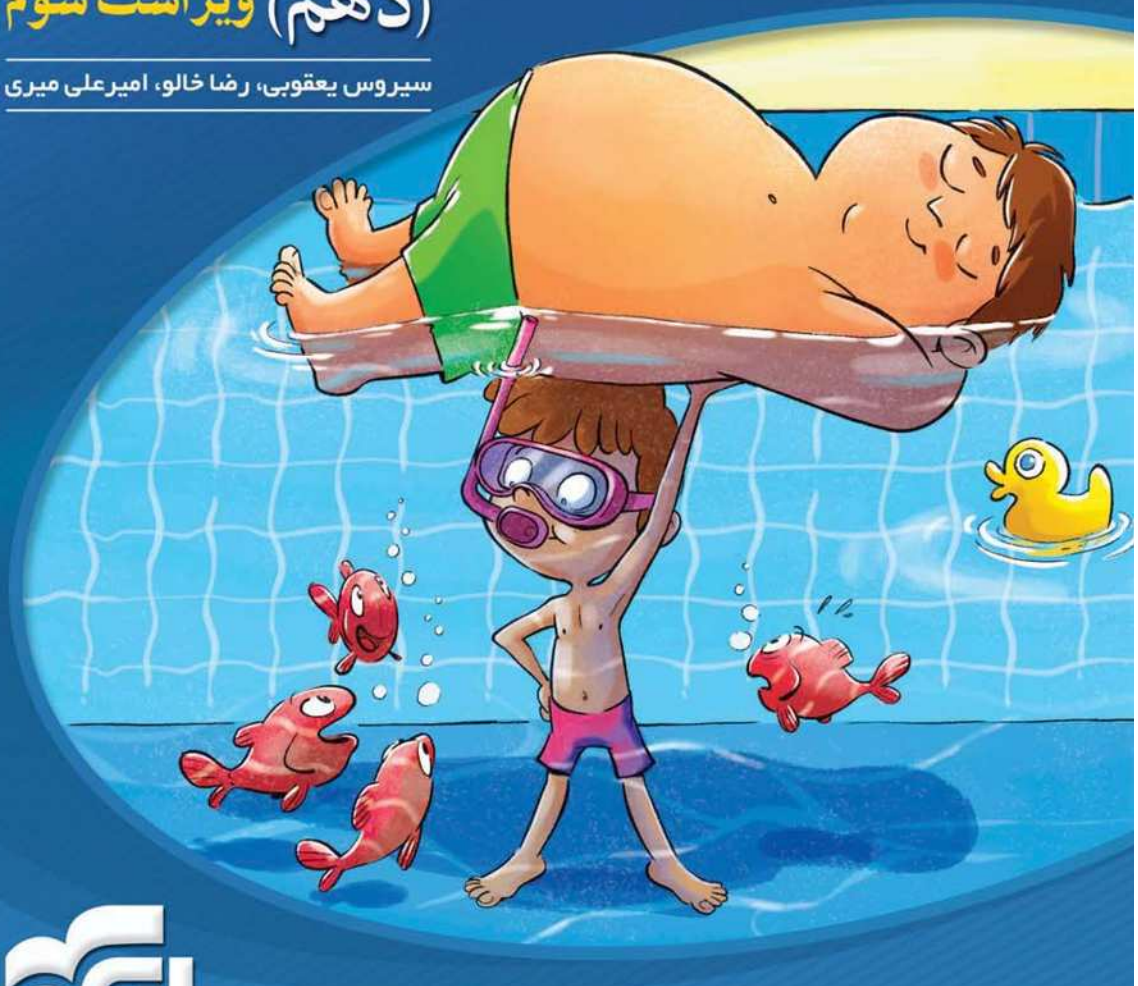


درس‌نامه + پرسش‌های چهارگزینه‌ای + پاسخ‌های کاملاً تشریحی

# فیزیک ریاضی

(دهم) ویراست سوم

سیروس یعقوبی، رضا خالو، امیرعلی میری

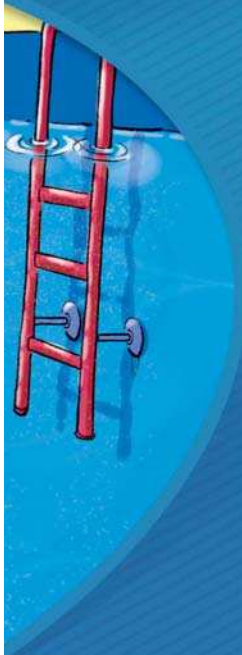


انتشارات  
انگه

۲۶۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای | ۱۶۴۵ پرسش‌های چهارگزینه‌ای | ۷ آزمون فصل به فصل و جامع

مجموعه کتاب‌های پایه دهم نشر الگو ویژه رشته ریاضی:

- فیزیک | دهم ریاضی (تمام)
- فیزیک | دهم ریاضی (تست و سه‌بعدی)
- ریاضی | دهم (تست و سه‌بعدی)
- جامع فیزیک پایه ریاضی
- شیمی | دهم (تست)
- جمع‌بندی شیمی دهم
- هندسه | دهم (تست و سه‌بعدی)



- فصل منفر برای تقویت محاسبات ریاضی
- درس‌نامه‌ای منطبق با کتاب درسی فیزیک پایه دهم
- ۲۶۱ پرسش چهارگزینه‌ای در درس‌نامه‌ها
- ۱۶۴۵ پرسش چهارگزینه‌ای منطبق با کتاب درسی با چیتش آموزشی در پایان درس‌نامه‌ها
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای تألیفی به همراه سؤالات کنکور سال‌های اخیر
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای سطح دوم برای دانش‌آموزان علاقه‌مند
- ۷ آزمون برای مرور مطالب و سنجش توانایی و مهارت
- پاسخ‌های کاملاً تشریحی با ارائه خط فکری برای حل مسائل



شما می‌توانید سؤالات خود را از طریق کانال تلگرام فیزیک الگو به آدرس زیر با

[https://t.me/physics\\_olgo](https://t.me/physics_olgo)

انتشارات در میان بگذارید:

انتشارات  
الگو

[www.olgoobooks.ir](http://www.olgoobooks.ir)



## به نام خدا

دوستان عزیز

سلام


ورود به سال دهم، همزمان با آغاز دوره متوسطه دوم است. در این دوره شما برای ورود به دانشگاه آماده می‌شوید، بنابراین در مقایسه با دوره‌های قبل، باید تلاش بیشتری همراه با برنامه‌ریزی دقیق داشته باشید. در متوسطه دوم کتاب علوم به کتاب‌های جداگانه فیزیک و شیمی (و زیست‌شناسی برای رشته تجربی) تفکیک می‌شود. اهمیت درس فیزیک در هر دو رشته ریاضی و تجربی بر کسی پوشیده نیست.

شما باید توجه داشته باشید که مطالعه دقیق کتاب درسی آموزش و پرورش مهم و ضروری است. کتاب درسی شامل نکات فراوانی است که ممکن است عمق آن‌ها از دید شما پنهان بماند یا در مطالعه متوجه نشوید تست‌های کنکور از کدام قسمت و به چه صورت مطرح می‌شوند.

هدف ما این است که عمق موضوعات کتاب درسی را تشخیص داده و متناسب با آن با طرح تست‌های کافی به همراه تست‌های کنکور و آزمون‌های آزمایشی، توانایی علمی شما را به بالاترین سطح ممکن و مورد نیاز برسانیم. در این مسیر شما نیاز دارید که محاسبات ریاضی خود را تقویت کرده و از اشتباهات متداول دوری کنید برای این منظور در ابتدای کتاب فصل صفر را قرار داده‌ایم تا به شما برای محاسبات درست یاری برساند.


حال ۱۰ ویژگی اصلی این کتاب را با هم مرور می‌کنیم:

- ۱ هر فصل به چند بخش تقسیم شده است.
- ۲ هر بخش شامل درسنامه‌ای به همراه تست‌های آموزشی است. در درسنامه نیز بعد از هر تیپ سؤالی، شماره‌های تست‌های مشابه با آن از بخش تست‌های آموزشی ذکر شده است تا با استفاده از آن‌ها تسلط کامل نسبت به آن تیپ سؤالی پیدا کنید.
- ۳ تست‌های آموزشی بعد از درسنامه از ساده به دشوار چیده شده‌اند، که در این تست‌ها علاوه بر تست‌های تألیفی، تست‌هایی از کنکورهای سال‌های گذشته و آزمون‌های آزمایشی معتبر که متناسب با مطالب جدید کتاب درسی هستند، قرار گرفته است.

۴ در بخش تست‌های آموزشی برای برخی از تست‌ها که لازم دیده‌ایم تست‌های مشابهی در پاسخ گذاشته‌ایم تا اگر شما در این بخش نتوانستید تست موردنظر را حل کنید، بعد از خواندن پاسخ و فهم تست، تست شبیه به آن را خودتان حل کنید. همچنین برای اینکه متوجه شوید که تست، شامل یک تست مشابه در پاسخ است، علامت  در کنار شماره تست قرار گرفته است.

۵ در پاسخ تست‌های مهم، بخشی به نام خط فکری قرار داده شده است، که به نوعی استراتژی حل تست و ایده‌های مهم تست در آن بیان شده است. بهتر است که اگر نتوانستید این تست‌ها را حل کنید ابتدا خط فکری آن را بخوانید، سپس خودتان باقی حل را انجام دهید.

۶ در پاسخ تست‌ها، سطح هر تست را مشخص کرده‌ایم؛ A تست‌های ساده، B تست‌های متوسط و C تست‌های دشوار را مشخص می‌کنند.

۷ برای مرور سریع فصل تست‌هایی را مشخص کرده‌ایم که با علامت  مشخص شده‌اند.

۸ برای هر بخش نیز تست‌های نسبتاً دشوار را که برای تفهیم بهتر مطالب به شما کمک می‌کنند به عنوان تست‌های سطح دوم قرار داده‌ایم. اگر تست‌های بخش آموزشی را حل کردید و دنبال تست‌های سخت‌تر هستید این تست‌ها را حل کنید. (البته بهتر است قبل از حل، از دبیر خود برای حل این بخش مشورت بگیرید.)

۹ در پایان هر فصل آزمون تستی آورده‌ایم که می‌توانید با حل آن‌ها ضمن مرور مطالب، توانایی و مهارت خود را بسنجید. در پاسخ تست‌های آزمون، شماره تست‌های مشابه با آن تست را قرار داده‌ایم تا بعد از تصحیح آزمون، برای تحلیل آن به شما کمک کنند.

۱۰ در آخر کتاب هم دو آزمون برگرفته از کنکور سراسری ۱۴۰۲ (نوبت اول) و آزمون‌های آزمایشی معتبر قرار داده‌ایم.

در پایان لازم است از تلاش صمیمانه کارکنان نشر الگو سپاسگزاری کنیم. در واحد ویرایش خانم زهره نوری و آقای محسن شعبان‌شمیرانی، همچنین از خانم خندان که ویرایش کتاب بی‌باری ایشان امکان‌پذیر نبود. در واحد حروفچینی و صفحه‌آرایی از خانم‌ها راضیه صالحی و فاضله محسنی برای صفحه‌آرایی کتاب و از سرکار خانم سکینه مختار مسئول واحد ویراستاری و حروفچینی قدردانی می‌کنیم.



# 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 - پایداری 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 چهارم: فرایندهای غیرخاص و ترکیب فرایند ..... ۳۲۴
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ..... ۳۲۷
- بخش پنجم: چرخه 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 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، معادله 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 هم دما و بی‌دررو ..... ۳۱۴
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ..... ۳۱۸

## بخش ششم: قانون گازهای آرمانی

۱ اگر گازی به اندازه کافی رقیق باشد، یعنی برخورد و برهم کنش 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.

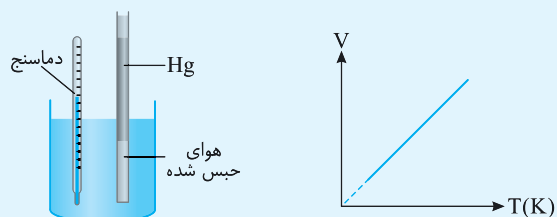
۳ برای آنکه به قانون گازهای آرمانی برسیم، ابتدا آن را در حالت‌های ساده‌ای بررسی می‌کنیم. در هر حالت یکی از کمیت‌های فشار، حجم یا دما ثابت‌اند. سپس به شکل کامل‌تری می‌رسیم که هر سه کمیت می‌توانند تغییر کنند.

### 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.

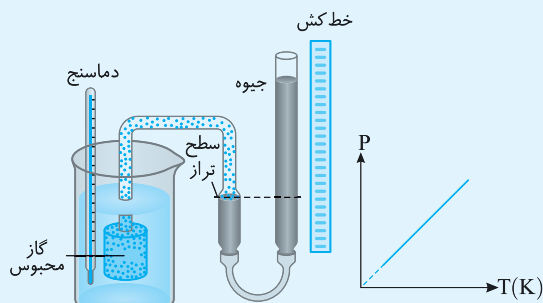


راستی در نمودار V-T چون در دماهای خیلی پایین، گاز به مایع یا جامد تبدیل می‌شود، این قسمت نمودار به صورت فخطی رسم شده.

### 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:

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

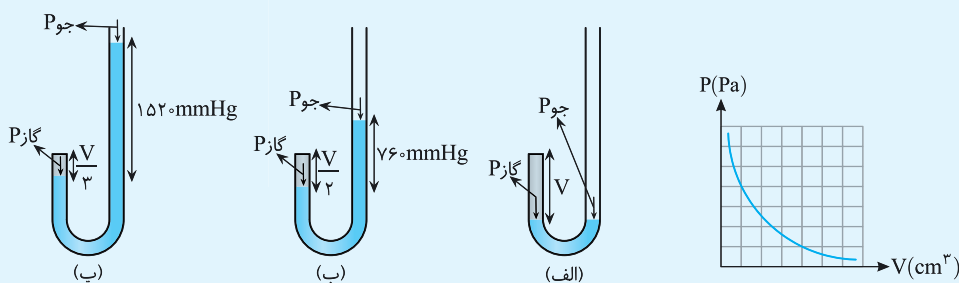


راستی در این رابطه باید یکای فشار (P) در دو طرف معادله یکسان باشد و دمای گاز (T) بر حسب کلوین نوشته بشود.

### 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):

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{یا} \quad PV = \text{ثابت}$$



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

## تست ۲۰۴

دمای  $7\text{ cm}^3$  گاز آرمانی را در فشار ثابت از  $77^\circ\text{C}$  به  $27^\circ\text{C}$  می‌رسانیم. در این صورت حجم گاز به چند سانتی‌متر مکعب می‌رسد؟

۴۵ (۱)      ۹۰ (۲)      ۶۰ (۳)      ۵۰ (۴)

$$T_1 = 77 + 273 = 350\text{ K} \quad , \quad T_2 = 27 + 273 = 300$$

پاسخ: دماهای اولیه و ثانویه را برحسب کلونین می‌نویسیم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{7}{350} = \frac{V_2}{300} \Rightarrow V_2 = 6\text{ cm}^3$$

فشار ثابت است و بنا به قانون شارل خواهیم داشت:

## گزینه ۳

## تست ۲۰۵

اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز آرمانی را از  $45/5$  درجه سلسیوس به  $91$  درجه سلسیوس برسانیم، فشار گاز چند برابر می‌شود؟ **تجربی - ۹۱**

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

پاسخ: اگر کمی دقت کنیم می‌بینیم که  $91 = 2 \times 45/5$  و  $273 = 3 \times 91$  است، بنابراین دماها را بر حسب ضربی از ۹۱ می‌نویسیم تا محاسبات ساده‌تر شوند:

$$T_1 = 273 + 45/5 \Rightarrow T_1 = 3 \times 91 + \frac{91}{2} = \frac{7}{2} \times 91, \quad T_2 = 273 + 91 \Rightarrow T_2 = 3 \times 91 + 91 = 4 \times 91$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{\frac{7}{2} \times 91} = \frac{P_2}{4 \times 91} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{4}{7}$$

حجم ثابت است و بنا به قانون گی‌لوساک خواهیم داشت:

## گزینه ۴

## تست ۲۰۶

فشار گازی معادل فشار  $50$  سانتی‌متر جیوه است. فشار آن را در دمای ثابت به  $60$  سانتی‌متر جیوه می‌رسانیم، حجم گاز  $2/5$  لیتر کاهش می‌یابد. حجم اولیه گاز چند لیتر بوده است؟

۴ (۱)      ۲۵ (۲)      ۱۵ (۳)      ۴۰ (۴)

$$P_1 = 50\text{ cmHg}, \quad V_2 = V_1 - 2/5, \quad P_2 = 60\text{ cmHg}$$

پاسخ:

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

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 50 \times V_1 = 60 \times (V_1 - 2/5) \Rightarrow V_1 = 15\text{ L}$$

## گزینه ۳

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

۱) در واقع در حالت کلی می‌توان برای گازهای آرمانی که طی یک فرایند مقدار آن‌ها ثابت می‌ماند، نوشت:

۲) در این رابطه باید دما حتماً برحسب کلونین 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  $7^\circ\text{C}$  و فشارش یک اتمسفر است، آن‌قدر متراکم می‌کنیم تا حجم آن به  $\frac{1}{6}$  حجم اولیه برسد. اگر طی این عمل، درجه

حرارت (دمای) هوا به  $77^\circ\text{C}$  افزایش پیدا کند، فشار هوای متراکم چند اتمسفر است؟

۷/۵ (۱)      ۱۲/۵ (۲)      ۱۵ (۳)      ۶۶ (۴)

پاسخ: مقدار  $P_2$  مجهول است. حجم گاز  $\frac{1}{6}$  حجم اولیه شده است  $V_2 = \frac{1}{6} V_1$ ، از طرفی دماها باید برحسب کلونین باشد:

$$T_1 = 7 + 273 = 280\text{ K} \quad , \quad T_2 = 77 + 273 = 350\text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times V_1}{280} = \frac{P_2 \times \frac{1}{6} V_1}{350} \Rightarrow P_2 = 6 \times \frac{35}{28} = \frac{6 \times 5 \times 7}{4 \times 7} = 7/5\text{ atm}$$

مقادیر فوق را در قانون گازها قرار می‌دهیم:

## گزینه ۱



**نکته** اگر در سوالی گفته شود مثلاً فشار n برابر شده، یعنی  $P_2 = nP_1$  است و اگر گفته شود فشار  $\frac{1}{n}$  فشار اولیه افزایش یا کاهش یافته است یعنی:

$$P_2 = P_1 \pm \frac{P_1}{n}$$

افزایش ↑  
کاهش ↓

**تست ۲۰۸**

دمای مقداری گاز آرمانی را از  $27^\circ\text{C}$  به  $57^\circ\text{C}$  می‌رسانیم و فشار آن را از  $5^\circ$  سانتی‌متر جیوه به  $4^\circ$  سانتی‌متر جیوه کاهش می‌دهیم. حجم گاز ۳ لیتر افزایش می‌یابد. حجم اولیه گاز چند لیتر بوده است؟

۶/۳ (۱)      ۹ (۲)      ۱۰ (۳)      ۸ (۴)

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

$$T_1 = 27 + 273 = 300^\circ\text{K}, \quad T_2 = 57 + 273 = 330^\circ\text{K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{n_1 = n_2} \frac{5 \times V_1}{300} = \frac{4 \times (V_1 + 3)}{330} \Rightarrow 55 V_1 = 4 \times (V_1 + 3) \Rightarrow 55 V_1 = 4 V_1 + 12 \Rightarrow V_1 = 8\text{L}$$

گزینه 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:  $T_2 = \frac{20}{100} T_1$       ۲ حجم گازی ۲۰ درصد افزایش می‌یابد یعنی:  $V_2 = V_1 + \frac{20}{100} V_1$

۳ فشار گازی ۲۰ درصد کاهش می‌یابد یعنی:  $P_2 = P_1 - \frac{20}{100} P_1$

**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**

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

**پاسخ** فشار گاز ۲۵ درصد افزایش یافته یعنی اگر فشار اولیه  $P_1$  باشد:

$$P_2 = P_1 + \frac{25}{100} P_1 = 1/25 P_1$$

حجم گاز ۳۶ درصد کاهش یافته یعنی اگر حجم اولیه  $V_1$  باشد:

$$V_2 = V_1 - \frac{36}{100} V_1 = 0/64 V_1$$

حال با توجه به قانون گازهای آرمانی می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{1/25 P_1 \times 0/64 V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 0/8 T_1$$

بنابراین تغییر دما برابر است با: (علامت منفی نشان‌دهنده کاهش دما است.)  $\Delta T = T_2 - T_1 \Rightarrow \Delta T = -0/2 T_1 = -20\% T_1$

گزینه ۱

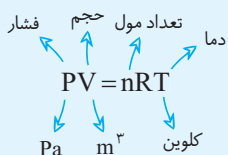
حالا برو تست‌های ۱۱۶۶ تا ۱۱۹۶ رو بزن.

**قانون گازهای آرمانی (معادله حالت)**

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

نشان داد:

$$\frac{PV}{nT} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{n T_1} = \frac{P_2 V_2}{n T_2}$$



مقدار ثابت را با R نشان می‌دهیم و به آن ثابت جهانی گازها گفته می‌شود و برابر با  $R = 8/3145 \text{ J/mol.K}$  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.

**قانون آووگادرو**

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

$$\frac{V}{N} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$$

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

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

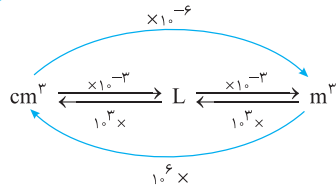
حالا  $N = n N_A$  را در قانون آووگادرو می‌گذاریم:

چون  $N_A$  هم مقدار ثابتی است، می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{V}{N} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V}{n N_A} = \text{ثابت}$$

$$\frac{V}{n} = \text{ثابت} \xrightarrow{\text{در واقع در دما و فشار یکسان}} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

## یادآوری



$$1 \text{ atm} \approx 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

برخی از تبدیل یكاهای متداول حجم و فشار به صورت زیر است:

**نکته** برای به دست آوردن تعداد مول می توان از تعداد مولکولها (N) یا جرم مولی کمک گرفت:

$$\begin{aligned} \text{تعداد ذرات سازنده گاز} &\rightarrow n = \frac{N}{N_A} \quad \text{یا} \quad n = \frac{m}{M} \quad \leftarrow \text{جرم مولی گاز} \\ \text{عدد آووگادرو} &\rightarrow N_A \quad \leftarrow \text{جرم مولی گاز} \end{aligned}$$

## تست ۲۱۰

**ریاضی - ۹۰** مخزنی به حجم  $\Delta L$  حاوی گاز اکسیژن در فشار  $10^5 \text{ Pa}$  و دمای  $27^\circ \text{C}$  است. جرم گاز موجود در مخزن چند گرم است؟ ( $R = 8 \text{ J/mol.K}$ ,  $M_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ )

$$\begin{array}{cccc} \frac{5}{24} & (4) & \frac{20}{3} & (3) & \frac{5}{3} & (2) & \frac{10}{3} & (1) \end{array}$$

**پاسخ** اگر از فرمول  $PV = nRT$  استفاده کنیم، باید همه یكها را در SI بنویسیم:

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

$$PV = nRT \Rightarrow 10^5 \times 5 \times 10^{-3} = n \times 8 \times 300 \Rightarrow n = \frac{5}{24} \xrightarrow{n = \frac{m}{M}} \frac{5}{24} = \frac{m}{32} \Rightarrow m = \frac{20}{3} \text{ g}$$

گزینه ۳

## تست ۲۱۱

اگر حجم یک مول گاز در فشار یک جو و دمای صفر درجه سلسیوس  $22/4$  لیتر باشد، حجم ۶ گرم هیدروژن در فشار ۲ جو و دمای  $182$  درجه سلسیوس چند لیتر است؟ ( $M_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ )

تجربی - ۸۶

$$\begin{array}{cccc} 84 & (4) & 56 & (3) & 36 & (2) & 28 & (1) \end{array}$$

**پاسخ** می توانیم قانون گازهای آرمانی را در دو شرایط متفاوت بنویسیم و سپس دو رابطه را بر هم تقسیم کنیم تا حل سؤال ساده تر انجام گیرد:

$$P_1 V_1 = n_1 R T_1, \quad P_2 V_2 = n_2 R T_2 \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{n_1 T_1}{n_2 T_2}$$

چون رابطه ها را بر هم تقسیم می کنیم، نیازی به تبدیل یكها در SI نیست:

$$\frac{1 \times 22/4}{2 \times V_2} = \frac{1 \times 273}{n_2 \times (273 + 182)} \xrightarrow{n_2 = \frac{m}{M} = \frac{6}{2} = 3 \text{ mol}} \frac{22/4}{2V_2} = \frac{3}{3 \times 5} \Rightarrow V_2 = 56 \text{ L}$$

گزینه ۳

## تست ۲۱۲

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

خارج ریاضی - ۹۳

$$\begin{array}{cccc} 0/25 & (4) & 0/4 & (3) & 0/6 & (2) & 0/75 & (1) \end{array}$$

**پاسخ ۱** تعداد مولهای هر گاز را حساب می کنیم:

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

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

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

**۳** حجم را از قانون گازهای آرمانی به دست می آوریم.

$$PV = nRT \Rightarrow 10^5 \times V = 1 \times 8 \times 300 \Rightarrow V = 24 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

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

$$\rho = \frac{(2 + 16) \times 10^{-3}}{24 \times 10^{-3}} = 0/75 \text{ kg/m}^3$$

گزینه ۱

**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.  
 $P = P_o + P_g$

**تست ۲۱۳**

فشارسنجی روی کپسول گاز هیدروژن نصب است و در زمستان که دمای محیط  $-3^\circ C$  است، فشار  $2 \text{ atm}$  را نشان می‌دهد. در تابستان که دمای محیط به  $27^\circ C$  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  $1 \text{ atm}$  است.)

از کتاب درسی

(۱)  $\frac{7}{3}$       (۲)  $\frac{2}{9}$       (۳)  $\frac{3}{9}$       (۴)  $\frac{31}{3}$

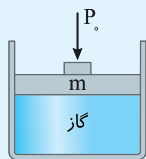
**پاسخ** دقت کنید که مقدار گاز تغییری نکرده و می‌توان از رابطه  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$  تست را حل کرد. همچنین در این رابطه منظور از  $P$  فشار کل می‌باشد.

$P_1 = 2 + 1 = 3 \text{ atm}$  ,  $T_1 = -3 + 273 = 270 \text{ K}$  ,  $T_2 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$  ,  $P_2 = ?$  ,  $V_2 = V_1$   
 $\Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3}{270} = \frac{P_2}{300} \Rightarrow P_2 = \frac{1}{3} \text{ atm}$

فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهند، بنابراین عددی که فشارسنج نشان می‌دهد خواهد شد:  $P = P_g + P_o \Rightarrow P_g = P - P_o \Rightarrow P_g = \frac{1}{3} - 1 = \frac{2}{3} \text{ atm}$

گزینه ۱

**نکته** فشار وارد بر گاز محبوس زیر پیستون بدون اصطکاک و دارای جرم از رابطه زیر به دست می‌آید:

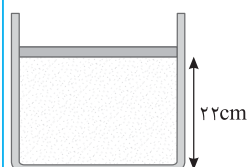


$P_{\text{گاز}} = P_o + \frac{mg}{A}$

**تست ۲۱۴**

مطابق شکل روبه‌رو درون پیستون بدون اصطکاک، مقداری گاز آرمانی با دمای  $57^\circ C$  محبوس است. دمای گاز را به تدریج به  $27^\circ C$  می‌رسانیم. در این صورت پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟

(۱)  $0/5$       (۲)  $2$       (۳)  $2/5$   
 (۴)  $5$



تجربی - ۸۸

**پاسخ** در حالت اول که دما  $57^\circ C$  بوده پیستون در حالت تعادل است، بنابراین فشار داخل آن با فشار بیرون برابر است، فشار بیرون نیز برابر با  $1 \text{ atm}$  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 به دست می‌آوریم:  $T_1 = 57 + 273 = 330 \text{ K}$  ,  $T_2 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$   
 سطح مقطع محفظه را  $A$  فرض می‌کنیم و حجم اولیه گاز را به صورت  $V_1 = Ah_1$  و حجم ثانویه گاز را نیز به صورت  $V_2 = Ah_2$  می‌نویسیم.

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{P_1 = P_2} \frac{A \times 22}{330} = \frac{A \times h_2}{300} \Rightarrow h_2 = 20 \text{ cm}$

$\Delta h = h_2 - h_1 = 22 - 20 = 2 \text{ cm}$

پس تغییرات ارتفاع پیستون خواهد شد:

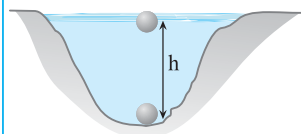
گزینه ۲

**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  $10^5 \text{ Pa}$ ، چگالی آب  $1000 \text{ kg/m}^3$  و  $g = 10 \text{ N/kg}$  فرض شود.)

خارج ریاضی - ۸۷

(۱)  $15$       (۲)  $20$       (۳)  $25$       (۴)  $30$



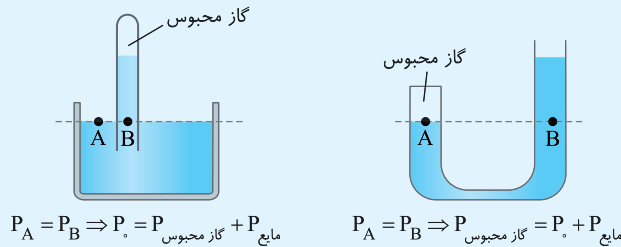
**پاسخ** هوای درون حباب را می‌توان گاز آرمانی فرض کرد. وقتی این حباب به سطح آب می‌رسد، فشار آب وارد بر آن کم می‌شود و از آنجایی که دما ثابت است، حجم حباب زیاد می‌شود. فشار وارد بر حباب در عمق  $h$  دریاچه برابر  $P_1 = P_o + \rho gh$  و در سطح دریاچه فشار برابر  $P_2 = P_o$  است.

$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow (P_o + \rho gh) V_1 = P_o V_2 \Rightarrow (10^5 + 10^3 \times 10 \times h) V_1 = 10^5 \times 3 V_1 \Rightarrow 10^4 h = 2 \times 10^5 \Rightarrow h = 20 \text{ m}$

گزینه ۲

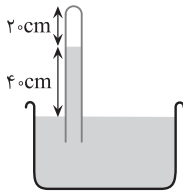


**نکته** برای به دست آوردن فشار گاز محبوس شده در شکل‌های زیر از خط تراز استفاده می‌کردیم:



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  $76 \text{ cmHg}$  در نظر بگیرید و دما ثابت است.) **تجربی - ۹۰**

- ۱۰ (۱)
- ۳۰ (۲)
- ۴۶ (۳)
- ۴۶ (۴)

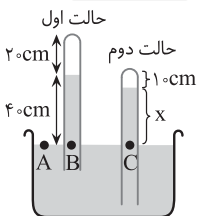
**پاسخ** در حل این نوع مسائل حجم و فشار گاز در دو حالت را باید مشخص کنیم.

**حالت اول:** اگر سطح مقطع لوله را  $A$  فرض کنیم، حجم گاز خواهد شد:  $V_1 = Ah_1 \Rightarrow V_1 = A \times 20$   
 با توجه به نقاط هم‌تراز  $A$  و  $B$ ، فشار در این نقاط یکسان است.

$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_0, P_B = P_1 + 40} P_0 = P_1 + 40 \Rightarrow 76 = P_1 + 40 \Rightarrow P_1 = 36 \text{ cmHg}$$

**حالت دوم:** حجم گاز برابر است با:

$$V_2 = Ah_2 \Rightarrow V_2 = A \times 10$$



مجموع فشار گاز و فشار ستون  $x$  سانتی‌متری جیوه برابر فشار هوای محیط است. بنابراین:  $P_A = P_C \Rightarrow P_0 = P_2 + x \Rightarrow 76 = P_2 + x \Rightarrow P_2 = 76 - x$

به کمک قانون گازها  $x$  را حساب می‌کنیم:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 36 \times A \times 20 = (76 - x) \times A \times 10 \Rightarrow 72 = 76 - x \Rightarrow x = 4 \text{ cm}$$

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

حالت اول:  $L_1 = 20 + 40 = 60 \text{ cm}$       حالت دوم:  $L_2 = 10 + 4 = 14 \text{ cm}$

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 60 - 14 = 46 \text{ cm}$$

مقدار پایین رفتن لوله خواهد شد:

**گزینه ۴**

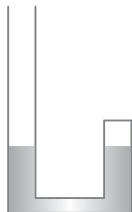
**تست ۲۱۷**

در شکل روبه‌رو داخل لوله  $U$  شکلی به سطح مقطع  $1 \text{ cm}^2$ ، مقداری جیوه در دو طرف لوله در یک سطح

قرار دارد. ارتفاع هوای موجود در طرف بسته لوله برابر  $77$  میلی‌متر است. چند سانتی‌متر مکعب جیوه درون

لوله بریزیم تا ارتفاع هوای موجود در طرف بسته لوله به  $50$  میلی‌متر برسد؟ ( $\rho_{\text{جیوه}} = 13500 \text{ kg/m}^3$ )

( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ،  $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$  و دمای هوا ثابت است.) **تجربی - ۹۰**



- ۳۰ (۱)
- ۴۰ (۲)
- ۴۲/۷ (۳)
- ۴۵/۴ (۴)

**پاسخ** ابتدا از آخر مسئله را بررسی می‌کنیم، ارتفاع گاز ابتدا  $77$  میلی‌متر و سپس  $50 \text{ mm}$  شده است یعنی با افزودن جیوه به شاخه سمت چپ، جیوه در سمت راست

$77 - 50 = 27 \text{ mm}$  بالا رفته است، بنابراین در سمت چپ نیز جیوه به اندازه  $27 \text{ mm}$

پایین می‌رود. در این حالت جمعاً جیوه‌ای که به سمت چپ اضافه می‌شود برابر است با:

$$h_{\text{جیوه اضافه شده}} = x + 27 + 27 \text{ (I)}$$

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

فشار هوا در قسمت بسته لوله در ابتدا برابر فشار هوای محیط است، زیرا سطح جیوه در دو طرف لوله برابر است:  $P_B = P_A \Rightarrow P_1 = P_0 = 10^5 \text{ Pa}$

حجم گاز در این حالت خواهد شد:  $V_1 = Ah_1 = 1 \times 10^{-4} \times 77 \times 10^{-3} = 7.7 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

در حالت دوم: نقاط  $A'$  و  $B'$  روی یک خط تراز قرار دارند و فشار در این نقاط برابر است. فشار در نقطه  $A'$  برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون  $x$

جیوه و در نقطه  $B'$  برابر فشار گاز است. از این‌رو:  $P_{B'} = P_{A'} \Rightarrow P_2 = P_0 + \rho g h_{\text{Hg}} \Rightarrow P_2 = 10^5 + 13500 \times 10 \times x$



## چگالی گازها

با استفاده از رابطه  $PV = nRT$  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 رابطه بالا دو نتیجه می‌توان گرفت:

به دست آوردن مقدار چگالی:

$$\rho = \frac{PM}{RT}$$

kg/m<sup>۳</sup> ← ρ =  $\frac{PM}{RT}$  → kg/mol  
 کلون ←

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  $10^\circ\text{C}$  و فشار آن ۱ اتمسفر است. اگر دمای گاز را به دمای  $20^\circ\text{C}$  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:

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

گزینه ۳

حالا برو تست‌های ۱۴۴۴ تا ۱۴۴۸ رو بزن.

## بخش هشتم: قانون گازهای آرمانی

۱۱۶۶- حجم مقداری گاز آرمانی را در فشار ثابت از ۱۰ لیتر به ۱۲ لیتر می‌رسانیم. اگر دمای اولیه گاز  $27^\circ\text{C}$  باشد، دمای ثانویه آن چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

۵۴ (۱)      ۳۲/۴ (۲)      ۲۲/۵ (۳)      ۸۷ (۴)

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

۴۵/۵ (۱)      ۲۷۳ (۲)      ۱۸۲ (۳)      ۹۱ (۴)

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

۲۲۷ (۱)      ۹۰۰ (۲)      ۱۲۷ (۳)      ۱۰۰ (۴)

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

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

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

۲۱۰ (۱)      ۱۸۰ (۲)      ۱۵۰ (۳)      ۱۲۰ (۴)

۱۱۷۱- اگر در فشار ثابت دمای مقدار معینی از گاز را از  $100^\circ\text{C}$  به  $300^\circ\text{C}$  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  $27/3^\circ\text{C}$  برابر با  $V_1$  است. اگر در فشار ثابت، دمای این گاز را به  $273^\circ\text{C}$  برسانیم، حجم آن  $V_2$  می‌شود. کدام یک

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  $27^{\circ}\text{C}$  موجود است. اگر دمای گاز به  $127^{\circ}\text{C}$  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 اندازه ۴ لیتر افزایش می‌دهیم. تغییر فشار آن  $\frac{1}{2}$  فشار اولیه می‌شود. حجم اولیه گاز چند لیتر بوده است؟

- (۱) ۲۴ (۲) ۲۰ (۳) ۱۶ (۴) ۱۸

۱۱۷۶- در صبح یک روز زمستانی که دمای هوا  $3^{\circ}\text{C}$  است، فشار هوای درون لاستیک اتومبیلی  $\frac{2}{7}$  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 درجه سلسیوس است؟ (حجم تایر ثابت فرض شده است.)

- (۱) ۳ (۲) ۱۳ (۳) ۲۷ (۴) ۳۷

۱۱۷۷- لاستیک یک خودرو حاوی مقدار معینی هوا است. هنگامی که دمای هوا  $17^{\circ}\text{C}$  است، فشارسنج فشار هوای درون لاستیک را برابر با ۲ atm نشان می‌دهد. با حرکت سریع خودرو، فشارسنج فشار هوای لاستیک را  $\frac{2}{3}$  atm نشان می‌دهد. اگر حجم لاستیک ثابت فرض شود، دمای هوای درون لاستیک چند درجه سلسیوس شده است؟ (فشار هوا ۱ atm است.)

- (۱)  $50/5$  (۲)  $60/5$  (۳) ۵۶ (۴) ۴۶

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

- (۱)  $2/4$  (۲)  $3/4$  (۳)  $2/1$  (۴)  $3/1$

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 ۱ atm درون استوانه یک تلمبه دوچرخه به طول ۲۴ cm 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  $\frac{P_2}{P_1} = \frac{5}{3}$

از کتاب درسی

باشد، X چند سانتی‌متر است؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۶

در تست‌های زیر هر سه کمیت حجم، فشار و دما تغییری نمی‌کند 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  $47^{\circ}\text{C}$  برابر با ۲ لیتر و فشار آن  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$  است. ابتدا در فشار ثابت دمای گاز  $40^{\circ}\text{C}$  افزایش می‌یابد و سپس در دمای ثابت حجم گاز ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. فشار نهایی گاز چند پاسکال است؟

ریاضی - ۹۹

- (۱)  $2/4 \times 10^5$  (۲)  $2/5 \times 10^5$  (۳)  $4 \times 10^5$  (۴)  $8 \times 10^5$

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

خارج تجربی - ۹۲

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

۱۱۸۴- دمای مقداری گاز آرمانی را از  $27^{\circ}\text{C}$  به  $57^{\circ}\text{C}$  می‌رسانیم و فشار آن را از  $5 \text{ cmHg}$  به  $4 \text{ cmHg}$  کاهش می‌دهیم. حجم گاز ۳ لیتر

افزایش می‌یابد. حجم اولیه گاز چند لیتر بوده است؟

- (۱)  $6/3$  (۲) ۹ (۳) ۱۰ (۴) ۸

۱۱۸۵- مقداری گاز صفر درجهٔ سلسیوس را تا دمای  $5/136^{\circ}\text{C}$  گرم کرده و حجم آن را  $1/5$  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، می‌توانیم.....

- (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  $10^5\text{Pa}$  به  $2 \times 10^5\text{Pa}$  می‌رسد و دمای

خارج تجربی - ۹۷

گاز از  $27^{\circ}\text{C}$  به  $47^{\circ}\text{C}$  می‌رسد. حجم اولیهٔ گاز چند لیتر بوده است؟

- (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  $47^{\circ}\text{C}$  به  $31^{\circ}\text{C}$  برسانیم، چند درصد از حجم آن کاسته می‌شود؟

- (۱) ۵ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۶

کنکور دهه‌های گذشته

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

- (۱) ۹ (۲) ۱۵ (۳) ۱۸ (۴) ۳۰

۱۱۹۱- در دمای ثابت، حجم گاز کاملی (آرمانی)  $60$  درصد تغییر می‌کند. در نتیجه فشار آن  $15 \times 10^4\text{Pa}$  افزایش می‌یابد. فشار اولیهٔ گاز چند پاسکال

تجربی - ۹۵

بوده است؟

- (۱)  $10^5$  (۲)  $2 \times 10^5$  (۳)  $3/75 \times 10^4$  (۴)  $9 \times 10^4$

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  $127^{\circ}\text{C}$  است. اگر فشار آن را ۲۵ درصد افزایش دهیم و حجم آن در این فرایند ۳۶ درصد کاهش یابد، دمای گاز چند درجهٔ

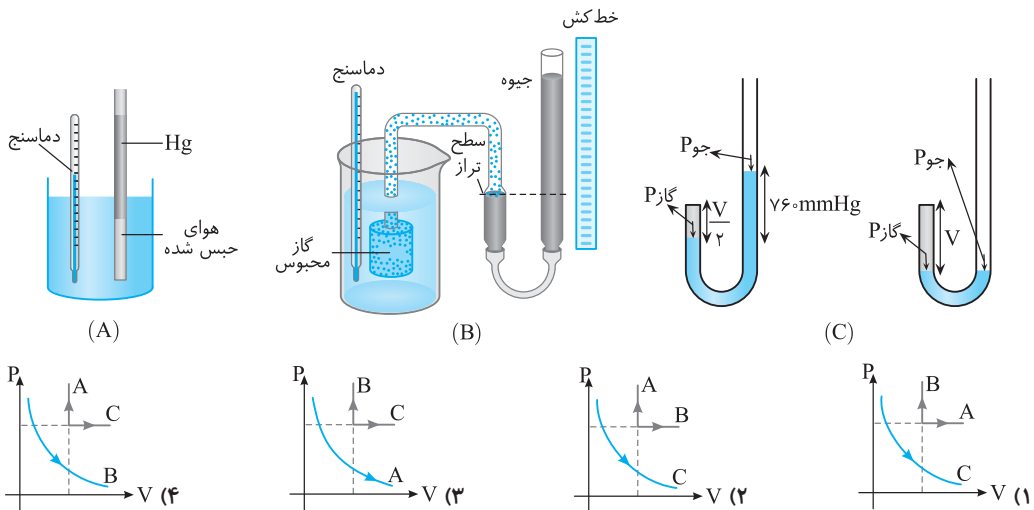
خارج تجربی - ۸۶

سلسیوس خواهد شد؟

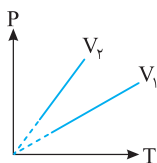
- (۱) ۴۰ (۲) ۴۷ (۳) ۵۶ (۴) ۶۵

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؟



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؟

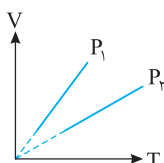
(۱)  $V_1 = V_2$

(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 روبرو است. کدام گزینه درست است؟



(۲)  $P_1 > P_2$

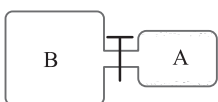
(۱)  $P_1 = P_2$

(۳)  $P_1 < P_2$

(۴) داده‌ها کافی نیست.

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

۱۱۹۷- در شکل روبرو، 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 ۳ atm است. آن را با لوله 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.)

(۴) ۱/۵

(۳) ۲/۵

(۲) ۲

(۱) ۱

در تست‌های زیر یکی از کمیت‌های مقدار معینی گاز آزمای میوهول است.

۱۱۹۹- مخزنی به حجم ۵ لیتر حاوی گاز اکسیژن در فشار  $10^5 \text{ Pa}$  و دمای  $27^\circ \text{ C}$  است. جرم گاز موجود در مخزن چند گرم است؟

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

(۴) ۲۰

(۳) ۵

(۲) ۵

(۱) ۱۰

( $M_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ ,  $R = 8 \text{ J/mol.K}$ )

۱۲۰۰- حجم ۸ گرم گاز هیدروژن در دمای  $127^\circ \text{ C}$  و فشار  $0.5 \text{ bar}$  چند لیتر است؟

(۴) ۲۵/۶

(۳) ۲۵۶

(۲) ۰/۲۵۶

(۱) ۲۵۶۰۰

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

(۴) ۲/۲۴

(۳) ۲۲/۴

(۲) ۰/۲۴

(۱) ۲/۴

۱۲۰۲- اگر حجم یک مول گاز در فشار یک جو و دمای صفر درجه سلسیوس  $22/4$  لیتر باشد، حجم ۶ گرم هیدروژن در فشار ۲ جو و دمای  $182$  درجه

سلسیوس چند لیتر است؟ (با فرض آرمانی بودن گاز و  $M_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ )

(۴) ۸۴

(۳) ۵۶

(۲) ۳۶

(۱) ۲۸

خارج ریاضی - ۹۰

۱۲۰۳- در ۱۵ لیتر گاز آرمانی دو اتمی که دمای آن  $-23^\circ \text{ C}$  و فشار آن ۸ اتمسفر است، چه تعداد مولکول گاز وجود دارد؟

( $R = 8 \text{ J/mol.K}$ , عدد آووگادرو  $= 6 \times 10^{23}$ ,  $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ )

(۴)  $3/9 \times 10^{25}$

(۳)  $3/9 \times 10^{23}$

(۲)  $3/6 \times 10^{24}$

(۱)  $3/6 \times 10^{22}$

۱۲۰۴- در اتاقی به ابعاد ۴m، ۶m و ۳m در فشار ۱ atm و دمای  $27^\circ \text{ C}$  هوا وجود دارد. به ترتیب از راست به چپ تعداد مولکول‌های هوا و جرم

از کتاب درسی

هوا درون اتاق برابر کدام گزینه است؟ (جرم مولی هوا تقریباً  $29 \text{ kg/mol}$  و  $R = 8 \text{ J/mol.K}$  و  $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ )

(۱)  $18/06 \times 10^{26}$  kg و ۸۰ kg (۲)  $18/06 \times 10^{26}$  kg و ۹۰ kg (۳)  $1/806 \times 10^{26}$  kg و ۸۰ kg (۴)  $1/806 \times 10^{26}$  kg و ۹۰ kg

۱۱۸۹ B

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad T_1 = 273 + 127 = 400 \text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{400} = \frac{1/25 P_1 \times 0/64 V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 320 \text{ K}$$

یکای دما را به سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$T_2 = 273 + \theta_2 \Rightarrow 320 = 273 + \theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 47^\circ \text{C}$$

**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:

$$P_2 = P_1 + 0/25 P_1 = 1/25 P_1 = \frac{\Delta}{\Gamma} P_1, \quad T_2 = T_1 - 0/2 T_1 = 0/8 T_1 = \frac{\Gamma}{\Delta} T_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{\frac{\Delta}{\Gamma} P_1 V_2}{\frac{\Gamma}{\Delta} T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{16}{25} = \frac{64}{100}$$

$$\frac{V_2}{V_1} - 1 = \frac{64}{100} - 1 \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = -\frac{36}{100}$$

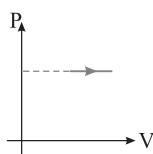
به طریق روبه‌رو عمل می‌کنیم:

علامت منفی به معنی کاهش حجم است.

**تجزیه**

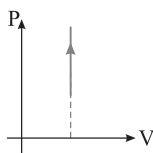
شکل A برای تحقیق اثر دما بر حجم گاز در فشار ثابت است، پس نمودار

P-V آن به صورت زیر است:



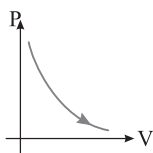
شکل B برای اندازه‌گیری فشار در دماهای مختلف در حجم ثابت است پس نمودار

P-V آن به صورت زیر است:

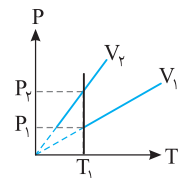


شکل C مربوط به اندازه‌گیری فشار گاز در حجم‌های مختلف در دمای ثابت است که

نمودار P-V آن به صورت زیر است:



در نتیجه نمودار گزینه (۱) درست است.



یک خط فرضی قائم رسم می‌کنیم و

ملاحظه می‌شود که در یک دمای ثابت ( $T_1$ ),

خواهیم داشت  $P_2 > P_1$  است، پس اگر قانون گازها

را در مورد آن بنویسیم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_1} \quad P_2 > P_1 \Rightarrow V_2 < V_1$$

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

$$T = 273 + \theta \begin{cases} \theta_1 = 47^\circ \text{C} \rightarrow T_1 = 273 + 47 \Rightarrow T_1 = 320 \text{ K} \\ \theta_2 = 31^\circ \text{C} \rightarrow T_2 = 273 + 31 \Rightarrow T_2 = 304 \text{ K} \end{cases}$$

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

$$\frac{PV}{nT} = R \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{320} = \frac{V_2}{304} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{304}{320}$$

۳ درصد تغییرات حجم را حساب می‌کنیم.

$$\frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{304}{320} \times 100 - 100 = -5\%$$

۱۱۹۰ A

**خط فکری:** 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  $P_2$  را به‌دست آورده سپس تغییر کمیت  $\Delta P$  را حساب کنیم.

فرایند در حجم ثابت انجام شده بنابراین قانون گازهای آرمانی  $\left(\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}\right)$  را به

استفاده می‌کنیم، ابتدا دماها را برحسب کلونین می‌نویسیم:

$$T_1 = 273 + 27 \Rightarrow T_1 = 300 \text{ K}, \quad T_2 = 273 + 0 \Rightarrow T_2 = 273 \text{ K}$$

$$\frac{P_1}{300} = \frac{P_2}{273} \Rightarrow P_2 = \frac{91}{100} P_1 \quad \Delta P = P_2 - P_1 \rightarrow \Delta P = \frac{91}{100} P_1 - P_1 = -9\% P_1$$

بنابراین فشار گاز ۹٪ کاهش یافته است.

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

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad T = \text{ثابت} \rightarrow P_1 \times V_1 = (P_1 + 15 \times 10^4) V_2 \quad (I)$$

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

$$\Delta V = -0/6 V_1 \Rightarrow V_2 - V_1 = -0/6 V_1 \Rightarrow V_2 = 0/4 V_1$$

اکنون  $V_2$  را در رابطه (I) جای‌گذاری می‌کنیم:

$$(I) \Rightarrow P_1 V_1 = (P_1 + 15 \times 10^4) \times 0/4 V_1 \Rightarrow P_1 = 0/4 P_1 + 6 \times 10^4$$

$$\Rightarrow 0/6 P_1 = 6 \times 10^4 \Rightarrow P_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

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

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad P_2 = P_1 + 0/25 P_1 = 1/25 P_1 \rightarrow$$

$$P_1 V_1 = 1/25 P_1 \times V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{1/25} \Rightarrow V_2 = \frac{1}{25} V_1 = 4\% V_1$$

چون  $V_2 = \frac{1}{25} V_1$  می‌شود یعنی ۲۰ درصد از حجم گاز کاسته شده است.

۱۱۹۳ A 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:

$$P_2 = P_1 + \frac{25}{100} P_1 = 1/25 P_1$$

حجم گاز ۳۶ درصد کاهش یافته است از این رو:

$$V_2 = V_1 - \frac{36}{100} V_1 = 0/64 V_1$$

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

داده‌های مسئله: (۲) ۱۱۹۹

$$P=1.0^5 \text{ Pa}, V=5L, T=273+27=300K$$

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

$$PV=nRT \Rightarrow 1.0^5 \times 5 \times 10^{-3} = n \times 8.314 \times 300 \Rightarrow n = \frac{5}{24} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow \frac{5}{24} = \frac{m}{24} \Rightarrow m = \frac{5}{24} \times 24 = 5 \text{ g}$$

انگیزه جرم گاز را حساب می‌کنیم:

تعداد مول‌ها را به دست می‌آوریم: (۳) ۱۲۰۰

$$n = \frac{m}{M} \xrightarrow{m=Ag, M=rg/mol} n = \frac{A}{r} \text{ mol}$$

$$1 \text{ bar} = 1.0^5 \text{ Pa}$$

یادآوری:

باتوجه به قانون گازهای آرمانی می‌توان نوشت:

$$PV=nRT \xrightarrow{P=1.0^5 \text{ Pa}, \theta=27^{\circ}C} \rightarrow \frac{P}{5} \times 10^5 \times V = 4 \times 8.314 \times (273+27)$$

$$\Rightarrow V = \frac{0.256}{5} \text{ m}^3 \Rightarrow V = \frac{0.256}{5} \times 1000 \Rightarrow V = 25.6 \text{ L}$$

بازی با سؤال: ۴g هیدروژن در مخزنی به حجم ۵/۶L وجود دارد. در

دمای ۰C فشار آن چند اتمسفر است؟ (M<sub>H<sub>2</sub></sub> = ۲g/mol)

$$10 \quad (4) \quad 8 \quad (3) \quad 6 \quad (2) \quad 4 \quad (1)$$

پاسخ: تعداد مول‌های گاز هیدروژن را حساب می‌کنیم:

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

هرگاه در حل مسأله مقدار R را مشخص نکنند، از مقایسه شرایط مسأله با شرایط متعارفی که در آن حجم یک مول گاز (n<sub>1</sub>=1) در دمای T<sub>1</sub>=273K و فشار

P<sub>1</sub>=1atm، برابر V<sub>1</sub>=22/4L است، استفاده می‌کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} = \frac{P_2 \times 5/6}{2 \times 273} \Rightarrow P_2 = 8 \text{ atm}$$

شرایط مسئله شرایط متعارفی

انگیزه ۳

(۲) ۱۲۰۱

خط‌نقطه: در شرایط متعارف (STP) دما و فشار به ترتیب ۰C (T=273K) و

1atm (P=1.0<sup>5</sup>Pa) است. در سؤال شرایط گاز در یک حالت بررسی شده بنابراین

استفاده از رابطه PV=nRT، حجم را به دست می‌آوریم:

$$PV=nRT \Rightarrow 1.0^5 \times V = \frac{1}{91} \times 8.314 \times 273 \Rightarrow V = 24 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 0.24 \text{ L}$$

(۳) ۱۲۰۲

خط‌نقطه: 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 رابطه PV=nRT استفاده کنیم، اما محاسبات قدری دشوارتر

می‌شود. به همین خاطر شرایط مسئله را با شرایط متعارفی مقایسه می‌کنیم.

معادله حالت را برای گاز هیدروژن نوشته و بر معادله 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:

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

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

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

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

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{2 \times V_1}{3 \times 455} = \frac{1 \times 22/4}{1 \times 273} \Rightarrow V_1 = \frac{5 \times 22/4}{2} = 56L$$

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 داشت:

$$P=kT$$

یعنی P برحسب T شبیه معادله 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

کمتر از V<sub>2</sub> است پس V<sub>1</sub> > V<sub>2</sub> می‌شود.

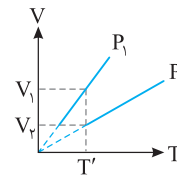
نکته: هرچه شیب نمودار P-T بیشتر باشد، حجم مقدار معینی گاز کمتر است.

(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<sub>1</sub> > V<sub>2</sub> بوده بنابراین طبق قانون گازهای آرمانی P<sub>2</sub> > P<sub>1</sub> خواهد بود.

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



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 مسئله 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.

$$PV \uparrow = n R T \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

ثابت ثابت

(۲) ۱۱۹۸ وقتی یک مخزن پر از گاز به حجم V<sub>A</sub> را به یک مخزن خالی از گاز به

حجم V<sub>B</sub> 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.

$$PV = nRT \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_A V_A = P_2 (V_A + V_B)$$

ثابت

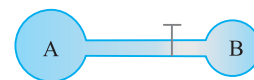
$$\Rightarrow 3 \times 10 = P_2 (10 + 5) \Rightarrow P_2 = 2 \text{ atm}$$

بازی با سؤال: مخزن A حجمی برابر با ۱۰ لیتر دارد و فشار گاز درون

آن برابر با ۳atm است. آن را با لوله 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)
۲/۵ (۳)	۱/۵ (۴)

پاسخ: وقتی که 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.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_A V_A = P_2 (V_A + V_B) \Rightarrow 10 \times 3 = P_2 (10 + 5) \Rightarrow P_2 = 2 \text{ atm}$$

انگیزه ۲

۱۲۰۳ B

**یادآوری:** در یک مول از گاز به تعداد عدد آووگادرو ( $6/0 \times 10^{23}$ ) مولکول وجود دارد.

**نکته:** هرگاه از قانون گازهای آرمانی به صورت  $PV = nRT$  استفاده می‌کنیم باید یکای تمام کمیت‌ها SI باشد یعنی یکای حجم ( $m^3$ ) و یکای فشار (Pa) باشد.

دمای گاز را برحسب کلونین می‌نویسیم:

$$T = 273 + \theta \xrightarrow{\theta = -23^\circ C} T = 273 - 23 = 250 K$$

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

$$PV = nRT \xrightarrow{P = 8 \times 10^5 Pa, V = 15 \times 10^{-2} m^3}$$

$$8 \times 10^5 \times 15 \times 10^{-2} = n \times 8 \times 250 \Rightarrow n = 6 mol$$

هر مول تقریباً دارای  $6 \times 10^{23}$  مولکول است. پس ۶ مول گاز دارای  $6 \times 6 \times 10^{23} = 3/6 \times 10^{24}$  مولکول است.

۱۲۰۴ B

**نقطه‌نگار:** هرگاه در مسئله 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  $m^3$ ، فشار برحسب Pa و دما برحسب کلونین باشد.

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

فشار هوا  $10^5 Pa$  و دمای هوای  $T = 273 + 27 = 300 K$  است.

$$PV = nRT \Rightarrow 10^5 \times 72 = n \times 8 \times 300 \Rightarrow n = 3 \times 10^3 = 3000 mol$$

جرم مولی ماده از دو رابطه  $n = \frac{m}{M}$  یا  $n = \frac{N}{N_A}$  (تعداد ذرات سازنده جرم مولی ماده) جرم مولی ماده را حساب می‌کنیم.

به دست می‌آید. به کمک آن جرم هوا و تعداد مولکول‌های هوا را حساب می‌کنیم.

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 3 \times 10^3 = \frac{m}{90} \Rightarrow m = 90 kg$$

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow 3 \times 10^3 = \frac{N}{6/0 \times 10^{23}} \Rightarrow N = 18/0 \times 10^{26}$$

۱۲۰۵ B

**نقطه‌نگار:** در هر لیتر از این گاز  $10^{24}$  مولکول وجود دارد. بنابراین اگر حجم این گاز V لیتر باشد تعداد مولکول‌های آن نیز  $V \times 10^{24}$  خواهد بود و تعداد مول‌های آن نیز

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow n = \frac{V \times 10^{24}}{N_A}$$

کمک قانون گازهای آرمانی مسئله را حل می‌کنیم.

برای تبدیل لیتر به متر مکعب

$$PV = nRT \Rightarrow PV \times 10^{-3} = \frac{V \times 10^{24}}{6 \times 10^{23}} \times 8 \times (273 + 27)$$

$$\Rightarrow P = \frac{8 \times (300) \times 10^3}{6} \Rightarrow P = 4000 \times 10^3 \Rightarrow P = 4000 kPa$$

**بازی با سؤال:** سحابی سیاره‌ای حلقوی ابری است که عمدتاً از گاز

هیدروژن تشکیل شده که در هر سانتی‌متر مکعب آن  $1000$  مولکول گاز هیدروژن در دمای  $10000 K$  وجود دارد. فشار گاز در سحابی سیاره‌ای چند پاسکال است؟ ( $R = 8 J/mol.K$  و عدد آووگادرو برابر  $6 \times 10^{23}$  است.)

$$\frac{3}{4} \times 10^{-8} \quad (۴) \quad \frac{3}{4} \times 10^{-10} \quad (۳) \quad \frac{4}{3} \times 10^{-8} \quad (۲) \quad \frac{4}{3} \times 10^{-10} \quad (۱)$$

**پاسخ:** در هر  $1 cm^3$  گاز، تعداد مولکول‌های هیدروژن  $1000$  عدد است.

بنابراین در هر متر مکعب گاز، تعداد مولکول‌ها  $1000 \times 10^6 = 10^9$  مولکول می‌شود و اگر حجم گاز V متر مکعب باشد، تعداد مولکول‌های گاز  $N = V \times 10^9$  خواهد بود. اکنون تعداد مول‌های گاز را حساب می‌کنیم:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{V \times 10^9}{6 \times 10^{23}}$$

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

$$PV = nRT \Rightarrow P \times V = \frac{V \times 10^9}{6 \times 10^{23}} \times 8 \times 10000 \Rightarrow P = \frac{8}{3} \times 10^{-10} Pa$$

گزینه ۱

۱۲۰۶ B

**نقطه‌نگار:** با توجه به داده‌های مسئله رابطه بین حجم و دمای اولیه را از معادله

$$PV = nRT \text{ به دست آورده و برای حالت ثانویه از رابطه } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \text{ استفاده}$$

می‌کنیم. بنابراین مراحل زیر را طی می‌کنیم.

۱ با استفاده از رابطه  $PV = nRT$  رابطه بین حجم و دمای اولیه را به دست می‌آوریم:

$$1/5 \times 10^5 \times V_1 = 3 \times 8 \times T_1 \Rightarrow$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{24}{1/5 \times 10^5} = 16 \times 10^{-5} \Rightarrow V_1 = 16 \times 10^{-5} T_1$$

۲ حال با استفاده از رابطه  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$  داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{P_1 = P_2} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2 - 4 \times 10^{-3}}{T_2}$$

$$\Rightarrow 16 \times 10^{-5} = \frac{16 \times 10^{-5} T_1 - 4 \times 10^{-3}}{T_2}$$

$$\Rightarrow 16 \times 10^{-5} T_2 = 16 \times 10^{-5} T_1 - 4 \times 10^{-3}$$

$$16 \times 10^{-5} (T_2 - T_1) = 4 \times 10^{-3} \Rightarrow T_2 - T_1 = 25$$

$$\Rightarrow T_2 - T_1 = -25 \Rightarrow \Delta T = -25 K$$

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

$$\Delta T = \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = -25^\circ C$$

۱۲۰۷ B

**نقطه‌نگار:** هرگاه در مسئله دو نوع گاز را با هم مقایسه کنیم، قانون گازهای آرمانی را

برای هر دو گاز به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\frac{PV}{nT} = R \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

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

$$\frac{P_{O_2} V_{O_2}}{n_{O_2} T_{O_2}} = \frac{P_{H_2} V_{H_2}}{n_{H_2} T_{H_2}} \xrightarrow{V_{O_2} = V_{H_2}} \frac{P_{H_2}}{P_{O_2}} = \frac{n_{H_2}}{n_{O_2}} \quad (۱)$$

چون در صورت مسئله گفته شده جرم دو گاز با هم برابر است ( $m_{H_2} = m_{O_2}$ ) در

رابطه (۱) به جای n مقدار  $\frac{m}{M}$  را قرار می‌دهیم.

$$\frac{P_{H_2}}{P_{O_2}} = \frac{\frac{m_{H_2}}{M_{H_2}}}{\frac{m_{O_2}}{M_{O_2}}} = \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}} = \frac{32}{2} = 16$$