

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دعای مطالعه

اللَّهُمَّ أَخْرِجْنِي مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ وَأَكْرِمْنِي بِنُورِ الْفَهْمِ
اللَّهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا أَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَانْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُومِكَ
بِرَحْمَتِكَ يَا أَرْحَمَ الرَّاحِمِينَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی های فکر و گرامی بداره نور فهم
پروردگارا، بکشای بر ما درهای رحمت را و بگستران کنج های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان ترین مهربانان

بانک سوالات ایران



Iran Question Bank

شیمی فیزیک

«مجموعه شیمی»

(همراه با پاسخنامه تشریحی)

ویژه رشته‌های؛

شیمی - مهندسی شیمی - بیوشیمی - بیوفیزیک و ...

گردآوری و تألیف؛

دکتر آیدین بهرامی

(عضو هیئت علمی دانشگاه ارومیه)

مریم عظیم‌زاده ایرانی

(دانشجوی دکتری شیمی فیزیک دانشگاه تربیت مدرس)

میانبر □

✓ IQB

□

□ کتاب‌جامع

سرشناسه	: بهرامی، آیدین، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: شیمی فیزیک «مجموعه شیمی» (همراه با پاسخنامه تشریحی) .../مؤلفین و گردآورندگان
مشخصات نشر	: آیدین بهرامی، مریم عظیم‌زاده ایرانی .
مشخصات ظاهری	: تهران: گروه تألیفی دکتر خلیلی، ۱۳۹۴ .
شابک	: ۲۱۳ ص.: مصور، جدول، نمودار .
وضعیت فهرست نویسی	: 978-600-7888-99-5 :
یادداشت	: فیبا
موضوع	: کتاب حاضر از سری کتب "بانک سوالات ایران = IQB= Iran Question Bank" است.
موضوع	: دانشگاه‌ها و مدارس عالی -- ایران -- آزمون‌ها
موضوع	: شیمی فیزیک -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	: آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی -- ایران
شناسه افزوده	: عظیم‌زاده ایرانی، مریم، ۱۳۶۱ -
رده بندی کنگره	: LB۲۳۵۳ :
رده بندی دیویی	: ۳۷۸/۱۶۶۴ :
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۹۹۳۰۹۱ :

نام کتاب: بانک سوالات ایران (IQB) - شیمی فیزیک «مجموعه شیمی» (همراه با پاسخنامه تشریحی)

گردآوری و تألیف: دکتر آیدین بهرامی - مریم عظیم‌زاده ایرانی

ناشر: گروه تألیفی دکتر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول . ۱۳۹۴

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ: کیمیای قلم

صحافی: فردوس

مدیر تولید: اقبال شرقی

ناظر فنی چاپ: فرهاد فرهانی

مدیر فنی و هنری: شیرین آرد

طراحی و صفحه آرایی: صفورا قراچه

بهاء: ۲۲۰۰۰ تومان

Website: www.DKG.ir

آموزشگاه دکتر خلیلی (دفتر مرکزی): ۰۲۱-۶۶۵۶۸۶۲۱-۰۲۱

فروشگاه: تهران - خیابان انقلاب - روبه‌روی درب اصلی دانشگاه تهران - پاساژ فروزنده - طبقه همکف - پلاک ۳۳۱

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱-۶۶۴۸۹۳۴۹ - ۰۲۱

مرکز پخش: ضلع جنوب غربی میدان انقلاب - جنب سینما پارس - مجتمع تجاری پارس - طبقه اول

مرکز فروش: ۰۲۱-۶۶۵۶۹۲۱۶-۰۲۱

مدیر فروش: ۰۵۵۰۸۵۸۹-۰۹۱۲

طلیحه سخن مؤلف!

امروزه اهمیت شیمی فیزیک، به عنوان پایه‌ای‌ترین شاخه شیمی و گستردگی روزافزون آن در سایر علوم نظیر مهندسی، زیست‌شناسی و... بر متخصصین و پژوهشگران این حوزه، به خوبی آشکار است. عدم وجود یک منبع جامع و با کیفیت در این زمینه برای متخصصین و محققین این رشته‌ها و نیز برای دانشجویان و به خصوص متقاضیان شرکت در کنکورهای کارشناسی به کارشناسی ارشد، ما را بر آن داشت تا نتیجه سال‌ها تدریس و پژوهش در حوزه‌ی شیمی فیزیک را، در قالب منبع مورد نظر به رشته تحریر در آوریم. کتاب حاضر با تکیه بر تست‌های کنکورهای دانشگاه سراسری و آزاد، اغلب نکات متنوع و مهم در این حوزه را در قالب پاسخ‌های تشریحی، ارائه داده است. در پاسخ به سؤالات، سعی بر این بوده است که ضمن پرهیز از حجیم شدن کتاب نیاز دانشجویان به مطالعه درسنامه پیش از پاسخ‌دهی به تست‌ها تا حد بسیاری کاهش یابد. علاوه بر این استفاده از روش‌های تستی برای حل سؤالات، امکان صرفه‌جویی در پاسخ‌دهی و موفقیت در آزمون‌های سراسری و امتحانات پایان ترم را افزایش داده است. امید است این تلاش در فراهم کردن مجموعه‌ای جامع برای دانشجویان رشته‌های شیمی، مهندسی شیمی، زیست‌شناسی و... موفق بوده باشد.

مؤلفین خود را عاری از خطا نمی‌دانند، از این رو از تمامی صاحب‌نظران و خوانندگان محترم تقاضا می‌شود هرگونه ایراد و اشکال در متن کتاب را به نویسندگان اطلاع داده تا در چاپ‌های بعدی مورد اصلاح و تجدید نظر قرار گیرد.

در پایان از مدیریت محترم انتشارات دکتر خلیلی، واحد تایپ و تألیف و به طور کلی تمامی کسانی که در فراهم نمودن این مجموعه، ما را یاری داده‌اند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

با احترام

دکتر آیدین بهرامی

مریم عظیم‌زاده ایرانی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: گازها

۷	سوالات
۱۰	پاسخنامه

فصل دوم: ترمودینامیک

۱۷	سوالات
۳۷	پاسخنامه

فصل سوم: محلول‌ها

۶۸	سوالات
۷۳	پاسخنامه

فصل چهارم: تعادلات فازی

۸۴	سوالات
۹۱	پاسخنامه

فصل پنجم: الکتروشیمی

۱۰۰	سوالات
۱۰۹	پاسخنامه

فصل ششم: سینتیک

۱۲۱	سوالات
۱۳۷	پاسخنامه

فصل هفتم: کوانتوم

۱۶۱	سوالات
۱۷۳	پاسخنامه

فصل هشتم: طیف‌سنجی مولکولی

۲۰۱	سوالات
۲۰۵	پاسخنامه



سؤالات فصل اول

گازها

۱. در فرآیند نفوذ چه کمیتی انتقال می‌یابد؟
(۱) اندازه حرکت خطی
(۲) انرژی جنبشی
(۳) جرم
(۴) گرما
(سراسری ۸۲)
۲. اگر T دما و P فشار گاز باشد تحت کدام شرایط به معادله حالت $PV = RT$ نزدیک می‌شویم؟
(۱) افزایش T و افزایش P
(۲) افزایش T و کاهش P
(۳) کاهش T و کاهش P
(۴) کاهش T و افزایش P
(سراسری ۸۴)
۳. دو ظرف مجزا به ترتیب با گازهای ایده‌آل x, y پر شده‌اند. جرم مولی گاز x دو برابر گاز y و چگالی گاز x سه برابر گاز y می‌باشد. در دمای یکسان نسبت فشار گاز x به y چقدر است؟
(۱) $\frac{1}{2}$
(۲) $\frac{2}{3}$
(۳) $\frac{3}{2}$
(۴) 2
(سراسری ۸۴)
۴. اگر معادلات حالت گازی به صورت $\frac{PV}{RT} = 1 + \frac{P}{RT} \left(b - \frac{a}{RT} \right)$ باشد، دمای بویل این گاز چقدر است؟ (سراسری ۸۴)
(۱) $\frac{ab}{R}$
(۲) $\frac{a}{bR}$
(۳) $\frac{a^2}{Rb^2}$
(۴) $\left(\frac{a}{Rb} \right)^{\frac{2}{3}}$
۵. یک مول گاز واندروالس در ظرفی به حجم ثابت $2/46$ لیتر در دمای 300°K جای دارد. یک مول گاز کامل نیز در ظرف دیگری با همان حجم و دمای گفته شده جای دارد. نسبت فشار گاز واندروالس به فشار گاز کامل چقدر است؟ (آزاد ۸۴)
($R = 8 / 314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $a = 6 / 0516 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$, $b = 6 \cdot 0 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$)
(۱) $0/825$ (۲) $0/925$ (۳) $1/025$ (۴) $1/125$

۶. معادله حالت ۱ مول گاز حقیقی به صورت $P(V - B) = RT$ فرض شود و شرایط برای آن طوری است که $\frac{b}{v} = 0.10$. با توجه به آن نسبت فشار گاز حقیقی به فشار گاز ایده‌آل در دما، حجم و مول یکسان کدام است؟ (آزاد ۸۵)
- (۱) $1/11$ (۲) $1/22$ (۳) $0/9$ (۴) $0/95$
۷. ضریب تراکم پذیری (Z) یک گاز حقیقی در دمای T از یک کوچک‌تر است. مقایسه فشار این گاز و فشار یک گاز ایده‌آل در شرایط گفته شده و در حجم و تعداد مول‌های یکسان کدام است؟ (آزاد ۸۶)
- (۱) ایده‌آل $P = P_{\text{حقیقی}}$ (۲) ایده‌آل $P < P_{\text{حقیقی}}$ (۳) ایده‌آل $P > P_{\text{حقیقی}}$ (۴) $(P_{\text{حقیقی}} + Z_{\text{ایده‌آل}}) \times \frac{1}{\gamma} = P_{\text{ایده‌آل}} = P_{\text{حقیقی}}$
۸. معادله حالت گازی به صورت $P = \frac{RT}{V_m} - \frac{B}{V_m^2} + \frac{C}{V_m^3}$ است. کدام گزینه درباره‌ی رفتار بحرانی این گاز صحیح است؟ (سراسری ۸۷)

(۱) تنها در $T = \frac{B^2}{3RC}$ و $V = \frac{3C}{B}$ نقطه بحرانی دارد.

(۲) یکی از نقاط $T = \frac{B}{3RC}$ و $V = \frac{3C}{B}$ است.

(۳) تنها در $T = \frac{B}{3RC}$ و $V = \frac{3C}{B}$ نقطه بحرانی دارد.

(۴) نقطه بحرانی وجود ندارد.

۹. فشار ۱ مول گاز واندروالس در ظرفی به حجم ۱۰ لیتر و دمای 300K بر حسب اتمسفر کدام است؟ (آزاد ۸۷)
- $R = 0.082 \text{ latm/mol} \cdot \text{K}$ $b = 0.0100 \text{ l/mol}$ $a = 10/100 \text{ l}^2 \text{ atm/mol}^2$
- (۱) $2/28$ (۲) $2/46$ (۳) $2/50$ (۴) $2/65$

۱۰. جرم ۱ مول مخلوط گازی شامل آرگون و هلیم برابر $32/8$ گرم است. کسر مولی (x) هلیم در مخلوط کدام است؟ (آزاد ۸۷)

$\text{Ar} = 40/0$, $\text{He} = 4/0$

(۱) $0/3$ (۲) $0/2$ (۳) $0/1$ (۴) $0/15$

۱۱. بر طبق نظریه جنبشی گازها، هنگامی که دما افزایش یابد، گفته می‌شود که منحنی توزیع سرعت گسترده‌تر می‌شود، این جمله بدین معنی است که: (سراسری ۸۸)

(۱) افزایش دما تأثیری بر منحنی توزیع سرعت ندارد.

(۲) کسری از ذره‌ها که سرعتی بیش از سرعت متوسط دارند، افزایش می‌یابد.

(۳) کسری از ذره‌ها که سرعتی برابر و یا کم‌تر از سرعت متوسط دارند افزایش می‌یابد.

(۴) افزایش دما بر منحنی توزیع سرعت اثر می‌گذارد، اما بر کسری از ذره‌ها که سرعتی بیش‌تر از سرعت متوسط دارند تأثیر ندارد.

۱۲. هرگاه تساوی $n^* = \frac{P}{RT + bP}$ برای یک نمونه گاز در شرایط معینی از دما و فشار برقرار باشد، کدام معادله حالت داده شده برای آن برقرار است؟ (n^* تعداد مول‌های گاز در واحد حجم را می‌رساند). (آزاد ۸۸)

(۱) $Z = 1 + bP$ (۲) $Z = 1 + bP^2$ (۳) $Z = 1 + \frac{b}{RT} P$ (۴) $Z = 1 + \frac{b}{RT} P^2$

۱۳. گازی از معادله حالت $V = \frac{RT}{P} + \frac{a}{T}$ پیروی می‌کند (a ثابت است) ضریب فوگاستیه گاز کدام است؟ (سراسری ۹۰)

(۱) $\exp\left(\frac{a}{RT^2}\right)$ (۲) $\exp\left(\frac{aP}{RT^2}\right)$ (۳) $\exp\left(\frac{aP}{RT^3}\right)$ (۴) $\exp\left(\frac{RT^2}{aP}\right)$

۱۴. اگر ۲۹۰/۹۹ ژول گرما به ۱ مول گاز نیتروژن $N_2(g)$ ، با دمای اولیه ۳۰۰k در فشار ثابت داده شود، دمای آن به ۳۱۰k افزایش می‌یابد. در گستره دمایی داده شده، کدام آزادی‌های مولکول N_2 برای گرفتن گرما برانگیخته می‌شوند؟ (آزاد ۹۰)

$$R = 8 / 314 \frac{J}{kmol}, 290/99 + 8 / 314 = 35$$

(۱) انتقالی، چرخشی، ارتعاشی (۲) انتقالی و چرخشی

(۳) انتقالی، چرخشی، ارتعاشی و الکترونی (۴) فقط انتقالی

۱۵. ۱ مول گاز A در ظرفی به حجم V و ۱ مول گاز B در ظرف دیگر به حجم V' جای دارد. دما و فشار در هر ظرف به گونه‌ای است که معادله حالت $V(P + \frac{a}{V^2})RT$ برای گاز A و معادلات $(V' - b) = RT$ برای گاز B با

تقریب خوبی برقرار است. در حالت کلی، کدام گزینه در مورد تغییر انرژی درونی (Δu) این دو گاز در یک انبساط دما ثابت درست است؟ (در گستره انبساط، معادله‌های حالت داده شده برای مورد مربوط به خود صادق است). (آزاد ۹۰)

(۱) $\Delta U_B = 0, \Delta U_A > 0$ (۲) $\Delta U_A = \Delta U_B = 0$

(۳) $\Delta U_B < 0, \Delta U_A > 0$ (۴) $\Delta U_A + \Delta U_B = 0$

۱۶. شیب منحنی ضریب تراکم‌پذیری (Z) بر حسب فشار (P) در دمای ۳۰۰K برای گازی که از معادله ویریا تبعیت می‌کند کدام است؟ (سراسری ۹۱)

(۱) صفر (۲) یک (۳) ضریب دوم ویریا (۴) ضریب سوم ویریا

۱۷. تابع توزیع سرعت‌های مولکولی ماکسول تابع کدام پارامترها است؟ (سراسری ۹۱)

(۱) دما و نوع گاز (۲) دما، چگالی و نوع گاز

(۳) فقط تابع دما بوده و مستقل از نوع گاز است. (۴) تابع دما و چگالی بوده و مستقل از فشار و نوع گاز است.

۱۸. ضریب فوگاستیه گازی با عامل تراکم‌پذیری $Z = 1 + B'P$ کدام است؟ (B' ضریب دوم ویریا) (سراسری ۹۲)

(۱) Pe^{Z-1} (۲) Pe^Z (۳) Ze^P (۴) $(Z-1)e^P$

۱۹. اگر گازی از معادله حالت واندروالس پیروی کند، در حد دماهای بالا، ضریب دوم ویریا چه مقداری خواهد داشت؟ (سراسری ۹۲)

(۱) ثابت a واندروالس (۲) صفر (۳) ثابت b واندروالس (۴) بی‌نهایت

۲۰. اگر V_{rms} (جذر میانگین مجذور سرعت) مربوط به گاز اکسیژن برابر $300ms^{-1}$ باشد احتمال ترین سرعت حرکت مولکول‌های این گاز به کدام یک از اعداد زیر نزدیک است؟ (سراسری ۹۲)

(۱) $24 / \sqrt{5}ms^{-1}$ (۲) $200ms^{-1}$ (۳) $320ms^{-1}$ (۴) $350ms^{-1}$

۲۱. برای این که گازی رفتار ایده‌آل داشته باشد، کدام شرط باید برقرار باشد؟ (سراسری ۹۳)

(d = قطر مولکول گاز، λ = پویش آزاد میانگین)

(۱) $\lambda \gg d$ (۲) $\lambda \geq d$ (۳) $d \geq \lambda$ (۴) $d \gg \lambda$

گازها

۱. گزینه (۳)

مطابق تعریف، اگر بر روی محفظه‌ای حاوی گاز A، روزنه کوچکی ایجاد شود و فضای اطراف محفظه، خلأ باشد، حرکت مولکول‌های روزنه به سمت فضای خلأ، پدیده نفوذ یا دیفیوژن را سبب می‌شود. حرکت مولکول‌ها، در واقع انتقال ذرات از درون محفظ به سمت خلأ است، به عبارتی دیگر جرم انتقال می‌یابد.

۲. گزینه (۲)

معادله فوق، معادله حالت گازهای ایده‌آل است، مطابق تعریف، گاز ایده‌آل، گازی است که الف) حجم اشغال شده توسط خود مولکول‌های گاز (حجم خودی یا مستثنی شده) قابل صرف‌نظر یا صفر باشد. ب) نیروهای بین مولکولی (جاذبه و دافعه) صفر باشند. هر عاملی که گازها را به این دو شرط اساسی نزدیک کند گاز ایده‌آل است. افزایش دما سبب افزایش سرعت ذرات شده و در نتیجه اثرات نیروهای وارد شده از طرف ذرات بر روی یکدیگر را کاهش می‌دهد. کاهش فشار نیز سبب افزایش فاصله ذرات از یکدیگر و در نتیجه کاهش برهم کنش‌ها و نیروهای وارده از طرف ذرات بر روی یکدیگر می‌شود.

نکته: عوامل دیگری همانند کاهش چگالی یا تراکم مولکول‌ها و نیز کاهش غلظت نیز، سبب نزدیک شدن گازها به حالت ایده‌آل می‌شود.

۳. گزینه (۳)

با توجه به رابطه $\rho = \frac{m}{V} = \frac{nM}{V} = \frac{M}{\bar{V}}$ که m جرم مولکول‌های گاز و M جرم مولی است و نیز با توجه به رابطه معادله حالت گازهای ایده‌آل خواهیم داشت:

$$\frac{\rho_x}{\rho_y} = \frac{M_x / \bar{V}_x}{M_y / \bar{V}_y} \Rightarrow \frac{\bar{V}_y}{\bar{V}_x} = \frac{\rho_x M_y}{\rho_y M_x} = \frac{3}{1} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

$$\Rightarrow P\bar{V} = RT \text{ (برای گازهای ایده‌آل)} \Rightarrow \frac{P_x}{P_y} = \frac{RT / \bar{V}_x}{RT / \bar{V}_y} = \frac{\bar{V}_y}{\bar{V}_x} = \frac{3}{2}$$

۴. گزینه (۴)

معادله ویریال به عنوان یکی از معادلات حالت مطرح شده برای گازهای حقیقی به دو صورت نوشته می‌شود:

$$\text{الف) } Z = \frac{P\bar{V}}{RT} = 1 + B'P + C'P^2 + \dots$$

$$\text{ب) } Z = \frac{P\bar{V}}{RT} = 1 + \frac{B}{\bar{V}} + \frac{C}{\bar{V}^2} + \dots$$

B, C ضرایب دوم و سوم ویریال هستند که به دما بستگی دارند. معادله حالت مطرح شده در سؤال، با صرف نظر کردن از ضرایب سوم ویریال به بعد شبیه معادله الف است در نتیجه:

$$Z = \frac{PV}{RT} = 1 + \left(\frac{1}{RT} \left(b - \frac{a}{RT} \right) \right) P \Rightarrow B' = \frac{b}{RT} - \frac{a}{R^2 T^2}$$

طبق تعریف دمایی وجود دارد که در آن ضریب دوم ویریال صفر است ($B = 0$) و در نتیجه $Z = 1$ می‌شود. یعنی گاز ایده‌آل خواهیم داشت، به این دما، دمای بویل گویند پس در دمای بویل:

$$B' = 0 \Rightarrow \frac{b}{RT_b} = \frac{a}{R^2 T_b^2} \Rightarrow RT_b^{\frac{3}{2}} = \frac{a}{b} \Rightarrow T_b^{\frac{3}{2}} = \frac{a}{bR} \Rightarrow T_b = \left(\frac{a}{Rb} \right)^{\frac{2}{3}}$$

دمای بویل

۵. گزینه (۲)

معادله حالت واندروالس برای گازهای حقیقی به صورت زیر است:

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

$$\left(P + \frac{a}{\bar{V}^2} \right) (\bar{V} - b) = RT \quad \text{اگر } \bar{V} = \frac{V}{n} \text{ برابر حجم مولی باشد در این صورت:}$$

$$P_{vdw} = \frac{RT}{\bar{V} - b} - \frac{a}{\bar{V}^2} = \frac{0.082(\text{lit} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{k}) \times 300 \cdot \text{k}}{2 / 46(\text{lit} / \text{mol}) - (60 \times 10^{-3} \text{ lit} / \text{mol})} - \frac{6 / 516(\text{lit}^2 \text{ atm} / \text{mol}^2)}{(2 / 46)^2 (\text{lit})^2 (\text{mol})^{-2}}$$

$$= \frac{24 / 6}{2 / 4} - 1 = 10 / 25 - 1 = 9 / 25 \text{ atm}$$

$$P_{\text{ایده آل}} = \frac{RT}{\bar{V}} = \frac{0.082 \times 300}{2 / 46} = 10 \text{ atm} \Rightarrow \frac{P_{vdw}}{P_{\text{ایده آل}}} = \frac{9 / 25}{10} = 0.925$$

نکته ۱) $\frac{an^2}{V^2}$ دارای واحد فشار و nb دارای واحد حجم است.

نکته ۲) a و b ثابت‌های واندروالس بوده و به نوع گاز بستگی دارند.

نکته ۳) در معادله $P_{vdw} = \frac{RT}{\bar{V} - b} - \frac{a}{\bar{V}^2}$ ، جمله اول مربوط به دافعه بین مولکول‌ها و از مرتبه RT و جمله دوم مربوط به جاذبه گازهاست.

گزینه (۱) ۶

برای یک مول گاز حقیقی:

$$P_{\text{حقیقی}}(V - b) = RT \xrightarrow{b=0/V} P_{\text{حقیقی}}(V - 0/V) = RT \Rightarrow P_{\text{حقیقی}} = \frac{RT}{0/V}$$

برای یک مول گاز ایده‌آل:

$$P_{\text{ایده‌آل}} V = RT \Rightarrow P_{\text{ایده‌آل}} = \frac{RT}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{حقیقی}}}{P_{\text{ایده‌آل}}} = \frac{RT/0/V}{RT/V} = \frac{1}{0/V} = 1/111$$

گزینه (۲) ۷

عاملی که انحراف از گاز ایده‌آل را نشان می‌دهد ضریب تراکم‌پذیری (Z) است که به صورت $Z = \frac{PV}{nRT}$ تعریف می‌شود. مقدار Z برای گاز ایده‌آل برابر ۱ است. با توجه به صورت مسئله که Z را برای یک گاز حقیقی کوچک‌تر از ۱ بیان کرده است:

$$Z < 1 \Rightarrow \frac{P_{\text{حقیقی}} V_{\text{حقیقی}}}{n_{\text{حقیقی}} RT} < 1 \xrightarrow{Z_{\text{ایده‌آل}} = \frac{PV}{nRT} = 1} \text{با توجه به}$$

$$\frac{P_{\text{حقیقی}} V_{\text{حقیقی}}}{n_{\text{حقیقی}} RT} < 1 \xrightarrow{\text{در شرایط حجم، دما و تعداد مول‌های یکسان}} \frac{P_{\text{ایده‌آل}} V_{\text{ایده‌آل}}}{n_{\text{ایده‌آل}} RT} > P_{\text{حقیقی}} < P_{\text{ایده‌آل}}$$

نکته (۱) به دو عامل فشار و دما بستگی دارد.

نکته (۲) در فشار صفر، Z برای تمام گازها برابر ۱ بوده یعنی تمام گازها به صورت گاز ایده‌آل رفتار می‌کنند.

نکته (۳) در دماهای پایین، نیروی جاذبه بین مولکول‌ها بیش‌تر از دماهای بالاست و در نتیجه میزان انحراف از حالت ایده‌آل در دماهای پایین بسیار بیش‌تر از دماهای بالاست.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نکته (۴)} \rightarrow Z > 1 \rightarrow P_{\text{ایده‌آل}} > P_{\text{حقیقی}} \rightarrow \text{نیروی جاذبه} > \text{نیروی دافعه} \rightarrow \text{در فشار یا چگالی‌های بالا (۱)} \\ \text{متراکم کردن گاز حقیقی سخت‌تر از گاز کامل است} \\ \rightarrow Z < 1 \rightarrow P_{\text{ایده‌آل}} < P_{\text{حقیقی}} \rightarrow \text{نیروی دافعه} > \text{نیروی جاذبه} \rightarrow \text{در فشار یا چگالی‌های پایین (۲)} \end{array} \right.$$

متراکم کردن گاز حقیقی راحت‌تر از گاز کامل است.

گزینه (۱) ۸

نقطه بحرانی، نقطه‌ای است که در آن مشتق اول و دوم فشار نسبت به حجم، صفر است. به فشار، دما و حجم در نقطه بحرانی، فشار بحرانی (P_c)، دمای بحرانی (T_c) و حجم بحرانی (V_c) می‌گویند.

$$\text{در نقطه بحرانی: } \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2} \right)_T = 0 \Rightarrow P = \frac{RT}{V_m} - \frac{B}{V_m^2} + \frac{C}{V_m^3} \Rightarrow$$

$$\text{الف) } \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T = -\frac{RT}{V_m^2} + \frac{2B}{V_m^3} - \frac{3C}{V_m^4} = 0 \xrightarrow{\text{طرفین ضرب در } V_m^4} (-RT)V_m^2 + (2B)V_m - (3C) = 0$$

$$\text{ب) } \left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)_T = \frac{2RT}{V_m^3} - \frac{6B}{V_m^4} + \frac{12C}{V_m^5} = 0 \xrightarrow{\text{طرفین ضرب در } V_m^5} (2RT)V_m^2 - (6B)V_m + (12C) = 0$$

طرفین معادله الف را در ۲ ضرب کرده و سپس دو معادله نهایی به دست آمده را با هم جمع می‌کنیم \Leftrightarrow

$$+ \begin{cases} (-2RT)V_m^2 + (6B)V_m - (6C) = 0 & (1) \\ (2RT)V_m^2 - (6B)V_m + (12C) = 0 & (2) \end{cases}$$

$$(-2B)V_m + 6C = 0 \Rightarrow V_m = \frac{3C}{B} \quad (\text{حجم بحرانی})$$

با جایگذاری حجم بحرانی در یکی از معادلات ۱ و یا ۲ دمای بحرانی به دست خواهد آمد.

$$(2) \text{ معادله } \Rightarrow (2RT)\left(\frac{3C}{B}\right)^2 - (6A)\left(\frac{3C}{B}\right) + 12C = \frac{18RTC^2}{B^2} - \frac{18BC}{B} + 12C = 0$$

$$\Rightarrow \frac{18RTC^2}{B^2} = 6C \Rightarrow 18RTC^2 = 6B^2C \Rightarrow T = \frac{6B^2C}{18RC^2} = \frac{B^2}{3RC} \quad (\text{دمای بحرانی})$$

نکته ۱: برای هر گاز، در بالاتر از دمای بحرانی، هر چقدر هم، فشار را افزایش دهیم گاز به مایع تبدیل نمی‌شود.

نکته ۲: برای هر گاز تنها یک نقطه بحرانی وجود دارد.

نکته ۳: متغیرهای بحرانی برای معادله واندروالس به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\bar{V}_C = 3B \quad \bar{T}_C = \frac{\lambda a}{\gamma \gamma R_b} \quad P_C = \frac{a}{\gamma \gamma b^2} \quad Z_C = \frac{P_C \bar{V}_C}{RT_C} = \frac{3}{8}$$

۹. پاسخ گزینه (۱)

$$\left(P + \frac{a}{\bar{V}^2}\right)(\bar{V} - b) = RT \Rightarrow P = \frac{RT}{\bar{V} - b} - \frac{a}{\bar{V}^2} = \frac{0.082 \times 300}{10 - 0.1} - \frac{10}{100} = 2.3 \text{ atm}$$

۱۰. گزینه (۲)

جرم ۱ مول از مخلوط آرگون و هلیوم برابر $32/8 \text{ gr}$ است یعنی $32/8 \text{ gr}$ ، از طرف دیگر

می‌دانیم که بنا به تعریف کسر مولی: $x_A = \frac{m_A}{M_A}$ و این که در یک گاز ایده‌آل یا حقیقی مجموع کسر مولی اجزاء

مخلوط برابر ۱ است:

$$x_{Ar} + x_{He} = 1 \Rightarrow x_{Ar} = (1 - x_{He})$$

$$\Rightarrow m_{Ar} + m_{He} = x_{Ar} M_{Ar} + x_{He} M_{He} = 32/8$$

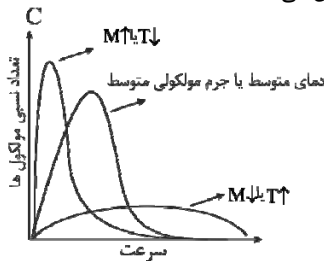
$$\Rightarrow (1 - x_{He}) M_{Ar} + x_{He} M_{He} = M_{Ar} - x_{He} M_{Ar} + x_{He} M_{He} = 32/8$$

$$\Rightarrow M_{Ar} - x_{He} (M_{Ar} - M_{He}) = 32/8 \Rightarrow 40 - x_{He} (40 - 4) = 32/8$$

$$\Rightarrow x_{He} = \frac{7/2}{36} = 0.2$$

۱۱. گزینه (۲)

شکل روبرو، نمودار توزیع سرعت‌های مولکولی با دما و جرم مولکولی را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود که با افزایش دما، طیف سرعت‌ها پهن می‌شود و از آن جایی که کسری از مولکول‌ها که با سرعتی بیش‌تر از سرعت متوسط حرکت می‌کنند متناسب با عرض منحنی توزیع سرعت‌هاست پس با افزایش دما کسری از این ذره‌ها که دارای سرعتی بیش‌تر از سرعت متوسط هستند افزایش می‌یابد.



۱۲. گزینه (۳)

$$P = n^*RT + n^*bP \xrightarrow{\text{طرفین تقسیم بر } n^*RT} \frac{P}{n^*RT} = 1 + \frac{bP}{RT}$$

$$\frac{n^* = \frac{n}{V}}{\frac{n}{V} \times RT} \rightarrow \frac{P}{\frac{n}{V} \times RT} = 1 + \frac{bP}{RT} \Rightarrow \frac{PV}{nRT} = Z \Rightarrow Z = 1 + \frac{b}{RT}P$$

۱۳. گزینه (۲)

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

\downarrow \downarrow
 ضریب فوگاسیته فوگاسیته

$$\Rightarrow V = \frac{RT}{P} + a \frac{P}{RT} \xrightarrow{\text{ضرب طرفین در } \frac{P}{RT}} \frac{PV}{RT} = \frac{P}{RT} \left(\frac{RT}{P} + \frac{a}{T} \right) \Rightarrow Z = 1 + \frac{aP}{RT^2}$$

$$\xrightarrow{\text{با جایگذاری در معادله } \gamma} \gamma = \exp\left(\int_0^P \frac{a}{RT^2} dp\right) = \exp\left(\frac{aP}{RT^2}\right)$$

۱۴. گزینه (۲)

فاصله بین ترازهای چرخشی یک مولکول دو اتمی عموماً کم‌تر یا از مرتبه بزرگی KT در دمای اطاق هستند، بنابراین در دمای اطاق ترازهای چرخشی بسیاری اشغال شده‌اند، این موضوع به نوعی برای ترازهای انتقالی نیز صادق است و در دمای اطاق مولکول‌ها غالباً در ترازهای برانگیخته انتقالی خود می‌باشند. در صورتی که در مورد ترازهای ارتعاشی، فاصله بین این ترازها به اندازه‌ای زیاد است که در دماهای معمولی اطاق، بیش‌تر ذرات در حالت پایه هستند.

۱۵. گزینه (۳)

اگر معادلات حالت گازهای A و B را باز آرای کنیم:

$$A \text{ گاز: } PV + \frac{a}{V} = RT \Rightarrow \left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - \circ) = RT$$

اگر ضریب دوم و اندروالس (b) را برابر صفر در نظر بگیریم، این معادله کاملاً شبیه معادله واندروالس است. در معادله واندروالس $(P = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{an^2}{V^2})$ ، جمله اول مربوط به دافعه مولکول‌ها و از مرتبه RT و جمله دوم $(-\frac{an^2}{V^2})$ مربوط به جاذبه است و چون در معادله حالت گاز A تنها جمله $\frac{a}{V^2}$ وجود دارد پس نیروی جاذبه غالب بوده و اگر در گاز حقیقی، نیروی جاذبه غالب باشد با افزایش حجم در اثر انبساط، انرژی داخلی افزایش خواهد یافت یعنی $\Delta U_A > 0$.

$$B \text{ گاز: } P(\bar{V}-b) = RT \Rightarrow PV' - Pb = RT \Rightarrow \frac{PV'}{RT} = 1 + \frac{Pb}{RT} \Rightarrow Z = 1 + \frac{Pb}{RT}$$

از آن جایی که مقادیر مربوط به P, T, R, b, همگی مثبت هستند پس $Z > 1$ بوده و با توجه به پاسخ سؤال ۷، در این حالت، نیروی دافعه غالب بوده و برای گاز حقیقی که در آن، نیروی دافعه غالب باشد، در اثر افزایش حجم، انرژی داخلی کاهش خواهد یافت. یعنی $\Delta U_B < 0$ و در نتیجه پاسخ صحیح گزینه ۳ است.

پاسخ کنکور: با نگاهی ساده به دو معادله حالت می‌توان دریافت که این دو گاز، گازهای ایده‌آل نمی‌باشند و تنها برای گازهای ایده‌آل تغییرات انرژی در اثر انبساط در دمای ثابت صفر است. گزینه‌های ۱ و ۲ و ۴ نشانگر ایده‌آل بودن یک و یا هر دو گازهاست پس گزینه صحیح، گزینه سوم است.

۱۶. گزینه (۳)

در فشارهای پایین جمله دوم و جملات بعدی حذف شده در نتیجه شیب Z بر حسب P برابر B' (ضریب دوم ویریا) خواهد بود.

$$Z = \frac{PV_m}{RT} = 1 + B'P + C'P^2 \Rightarrow \frac{dZ}{dP} = B' + 2C'P$$

۱۷. گزینه (۱)

تابع توزیع سرعت‌های مولکولی ماکسول به صورت $\frac{dN}{N} = G(v) dv = \left(\frac{m}{\sqrt{\pi}kT}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \times \sqrt{\pi} v^2 dv$ شده و همان‌گونه که مشخص است وابسته به دما و نوع گاز می‌باشد. به عبارت دیگر نمودار $G(v)$ بر حسب v برای گازهای مختلف، متفاوت است.

۱۸. گزینه (هیچ‌کدام)

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

مشخص است که ضریب فوگاسیته e^{Z-1} در هیچ‌یک از گزینه‌ها نیست. احتمالاً منظور طراح مسئله، فوگاسیته گاز یعنی $f = \gamma P$ است که در این صورت $f = Pe^{Z-1}$ است و گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

۱۹. گزینه (۳)

$$\text{معادله حالت واندروالس} \Rightarrow \left(P + \frac{a}{\bar{V}^2}\right)(\bar{V}-b) = RT \Rightarrow P = \frac{RT}{\bar{V}-b} - \frac{a}{\bar{V}^2} \Rightarrow PV/RT = Z = \frac{\bar{V}}{\bar{V}-b} - \frac{a}{\bar{V}RT}$$

$$\Rightarrow Z = \frac{1}{1-\frac{b}{\bar{V}}} - \frac{a}{\bar{V}RT} \Rightarrow \left(\frac{1}{1-x} = 1+x+x^2+\dots \Rightarrow \frac{1}{1-\frac{b}{\bar{V}}} = 1 + \frac{b}{\bar{V}} + \left(\frac{b}{\bar{V}}\right)^2 + \dots\right)$$

اگر x کوچک باشد

مقدار ناچیز

$$\Rightarrow Z = \left(1 + \frac{b}{\bar{V}} + \frac{b^2}{\bar{V}^2}\right) - \frac{a}{\bar{V}RT} \Rightarrow Z = 1 + \frac{b - \frac{a}{RT}}{\bar{V}} + \frac{b^2}{\bar{V}^2}$$

اگر معادله‌ی فوق را که در واقع شکل ویريالی معادله واندروالس است با معادله ویريالی $Z = 1 + \frac{B}{\bar{V}} + \frac{C}{\bar{V}^2}$ مقایسه

کنیم:

$$B = b - \frac{a}{RT} \xrightarrow{\text{در حد دماهای بالا}} B = b - \frac{a}{\infty} \Rightarrow B = b$$

۲۰. گزینه (۱)

$$V_{\text{rms}} = \sqrt{\bar{V}^2} = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = 300 \text{ ms}^{-1} \Rightarrow \frac{3KT}{m} = 90000$$

$$\text{سرعت محتمل ترین} = V_{\text{mp}} = \sqrt{\frac{2KT}{m}} \Rightarrow \frac{2KT}{m} = \frac{3KT}{m} \times \frac{2}{3} = 90000 \times \frac{2}{3} = 60000$$

$$\Rightarrow V_{\text{mp}} = \sqrt{60000} = 245 \text{ ms}^{-1}$$

پاسخ کنکوری: می‌دانیم که همواره V_{rms} بزرگ‌تر از V_{mp} است پس عملاً دو گزینه ۳ و ۴ حذف می‌شوند، از طرف

دیگر همواره $V_{\text{rms}} < \bar{V} < V_{\text{mp}}$ و نسبت بزرگی آن‌ها به صورت زیر است:

$$\sqrt{2} < \sqrt{\frac{2}{\pi}} < \sqrt{3} \Rightarrow \sqrt{2} < \sqrt{2.5} < \sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \frac{V_{\text{rms}}}{V_{\text{mp}}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 1/225 \Rightarrow 1/225 = \frac{30}{V_{\text{mp}}} \Rightarrow V_{\text{mp}} = \frac{30}{1/225} = 24/49 = 245 \text{ ms}^{-1}$$

۲۱. گزینه (۱)