m^2 \text{ ضرب کن}} -RTv_m^2 + 2Bv_m - 2C = 0 \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial^2 p}{\partial v_m^2}\right) = 0 \Rightarrow \frac{2RT}{v_m^2} - \frac{2B}{v_m^3} + \frac{4C}{v_m^4} \xrightarrow{\text{طرفین در } v_m^4 \text{ ضرب کن}}$$

$$2RTv_m^2 - 2Bv_m + 4C = 0 \Rightarrow R + \frac{2B}{v_m} - 2C = 0$$

$$-Bv_m + 2C = 0 \Rightarrow v_m = \frac{2C}{B} \quad \leftarrow (1) + (2)$$

$$v_m = \frac{2C}{B}$$

در معادله 1 جایگزینی

$$RT \frac{4C^2}{B^2} - 4C + 4C = 0 \Rightarrow T_c = \frac{B^2}{4RC}$$

① برای ماده‌ای $p_c = 50 \text{ atm}$ و $T_c = 10 \text{ K}$ است. در دمای 140 K

درجه فشاری این ماده به مایع تبدیل می‌شود.

۱) 50 atm

۱) 700 atm

✓ ۳) هیچ‌گاه مایع نمی‌شود ۴) داده‌های مساله برای گاز سبک‌گانی نیست

در بالاتر از دمای بحرانی، گاز به مایع تبدیل نمی‌شود. بنا بر این در دمای

140 درجه که بالاتر از دمای بحرانی (10 درجه) است، به مایع تبدیل نمی‌شود.

⑪ کاری کار به حالت $V = \frac{RT}{P} + \frac{a}{T}$ چوری می کنه (a ثابت است)

ضریب فوگاسیته گاز کدام است؟

$\exp\left(\frac{aP}{RT^2}\right)$ ✓ $\exp\left(\frac{a}{RT^2}\right)$ (1

$\exp\left(\frac{RT^2}{aP}\right)$ (2 $\exp\left(\frac{aP}{RT^2}\right)$ (3

$\gamma = \exp\left(\int_0^P \left(\frac{Z-1}{P}\right) dP\right)$

$V = \frac{RT}{P} + \frac{a}{T} \rightarrow \frac{PV}{RT} = 1 + \frac{aP}{RT^2} = Z$

$\frac{Z-1}{P} = \frac{a}{RT^2}$ $\gamma = \exp\int_0^P \frac{a}{RT^2} dP \Rightarrow \gamma = \exp\left(\frac{aP}{RT^2}\right)$

maxnote

عبارت $\left(\frac{\partial \ln F_i}{\partial P}\right)_{T,n}$ جو برابرا چقدر است؟

$$\frac{\partial}{\partial P} (\ln F_i) = \frac{\partial}{\partial P} (\ln G + \ln P) =$$

$$\frac{\partial}{\partial P} \left(\int_0^P \frac{Z-1}{P} dP + \ln P \right)$$

$$\frac{\partial}{\partial P} \left(\int_0^P \left(\frac{V}{RT} - \frac{1}{P} \right) dP + \ln P \right) = \frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{PV}{RT} \right)$$

$$\left(\frac{\partial \ln F_i}{\partial P}\right)_{T,n} = \frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{PV}{RT} \right) = \frac{V}{RT}$$

۱۳) اگر فرکانس برخورد گازی 5×10^{-10} و میانگین سرعت

موکولهای گاز $10 \times 10^3 \frac{m}{s}$ باشد میانگین آزاد این گاز چقدر

است؟

$$\lambda = \frac{\bar{c}}{Z} = \frac{10 \times 10^3 \frac{m}{s}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-2} = 0.02 m$$

Day. Month. Year.

⑤ تفاوت جرمی یک گاز و اندروالس برابر $P_c = 48.1 \text{ atm}$

و $V_c = 148 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ است ضرایب وان در والس این گاز را حساب کنید

$$V_c = 3b \Rightarrow 3b = 148 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow b = 49 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$b = 0.049 \text{ lit} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$P_c = \frac{a}{2V_c^2} \Rightarrow 48.1 \text{ atm} = \frac{a}{2V_c^2} \Rightarrow$$

$$a = 3.17 \text{ lit}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-2}$$

فشار و دمای را بیسره کنید که در آن یک مول
 الف) H_2S و ب) CO_2 و ج) Ar در حالت

متناظر با یک مول N_2 در 1 atm و $25^\circ C$ باشد.

$$N_2 \left| \begin{array}{l} P_c = 33/5 \text{ atm} \\ T_c = 126/2 \text{ K} \end{array} \right.$$

$$H_2S \left| \begin{array}{l} P_c = 11/2 \text{ atm} \\ T_c = 157/2 \text{ K} \end{array} \right.$$

$$CO_2 \left| \begin{array}{l} P_c = 74 \text{ atm} \\ T_c = 304/2 \text{ K} \end{array} \right.$$

$$Ar \left| \begin{array}{l} P_c = 48 \text{ atm} \\ T_c = 150/2 \text{ K} \end{array} \right.$$

$$\rightarrow N_2 \Rightarrow \frac{P}{P_c} = \frac{1 \text{ atm}}{33/5 \text{ atm}} = 0.15 = P_r$$

$$N_2 \Rightarrow T_r = \frac{T}{T_c} = \frac{25 + 273}{126/2} = 4.86$$

برای H_2S

$$P = P_r P_c = 0.15 \times 11 \text{ atm} = 1.65 \text{ atm}$$

$$T = T_r T_c = 4.86 \times 157/2 = 382 \text{ K}$$

Day. Month. Year.

Subject.

جواب: CO₂

$$P = P_r P_c = 0.10 \text{ bar} \times \sqrt{1/2} \text{ atm} = 0.07 \text{ atm}$$

$$T = T_r T_c = 2/3 \times 300 \text{ K} = 200 \text{ K}$$

جواب: Ar $P = P_r P_c = 0.10 \text{ bar} \times \sqrt{1/2} = 0.07 \text{ atm}$

$$T = T_r T_c = 2/3 \times 300 \text{ K} = 200 \text{ K}$$

(۱۰) برای گاز گوگرد دی اکسید، موارد زیر را حساب کنید.

دمای نقطه جوش $۴۲۰/۷$ کلوین و فشار نقطه جوش $۷۷/۸$

استفاده با ستون

الف) ثابت‌های وان در والس برای گاز

ب) حجم بحرانی برای گاز

ج) فشار یک مول گاز دی اکسید که در حجم ۵۰۰ و دمای ۵۰۰ کلوین
احمال می‌کند. این فشار چه نسبت آمده و با فشار یک مول گاز ایده آل
در شرایط مشابه را مقایسه کنید.

الف) $T_c = \frac{a}{Rb}$ و $P_c = \frac{a}{R^2 b^2}$

$$\Rightarrow b = \frac{RT_c}{P_c} = \frac{0.082 \times 420.7 \times 10^3}{77.8} \Rightarrow b = 449.17 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

$$T_c = \frac{a}{Rb} \Rightarrow a = \frac{RbRT_c}{1} = 0.082 \times 449.17 \times 420.7 \times 10^3$$

$$a = 12272.5 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm} / \text{mol}^2$$

$$V_c = V_b \Rightarrow V_c = \gamma \times \Delta \rho / \nu \Delta \rho = 1 \nu_0 / \gamma \Delta \rho \text{ cm}^3 / \text{mol} \quad (\leftarrow)$$

$$\int \text{Real}; K \Rightarrow PV = nRT \Rightarrow P = \frac{1 \times 0.012 \times 1000 \times \Delta \rho_0}{\Delta \rho_0} \quad (2)$$

$$= 12 / 0.4 \text{ atm}$$

$$\Rightarrow \text{Real}; K \Rightarrow \left[P + \frac{n^2 a}{V^2} \right] (V - nb) = nRT$$

$$\left(P + \frac{1^2 \times 4 \nu \nu^2 \Delta \rho^2 / \text{m}^6}{\Delta \rho_0^2} \right) (\Delta \rho_0 - (1 \times \Delta \rho / \nu \Delta \rho)) =$$

$$1 \times 0.012 \times 1000 \times \Delta \rho_0 \Rightarrow P = 4 \Delta / 4 \text{ atm}$$

$$P_{\text{ideal}} > P_{\text{real}}$$

۱۱) فرض کنید شما مسئول خرید گاز اکسیژن هستید

و این گاز در کیسه‌های با قطر 0.2 متر، ارتفاع 2 متر

و تحت فشار 2.0 atm خریداری 300 کلون می‌شوید.

ترکیب می‌دهید گاز رفتار ایده‌آل داشته باشد یا واقعی؟

ثابت‌های وان‌دروالس برای اکسیژن عبارتند از:

$$a = 1.36 \text{ lit}^2 \cdot \text{atm/mol}^2$$

$$b = 0.0318 \text{ lit/mol}$$

$$V = \frac{n}{4} d^2 h = \frac{n}{4} \times (0.2)^2 \times 2 = 0.02n \text{ m}^3 \Rightarrow$$

$$V = 0.02n \text{ lit}$$

$$\text{گاز ایده‌آل} \quad PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{2.0 \times 0.02n}{0.0821 \times 300} = 0.15 \text{ mol}$$

تذکر مقدار V در معادله واندر والس مربوط به حجم

مولی است و نه حجم گاز. بیس داریم:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \Rightarrow \left(200 + \frac{1.26}{V^2}\right)(V - 0.01281)$$

$$= 0.082 \times 300$$

$$\Rightarrow 200V^3 - 30.926V^2 + 1.26V - 0.0422 = 0$$

با استفاده از روش نیوتن رابطه

$$V = 0.1111 \text{ lit/mol}$$

$$\text{حجم مولی تعداد مول} = \text{حجم گاز}$$

$$92.8 = n \times 0.1111 \Rightarrow n = 834.5 \text{ mol}$$

تعداد مول گاز بیشتری در حالت حقیقی موجود است

لذا این حالت بهتر و مقرون به صرفه تر است.

فیلمی درباره روش نیوتن رافسون

- <https://www.aparat.com/v/z6uDw>