

## قانون گازها:

کمیت های ماکروسکوپیک: کمیت هایی که وضعیت ماده را در مقیاس بزرگ توصیف می کنند و به جزئیات رفتار تک تک مولکول ها وابسته نیستند کمیت های ماکروسکوپیک نامیده می شوند. مانند فشار، دما، گرما و ...

کمیت های میکروسکوپیک: کمیت هایی که بر اساس خواص ذرات تشکیل دهنده جسم می باشد کمیت های میکروسکوپیک نامیده می شوند نظیر سرعت حرکت مولکول.

گاز کامل: هنگامی که گازها بیسررقتی اند، معادله حالت های آنها ساده و متقل از نوع گاز است در این حالت گاز را گاز کامل می نامند.

رابطه بین متغیرهای ترمودینامیکی:

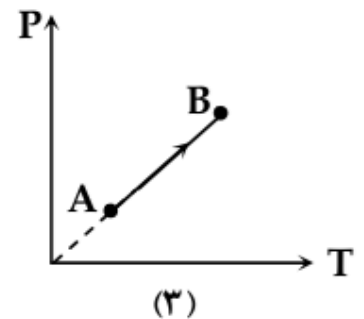
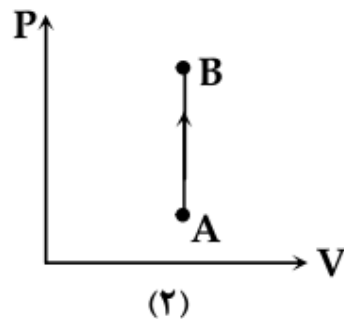
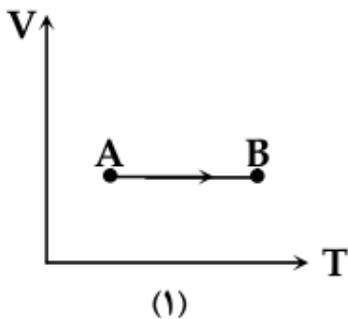
از ترکیب قانون های بویل - ماریوت و شارل - گئی دو ساک می توان معادله گاز کامل را بدست آورد:

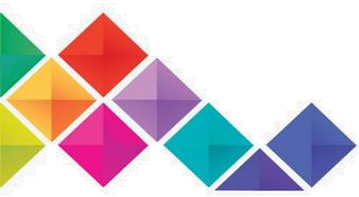
توجه: در رابطه فوق دما حتما باید بر اساس مقیاس کلوین نوشته شود.

## فرآیندهای خاص ترمودینامیکی

۱- فرآیند هم حجم: در این فرآیند حجم تغییر نمی کند و گاز از منبع گرما، گرما می گیرد و دما و فشار آن بالا می رود.

نمودارهای هم حجم:





نکته: شیب نمودار P-T در فرآیندهم حجم برابر است با:

در فرآیندهم حجم داریم:

مثال ۱: فشار مخزن گازی با حجم ثابت در دمای ۲۷ درجه C سیوس برابر ۳ جو است. فشار این گاز در دمای ۱۲۷ درجه C سیوس چند جو است؟

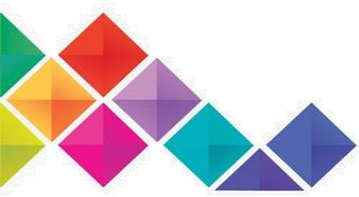
مثال ۲: اگر در حجم ثابت دمای مقدار معینی گاز کامل را از ۲۷ درجه C سیوس به ۸۷ درجه C سیوس برسانیم، فشار گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟ (سراسری تجربی ۹۲)

۱۵ (۴)

۱۲ (۳)

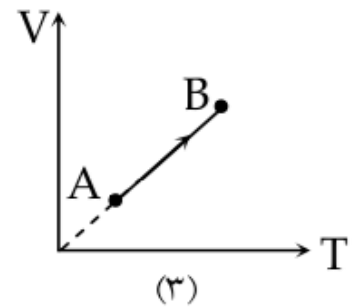
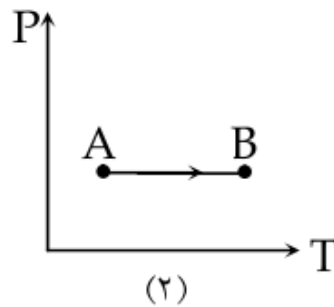
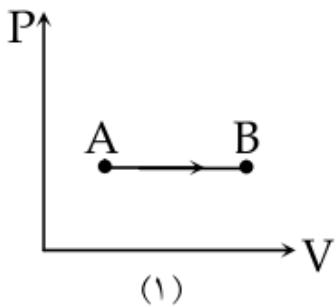
۲۰ (۲)

۱۰ (۱)



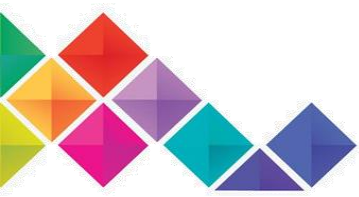
فرآیند هم فشار: در این فرآیند فشار ثابت است یعنی اصطکاک بین پیستون و استوانه به قدری ناچیز است که با کوچکترین فشار استوانه جابه جا می شود و فشار ثابت می ماند. برای این منظور استوانه را با یک منبع گرم در تماس قرار می دهیم و با اندک اختلاف دما بین دستگاه و منبع گرم، دستگاه گرم می گیرد و گاز منبسط و فشار دستگاه با محیط برابر می شود.

نمودارهای فرآیند هم فشار:



\* نکته: شیب نمودار V-T در فرآیند هم فشار برابر است با:

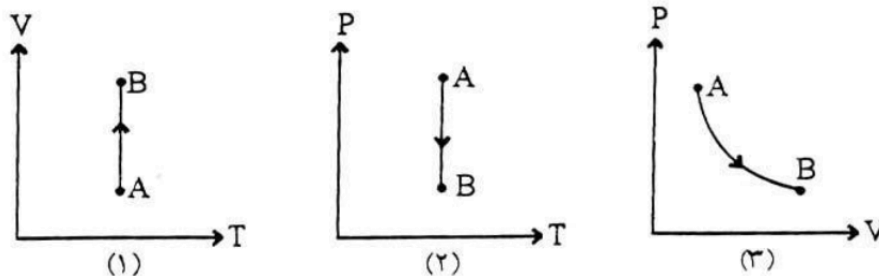
در فرآیند هم فشار داریم:



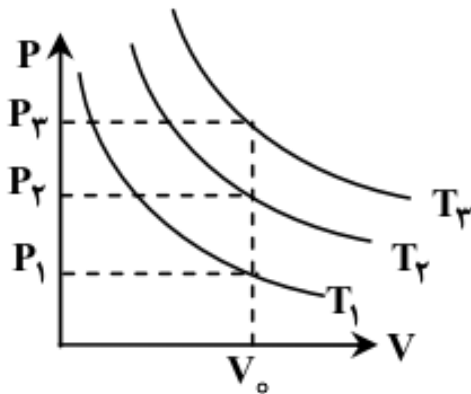
**فرآیند هم دما:** در این فرآیند دما ثابت است. برای این کار باید استوانه در تماس با یک منبع گرما قرار گیرد و گاز را بسیار آهسته متراکم کرد. قبل از تراکم گاز و منبع در حالت تعادل اند در نتیجهی تراکم، دمای گاز اندکی بالا می‌رود و اختلاف آن با منبع سبب می‌شود که گاز مقداری گرما از دست بدهد و دمای آن با دمای منبع یکسان شود.

\*تذکره: در فرآیند هم دما گرما مبادله می‌شود و گرما کی مبادله صرف انجام کار می‌شود نه تغیر دما.

**نمودارهای فرآیند هم دما:**

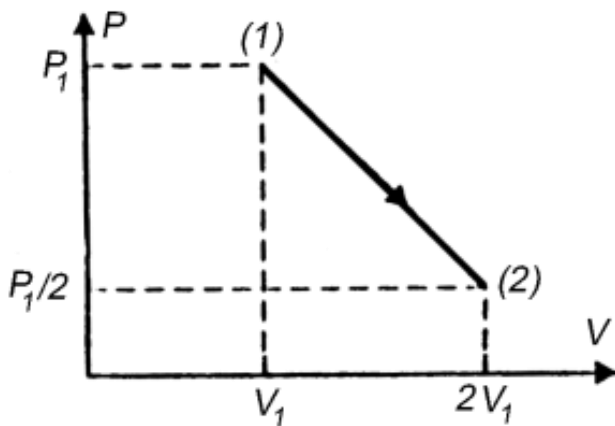


\*نکته: نمودار فرآیند هم دما در دستگاه مختصات (P-V) یک نمودار هموگرافیک است که هر چه دما بالاتر باشد نمودار بالاتر قرار می‌گیرد.





- مثال ۳: در یک ظرف مقدار معینی گاز کامل به حجم  $V_1$  و فشار  $P_1$  وجود دارد. حجم و فشار گاز را تغییر می‌دهیم. نمودار تغییرات فشار گاز بر حسب حجم آن مطابق شکل زیر است. دمای گاز طی این تحول:
- (۱) همواره کاهش می‌یابد.
  - (۲) همواره افزایش می‌یابد.
  - (۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
  - (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
  - (۵) همواره ثابت است.



- مثال ۴: حجم گازی را در دمای ثابت چند درصد کاهش دهیم تا ۲۵٪ افزایش فشار پیدا کند؟



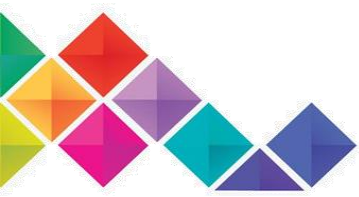
مثال ۵: اگر در حجم ثابت دمای مقدار معینی گاز کامل را از ۲۷ درجه سیلسیوس به ۸۷ درجه سیلسیوس برسانیم، فشار گاز چند درصد افزایش می یابد؟ (سراسری تجربی ۹۲)

۱۰ (۱)      ۲۰ (۲)      ۱۲ (۳)      ۱۵ (۴)

مثال ۶: در فشار ثابت حجم گازی را ۲۰٪ افزایش می دهیم در نتیجه دمای آن ۶۰ درجه سانتیگراد افزایش می یابد دمای اولیه گاز چند درجه سیلسیوس بوده است؟

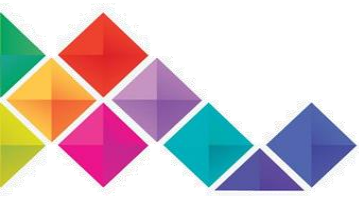
مثال ۷: حجم مقدار معینی گاز کامل در دمای  $7^{\circ}\text{C}$  برابر ۲ lit است. در فشار ثابت دمای گاز را چند کلوین افزایش دهیم تا حجم گاز ۴۰۰ cm<sup>۳</sup> افزایش یابد؟ (سراسری تجربی ۹۷)

۴۶ (۱)      ۵۶ (۲)      ۳۱۹ (۳)      ۳۲۹ (۴)



مثال ۸: در دمای ثابت یک جباب هوا از ته استخری به سطح آب آمده حجم آن  $1/4$  برابر می شود اگر فشار هوای محیط برابر  $10$  متر آب باشد عمق استخر چند متر بوده است؟

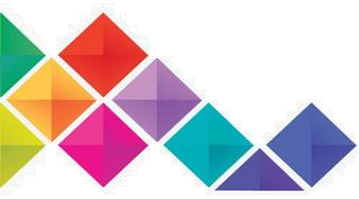
مثال ۹: در یک ظرف، گازی با فشار یک اتمسفر وجود دارد. آن را گرم می کنیم. سپس در ظرف گرم شده را می بندیم، می گذاریم تا دمای  $7^{\circ}C$  سرد می شود. فشار گاز درون ظرف در این حالت  $0.17 \text{ atm}$  می شود. ظرف تا چه دمای گرم شده است؟



مثال ۱۰: درون یک ظرف به شکل استوانه پیتونی به مساحت  $10 \text{ cm}^2$  و به وزن  $50 \text{ N}$  وجود دارد که زیر آن مقدار  $27^\circ \text{ C}$  دمای محبوس می باشد. در اثر گرما، دمای گاز تا  $227^\circ \text{ C}$  بالا می رود. برای این که پیتون حرکت نکند، باید چه وزنی روی آن قرار دهیم؟ از اصطکاک پیتون با بدنه سیلندر صرف نظر شود. ( $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ )

مثال ۱۱: در یک استوانه  $1.5 \text{ lit}$  از یک گاز کامل در دمای  $27^\circ \text{ C}$  زیر پیتونی به مساحت  $50 \text{ cm}^2$  قرار دارد. پیتون آزادانه و بدون اصطکاک می تواند حرکت کند. در فشار ثابت دمای گاز را به  $127^\circ \text{ C}$  می رسانیم. پیتون چند سانتی متر جابجا می شود؟



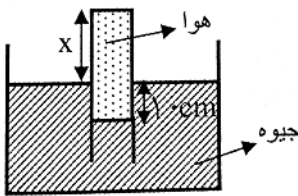


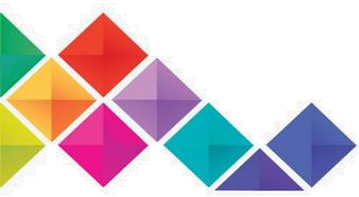
مثال ۱۲: در شکل زیر، جرم پستون یک کیلوگرم، جرم وزنه‌ی روی آن ۴ کیلوگرم و دمای گاز درون ظرف ۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر دمای گاز را به آرامی به ۸۷ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، ضمن گرم شدن گاز، چند کیلوگرم وزنه به تدریج باید روی پستون اضافه کنیم تا پستون به جا نشود؟ (سطح قاعده‌ی پستون ۱۰ سانتی متر مربع و فشار هوا  $10^5$  پاسکال است.) (سراسری ریاضی ۹۶)

۲ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۶ (۴) ۷ (۵)



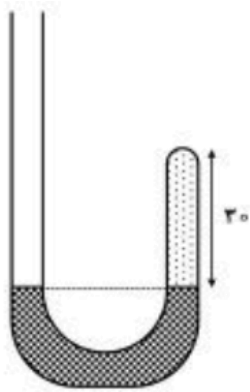
مثال ۱۳: در شکل مقابل طول لوله ۲۰cm است و لوله را به صورت وارون درون جیوه قرار داده ایم. اگر فشار هوا ۷۶cmHg باشد، مقدار X چند سانتی متر است؟ (دما ثابت است.)





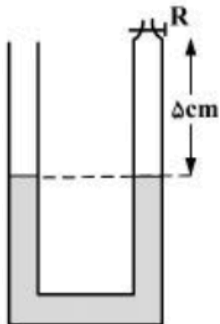
مثال ۱۴: در شکل زیر، در ابتدا ارتفاع جیوه در دو طرف لوله یکسان است و مقداری گاز در طرف راست لوله محبوس است. اگر جیوه به شاخه سمت چپ افزوده شود به طوری که اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف لوله به ۳۸ سانتی متر برسد، ارتفاع ستون گازی چند سانتی متر می شود؟ (فشار هوا ۷۶ سانتی متر جیوه است و دما ثابت فرض شود.) (سراسری تجربی ۹۶)

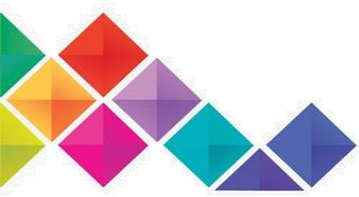
- (۱) ۵      (۲) ۱۰      (۳) ۱۵      (۴) ۲۰



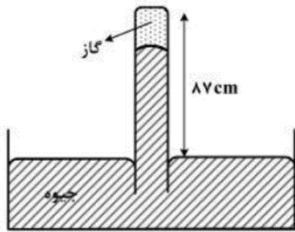
مثال ۱۵: در شکل زیر، شیر R را بسته و دمای هوای محبوس در لوله را از ۳۹ درجه سلسیوس، چند درجه افزایش بدییم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به ۲ سانتی متر برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸ سانتی متر جیوه و قطر دو لوله با یکدیگر موی است. از انبساط جیوه و ظرف صرف نظر کنید.) (سراسری ریاضی ۹۶)

- (۱) ۷۲      (۲) ۱۰۰      (۳) ۲۱۱      (۴) ۳۸۴





مثال ۱۶: در شکل زیر، پیوسته ۸۷ cm از لوله خارج از جیوه نگه داشته شده است. در شرایطی که فشار هوا ۷۵ cmHg و دمای گاز ۲۷°C است، ارتفاع ستون جیوه در لوله ۷۲ cm است. بر اثر افزایش فشار هوا ستون جیوه بالا می‌رود، دمای گاز را به ۴۷°C می‌رسانیم تا دوباره ستون جیوه به همان ۷۲ cm برسد. فشار هوا چگونه تغییر کرده است؟ (سراسری ریاضی ۹۷)



- ۱) ۲ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.
- ۲) ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.
- ۳) ۰/۲ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.
- ۴) ۰/۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.

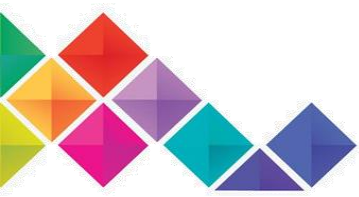
حالت تعادل: اگر گاز برای مدت طولانی در یک محفظه قرار گیرد، فشار و دمای آن برای همه نقاط یکسان می‌شود. در این حالت می‌گوییم گاز در حالت تعادل قرار دارد.

متغیرهای ترمودینامیکی: کمیت‌های ماکروسکوپی که وضعیت دستگاه با استفاده از آنها بیان می‌شوند،

متغیرهای ترمودینامیکی نامیده می‌شوند که عبارتند از: فشار (p)، دما (T) و حجم (V).

معادله حالت: رابطه بین متغیرهای ترمودینامیکی معادله حالت نامیده می‌شود:

$$PV=nRT$$



✓ مثال ۱۷: ۲۵ مول گاز کامل در فشار  $10^5$  پاسکال و دمای  $300\text{ K}$  چند لیتر حجم دارد؟  $(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}})$

✓ مثال ۱۸: جرم  $8/3$  لیتر هلیوم در فشار  $6 \times 10^5$  پاسکال و دمای  $27$  درجه سانتیگراد چند گرم است؟

$(R = 8/3 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$  و جرم مولکولی هلیوم  $4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$  است).

\* تذکر: جرم مولکولی گاز هیدروژن برابر  $2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$  و جرم مولکولی نیتروژن برابر  $28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$  و جرم مولکولی گاز اکسیژن برابر  $32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$  می‌باشد.

✓ مثال ۱۹: مخزنی به حجم  $5$  لیتر حاوی گاز اکسیژن در فشار  $10^5 \text{ Pa}$  و دمای  $27$  درجه سانتیگراد است. جرم

گاز موجود در مخزن چند گرم است؟  $(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$  (سراسری ریاضی ۹۰)

(۴)  $\frac{20}{4}$

(۳)  $\frac{5}{24}$

(۲)  $\frac{5}{4}$

(۱)  $\frac{10}{4}$



مثال ۲۰: حجم گاز کاملی در فشار  $10^5 \text{ Pa}$  و دمای  $27^\circ \text{C}$  درجه سانتیگراد برابر  $1 \text{ cm}^3$  است. تعداد مولکولهای

گاز کدام است؟  $R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.k}}$  و  $6 \times 10^{23}$  = عدد آووگادرو (برابری ریاضی ۹۱)

$$\frac{10^{23}}{24} (3)$$

$$\frac{10^{13}}{24} (3)$$

$$2/5 \times 10^{19} (1)$$

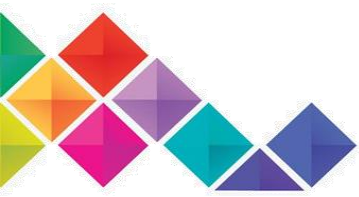
$$2/5 \times 10^{21} (1)$$

قانون دالتون: اگر در مخزن به حجم  $n_1, V_1$  مول از گازی دارای فشار  $p_1$  و دمای  $T_1$  باشد، و در مخزن دیگری به حجم  $n_2, V_2$  مول از گازی دارای فشار  $p_2$  و دمای  $T_2$  باشد و .... در صورتی که تمام این گاز را درون یک مخزن به حجم  $V$  وارد کنیم و ترکیب شیمیایی رخ ندهد، در این صورت برای گاز مخلوط می توان نوشت:



مثال ۲۱: درون یک ظرف گازی با فشار ۳ atm و حجم ۱۰ lit وجود دارد. اگر مقداری از گاز را از ظرف خارج کنیم فشار گاز باقی مانده به ۱ atm می‌رسد. فشار گاز خارج شده در حجم ۵ لیتر چند اتمسفر است؟ (ده ثابت است.)

مثال ۲۲: درون ظرفی به حجم ۲۴ لیتر در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد، ۲۰ گرم هیدروژن و ۸ گرم اکسیژن وجود دارد. فشار مخلوط این دو گاز چند اتمسفر است؟  $(R = 8 \frac{J}{mol.k})$ .



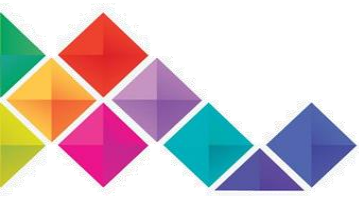
مثال ۲۳: در مخزنه ای به حجم ۳۳/۶ لیتر مخلوطی از دو گاز اکسیژن و هلیوم وجود دارد. فشار گاز  $2 \times 10^5$  پاسکال و دمای آن ۷ درجه سلیوس است. اگر جرم گاز ۵۴ گرم باشد، چند درصد مولکول های آن اکسیژن است؟ (سراسری ریاضی ۹۷)

(۱) ۵۰ (۲) ۶۰ (۳) ۴۰ (۴) ۳۰

مثال ۲۴: ۰/۱۲۵ مول گاز کامل تک اتمی، در فشار یک اتمسفر و دمای ۲۷ درجه سلیوس در اختیار داریم.

الف) حجم گاز را بر حسب لیتر بدست آورید.  $(R = 8 \frac{J}{mol \cdot K})$

ب) اگر در حجم ثابت دمای گاز را به ۸۷ درجه سلیوس برسانیم فشار گاز چند پاسکال می شود؟

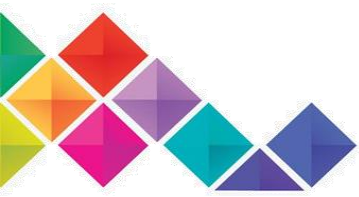


مثال ۲۵: درون مخزن به حجم ۶۰ لیتر مقداری گاز در فشار ۵ atm وجود دارد. شیر مخزن را باز می‌کنیم تا در دمای ثابت  $\frac{1}{4}$  از گاز مخزن خارج شود. حجم گاز خارج شده در فشار یک جو چند لیتر خواهد شد؟

مثال ۲۶: حجم یک مول اکسیژن در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر ۲۲.۴ لیتر است. حجم ۸ گرم اکسیژن در فشار ۴ اتمسفر و دمای ۲۷۳ درجه سلسیوس چند لیتر است؟

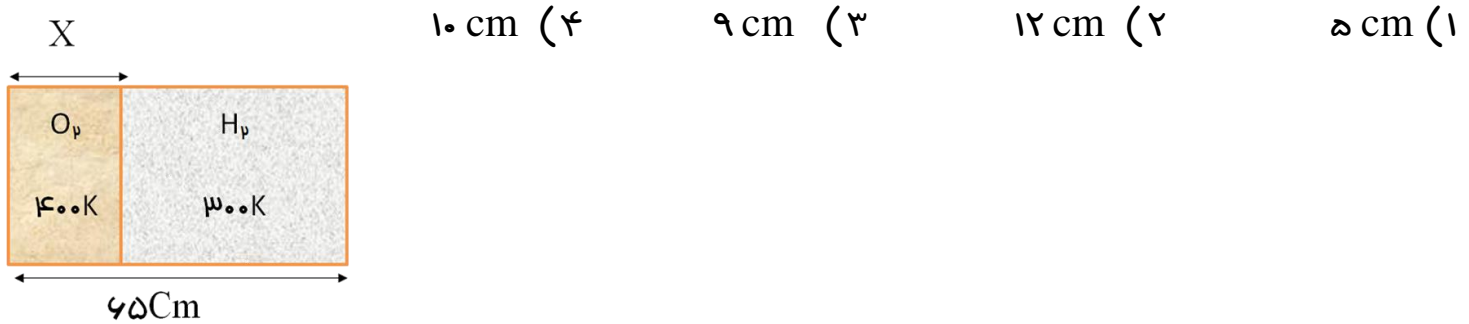
نکته: اگر در یک محفظه دو مقدار گاز توسط یک پیستون که به راحتی قابل جابه‌جایی است جدا شده باشد در حالت تعادل فشار دو گاز با هم برابر است.

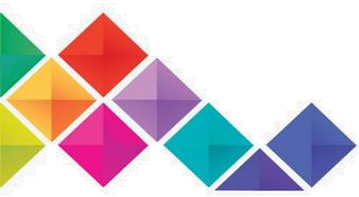




مثال ۲۷: مطابق شکل، داخل یک استوانه به وسیله پیتون عایقی که می‌تواند در طول آن جابه‌جا شود، به دو بخش تقسیم شده است. در یک قسمت، اکسیژن در دمای  $T_1 = 400\text{K}$  و در قسمت دیگر هیدروژن در دمای  $T_2 = 300\text{K}$  قرار دارد و پیتون در حال تعادل است. جرم دو گاز برابر و طول استوانه  $65\text{ cm}$  است. موضع پیتون نسبت به انتهای بخش اکسیژن دار استوانه ( $X$ ) عبارت است از:

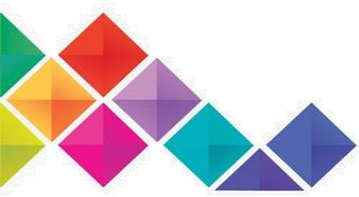
(المپاد فیزیک ایران)





مثال ۲۸: در ظرفی ۲ گرم اکسیژن با فشار ۱۰ atm و دمای ۴۷ درجه سانتیگراد موجود است اگر مقداری از اکسیژن مصرف شود، فشار آن به ۶ atm و دمای آن به ۲۷ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد.  
الف) حجم ظرف چند لیتر است؟  $(R = 8 \frac{J}{mol \cdot K})$   
ب) چند گرم اکسیژن از ظرف خارج شده است؟

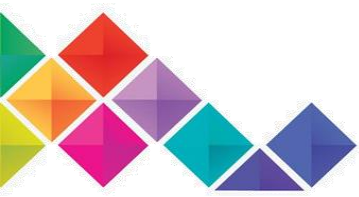
مثال ۲۹: یک ظرف ده لیتری حاوی گاز هیدروژن با فشار ۴ atm و یک ظرف پانزده لیتری حاوی هلیوم با فشار ۶ atm که دارای دمای یکسان هستند را به هم وصل می‌کنیم فشار گاز در همان دما چند atm است؟



مثال ۳۰: در یک استوانه ۴۰ لیتر گاز با فشار ۵ جو وجود دارد. شیر آن را باز می‌کنیم تا فشار داخل آن به ۳ جو برسد. اگر دما ثابت بماند، گاز خارج شده در همان دما و فشار یک جو چند لیتر حجم دارد؟

مثال ۳۱: درون مخزنی به حجم ۶۰ لیتر مقداری گاز در فشار ۵ atm وجود دارد. شیر مخزن را باز می‌کنیم تا در دمای ثابت  $\frac{1}{4}$  از گاز مخزن خارج شود. حجم گاز خارج شده در فشار یک جو چند لیتر خواهد شد؟

نکته: می‌توانیم پهنای گاز کامل را از رابطه زیر بدست آوریم:



مثال ۳۲: در محفظه‌ای به حجم ۲ lit مقداری گاز اکسیژن در دمای ۷ درجه سانتیگراد و فشار ۱/۴ atm موجود است. چه جالی گاز در این شرایط چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟  $(R = 8 \frac{J}{mol.k})$

مثال ۳۳: دمای گاز کاملی ۱۰ درجه سانتیگراد و فشار آن ۱ اتمسفر است. اگر دمای گاز را به اندازه ۲۰ درجه سانتیگراد و فشار آن را به ۲ اتمسفر برسانیم چه جالی آن .....  
(۱) بیشتر از ۲ برابر می شود (۲) تغییر نمی کند (۳) کمتر از دو برابر می شود (۴) دو برابر می شود

مثال ۳۴: مقداری گاز در دمای ۷°C و فشار ۴۲ سانتی متر جیوه موجود است. اگر دمای گاز را به ۲۷°C برسانیم چه جالی گاز دو برابر می شود. فشار گاز در حالت دوم چند cmHg است؟