فهرست

فصل صفر

فصل صفر ۲

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

بخش اول: فیزیک، دانش بنیادی ۱۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۱۳
بخش دوم: تبدیل یکاها - نمادگذاری علمی - سازگاری یکاها ۱۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۲۱
بخش سوم: اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری ۲۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۲۸
بخش چهارم: چگالی ۳۱
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۳۸
آزمون ۴۵
پاسخ آزمون ۴۷

فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

بخش اول: بررسی حالت‌های ماده و نیروهای بین‌مولکولی ۵۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۵۴
بخش دوم: فشار جامدها ۵۹
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۶۰
بخش سوم: فشار در شاره‌ها و مفاهیم اولیه ۶۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۷۰
بخش چهارم: خط تراز - لوله‌های U شکل ۸۱
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۸۵
بخش پنجم: فشار هوا - فشارسنج‌ها ۹۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش پنجم ۹۶
بخش ششم: فشارسنج شاره‌ها (مانومتر) ۱۰۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش ششم ۱۰۶
بخش هفتم: شناوری ۱۱۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش هفتم ۱۱۴
بخش هشتم: شاره در حرکت و اصل برنولی ۱۱۹
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش هشتم ۱۲۳
آزمون ۱۲۹
پاسخ آزمون ۱۳۲

فصل سوم: کار، انرژی و توان

بخش اول: انرژی جنبشی ۱۳۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۱۳۹
بخش دوم: کار نیروی ثابت ۱۴۳
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۱۴۹
بخش سوم: کار و انرژی جنبشی ۱۵۵
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۱۵۸
بخش چهارم: کار و انرژی پتانسیل - پایستگی انرژی مکانیکی ۱۶۵
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۱۷۱
بخش پنجم: کار و انرژی درونی ۱۸۱
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش پنجم ۱۸۵
بخش ششم: توان و بازده ۱۹۳
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش ششم ۱۹۶
آزمون ۲۰۰
پاسخ آزمون ۲۰۲

فصل چهارم: دما و گرما

بخش اول: دما و دماسنجی ۲۰۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۲۰۹
بخش دوم: انبساط گرمایی ۲۱۳
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۲۲۱
بخش سوم: گرما - تعادل گرمایی ۲۳۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۲۳۸
بخش چهارم: تغییر حالت‌های ماده ۲۴۷
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۲۵۵
بخش پنجم: روش‌های انتقال گرما ۲۶۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش پنجم ۲۶۷
بخش ششم: قانون گازهای آرمانی ۲۷۱
آزمون ۲۸۸
پاسخ آزمون ۲۹۱

فصل پنجم: ترمودینامیک

بخش اول: مفاهیم اولیه، معادلهٔ حالت و انرژی درونی ۲۹۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۲۹۹
بخش دوم: فرایندهای هم حجم و هم فشار گاز آرمانی ۳۰۳
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۳۰۷
بخش سوم: فرایندهای هم‌دما و بی‌دررو ۳۱۴
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۳۱۸
بخش چهارم: فرایندهای غیرخاص و ترکیب فرایند ۳۲۴
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۳۲۷
بخش پنجم: چرخهٔ ترمودینامیکی ۳۳۳
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش پنجم ۳۳۵
بخش ششم: ماشین گرمایی و یخچال ۳۴۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش ششم ۳۴۵
آزمون ۳۵۰
پاسخ آزمون ۳۵۲

آزمون جامع

آزمون جامع ۱ ..... ۳۵۵
آزمون جامع ۲ ..... ۳۵۸
پاسخ آزمون جامع ۱ ..... ۳۶۱
پاسخ آزمون جامع ۲ ..... ۳۶۴

فصل ششم: پاسخ‌های تشریحی

پاسخ‌های تشریحی فصل اول ۳۶۸
پاسخ‌های تشریحی فصل دوم ۳۹۳
پاسخ‌های تشریحی فصل سوم ۴۴۴
پاسخ‌های تشریحی فصل چهارم ۴۹۷
پاسخ‌های تشریحی فصل پنجم ۵۵۶

بخش ششم: قانون گازهای آرمانی

۱ اگر گازی به اندازهٔ کافی رقیق باشد، یعنی برخورد و برهم‌کنش بین مولکول‌ها یا اتم‌های گاز ناچیز باشد، در این صورت به این گاز، گاز آرمانی (کامل) گفته می‌شود.

۲ برای بررسی رفتار گاز در هر حالت باید، فشار (P)، حجم (V) و دمای گاز (T) را بررسی کرد.

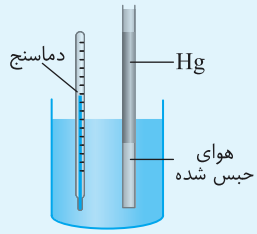
۳ برای آنکه به قانون گازهای آرمانی برسیم، ابتدا آن را در حالت‌های ساده‌ای بررسی می‌کنیم. در هر حالت یکی از کمیت‌های فشار، حجم یا دما ثابت‌اند. سپس به شکل کامل‌تری می‌رسیم که هر سه کمیت می‌توانند تغییر کنند.

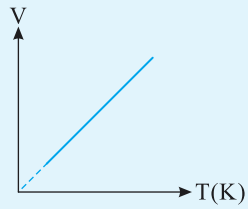
۱ بررسی گاز در فشار ثابت (قانون شارل)

اگر فشار مقدار معینی (جرم ثابت) از یک گاز ثابت بماند، حجم گاز متناسب با افزایش دما (بر حسب کلوین) افزایش یافته و متناسب با کاهش دما نیز کاهش می‌یابد:

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2} \quad \text{یا} \quad \frac{V}{T}=\text{ثابت}$$

V حجم گاز بوده و باید حجم در دو طرف معادله دارای واحد یکسان باشد و T دمای گاز بر حسب کلوین است.



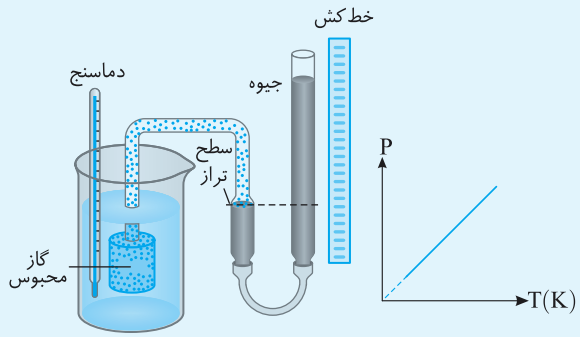


راستی در نمودار V–T چون در دماهای خیلی پایین، گاز به مایع یا جامد تبدیل میشه، این قسمت نمودار به صورت خط‌چین رسم شده.

۲ بررسی گاز در حجم ثابت (قانون گی‌لوساک)

اگر حجم مقدار معینی (جرم ثابت باشد) از گازی را ثابت نگه داریم، فشار آن متناسب با افزایش دما (بر حسب کلوین) افزایش یافته و متناسب با کاهش دما نیز کاهش می‌یابد:

$$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2} \quad \text{یا} \quad \frac{P}{T}=\text{ثابت}$$

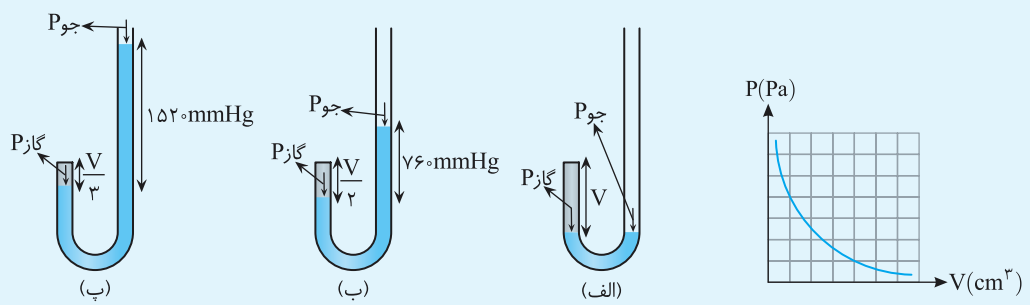


راستی در این رابطه باید یکای فشار (P) در دو طرف معادله یکسان باشه و دمای گاز (T) برحسب کلوین نوشته بشه.

۳ بررسی گاز در دمای ثابت (قانون بویل - ماریوت)

اگر دمای مقدار معینی از یک گاز را ثابت نگه داریم، فشار آن با حجم گاز نسبت وارون دارد (یعنی مثلاً اگر حجم گاز ۳ برابر شود، فشار آن به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه می‌رسد):

$$P_1V_1=P_2V_2 \quad \text{یا} \quad PV=\text{ثابت}$$



راستی در این رابطه باید یکای فشار و حجم در دو طرف معادله یکی باشه.

تست ۲۰۴

دمای $۷۰cm^۳$ گاز آرمانی را در فشار ثابت از $۷۷^\circ C$ به $۲۷^\circ C$ می‌رسانیم. در این صورت حجم گاز به چند سانتی‌متر مکعب می‌رسد؟

۱) ۴۵ ۲) ۹۰ ۳) ۶۰ ۴) ۵۰

پاسخ دماهای اولیه و ثانویه را برحسب کلوین می‌نویسیم:

$$T_۱=۷۷+۲۷۳=۳۵۰\,K \quad , \quad T_۲=۲۷+۲۷۳=۳۰۰$$

فشار ثابت است و بنا به قانون شارل خواهیم داشت:

$$\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۷۰}{۳۵۰}=\frac{V_۲}{۳۰۰}\Rightarrow V_۲=۶۰\,cm^۳$$

گزینهٔ ۳

تست ۲۰۵

اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز آرمانی را از ۴۵/۵ درجهٔ سلسیوس به ۹۱ درجهٔ سلسیوس برسانیم، فشار گاز چند برابر می‌شود؟ تجربی - ۹۱

۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) $\frac{۸}{۷}$

پاسخ اگر کمی دقت کنیم می‌بینیم که $۲\times۴۵/۵=۹۱$ و $۳\times۹۱=۲۷۳$ است، بنابراین دماها را بر حسب ضریبی از ۹۱ می‌نویسیم تا محاسبات ساده‌تر شوند:

$$T_۱=۲۷۳+۴۵/۵\Rightarrow T_۱=۳\times۹۱+\frac{۹۱}{۲}=\frac{۷}{۲}\times۹۱ \quad , \quad T_۲=۲۷۳+۹۱\Rightarrow T_۲=۳\times۹۱+۹۱=۴\times۹۱$$

حجم ثابت است و بنا به قانون گی‌لوساک خواهیم داشت:

$$\frac{P_۱}{T_۱}=\frac{P_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{P_۱}{\frac{۷}{۲}\times۹۱}=\frac{P_۲}{۴\times۹۱}\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{۸}{۷}$$

گزینهٔ ۴

تست ۲۰۶

فشار گازی معادل فشار ۵۰ سانتی‌متر جیوه است. فشار آن را در دمای ثابت به ۶۰ سانتی‌متر جیوه می‌رسانیم، حجم گاز ۲/۵ لیتر کاهش می‌یابد. حجم اولیهٔ گاز چند لیتر بوده است؟

۱) ۴ ۲) ۲۵ ۳) ۱۵ ۴) ۴۰

پاسخ

$$P_۱=۵۰\,cmHg \quad , \quad V_۲=V_۱-۲/۵ \quad , \quad P_۲=۶۰\,cmHg$$

نیازی به تبدیل یکاهای حجم و فشار نیست، فقط باید یکاها در دو طرف معادله یکسان باشند:

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow ۵۰\times V_۱=۶۰\times(V_۱-۲/۵)\Rightarrow V_۱=۱۵L$$

گزینهٔ ۳

نکته ۱ در واقع در حالت کلی می‌توان برای **گازهای آرمانی** که طی یک فرایند **مقدار آن‌ها ثابت** می‌ماند، نوشت: $\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}$

۲ در این رابطه باید دما حتماً برحسب کلوین بوده اما برای P (فشار گاز) و V (حجم گاز)، کافی است واحدها در دو طرف معادله یکسان باشد.

۳ در این رابطه P فشار کل یا فشار مطلق بوده و فشار پیمانه‌ای نیست و در محاسبات باید فشار هوا در نظر گرفته شود.

تست ۲۰۷

مقداری هوا را که دمای آن $۷^\circ C$ و فشارش یک اتمسفر است، آن‌قدر متراکم می‌کنیم تا حجم آن به $\frac{۱}{۶}$ حجم اولیه برسد. اگر طی این عمل، درجهٔ حرارت (دمای) هوا به $۷۷^\circ C$ افزایش پیدا کند، فشار هوای متراکم چند اتمسفر است؟

۱) ۷/۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۶۶

پاسخ مقدار $P_۲$ مجهول است. حجم گاز $\frac{۱}{۶}$ حجم اولیه شده است $V_۲=\frac{۱}{۶}V_۱$، از طرفی دماها باید برحسب کلوین باشد:

$$T_۱=۷+۲۷۳=۲۸۰K \quad , \quad T_۲=۷۷+۲۷۳=۳۵۰K$$

مقادیر فوق را در قانون گازها قرار می‌دهیم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۱\times V_۱}{۲۸۰}=\frac{P_۲\times\frac{۱}{۶}V_۱}{۳۵۰}\Rightarrow P_۲=۶\times\frac{۳۵}{۲۸}=\frac{۶\times۵\times۷}{۴\times۷}=۷/۵atm$$

گزینهٔ ۱

نکته اگر در سؤالی گفته شود مثلاً فشار n برابر شده، یعنی $P_۲ = nP_۱$ است و اگر گفته شود فشار $\frac{۱}{n}$ فشار اولیه افزایش یا کاهش یافته است یعنی:

$$P_۲ = P_۱ \pm \frac{P_۱}{n} \quad \begin{matrix} \text{افزایش} \uparrow \\ \downarrow \text{کاهش} \end{matrix}$$

تست ۲۰۸

دمای مقداری گاز آرمانی را از $۲۷^\circ C$ به $۵۷^\circ C$ می‌رسانیم و فشار آن را از ۵۰ سانتی‌متر جیوه به ۴۰ سانتی‌متر جیوه کاهش می‌دهیم. حجم گاز ۳ لیتر افزایش می‌یابد. حجم اولیهٔ گاز چند لیتر بوده است؟

۱) ۶/۳ ۲) ۹ ۳) ۱۰ ۴) ۸

پاسخ یکای دما را به کلوین می‌بریم اما یکای فشار همان cmHg باقی می‌ماند و قانون گازهای آرمانی را می‌نویسیم تا حجم اولیه را به‌دست آوریم.

$$T_۱ = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰K \quad , \quad T_۲ = ۵۷ + ۲۷۳ = ۳۳۰K$$

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow[n_۱ = n_۲]{V_۲ = V_۱ + ۳} \frac{۵۰ \times V_۱}{۳۰۰} = \frac{۴۰(V_۱ + ۳)}{۳۳۰} \Rightarrow \frac{۵}{۳} V_۱ = \frac{۴۰(V_۱ + ۳)}{۳۳} \Rightarrow ۵۵V_۱ = ۴۰V_۱ + ۱۲۰ \Rightarrow V_۱ = ۸L$$

گزینهٔ ۴

نکته در بعضی از تست‌های این بخش تغییرات فشار، حجم یا دما به صورت درصدی بیان می‌شود. به طور مثال اگر گفته شود:

۱ دمای گازی ۲۰ درصد مقدار اولیه آن می‌شود یعنی: $T_۲ = \frac{۲۰}{۱۰۰} T_۱$ ۲ حجم گازی ۲۰ درصد افزایش می‌یابد یعنی: $V_۲ = V_۱ + \frac{۲۰}{۱۰۰} V_۱$

۳ فشار گازی ۲۰ درصد کاهش می‌یابد یعنی: $P_۲ = P_۱ - \frac{۲۰}{۱۰۰} P_۱$

تست ۲۰۹

اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ درصد افزایش داده و حجم آن را ۳۶ درصد کم کنیم، دمای مطلق آن ..... درصد ..... می‌یابد. خارج ریاضی - ۸۷

۱) ۲۰، کاهش ۲) ۲۰، افزایش ۳) ۲۵، کاهش ۴) ۲۵، افزایش

پاسخ فشار گاز ۲۵ درصد افزایش یافته یعنی اگر فشار اولیه $P_۱$ باشد:

$$P_۲ = P_۱ + \frac{۲۵}{۱۰۰} P_۱ = ۱/۲۵P_۱$$

حجم گاز ۳۶ درصد کاهش یافته یعنی اگر حجم اولیه $V_۱$ باشد:

$$V_۲ = V_۱ - \frac{۳۶}{۱۰۰} V_۱ = ۰/۶۴V_۱$$

حال با توجه به قانون گازهای آرمانی می‌توان نوشت:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{۱/۲۵P_۱ \times ۰/۶۴V_۱}{T_۲} \Rightarrow T_۲ = ۰/۸T_۱$$

بنابراین تغییر دما برابر است با:

$$\Delta T = T_۲ - T_۱ \Rightarrow \Delta T = -۰/۲\, T_۱ = -۲۰٪ T_۱$$

(علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش دما است.)

گزینهٔ ۱

حالا برو تست‌های ۱۱۶۶ تا ۱۱۹۶ رو بزن.

قانون آووگادرو

مطابق این قانون در دما و فشار یکسان، نسبت حجم گاز (V) به تعداد مولکول‌ها (N) مقدار ثابتی است:

$$\frac{V}{N} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_۱}{N_۱} = \frac{V_۲}{N_۲}$$

اگر تعداد مولکول‌های گاز را به عدد آووگادرو (N_A) تقسیم کنیم، تعداد مول‌های گاز به‌دست می‌آید:

$$\frac{N}{N_A} = n \Rightarrow N = nN_A$$

حالا $N = nN_A$ را در قانون آووگادرو می‌گذاریم:

$$\frac{V}{N} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V}{nN_A} = \text{ثابت}$$

چون N_A هم مقدار ثابتی است، می‌توانیم بنویسیم:

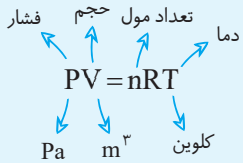
$$\frac{V}{n} = \text{ثابت} \xrightarrow[\text{فشار یکسان}]{\text{در واقع در دما و}} \frac{V_۱}{n_۱} = \frac{V_۲}{n_۲}$$

قانون گازهای آرمانی (معادلهٔ حالت)

اگر گاز به اندازهٔ کافی رقیق باشد یا چگالی آن آن قدر کم باشد که مولکول‌ها بر هم تأثیر چندانی نگذارند، می‌توان همهٔ قوانین گازها یعنی قانون شارل، گی‌لوساک، بویل - ماریوت و قانون آووگادرو را در یک معادله به صورت روبه‌رو نشان داد:

$$\frac{PV}{nT} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{nT_۱} = \frac{P_۲V_۲}{nT_۲}$$

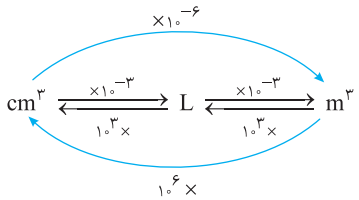
مقدار ثابت را با R نشان می‌دهیم و به آن ثابت جهانی گازها گفته می‌شود وبرابر با $R = ۸/۳۱۴۵\ J/mol.K$ است. در نهایت می‌توان قانون گازها را به صورت مقابل نوشت:



نکته در استفاده مستقیم از قانون گازهای آرمانی باید یکای تمام کمیت‌ها در SI باشد.

یادآوری

برخی از تبدیل یکاهای متداول حجم و فشار به صورت زیر است: $1\,atm \simeq 1\,bar = 10^5\,Pa$



نکته برای به‌دست آوردن تعداد مول می‌توان از تعداد مولکول‌ها (N) یا جرم مولی کمک گرفت:

$n = \frac{m}{M}$ (m: جرم گاز، M: جرم مولی گاز) یا $n = \frac{N}{N_A}$ (N: تعداد ذرات سازنده گاز، N_A: عدد آووگادرو)

تست ۲۱۰

مخزنی به حجم $5L$ حاوی گاز اکسیژن در فشار $10^5\,Pa$ و دمای $27^\circ C$ است. جرم گاز موجود در مخزن چند گرم است؟ ریاضی - ۹۰

$(R = 8\,J/mol.K\,,\, M_{O_2} = 32\,g/mol)$

۱) $\frac{10}{3}$ ۲) $\frac{5}{3}$ ۳) $\frac{20}{3}$ ۴) $\frac{5}{24}$

پاسخ اگر از فرمول $PV = nRT$ استفاده کنیم، باید همهٔ یکاها را در SI بنویسیم:

$V = 5L = 5\times10^{-3}\,m^3\quad,\quad P = 10^5\,Pa\quad,\quad T = 27+273 = 300\,K$

$$PV = nRT \Rightarrow 10^5\times5\times10^{-3} = n\times8\times300 \Rightarrow n = \frac{5}{24} \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} \frac{5}{24} = \frac{m}{32} \Rightarrow m = \frac{20}{3}\,g$$

گزینهٔ ۳

تست ۲۱۱

اگر حجم یک مول گاز در فشار یک جو و دمای صفر درجهٔ سلسیوس ۲۲/۴ لیتر باشد، حجم ۶ گرم هیدروژن در فشار ۲ جو و دمای ۱۸۲ درجهٔ سلسیوس چند لیتر است؟ $(M_{H_2} = 2\,g/mol)$ تجربی - ۸۶

۱) ۲۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۶ ۴) ۸۴

پاسخ می‌توانیم قانون گازهای آرمانی را در دو شرایط متفاوت بنویسیم و سپس دو رابطه را بر هم تقسیم کنیم تا حل سؤال ساده‌تر انجام گیرد:

$$P_1V_1 = n_1RT_1\ ,\ P_2V_2 = n_2RT_2 \Rightarrow \frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n_1T_1}{n_2T_2}$$

چون رابطه‌ها را بر هم تقسیم می‌کنیم، نیازی به تبدیل یکاها در SI نیست:

$$\frac{1\times22/4}{2\times V_2} = \frac{\overbrace{1\times273}^{3\times91}}{n_2\times\underbrace{(273+182)}_{5\times91}} \xrightarrow[n_1=1\,mol]{n_2=\frac{m}{M}=\frac{6}{2}=3\,mol} \frac{22/4}{2V_2} = \frac{3}{3\times5} \Rightarrow V_2 = 56L$$

گزینهٔ ۳

تست ۲۱۲

مخزنی شامل ۲ گرم گاز هلیم و ۱۶ گرم گاز اکسیژن است. دمای مخلوط این دو گاز $300K$ و فشار آن $10^5\,Pa$ است. با فرض اینکه گازها کامل باشند، چگالی مخلوط چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ $(R = 8\,J/mol.K\,,\, M_{He} = 4\,g/mol\,,\, M_{O_2} = 32\,g/mol)$ خارج ریاضی - ۹۳

۱) ۰/۷۵ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۲۵

پاسخ ۱ تعداد مول‌های هر گاز را حساب می‌کنیم:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n_{He} = \frac{2}{4} = 0/5\,mol\quad,\quad n_{O_2} = \frac{16}{32} = 0/5\,mol$$

۲ گازها با هم ترکیب نمی‌شوند، بنابراین مقدار مول نهایی گاز مخلوط، برابر با مجموع مول‌های هر یک از گازهاست:

$$n = n_{O_2} + n_{He} \Rightarrow n = 0/5+0/5 = 1\,mol$$

۳ حجم را از قانون گازهای آرمانی به‌دست می‌آوریم.

$$PV = nRT \Rightarrow 10^5\times V = 1\times8\times300 \Rightarrow V = 24\times10^{-3}\,m^3$$

۴ با استفاده از رابطهٔ $\rho = \frac{m}{V}$ چگالی خواهد شد:

$$\rho = \frac{(2+16)\times10^{-3}}{24\times10^{-3}} = 0/75\,kg/m^3$$

گزینهٔ ۱

حالا برو تست‌های ۱۱۹۷ تا ۱۲۱۸ رو بزن.

نکته فشارسنج‌های عقربه‌ای فشار پیمانه‌ای (P_g) را اندازه می‌گیرند. از طرفی در قانون گازهای آرمانی $(PV=nRT)$، P فشار مطلق یا فشار کل گاز است بنابراین باید به جای P، مجموع فشار هوای محیط و فشار پیمانه‌ای را قرار می‌دهیم.

$$P=P_{\circ}+P_g$$

تست ۲۱۳

فشارسنجی روی کپسول گاز هیدروژن نصب است و در زمستان که دمای محیط $-۳^{\circ}C$ است، فشار $۲atm$ را نشان می‌دهد. در تابستان که دمای محیط به $۲۷^{\circ}C$ می‌رسد، فشارسنج چه فشاری را نشان می‌دهد؟ (انبساط کپسول ناچیز و فرض بر این است که گازی از مخزن خارج نشده است و فشار هوای محیط $۱atm$ است.)

از کتاب درسی

۱) $\frac{۷}{۳}$ ۲) $\frac{۲۰}{۹}$ ۳) $\frac{۳۰}{۹}$ ۴) $\frac{۳۱}{۳}$

پاسخ دقت کنید که مقدار گاز تغییری نکرده و می‌توان از رابطهٔ $\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}$ تست را حل کرد. همچنین در این رابطه منظور از P فشار کل می‌باشد.

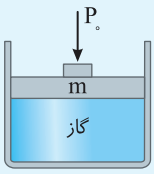
$$\left.\begin{array}{l}P_۱=۲+۱=۳atm\ ,\ T_۱=-۳+۲۷۳=۲۷۰K\\ P_۲=?\ ,\ V_۲=V_۱\ ,\ T_۲=۲۷+۲۷۳=۳۰۰\,K\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{P_۱}{T_۱}=\frac{P_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۳}{۲۷۰}=\frac{P_۲}{۳۰۰}\Rightarrow P_۲=\frac{۱۰}{۳}\,atm$$

فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهند، بنابراین عددی که فشارسنج نشان می‌دهد خواهد شد:

$$P=P_g+P_{\circ}\Rightarrow P_g=P-P_{\circ}\Rightarrow P_g=\frac{۱۰}{۳}-۱=\frac{۷}{۳}\,atm$$

گزینهٔ ۱

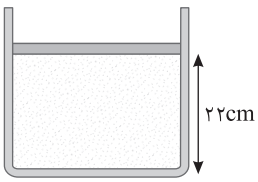
نکته فشار وارد بر گاز محبوس زیر پیستون بدون اصطکاک و دارای جرم از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:



$$P_{\text{گاز}}=P_{\circ}+\frac{mg}{A}$$

تست ۲۱۴

مطابق شکل روبه‌رو درون پیستون بدون اصطکاک، مقداری گاز آرمانی با دمای $۵۷^{\circ}C$ محبوس است. دمای گاز را به تدریج به $۲۷^{\circ}C$ می‌رسانیم. در این صورت پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟



تجربی - ۸۸

۱) ۰/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

پاسخ در حالت اول که دما $۵۷^{\circ}C$ بوده پیستون در حالت تعادل است، بنابراین فشار داخل آن با فشار بیرون برابر است، فشار بیرون نیز برابر با $۱atm$ بوده و ثابت است. در حالت بعد نیز پیستون آن‌قدر جابه‌جا شده تا دوباره به حالت تعادل رسیده یعنی فشار گاز داخل با فشار بیرون برابر می‌شود و فشار گاز درون محفظه در دو حالت یکسان است. دما را بر حسب کلوین به‌دست می‌آوریم: $T_۱=۵۷+۲۷۳=۳۳۰K\ ,\ T_۲=۲۷+۲۷۳=۳۰۰K$

سطح مقطع محفظه را A فرض می‌کنیم و حجم اولیه گاز را به صورت $V_۱=Ah_۱$ و حجم ثانویه گاز را نیز به صورت $V_۲=Ah_۲$ می‌نویسیم.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow{P_۱=P_۲}\frac{A\times۲۲}{۳۳۰}=\frac{A\times h_۲}{۳۰۰}\Rightarrow h_۲=۲۰cm$$

پس تغییرات ارتفاع پیستون خواهد شد:

$$\Delta h=h_۲-h_۱=۲۲-۲۰=۲cm$$

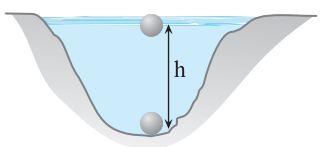
گزینهٔ ۲

تست ۲۱۵

حجم حباب‌های هوا در رسیدن از ته یک دریاچه تا سطح آن ۳ برابر می‌شود. اگر دمای آب ثابت فرض شود، عمق آب چند متر است؟ (فشار هوا برابر با $۱۰^۵Pa$، چگالی آب $۱۰۰۰kg/m^۳$ و $g=۱۰N/kg$ فرض شود.)

خارج ریاضی - ۸۷

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

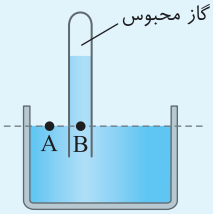


پاسخ هوای درون حباب را می‌توان گاز آرمانی فرض کرد. وقتی این حباب به سطح آب می‌رسد، فشار آب وارد بر آن کم می‌شود و از آن‌جایی که دما ثابت است، حجم حباب زیاد می‌شود. فشار وارد بر حباب در عمق h دریاچه برابر $P_۱=P_{\circ}+\rho gh$ و در سطح دریاچه فشار برابر $P_۲=P_{\circ}$ است.

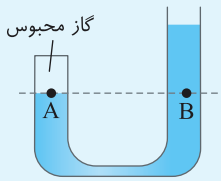
$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow(P_{\circ}+\rho gh)V_۱=P_{\circ}V_۲\Rightarrow(۱۰^۵+۱۰^۳\times۱۰h)V_۱=۱۰^۵\times۳V_۱\Rightarrow۱۰^۴h=۲\times۱۰^۵\Rightarrow h=۲۰\,m$$

گزینهٔ ۲

نکته برای به‌دست آوردن فشار گاز محبوس شده در شکل‌های زیر از خط تراز استفاده می‌کردیم:



$P_A = P_B \Rightarrow P_{\circ} = P_{\text{گاز محبوس}} + P_{\text{مایع}}$

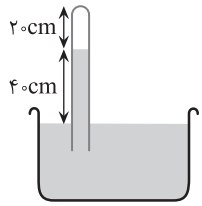


$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز محبوس}} = P_{\circ} + P_{\text{مایع}}$

در سؤالاتی مانند بالا که در مورد گاز محبوس بوده و اطلاعاتی در مورد دما داده می‌شود، برای گاز محبوس باید قانون گازهای آرمانی نوشته شود.

تست ۲۱۶

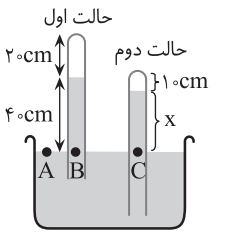
در ظرفی مطابق شکل روبه‌رو، مقداری هوا در بالای ستون جیوه در لوله وجود دارد. لوله را به آرامی چند سانتی‌متر پایین ببریم تا ارتفاع ستون هوا نصف شود؟ (فشار هوا را ۷۶cmHg در نظر بگیرید و دما ثابت است.) تجربی - ۹۰



۱) ۱۰ ۲) ۳۰

۳) ۳۶ ۴) ۴۶

پاسخ در حل این نوع مسائل حجم و فشار گاز در دو حالت را باید مشخص کنیم.



حالت اول: اگر سطح مقطع لوله را A فرض کنیم، حجم گاز خواهد شد: $V_1 = Ah_1 \Rightarrow V_1 = A \times ۲۰$

با توجه به نقاط هم‌تراز A و B، فشار در این نقاط یکسان است.

$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_{\circ}, P_B = P_1 + ۴۰} P_{\circ} = P_1 + ۴۰ \Rightarrow ۷۶ = P_1 + ۴۰ \Rightarrow P_1 = ۳۶\text{cmHg}$$

حالت دوم: حجم گاز برابر است با: $V_2 = Ah_2 \Rightarrow V_2 = A \times ۱۰$

مجموع فشار گاز و فشار ستون x سانتی‌متری جیوه برابر فشار هوای محیط است. بنابراین: $P_A = P_C \Rightarrow P_{\circ} = P_2 + x \Rightarrow ۷۶ = P_2 + x \Rightarrow P_2 = ۷۶ - x$

به کمک قانون گازها x را حساب می‌کنیم: $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow ۳۶ \times A \times ۲۰ = (۷۶ - x) \times A \times ۱۰ \Rightarrow ۷۲ = ۷۶ - x \Rightarrow x = ۴\text{cm}$

طول قسمتی از لوله که بیرون مایع است را در دو حالت حساب کرده و از هم کم می‌کنیم.

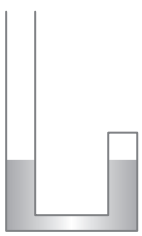
حالت دوم: $L_2 = ۱۰ + ۴ = ۱۴\text{cm}$ حالت اول: $L_1 = ۲۰ + ۴۰ = ۶۰\text{cm}$

مقدار پایین رفتن لوله خواهد شد: $\Delta L = L_1 - L_2 = ۶۰ - ۱۴ = ۴۶\text{cm}$

گزینهٔ ۴

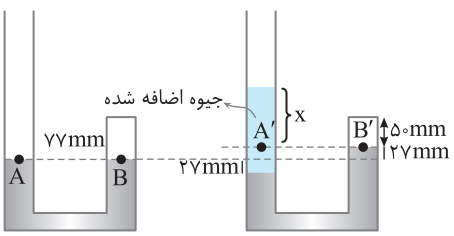
تست ۲۱۷

در شکل روبه‌رو داخل لولهٔ U شکلی به سطح مقطع $۱\,\text{cm}^2$، مقداری جیوه در دو طرف لوله در یک سطح قرار دارد. ارتفاع هوای موجود در طرف بستهٔ لوله برابر ۷۷ میلی‌متر است. چند سانتی‌متر مکعب جیوه درون لوله بریزیم تا ارتفاع هوای موجود در طرف بستهٔ لوله به ۵۰ میلی‌متر برسد؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۵۰۰\,\text{kg/m}^3$، $g = ۱۰\,\text{m/s}^2$، $P_{\circ} = ۱۰^5\,\text{Pa}$ و دمای هوا ثابت است.) تجربی - ۹۵



۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۴۲/۷ ۴) ۴۵/۴

پاسخ ابتدا از آخر مسئله را بررسی می‌کنیم، ارتفاع گاز ابتدا ۷۷ میلی‌متر و سپس ۵۰mm شده است یعنی با افزودن جیوه به شاخهٔ سمت چپ، جیوه در سمت راست $۷۷ - ۵۰ = ۲۷\text{mm}$ بالا رفته است، بنابراین در سمت چپ نیز جیوه به اندازهٔ ۲۷mm پایین می‌رود. در این حالت جمعاً جیوه‌ای که به سمت چپ اضافه می‌شود برابر است با:



$$h_{\text{جیوه اضافه شده}} = x + ۲۷ + ۲۷ \quad (I)$$

بنابراین باید به سراغ حساب کردن x برویم تا مسئله حل شود.

فشار هوا در قسمت بستهٔ لوله در ابتدا برابر فشار هوای محیط است، زیرا سطح جیوه در دو طرف لوله برابر است: $P_B = P_A \Rightarrow P_1 = P_{\circ} = ۱۰^5\,\text{Pa}$

حجم گاز در این حالت خواهد شد: $V_1 = Ah_1 = ۱ \times ۱۰^{-۴} \times ۷۷ \times ۱۰^{-۳} = ۷/۷ \times ۱۰^{-۶}\,\text{m}^3$

در حالت دوم: نقاط A' و B' روی یک خط تراز قرار دارند و فشار در این نقاط برابر است. فشار در نقطهٔ A' برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون x جیوه و در نقطهٔ B' برابر فشار گاز است. از این‌رو: $P_{B'} = P_{A'} \Rightarrow P_2 = P_{\circ} + \rho g h_{Hg} \Rightarrow P_2 = ۱۰^5 + ۱۳۵۰۰ \times ۱۰ \times x$

با توجه به فرض مسئله حجم گاز محبوس در حالت دوم برابر است با: $V_۲ = Ah_۲ = ۱\times۱۰^{-۴}\times۵۰\times۱۰^{-۳} = ۵\times۱۰^{-۶}\,m^۳$

با توجه به قانون گازها مقدار x را حساب می‌کنیم. $\frac{P_۱V_۱}{T}=\frac{P_۲V_۲}{T}\Rightarrow ۱۰^۵\times۷/۷\times۱۰^{-۶}=(۱۰^۵+۱۳۵۰۰۰x)\times۵\times۱۰^{-۶}$

$$۷/۷\times۱۰^۵=(۱۰^۵+۱/۳۵\times۱۰^۵x)\times۵\Rightarrow ۷/۷=۵+۶/۷۵x\Rightarrow x=۰/۴m=۴۰cm$$

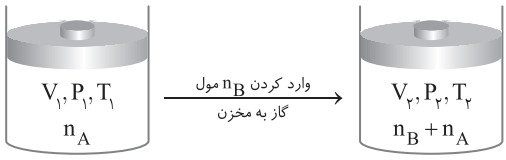
در این صورت با توجه به رابطه (I) باید $۴۰+۲/۷+۲/۷=۴۵/۴cm$ به ارتفاع جیوه اضافه کرد که حجم جیوهٔ اضافه شده خواهد شد:

$$\Delta V = A\Delta h = ۱\times۴۵/۴ = ۴۵/۴cm^۳$$

گزینهٔ ۴

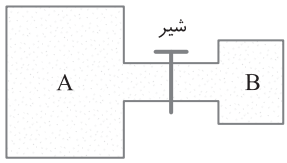
حالا برو تست‌های **۱۲۱۹** تا **۱۲۳۹** رو بزن.

۱ هرگاه مطابق شکل به گاز محبوس در مخزن مقداری گاز اضافه و یا از آن کم شود، معادلهٔ گازهای آرمانی را نوشته و به کمک آن مسئله را حل می‌کنیم:



$$\begin{matrix}P_۱V_۱=n_ART_۱\\ P_۲V_۲=(n_A+n_B)RT_۲\end{matrix}\xrightarrow{\div}\frac{P_۱}{P_۲}\times\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{n_A}{n_A+n_B}\times\frac{T_۱}{T_۲}$$

۲ مطابق شکل زیر اگر در هر یک از مخزن‌های A و B، n_A و n_B مول گاز وجود داشته باشد، با باز شدن شیر رابط، مقدار کل مول‌های گاز درون مخزن‌ها n_A+n_B خواهد شد:



$$(I)\,A\text{مخزن}: P_AV_A=n_ART_A\Rightarrow n_A=\frac{P_AV_A}{RT_A},\ (II)\,B\text{مخزن}: P_BV_B=n_BRT_B\Rightarrow n_B=\frac{P_BV_B}{RT_B}$$

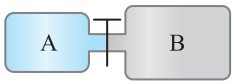
$$(III)\,A\text{ و }B\text{ باز شدن شیر در حالت مخلوط گازهای}: P_{\text{مخلوط}}(V_A+V_B)=(n_A+n_B)RT_{\text{مخلوط}}\Rightarrow n_A+n_B=\frac{P_{\text{مخلوط}}(V_A+V_B)}{RT_{\text{مخلوط}}}$$

در معادلهٔ (III) مقدار n_A و n_B را از معادله‌های (I) و (II) جایگذاری می‌کنیم:

$$\frac{P_AV_A}{RT_A}+\frac{P_BV_B}{RT_B}=\frac{P_{\text{مخلوط}}(V_A+V_B)}{RT_{\text{مخلوط}}}$$

راستی این رابطه برای حالتیه که در سؤال مقدار مول‌های دو مخزن را ندارند، چون اگر مقدار مول‌ها رو داده باشه سؤال به مراتب ساده‌تره. به تست زیر دقت کنید:

تست ۲۱۸



مطابق شکل روبه‌رو در ظرف A به حجم ۳۰ لیتر مقدار ۱۴ گرم گاز نیتروژن و در ظرف B به حجم ۲۰ لیتر مقدار ۴ گرم گاز هیدروژن وجود دارد. اگر با لولهٔ باریکی این ظرف‌ها را به هم متصل کنیم و دمای مخلوط گازها ۳۰۰K باشد، فشار نهایی مخلوط گازها چند اتمسفر می‌شود؟ $(R=۸J/mol.K\,,\,M_{H_۲}=۲g/mol\,,\,M_{N_۲}=۲۸g/mol)$

۱) ۱/۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۱/۸ ۴) ۱/۵

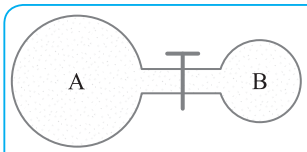
پاسخ ابتدا تعداد مول هر گاز را به‌دست می‌آوریم: $n_{N_۲}=\frac{m}{M}=\frac{۱۴}{۲۸}=۰/۵\,mol\ ,\ n_{H_۲}=\frac{۴}{۲}=۲\,mol$

بنابراین جمعاً ۲/۵ مول خواهیم داشت که در حجم $۲۰+۳۰=۵۰$ لیتر قرار دارند:

$$PV=nRT\Rightarrow P\times۵۰\times۱۰^{-۳}=۲/۵\times۸\times۳۰۰\Rightarrow P=\frac{۶۰۰۰}{۵\times۱۰^{-۲}}=۱۲\times۱۰^۴\,Pa=۱/۲\,atm$$

گزینهٔ ۱

تست ۲۱۹



مخزن A حجمی برابر ۱۰ لیتر دارد و فشار گاز درون آن برابر ۳atm است. آن را با لولهٔ نازکی به مخزن B به حجم ۵ لیتر و فشار ۹atm وصل می‌کنیم. بعد از باز کردن شیر رابط فشار نهایی گاز چند اتمسفر می‌شود؟ (دما ثابت است.)

۱) ۹ ۲) ۷ ۳) ۵ ۴) ۴

پاسخ با توجه به معادلهٔ نکته قبلی: $n_A+n_B=n_{\text{مخلوط}}\Rightarrow\frac{P_AV_A}{RT_A}+\frac{P_BV_B}{RT_B}=\frac{P_{\text{مخلوط}}(V_A+V_B)}{RT_{\text{مخلوط}}}$

دما ثابت و مقدار R در دو طرف تساوی یکسان بوده و از رابطه ساده می‌شوند:

$$P_AV_A+P_BV_B=P_{\text{مخلوط}}(V_A+V_B)\Rightarrow ۳\times۱۰+۵\times۹=P_{\text{مخلوط}}(۱۵)\Rightarrow ۷۵=P_{\text{مخلوط}}\times۱۵\Rightarrow P_{\text{مخلوط}}=۵atm$$

گزینهٔ ۳

حالا برو تست‌های **۱۲۴۰** و **۱۲۴۱** رو بزن.

چگالی گازها

با استفاده از رابطهٔ $PV=nRT$ می‌توانیم برای چگالی گازها نیز به رابطه‌ای برسیم: $PV=\frac{m}{M}RT \Rightarrow P\frac{V}{m}=\frac{RT}{M} \xrightarrow{\frac{V}{m}=\frac{1}{\rho}} \frac{P}{\rho T}=\frac{R}{M}$

از رابطهٔ بالا دو نتیجه می‌توان گرفت:

به‌دست آوردن مقدار چگالی:

$\rho=\frac{PM}{RT}$ (P: Pa، M: kg/mol، T: کلوین) ← ρ: kg/m³

برای یک گاز معین، مقدار $\frac{P}{\rho T}$ همواره ثابت می‌ماند، پس می‌توان گفت:

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1}=\frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1}=\frac{P_2}{P_1}\times\frac{T_1}{T_2}$$

تست ۲۲۰

دمای مقداری گاز آرمانی $10^\circ C$ و فشار آن ۱ اتمسفر است. اگر دمای گاز را به دمای $20^\circ C$ و فشار آن را به ۲ اتمسفر برسانیم، چگالی آن .....

۱) بیش از دو برابر می‌شود. **۲)** تغییر نمی‌کند. **۳)** کمتر از دو برابر می‌شود. **۴)** دو برابر می‌شود.

پاسخ برای یک گاز معین با مقدار ثابت می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1}=\frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \frac{1}{\rho_1(10+273)}=\frac{2}{\rho_2(20+273)} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1}=\frac{283}{293}\times 2 \xrightarrow{\frac{283}{293}<1} \frac{\rho_2}{\rho_1}<2$$

گزینهٔ ۳

حالا برو تست‌های ۱۲۴۲ تا ۱۲۴۸ رو بزن.

بخش ششم: قانون گازهای آرمانی

۱۱۶۶- حجم مقداری گاز آرمانی را در فشار ثابت از ۱۰ لیتر به ۱۲ لیتر می‌رسانیم. اگر دمای اولیهٔ گاز $27^\circ C$ باشد، دمای ثانویهٔ آن چند درجهٔ سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۵۴ ۲) ۳۲/۴ ۳) ۲۲/۵ ۴) ۸۷

۱۱۶۷- دمای گازی را بر حسب درجه‌بندی سلسیوس ۵ برابر می‌کنیم. حجم گاز در فشار ثابت ۲ برابر می‌شود، دمای اولیهٔ گاز چند درجهٔ سلسیوس بوده است؟

۱) ۴۵/۵ ۲) ۲۷۳ ۳) ۱۸۲ ۴) ۹۱

۱۱۶۸- دمای مقدار معینی گاز آرمانی $27^\circ C$ است. دمای آن را در فشار ثابت چند درجهٔ سلسیوس زیاد کنیم تا افزایش حجم آن $\frac{1}{3}$ حجم اولیه‌اش باشد؟

۱) ۲۲۷ ۲) ۹۰۰ ۳) ۱۲۷ ۴) ۱۰۰

۱۱۶۹- اگر در فشار ثابت، دمای مقدار معینی گاز را از صفر درجهٔ سلسیوس به یک درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، افزایش حجم آن چند برابر حجم اولیه خواهد شد؟

۱) $\frac{1}{273}$ ۲) $\frac{274}{273}$ ۳) $\frac{1}{100}$ ۴) $\frac{1}{2}$

۱۱۷۰- دمای یک مقدار معین گاز را در فشار ثابت از $27^\circ C$ به $77^\circ C$ می‌رسانیم، در نتیجه حجم گاز $30 cm^3$ افزایش می‌یابد. حجم اولیهٔ گاز چند سانتی‌متر مکعب بوده است؟

۱) ۲۱۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۲۰

۱۱۷۱- اگر در فشار ثابت دمای مقدار معینی از گاز را از $100^\circ C$ به $300^\circ C$ برسانیم، حجم آن .....

۱) دو برابر می‌شود. ۲) سه برابر می‌شود.
۳) بیش از ۲ برابر و کمتر از سه برابر حجم اولیه می‌شود. ۴) کمتر از ۲ برابر حجم اولیه می‌شود.

۱۱۷۲- حجم گازی در دمای $27/3^\circ C$ برابر با V_1 است. اگر در فشار ثابت، دمای این گاز را به $273^\circ C$ برسانیم، حجم آن V_2 می‌شود. کدام‌یک از روابط زیر صحیح است؟

۱) $V_2=9V_1$ ۲) $10V_1>V_2>9V_1$ ۳) $V_2=10V_1$ ۴) $2V_1>V_2>V_1$

۱۱۷۳- در حجم ثابت، اگر دمای گازی بر حسب درجه‌بندی سلسیوس دو برابر شود، فشار گاز نسبت به فشار اولیه چگونه تغییر می‌کند؟

۱) $\frac{P_2}{P_1}<1$ ۲) $\frac{P_2}{P_1}=2$ ۳) $\frac{P_2}{P_1}>2$ ۴) $1<\frac{P_2}{P_1}<2$

۱۱۷۴- گازی با فشار P درون محفظه‌ای با حجم ثابت در دمای $27^\circ C$ موجود است. اگر دمای گاز به $127^\circ C$ برسد، افزایش فشار آن چند برابر P می‌شود؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) ۳

۱۱۷۵- حجم گازی را در دمای ثابت به اندازهٔ ۴ لیتر افزایش می‌دهیم. تغییر فشار آن ۰/۲ فشار اولیه می‌شود. حجم اولیهٔ گاز چند لیتر بوده است؟

۱) ۲۴ ۲) ۲۰ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

۱۱۷۶- در صبح یک روز زمستانی که دمای هوا $-3^\circ C$ است، فشار هوای درون لاستیک اتومبیلی ۲/۷ اتمسفر است. اگر این اتومبیل به منطقه‌ای برده شود که بعد از تعادل حرارتی، فشار گاز درون لاستیک به ۳ اتمسفر برسد، دمای این منطقه چند درجهٔ سلسیوس است؟ (حجم تایر ثابت فرض شده است.) خارج تجربی - ۸۹

۱) ۳ ۲) ۱۳ ۳) ۲۷ ۴) ۳۷

۱۱۷۷- لاستیک یک خودرو حاوی مقدار معینی هوا است. هنگامی که دمای هوا $17^\circ C$ است، فشارسنج فشار هوای درون لاستیک را برابر با ۲atm نشان می‌دهد. با حرکت سریع خودرو، فشارسنج فشار هوای لاستیک را ۲/۳atm نشان می‌دهد. اگر حجم لاستیک ثابت فرض شود، دمای هوای درون لاستیک چند درجهٔ سلسیوس شده است؟ (فشار هوا ۱atm است.)

۱) ۵۰/۵ ۲) ۶۰/۵ ۳) ۵۶ ۴) ۴۶

۱۱۷۸- لاستیک اتومبیلی را باد می‌کنیم تا فشار پیمانه‌ای آن به ۲atm برسد. در اثر حرکت اتومبیل و اصطکاک لاستیک‌ها با جاده، دمای لاستیک از $7^\circ C$ به $77^\circ C$ می‌رسد. اگر بر حجم لاستیک، ۱۰ درصد اضافه شود، فشار پیمانه‌ای هوای درو لاستیک برحسب اتمسفر به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) ۲/۴ ۲) ۳/۴ ۳) ۲/۱ ۴) ۳/۱

۱۱۷۹- وقتی که هواپیما به ارتفاعات بالا می‌رسد بسته‌های نوشیدنی یا دسر که درپوش محکم و نازکی دارند و دمای آن‌ها ثابت است قدری به سمت بیرون باد می‌کنند. کدام گزینه در مورد این پدیده درست است؟ از کتاب درسی

۱) با توجه به ثابت ماندن دما، با کاهش فشار هوا، حجم هوای داخل بسته افزایش یافته و باعث برآمده شدن در بسته می‌شود.
۲) با توجه به ثابت ماندن دما، با افزایش فشار هوا، حجم هوای داخل بسته کاهش یافته و باعث برآمده شدن در بسته می‌شود.
۳) با توجه به ثابت ماندن دما، با کاهش فشار هوا، حجم هوای داخل بسته کاهش یافته و باعث برآمده شدن در بسته می‌شود.
۴) با توجه به ثابت ماندن دما، با افزایش فشار هوا، حجم هوای داخل بسته افزایش یافته و باعث برآمده شدن در بسته می‌شود.

۱۱۸۰- هوایی با فشار ۱atm درون استوانهٔ یک تلمبه دوچرخه به طول ۲۴cm محبوس است. اگر در دمای ثابت طول استوانه x سانتی‌متر افزایش یابد فشار گاز درون استوانه P_1 و اگر در دمای ثابت طول استوانه x سانتی‌متر کاهش یابد فشار گاز درون استوانه P_2 خواهد شد. چنانچه $\frac{P_2}{P_1}=\frac{5}{3}$ باشد، x چند سانتی‌متر است؟ از کتاب درسی

۱) ۱۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

در تست‌های زیر هر سه کمیت حجم، فشار و دما تغییری می‌کند اما مقدار گاز و تعداد مول‌های آن ثابت است.

۱۱۸۱- به یک گاز آرمانی در فشار ثابت گرما داده تا حجمش دو برابر شود. سپس در این حجم گرما می‌دهیم تا فشارش دو برابر شود، دمای گاز نسبت به دمای اولیه چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۱۸۲- حجم گاز آرمانی (کامل) در دمای $47^\circ C$ برابر با ۲ لیتر و فشار آن $2\times10^5 Pa$ است. ابتدا در فشار ثابت دمای گاز $40^\circ C$ افزایش می‌یابد و سپس در دمای ثابت حجم گاز ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. فشار نهایی گاز چند پاسکال است؟ ریاضی - ۹۹

۱) $2/4\times10^5$ ۲) $2/5\times10^5$ ۳) 4×10^5 ۴) 8×10^5

۱۱۸۳- حجم مقداری گاز آرمانی را نصف می‌کنیم و هم‌زمان دمای آن را از $27^\circ C$ به $627^\circ C$ می‌رسانیم. فشار گاز چند برابر می‌شود؟ خارج تجربی - ۹۳

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) ۴ ۴) ۶

۱۱۸۴- دمای مقداری گاز آرمانی را از $27^\circ C$ به $57^\circ C$ می‌رسانیم و فشار آن را از ۵۰cmHg به ۴۰cmHg کاهش می‌دهیم. حجم گاز ۳ لیتر افزایش می‌یابد. حجم اولیهٔ گاز چند لیتر بوده است؟

۱) ۶/۳ ۲) ۹ ۳) ۱۰ ۴) ۸

۱۱۸۵- مقداری گاز صفر درجهٔ سلسیوس را تا دمای $136/5^{\circ}C$ گرم کرده و حجم آن را ۱/۵ برابر می‌کنیم. فشار گاز چند برابر مقدار اولیه می‌شود؟

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

۱۱۸۶- هم‌زمان با افزایش حجم مقدار معینی گاز آرمانی، فشار آن کم می‌شود. دمای گاز چگونه تغییر می‌کند؟

۱) الزاماً افزایش می‌یابد.
۲) الزاماً کاهش می‌یابد.
۳) الزاماً ثابت می‌ماند.
۴) بسته به شرایط، هر کدام از موارد دیگر می‌تواند درست باشد.

۱۱۸۷- برای اینکه فشار گازی را دو برابر کنیم، می‌توان .....

۱) حجم آن را در دمای ثابت به نصف رساند.
۲) دمای مطلق آن را نصف و حجم آن را دو برابر کرد.
۳) دمای مطلق آن را دو برابر و حجم آن را نصف کرد.
۴) دمای آن را در حجم ثابت نصف کرد.

۱۱۸۸- به کمک یک پیستون، حجم مقدار معینی گاز کامل را به ۸ لیتر می‌رسانیم و در این عمل فشار گاز از $10^5 Pa$ به $2\times10^5 Pa$ می‌رسد و دمای گاز از $27^{\circ}C$ به $47^{\circ}C$ می‌رسد. حجم اولیهٔ گاز چند لیتر بوده است؟ خارج تجربی - ۹۷

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۵ ۴) ۲۴

در تست‌های زیر تغییرات کمیت‌ها به صورت درصدی است.

۱۱۸۹- اگر در فشار ثابت دمای مقدار معین گازی را از $47^{\circ}C$ به $31^{\circ}C$ برسانیم، چند درصد از حجم آن کاسته می‌شود؟

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۶

۱۱۹۰- دمای گاز کاملی $27^{\circ}C$ است. اگر در حجم ثابت دمای آن را به $0^{\circ}C$ برسانیم، فشارش چند درصد کاهش می‌یابد؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۹ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۳۰

۱۱۹۱- در دمای ثابت، حجم گاز کاملی (آرمانی) ۶۰ درصد تغییر می‌کند. در نتیجه فشار آن $15\times10^4 Pa$ افزایش می‌یابد. فشار اولیهٔ گاز چند پاسکال بوده است؟ تجربی - ۹۵

۱) 10^5 ۲) 2×10^5 ۳) $3/75\times10^4$ ۴) 9×10^4

۱۱۹۲- در دمای ثابت چند درصد از حجم گازی کم کنیم تا فشار آن ۲۵ درصد زیاد شود؟

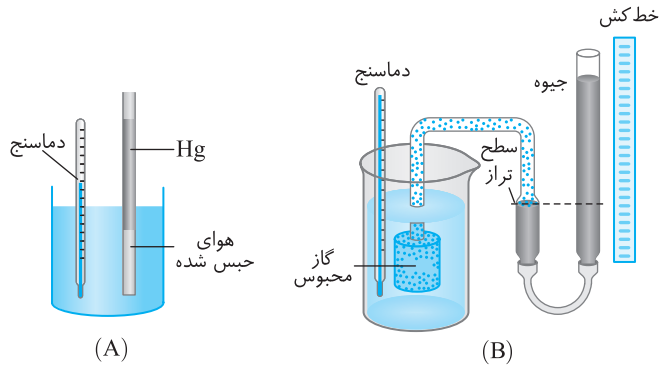
۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۰

۱۱۹۳- دمای گاز کاملی $127^{\circ}C$ است. اگر فشار آن را ۲۵ درصد افزایش دهیم و حجم آن در این فرایند ۳۶ درصد کاهش یابد، دمای گاز چند درجهٔ سلسیوس خواهد شد؟ خارج تجربی - ۸۶

۱) ۴۰ ۲) ۴۷ ۳) ۵۶ ۴) ۶۵

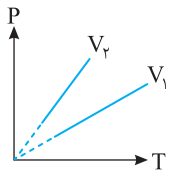
در سه تست زیر از نمودارهای قانون گازهای آرمانی سؤال شده است.

۱۱۹۴- در شکل‌های زیر فرایندهای یک گاز آرمانی نشان داده شده است. کدام گزینه نمودارهای این فرایندها را به درستی نشان می‌دهد؟



۱) P, B, A, C, V
۲) P, A, B, C, V
۳) P, B, C, A, V
۴) P, A, C, B, V

۱۱۹۵- نمودار فشار گاز برحسب تغییرات دما در دو حجم V_1 و V_2 مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد حجم آن‌ها درست است؟



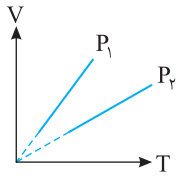
۱) $V_1 = V_2$

۲) $V_1 > V_2$

۳) $V_2 > V_1$

۴) با توجه به جنس گاز هر یک از سه حالت ممکن است.

۱۱۹۶- نمودار حجم گاز برحسب تغییرات دما در دو فشار P_1 و P_2 مطابق روبه‌رو است. کدام گزینه درست است؟



۱) $P_1 = P_2$

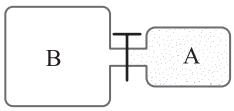
۲) $P_1 > P_2$

۳) $P_1 < P_2$

۴) داده‌ها کافی نیست.

در دو تست زیر مقدار معینی گاز داریم اما .....

۱۱۹۷- در شکل روبه‌رو، ظرف A محتوی مقدار معینی گاز کامل و ظرف B کاملاً خالی است. اگر شیر رابط را باز کنیم و بعد از ایجاد تعادل، دمای گاز در ظرف‌ها کاهش یابد، فشار گاز چگونه تغییر می‌کند؟



۱) الزاماً افزایش می‌یابد.

۲) ثابت باقی می‌ماند.

۳) الزاماً کاهش می‌یابد.

۴) بسته به شرایط اولیه، هر سه حالت ممکن است.

۱۱۹۸- مخزن A حجمی برابر با ۱۰ لیتر دارد و فشار گاز درون آن برابر با ۳atm است. آن را با لولهٔ نازکی به مخزن خالی B به حجم ۵ لیتر وصل می‌کنیم، فشار نهایی مجموعه پس از باز کردن شیر اتصال چند اتمسفر می‌شود؟ (دما ثابت است.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۱/۵

در تست‌های زیر یکی از کمیت‌های مقدار معینی گاز آرمانی مجهول است.

۱۱۹۹- مخزنی به حجم ۵ لیتر حاوی گاز اکسیژن در فشار $10^5 Pa$ و دمای $27^\circ C$ است. جرم گاز موجود در مخزن چند گرم است؟
$(R = 8\,J/mol.K\,,\, M_{O_2} = 32g/mol)$

۱) $\frac{10}{3}$ ۲) $\frac{5}{3}$ ۳) $\frac{5}{24}$ ۴) $\frac{20}{3}$

۱۲۰۰- حجم ۸ گرم گاز هیدروژن در دمای $127^\circ C$ و فشار $0/5 bar$ چند لیتر است؟ $(M_{H_2} = 2g/mol\,,\, R = 8J/mol.K)$

۱) ۲۵۶۰۰ ۲) ۰/۲۵۶ ۳) ۲۵۶ ۴) ۲۵/۶

۱۲۰۱- حجم $\frac{1}{91}$ مول گاز در دما و فشار متعارف تقریباً چند لیتر است؟ $(R = 8\,J/mol.k)$

۱) ۲/۴ ۲) ۰/۲۴ ۳) ۲۲/۴ ۴) ۲/۲۴

۱۲۰۲- اگر حجم یک مول گاز در فشار یک جو و دمای صفر درجهٔ سلسیوس ۲۲/۴ لیتر باشد، حجم ۶ گرم هیدروژن در فشار ۲ جو و دمای ۱۸۲ درجهٔ سلسیوس چند لیتر است؟ (با فرض آرمانی بودن گاز و $M_{H_2} = 2g/mol$) تجربی - ۸۶

۱) ۲۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۶ ۴) ۸۴

۱۲۰۳- در ۱۵ لیتر گاز آرمانی دو اتمی که دمای آن $-23^\circ C$ و فشار آن ۸ اتمسفر است، چه تعداد مولکول گاز وجود دارد؟ خارج ریاضی - ۹۰
$(1\,atm = 10^5 Pa\,,\, 6\times10^{23} = \text{عدد آووگادرو}\,,\, R = 8\,J/mol.K)$

۱) $3/6\times10^{22}$ ۲) $3/6\times10^{24}$ ۳) $3/9\times10^{23}$ ۴) $3/9\times10^{25}$

۱۲۰۴- در اتاقی به ابعاد ۴m، ۶m و ۳m در فشار ۱atm و دمای $27^\circ C$ هوا وجود دارد. به ترتیب از راست به چپ تعداد مولکول‌های هوا و جرم هوای درون اتاق برابر کدام گزینه است؟ (جرم مولی هوا تقریباً $0/03 kg/mol$ و $R = 8\,J/mol.K$ و $P_0 = 10^5 Pa$) از کتاب درسی

۱) $18/06\times10^{26}$ و ۸۰kg ۲) $18/06\times10^{26}$ و ۹۰kg ۳) $1/806\times10^{26}$ و ۸۰kg ۴) $1/806\times10^{26}$ و ۹۰kg

۱۱۸۹ (B) **۱**

۱ دمای اولیه و نهایی گاز را برحسب کلوین به دست می‌آوریم:

$$T=۲۷۳+\theta\begin{cases}\xrightarrow{\theta_۱=۴۷^\circ C} T_۱=۲۷۳+۴۷\Rightarrow T_۱=۳۲۰K\\ \xrightarrow{\theta_۲=۳۱^\circ C} T_۲=۲۷۳+۳۱\Rightarrow T_۲=۳۰۴K\end{cases}$$

۲ فشار گاز ثابت است بنا به قانون گازهای آرمانی خواهیم داشت:

$$\frac{PV}{nT}=R\Rightarrow\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\Rightarrow\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۲}{T_۲}$$

$$\Rightarrow\frac{V_۱}{۳۲۰}=\frac{V_۲}{۳۰۴}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۳۰۴}{۳۲۰}$$

۳ درصد تغییرات حجم را حساب می‌کنیم.

$$\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰=\frac{\frac{۳۰۴}{۳۲۰}V_۱-V_۱}{V_۱}\times۱۰۰=\frac{-۱۶}{۳۲۰}\times۱۰۰=-۵٪$$

۱۱۹۰ (A) **۱**

خط فکر: هرگاه درصد کاهش یا افزایش یک کمیت را از ما بخواهند کافی است به کمک روابط فیزیکی ابتدا مقدار کمیت را در حالت ثانویه به‌دست آورده مثلاً در این تست، مقدار $P_۲$ را به‌دست آورده سپس تغییر کمیت ΔP را حساب کنیم.

فرایند در حجم ثابت انجام شده بنابراین قانون گازهای آرمانی $(\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲})$ را به

$\frac{P_۱}{T_۱}=\frac{P_۲}{T_۲}$ استفاده می‌کنیم، ابتدا دماها را برحسب کلوین می‌نویسیم:

$$T_۱=۲۷۳+۲۷\Rightarrow T_۱=۳۰۰K\ ,\ T_۲=۲۷۳+۰\Rightarrow T_۲=۲۷۳K$$

$$\frac{P_۱}{۳۰۰}=\frac{P_۲}{۲۷۳}\Rightarrow P_۲=\frac{۹۱}{۱۰۰}P_۱\xrightarrow{\Delta P=P_۲-P_۱}\Delta P=\frac{۹۱}{۱۰۰}P_۱-P_۱=-۹٪P_۱$$

بنابراین فشار گاز ۹٪ کاهش یافته است.

۱۱۹۱ (A) **۱** دمای گاز ثابت است، پس بنا بر قانون گازهای آرمانی می‌توان نوشت:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow{T=\text{ثابت}}P_۱\times V_۱=(P_۱+۱۵\times۱۰^۴)V_۲\ (I)$$

فشار افزایش یافته، بنابراین در دمای ثابت حجم کاهش یافته است و بنا بر فرض مسئله:

$$\Delta V=-۰/۶V_۱\Rightarrow V_۲-V_۱=-۰/۶V_۱\Rightarrow V_۲=۰/۴V_۱$$

اکنون $V_۲$ را در رابطه (I) جای‌گذاری می‌کنیم:

$$(I)\Rightarrow P_۱V_۱=(P_۱+۱۵\times۱۰^۴)\times۰/۴V_۱\Rightarrow P_۱=۰/۴P_۱+۶\times۱۰^۴$$

$$\Rightarrow۰/۶P_۱=۶\times۱۰^۴\Rightarrow P_۱=۱۰^۵Pa$$

۱۱۹۲ (B) **۴** دما ثابت است. با توجه به داده‌های مسأله و قانون گازها می‌توان نوشت:

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\xrightarrow{P_۲=P_۱+۰/۲۵P_۱=۱/۲۵P_۱}$$

$$P_۱V_۱=۱/۲۵P_۱\times V_۲\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۱}{۱/۲۵}\Rightarrow V_۲=\frac{۴}{۵}V_۱=۸۰٪V_۱$$

چون $V_۲=\frac{۸۰}{۱۰۰}V_۱$ می‌شود یعنی ۲۰ درصد از حجم گاز کاسته شده است.

۱۱۹۳ (A) **۲** راه‌حل مسئله استفاده از قانون گازهای آرمانی است اما با توجه به صورت مسئله ابتدا فشار ثانویه و حجم ثانویه را به‌دست می‌آوریم.

فشار گاز ۲۵ درصد افزایش یافته است بنابراین:

$$P_۲=P_۱+\frac{۲۵}{۱۰۰}P_۱=۱/۲۵P_۱$$

حجم گاز ۳۶ درصد کاهش یافته است از این رو:

$$V_۲=V_۱-\frac{۳۶}{۱۰۰}V_۱=۰/۶۴V_۱$$

اکنون کمیت‌های به‌دست آمده را در قانون گازهای آرمانی قرار می‌دهیم.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow{T_۱=۲۷۳+۱۲۷=۴۰۰K}$$

$$\frac{P_۱V_۱}{۴۰۰}=\frac{۱/۲۵P_۱\times۰/۶۴V_۱}{T_۲}\Rightarrow T_۲=۳۲۰K$$

یکای دما را به سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$T_۲=۲۷۳+\theta_۲\Rightarrow۳۲۰=۲۷۳+\theta_۲\Rightarrow\theta_۲=۴۷^\circ C$$

بازی با سؤال **اگر فشار مقداری گاز آرمانی را ۲۵ درصد افزایش داده و هم‌زمان دمای مطلق آن را ۲۰ درصد کاهش دهیم، حجم گاز چگونه تغییر می‌کند؟**

۱) ۳۶ درصد کاهش **۲)** ۴۰ درصد افزایش

۳) ۶۰ درصد افزایش **۴)** ۶۴ درصد کاهش

پاسخ **با توجه به داده‌های مسأله خواهیم داشت:**

$$P_۲=P_۱+۰/۲۵P_۱=۱/۲۵P_۱=\frac{۵}{۴}P_۱\ ,\ T_۲=T_۱-۰/۲T_۱=۰/۸T_۱=\frac{۴}{۵}T_۱$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{\frac{۵}{۴}P_۱V_۲}{\frac{۴}{۵}T_۱}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۱۶}{۲۵}=\frac{۶۴}{۱۰۰}$$

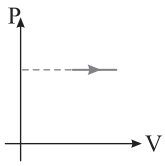
به طریق روبه‌رو عمل می‌کنیم:

$$\frac{V_۲}{V_۱}-۱=\frac{۶۴}{۱۰۰}-۱\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_۱}=-\frac{۳۶}{۱۰۰}$$

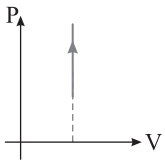
علامت منفی به معنی کاهش حجم است.

گزینهٔ ۱

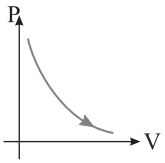
۱۱۹۴ (A) **۱** شکل A برای تحقیق اثر دما بر حجم گاز در فشار ثابت است، پس نمودار $P-V$ آن به صورت زیر است:



شکل B برای اندازه‌گیری فشار در دماهای مختلف در حجم ثابت است پس نمودار $P-V$ آن به صورت زیر است:

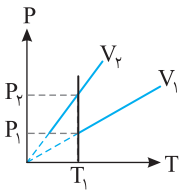


شکل C مربوط به اندازه‌گیری فشار گاز در حجم‌های مختلف در دمای ثابت است که نمودار $P-V$ آن به صورت زیر است:



در نتیجه نمودار گزینه (۱) درست است.

۱۱۹۵ (B) **۲** یک خط فرضی قائم رسم می‌کنیم و ملاحظه می‌شود که در یک دمای ثابت $(T_۱)$، خواهیم داشت $P_۲>P_۱$ است، پس اگر قانون گازها را در مورد آن بنویسیم:



$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۱}\xrightarrow{P_۲>P_۱}V_۲<V_۱$$

راه‌حل دوم: طبق $PV=nRT$ اگر V ثابت بماند، می‌توان رابطه را به صورت $P=\frac{nR}{V}T$ نیز نوشت چون n، R و V ثابت هستند، پس $\frac{nR}{V}$ ثابت بوده و اگر این مقدار ثابت $\frac{nR}{V}$ را با حرف k نشان دهیم خواهیم داشت:

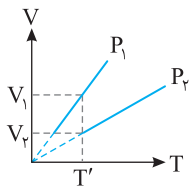
$$P=kT$$

یعنی P برحسب T شبیه معادلهٔ خط $y=am$ می‌شود و k شیب این خط است. هرچه شیب خط بیشتر باشد، یعنی k بزرگتر بوده و V کمتر است. چون شیب در حالت V_1 کمتر از V_2 است پس $V_1>V_2$ می‌شود.

نکته هرچه شیب نمودار $P-T$ بیشتر باشد. حجم مقدار معینی گاز کمتر است.

۳ ۱۱۹۶ یک خط فرضی قائم رسم می‌کنیم و یک دمای ثابت مثل T' را روی نمودار در نظر می‌گیریم و در آن دما و حجم دو گاز را با هم مقایسه می‌کنیم. مشاهده می‌کنیم $V_1>V_2$ بوده بنابراین طبق قانون گازهای آرمانی $P_2>P_1$ خواهد بود.

$$\frac{P_1V_1}{T'}=\frac{P_2V_2}{T'}\Rightarrow\frac{V_1}{V_2}=\frac{P_2}{P_1}\xrightarrow{\frac{V_1}{V_2}>1}\frac{P_2}{P_1}>1\Rightarrow P_1<P_2$$



میانبر فشار مقدار معینی گاز با شیب خط نمودار $V-T$ که از مبدأ می‌گذرد نسبت وارون دارد و هرچه شیب نمودار بیشتر باشد. فشار گاز کمتر است.

۳ ۱۱۹۷ مسئلهٔ ساده‌ای است. با باز کردن شیر بین دو مخزن، حجم گاز افزایش می‌یابد زیرا گاز در قسمت خالی نیز پخش می‌شود از طرفی علاوه بر افزایش حجم بنا به فرض مسئله دما کاهش یافته است. بنابراین قطعاً فشار گاز کاهش می‌یابد.

$$PV\uparrow=\underbrace{n}_{\text{ثابت}}RT\downarrow\Rightarrow P\downarrow$$

۲ ۱۱۹۸ وقتی یک مخزن پر از گاز به حجم V_A را به یک مخزن خالی از گاز به حجم V_B متصل می‌کنیم، حجم نهایی گاز مجموع حجم دو مخزن است.

$$V_2=V_A+V_B$$

دمای گاز ثابت مانده است، قانون گازهای آرمانی را می‌نویسیم و داده‌های مسئله را در آن قرار می‌دهیم.

$$PV=\underbrace{nRT}_{\text{ثابت}}\Rightarrow P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow P_AV_A=P_2(V_A+V_B)$$

$$\Rightarrow 3\times10=P_2(10+5)\Rightarrow P_2=2atm$$

بازی با سؤال مخزن A حجمی برابر با ۱۰ لیتر دارد و فشار گاز درون آن برابر با $3atm$ است. آن را با لولهٔ نازکی به مخزن خالی B به حجم ۵ لیتر وصل می‌کنیم، فشار نهایی مجموعه پس از باز کردن شیر اتصال چند اتمسفر می‌شود؟ (دما ثابت است.)

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۲/۵ ۴) ۱/۵

پاسخ وقتی‌که شیر اتصال را باز می‌کنیم، حجم نهایی گاز برابر مجموع حجم دو مخزن می‌شود و مجموع دو گاز در تمام حجم به فشار یکسانی می‌رسد.

$$P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow P_AV_A=P_2(V_A+V_B)\Rightarrow10\times3=P_2(10+5)\Rightarrow P_2=2atm$$

گزینهٔ ۲

۴ ۱۱۹۹ داده‌های مسئله:

$$P=10^5Pa,V=5L,T=273+27=300K$$

ابتدا به کمک قانون گازهای آرمانی، تعداد مول‌های گاز را به‌دست می‌آوریم:

$$PV=nRT\Rightarrow10^5\times5\times10^{-3}=n\times8\times300\Rightarrow n=\frac{5}{24}mol$$

اکنون جرم گاز را حساب می‌کنیم:

$$n=\frac{m}{M}\Rightarrow\frac{5}{24}=\frac{m}{32}\Rightarrow m=\frac{20}{3}g$$

۳ ۱۲۰۰ تعداد مول‌ها را به دست می‌آوریم:

$$n=\frac{m}{M}\xrightarrow{m=8g,M=2g/mol}n=\frac{8}{2}=4mol$$

یادآوری: $1bar=10^5Pa$

باتوجه به قانون گازهای آرمانی می‌توان نوشت:

$$PV=nRT\xrightarrow{P=0/5\times10^5Pa,\theta=127^\circ C}0/5\times10^5\times V=4\times8\times(273+127)$$

$$\Rightarrow V=0/256m^3\Rightarrow V=0/256\times1000\Rightarrow V=256L$$

بازی با سؤال $4g$ هیدروژن در مخزنی به حجم $5/6L$ وجود دارد. در دمای $0^\circ C$ فشار آن چند اتمسفر است؟ $(M_{H_2}=2g/mol)$

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

پاسخ تعداد مول‌های گاز هیدروژن را حساب می‌کنیم:

$$n=\frac{m}{M}=\frac{4}{2}=2mol$$

هرگاه در حل مسأله مقدار R را مشخص نکند، از مقایسهٔ شرایط مسأله با شرایط متعارفی که در آن حجم یک مول گاز $(n_1=1)$ در دمای $T_1=273K$ و فشار $P_1=1atm$، برابر $V_1=22/4L$ است، استفاده می‌کنیم:

$$\underbrace{\frac{P_1V_1}{n_1T_1}}_{\text{شرایط متعارفی}}=\underbrace{\frac{P_2V_2}{n_2T_2}}_{\text{شرایط مسئله}}\Rightarrow\frac{1\times22/4}{1\times273}=\frac{P_2\times5/6}{2\times273}\Rightarrow P_2=8atm$$

گزینهٔ ۳

۲ ۱۲۰۱ **خط فکر:** در شرایط متعارف (STP) دما و فشار به ترتیب $0^\circ C$ $(T=273K)$ و $1atm$ $(P=10^5Pa)$ است. در سؤال شرایط گاز در یک حالت بررسی شده بنابراین با استفاده از رابطهٔ $PV=nRT$، حجم را به دست می‌آوریم:

$$PV=nRT\Rightarrow10^5\times V=\frac{1}{91}\times8\times273\Rightarrow V=24\times10^{-5}m^3=0/24L$$

۳ ۱۲۰۲ **خط فکر:** فشار، حجم و دمای گاز را یکبار در شرایطی که مسئله بیان می‌کند و یکبار هم فشار، حجم و دمای گاز را در شرایط متعارفی نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم. البته می‌توانیم به یکباره از رابطهٔ $PV=nRT$ استفاده کنیم، اما محاسبات قدری دشوارتر می‌شود. به همین خاطر شرایط مسئله را با شرایط متعارفی مقایسه می‌کنیم.

معادلهٔ حالت را برای گاز هیدروژن نوشته و بر معادلهٔ حالت گاز آرمانی در شرایط متعارفی تقسیم می‌کنیم و با توجه به آن، حجم گاز هیدروژن را در شرایط گفته شده بر حسب لیتر به دست می‌آوریم:

گاز هیدروژن: $P_1=2atm$, $V_1=?$, $\theta_1=182^\circ C$

$$\Rightarrow T_1=182+273=455K\ ,\ n_1=\frac{m_{H_2}}{M_{H_2}}=\frac{6}{2}=3mol$$

شرایط متعارفی گاز آرمانی: $P_2=1atm$, $V_2=22/4L$

$$\theta_2=0^\circ C\Rightarrow T_2=273K\ ,\ n_2=1mol$$

$$\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{n_1RT_1}{n_2RT_2}\Rightarrow\frac{2\times V_1}{1\times22/4}=\frac{3\times455}{1\times273}\Rightarrow V_1=\frac{5\times22/4}{2}=56L$$

B ۱۲۰۳ (۲)

یادآوری: در یک مول از گاز به تعداد عدد آووگادرو $(۶/۰۲\times۱۰^{۲۳})$ مولکول وجود دارد.

نکته هرگاه از قانون گازهای آرمانی به صورت $PV=nRT$ استفاده می‌کنیم باید یکای تمام کمیت‌ها SI باشد یعنی یکای حجم $(m^۳)$ و یکای فشار (Pa) باشد.

دمای گاز را برحسب کلوین می‌نویسیم:

$$T=۲۷۳+\theta \xrightarrow{\theta=-۲۳^\circ C} T=۲۷۳-۲۳=۲۵۰K$$

ابتدا به کمک قانون گازها، تعداد مول‌های گاز را به‌دست می‌آوریم:

$$PV=nRT \xrightarrow{P=۸\times۱۰^۵ Pa,\ V=۱۵\times۱۰^{-۳} m^۳}$$

$$۸\times۱۰^۵\times۱۵\times۱۰^{-۳}=n\times۸\times۲۵۰\Rightarrow n=۶mol$$

هر مول تقریباً دارای ۶×۱۰^{۲۳} مولکول است. پس ۶ مول گاز دارای $۶\times۶\times۱۰^{۲۳}=۳/۶\times۱۰^{۲۴}$ مولکول است.

B ۱۲۰۴ (۲)

خط فکر: هرگاه در مسئلهٔ مربوط به گازها، تغییر حالتی بیان نشود و تنها در یک حالت فشار، حجم و دمای گاز بیان شود باید از قانون گازهای آرمانی به صورت $PV=nRT$ استفاده شود. از طرفی باید حواسمان باشد که همه یکاها در SI باشند یعنی حجم برحسب $m^۳$، فشار برحسب Pa و دما برحسب کلوین باشد.

ابتدا حجم هوای درون اتاق را به کمک استفاده از رابطهٔ حجم مکعب مستطیل $V=abc$ حساب می‌کنیم.

$$V=۴\times۶\times۳=۷۲m^۳$$

فشار هوا $۱۰^۵Pa$ و دمای هوای $T=۲۷۳+۲۷=۳۰۰K$ است.

$$PV=nRT\Rightarrow ۱۰^۵\times۷۲=n\times۸\times۳۰۰\Rightarrow n=۳\times۱۰^۳=۳۰۰۰mol$$

می‌دانیم تعداد مول از دو رابطهٔ $n=\frac{N}{N_A}$ (N: تعداد ذرات سازنده، N_A: عدد آووگادرو) یا $n=\frac{m}{M}$ (m: جرم ماده، M: جرم مولی ماده) به‌دست می‌آید. به کمک آن جرم هوا و تعداد مولکول‌های هوا را حساب می‌کنیم.

$$n=\frac{m}{M}\Rightarrow ۳\times۱۰^۳=\frac{m}{۰/۰۳}\Rightarrow m=۹۰kg$$

$$n=\frac{N}{N_A}\Rightarrow ۳\times۱۰^۳=\frac{N}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}\Rightarrow N=۱۸/۰۶\times۱۰^{۲۶}$$

B ۱۲۰۵ (۳)

خط فکر: در هر لیتر از این گاز $۱۰^{۲۴}$ مولکول وجود دارد، بنابراین اگر حجم این گاز V لیتر باشد تعداد مولکول‌های آن نیز $V\times۱۰^{۲۴}$ خواهد بود و تعداد مول‌های آن نیز $n=\frac{N}{N_A}\Rightarrow n=\frac{V\times۱۰^{۲۴}}{N_A}$ خواهد شد. با توجه به خط فکری بیان شده اکنون به کمک قانون گازهای آرمانی مسئله را حل می‌کنیم.

برای تبدیل لیتر به متر مکعب

$$PV=nRT\Rightarrow PV\overbrace{\times۱۰^{-۳}}=\frac{V\times۱۰^{۲۴}}{۶\times۱۰^{۲۳}}\times۸\times(۲۷۳+۲۷)$$

$$\Rightarrow P=\frac{۸۰}{۶}\times(۳۰۰)\times۱۰^۳\Rightarrow P=۴۰۰\times۱۰^۳\Rightarrow P=۴۰۰kPa$$

بازی با سؤال **سحابی سیاره‌ای حلقوی ابری است که عمدتاً از گاز هیدروژن تشکیل شده که در هر سانتی‌متر مکعب آن ۱۰۰۰ مولکول گاز هیدروژن در دمای ۱۰۰۰۰K وجود دارد. فشار گاز در سحابی سیاره‌ای چند پاسکال است؟ ($R=۸J/mol.K$ و عدد آووگادرو برابر ۶×۱۰^{۲۳} است.)**

۱) $\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۱۰}$ ۲) $\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۸}$ ۳) $\frac{۳}{۴}\times۱۰^{-۱۰}$ ۴) $\frac{۳}{۴}\times۱۰^{-۸}$

پاسخ در هر $۱cm^۳$ گاز، تعداد مولکول‌های هیدروژن ۱۰۰۰ عدد است، بنابراین در هر متر مکعب گاز، تعداد مولکول‌ها $۱۰۰۰\times۱۰^۶=۱۰^۹$ مولکول می‌شود و اگر حجم گاز V متر مکعب باشد، تعداد مولکول‌های گاز $N=V\times۱۰^۹$ خواهد بود. اکنون تعداد مول‌های گاز را حساب می‌کنیم:

$$n=\frac{N}{N_A}=\frac{V\times۱۰^۹}{۶\times۱۰^{۲۳}}$$

قانون گازهای آرمانی را می‌نویسیم و فشار گاز در سحابی را به‌دست می‌آوریم:

$$PV=nRT\Rightarrow P\times V=\frac{V\times۱۰^۹}{۶\times۱۰^{۲۳}}\times۸\times۱۰۰۰۰\Rightarrow P=\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۱۰}Pa$$

گزینهٔ ۱

B ۱۲۰۶ (۳)

خط فکر: با توجه به داده‌های مسئله رابطهٔ بین حجم و دمای اولیه را از معادله $PV=nRT$ به‌دست آورده و برای حالت ثانویه از رابطهٔ $\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}$ استفاده می‌کنیم. بنابراین مراحل زیر را طی می‌کنیم.

۱ با استفاده از رابطهٔ $PV=nRT$ رابطهٔ بین حجم و دمای اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$۱/۵\times۱۰^۵\times V_۱=۳\times۸\times T_۱\Rightarrow$$

$$\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{۲۴}{۱/۵\times۱۰^۵}=۱۶\times۱۰^{-۵}\Rightarrow V_۱=۱۶\times۱۰^{-۵}T_۱$$

۲ حال با استفاده از رابطهٔ $\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}$ داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow[V_۲=V_۱-۴\times۱۰^{-۳}]{P_۱=P_۲}\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۱-۴\times۱۰^{-۳}}{T_۲}$$

$$\Rightarrow ۱۶\times۱۰^{-۵}=\frac{۱۶\times۱۰^{-۵}T_۱-۴\times۱۰^{-۳}}{T_۲}$$

$$\Rightarrow ۱۶\times۱۰^{-۵}T_۲=۱۶\times۱۰^{-۵}T_۱-۴\times۱۰^{-۳}$$

$$۱۶\times۱۰^{-۵}(T_۱-T_۲)=۴\times۱۰^{-۳}\Rightarrow T_۱-T_۲=۲۵$$

$$\Rightarrow T_۲-T_۱=-۲۵\Rightarrow \Delta T=-۲۵K$$

۳ تغییرات دما بر حسب کلوین و درجه سلسیوس با هم برابر است

$$\Delta T=\Delta\theta\Rightarrow \Delta\theta=-۲۵^\circ C$$

B ۱۲۰۷ (۴)

خط فکر: هرگاه در مسأله دو نوع گاز را با هم مقایسه کنیم، قانون گازهای آرمانی را برای هر دو گاز به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\frac{PV}{nT}=R\Rightarrow\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}$$

اکنون مسئله را با توجه به خط فکری بیان شده حل می‌کنیم:

$$\frac{P_{O_۲}V_{O_۲}}{n_{O_۲}T_{O_۲}}=\frac{P_{H_۲}V_{H_۲}}{n_{H_۲}T_{H_۲}}\xrightarrow[T_{O_۲}=T_{H_۲}]{V_{O_۲}=V_{H_۲}}\frac{P_{H_۲}}{P_{O_۲}}=\frac{n_{H_۲}}{n_{O_۲}}(۱)$$

چون در صورت مسأله گفته شده جرم دو گاز با هم برابر است $(m_{H_۲}=m_{O_۲})$ در رابطه (۱) به جای n مقدار $\frac{m}{M}$ را قرار می‌دهیم.

$$\frac{P_{H_۲}}{P_{O_۲}}=\frac{\frac{m_{H_۲}}{M_{H_۲}}}{\frac{m_{O_۲}}{M_{O_۲}}}=\frac{M_{O_۲}}{M_{H_۲}}=\frac{۳۲}{۲}=۱۶$$