۱ پرسش‌های جلسه اول

۱ در عبارت‌های زیر گزینه‌ی درست را انتخاب کنید.

آ) (یخ صفر درجه‌ی سلسیوس- مخلوط آب و یخ در حال تعادل) را می‌توان به عنوان منبع گرما در نظر گرفت. (ریاضی- دی ۹۲)

ب) این کمیت ماکروسکوپی است. (گرمای ویژه- سرعت مولکول‌های گاز)

پ) اگر در حجم ثابت، دمای گاز را افزایش دهیم چگالی گاز (ثابت می‌ماند- کاهش می‌یابد).

ت) دستگاه از طریق (گرما- کار- گرما و کار) با محیط تبادل انرژی دارد.

ث) اگر فشار گاز افزایش یابد، انرژی درونی (ممکن است افزایش یابد- لزوماً افزایش می‌یابد).

۲ جای خالی را با عبارت مناسب پر کنید.

آ) کمیت‌هایی که وضعیت ماده را در مقیاس بزرگ توصیف می‌کنند، کمیت‌های ..... نامیده می‌شوند.

ب) رابطه‌ی بین متغیرهای ترمودینامیکی ..... نامیده می‌شود.

پ) منبع گرما جسمی است که اگر گرما بگیرد و یا از دست دهد، دمای آن ..... نمی‌یابد.

ت) هنگامی که دستگاه ترمودینامیکی از یک حالت به حالت دیگری می‌رود، می‌گوییم یک ..... انجام شده است.

۳ ۲۰ مول گاز هلیوم درون مخزنی با فشار $۴۰atm$ و دمای $۳۰۰K$ وجود دارد. $(R = ۸\frac{J}{mol.K}, M_{He} = ۴\frac{g}{mol}$ ، $\rho = ۱۲۵\frac{kg}{m^۳}$ هلیوم مایع)

آ) حجم مخزن چند لیتر است؟ ب) اگر گاز درون مخزن را به مایع تبدیل کنیم، حجم مایع هلیوم چند لیتر خواهد شد؟

۴ فشار هوای لاستیک اتومبیلی ۳ اتمسفر است. پس از مدتی رانندگی دمای لاستیک از $۲۷^\circ C$ به $۵۷^\circ C$ می‌رسد و حجم لاستیک ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. فشار هوای لاستیک چند اتمسفر شده است؟

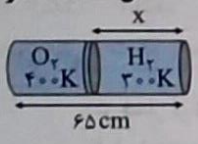
۵ حجم گاز کاملی را ۴۰ درصد کاهش داده و فشار آن را سه برابر می‌کنیم.

آ) دمای مطلق گاز چند برابر شده است؟ ب) اگر دمای اولیه $۲۷^\circ C$ باشد، دمای ثانویه چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟

۶ درون کپسولی $۲g$ اکسیژن تحت فشار $۱۰atm$ و دمای $۴۷^\circ C$ موجود است. اگر شیر کپسول را باز کنیم تا فشار کپسول به $۶atm$ و دمای آن به $۲۷^\circ C$ برسد، چند گرم اکسیژن از کپسول خارج شده است؟ $(M_{O_۲} = ۳۲\frac{g}{mol})$

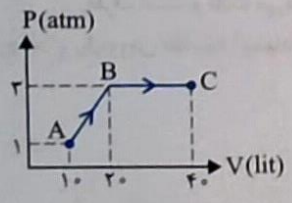
۷ روی کپسولی حاوی نیتروژن شیر اطمینانی قرار دارد که در فشار بالای $۱۰atm$ باز می‌شود. درون کپسول ۱۰۰ مول گاز با دمای $۲۷^\circ C$ وجود دارد. اگر دمای گاز را به $۱۲۷^\circ C$ برسانیم، چند مول گاز از ظرف خارج می‌شود؟ (انبساط ظرف ناچیز است.)

۸ درون یک استوانه مطابق شکل پیستون عایقی قرار دارد که می‌تواند بدون اصطکاک و آزادانه جابه‌جا شود. پیستون در حالت تعادل است. اگر جرم هیدروژن و اکسیژن در دو طرف با هم برابر باشند، طول x چند سانتی‌متر است؟



$(M_{H_۲} = ۲\frac{g}{mol}$ ، $M_{O_۲} = ۳۲\frac{g}{mol})$

۹ مقداری گاز هلیوم فرایند آرمانی روبه‌رو را طی کرده است. کار انجام شده توسط گاز در فرایند ABC چند ژول است؟



۱۰ در یک انبساط در دمای ثابت برای یک گاز کامل $۱۰۰J$ کار انجام شده است.

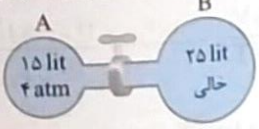
آ) تغییر انرژی درونی گاز چند ژول است؟ ب) گاز چند ژول و چگونه گرما مبادله کرده است؟

۱۱ مقداری گاز در حجم ثابت، $۲۰۰J$ گرما دریافت کرده است، تغییر انرژی درونی گاز و کار انجام شده روی گاز چند ژول است؟

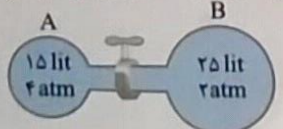
۱۲ دمای مقداری گاز نیتروژن را از $۲۷^\circ C$ به $۵۷^\circ C$ رسانده‌ایم. اگر انرژی درونی اولیه‌ی گاز $۱۵۰J$ باشد، انرژی درونی گاز در دمای جدید چند ژول است؟

۱۳ در هر یک از شکل‌های زیر با فرض ثابت ماندن دمای گازها، اگر شیر بین دو ظرف باز شود فشار نهایی هر ظرف چند اتمسفر می‌شود؟

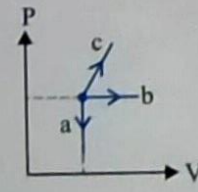
آ)



ب)



۱۴ مقداری گاز کامل سه فرایند a، b و c را به‌طور جداگانه طی کرده است. در کدام فرایند گاز گرما گرفته است و در کدام فرایند گاز گرما از دست داده است؟



۱ پاسخ پرسش‌های جلسه اول

۱

آ) مخلوط آب و یخ در حال تعادل ب) گرمای ویژه پ) ثابت می‌ماند

ت) گرما و کار ث) ممکن است افزایش یابد

۲

آ) ماکروسکوپی ب) معادله‌ی حالت پ) به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر ت) فرایند ترمودینامیکی

۳

آ)

$$\frac{PV}{T}=nR \Rightarrow V=\frac{nRT}{P}=\frac{۲۰\times۸\times۳۰۰}{۴۰\times۱۰^{۵}}=۱۲\times۱۰^{-۳}m^{۳}=۱۲lit$$

ب) اگر گاز به مایع تبدیل شود، جرم آن ثابت می‌ماند:

$$m=n\times M=۲۰\times۴=۸۰g$$

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow V=\frac{m}{\rho}=\frac{۸۰\times۱۰^{-۳}}{۱۲۵}m^{۳}=\frac{۸۰}{۱۲۵}lit=۰/۶۴lit$$

۴

حجم جدید ۱/۱ برابر حجم اولیه است:

$$\frac{P_۲V_۲}{T_۲}=\frac{P_۱V_۱}{T_۱}\Rightarrow\frac{P_۲\times۱/۱V_۱}{۳۳۰}=\frac{۳\times V_۱}{۳۰۰}\Rightarrow\frac{P_۲\times۱/۱}{۳۳۰}=\frac{۱}{۱۰۰}\Rightarrow P_۲=۳atm$$

۵

آ) از مقایسه‌ی دو حالت گاز استفاده کنید:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{P_۱V_۱}\xrightarrow[P_۲=۳P_۱]{V_۲=۰/۶V_۱}\frac{T_۲}{T_۱}=۳\times۰/۶=۱/۸$$

ب)

$$T_۲=۱/۸T_۱\Rightarrow T_۲=۱/۸\times(۲۷۳+۲۷)=۱/۸\times۳۰۰=۵۴۰K$$

$$\theta_۲=T_۲-۲۷۳=۲۶۷^{\circ}C$$

۶

با توجه به تغییر مقدار گاز، معادله‌ی حالت مقایسه‌ای را برای گاز اولیه و گاز باقی‌مانده بنویسید. حجم گاز، همان حجم ظرف است بنابراین حجم ثابت می‌ماند.

$$\frac{P_۱\cancel{V_۱}}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲\cancel{V_۲}}{n_۲T_۲}\Rightarrow\frac{۱۰}{\frac{۲}{۳۲}\times۳۲۰}=\frac{۶}{\frac{m}{۳۲}\times۳۰۰}\Rightarrow\frac{۱۰}{۶۴۰}=\frac{۶}{۳۰۰m}\Rightarrow m=\frac{۶\times۶۴۰}{۱۰\times۳۰۰}=۱/۲۸g$$

$m=۲-۱/۲۸=۰/۷۲g$ جرم گاز خارج شده

۷

اگر فشار از ۱۰atm بیش‌تر شود، آن‌قدر گاز خارج می‌شود تا فشار همان ۱۰atm شود. بنابراین فشار گاز ثابت است و حجم گاز نیز همان حجم ظرف است و ثابت می‌ماند.

از روش مقایسه استفاده کنید. (گاز اولیه و گاز باقی‌مانده)

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow[V_۱=V_۲]{P_۱=P_۲}n_۱T_۱=n_۲T_۲\Rightarrow۱۰۰\times۳۰۰=n_۲\times۴۰۰$$

$\Rightarrow n_۲=\frac{۳۰۰}{۴}=۷۵mol$ مقدار گاز باقی‌مانده

$n=۱۰۰-۷۵=۲۵mol$ تعداد مول خارج شده

۸

با توجه به در حال تعادل بودن پیستون، نتیجه می‌گیریم فشار در دو طرف یکسان است و حجم گاز برابر است با حاصل‌ضرب طول استوانه و مساحت قاعده‌ی استوانه (A):

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{P_۱=P_۲}\frac{(۶۵-x)A}{\frac{m}{۳۲}\times۴۰۰}=\frac{xA}{\frac{m}{۲}\times۳۰۰}\Rightarrow\frac{۳۲(۶۵-x)}{۴۰۰}=\frac{۲x}{۳۰۰}$$

$$\Rightarrow۸(۶۵-x)=\frac{۲x}{۳}\Rightarrow۱۵۶۰-۲۴x=۲x\Rightarrow x=\frac{۱۵۶۰}{۲۶}=۶۰cm$$

۹ کار انجام شده برابر است با مساحت زیر نمودار $(P-V)$.

$$|W| = S = S_{\text{مستطیل}} + S_{\text{ذوزنقه}} = (\frac{۱+۳}{۲} \times ۱۰ + ۲۰ \times ۳) \times ۱۰^۲ = ۸۰۰۰J$$

$۱۰^۲$ جای حاصل‌ضرب $۱۰^۵$ (تبدیل اتمسفر به پاسکال) و $۱۰^{-۳}$ (تبدیل لیتر به متر مکعب) قرار داده شده است.

فرایند انبساطی $\Rightarrow W = -۸۰۰۰J$

$W' = +۸۰۰۰J$

کار انجام شده توسط گاز (W') قرینه‌ی W است.

۱۰ آ) تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل فقط به تغییر دمای مطلق گاز بستگی دارد.

هم‌دما $\Rightarrow \Delta T = ۰ \xrightarrow{\Delta U \propto \Delta T} \Delta U = ۰$

ب) فرایند انبساطی است، بنابراین علامت کار منفی است.

$$\left.\begin{array}{l} W = -۱۰۰J \\ \Delta U = Q + W \\ \Delta U = ۰ \end{array}\right\} \Rightarrow Q + (-۱۰۰) = ۰ \Rightarrow Q = +۱۰۰J$$

گاز گرما دریافت کرده است.

۱۱ حجم گاز ثابت است، بنابراین کار انجام نشده است: $W = ۰$

طبق قانون اول ترمودینامیک بنویسید:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = ۲۰۰ + ۰ = +۲۰۰J$$

انرژی درونی گاز $۲۰۰J$ افزایش یافته است.

۱۲ انرژی درونی مقدار معینی گاز فقط به دمای مطلق گاز بستگی دارد.

$$\frac{U_۲}{U_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{U_۲}{۱۵۰} = \frac{۳۳۰}{۳۰۰} \Rightarrow U_۲ = ۱۶۵J$$

۱۳ آ) دما ثابت است:

$$n_A + \cancel{n_B} = n_{\text{کل}} \Rightarrow \frac{P_۱\cancel{V_۱}}{\cancel{T_۱}} = \frac{PV}{\cancel{T}} \Rightarrow ۴ \times ۱۵ = P \times (۱۵ + ۲۵) \Rightarrow P = \frac{۶۰}{۴۰} = ۱/۵atm$$

ب) دما ثابت است:

$$n_A + n_B = n_{\text{کل}} \Rightarrow P_۱V_۱ + P_۲V_۲ = PV \Rightarrow ۴ \times ۱۵ + ۲ \times ۲۵ = P \times (۱۵ + ۲۵) \Rightarrow ۱۱۰ = ۴۰P \Rightarrow P = \frac{۱۱}{۴} = ۲/۷۵atm$$

در فرایند c چون حاصل‌ضرب فشار در حجم انتهای فرایند آن بیش‌تر از ابتدای آن است، پس دمای گاز افزایش یافته $(\Delta T > ۰)$، از این‌رو $\Delta U > ۰$ است. از طرفی چون کار منفی است (گاز منبسط شده) بنابراین طبق رابطه‌ی $\Delta U = Q + W$ ($\overset{+}{\Delta U}$، $\overset{?}{Q}$، $\overset{-}{W}$)، Q باید مقدار مثبت بزرگی باشد یعنی $Q > ۰$، بنابراین گاز گرما گرفته است.

در فرایند b با همان استدلال فرایند c، گاز گرما گرفته است: $Q > ۰$

در فرایند a کار صفر است و دمای انتهای فرایند کم‌تر از ابتدای آن است (در حجم ثابت، فشار گاز کم شده)، پس $\Delta U < ۰$ و طبق رابطه‌ی قانون اول ترمودینامیک، Q هم منفی است. پس گاز گرما از دست داده است.

یادآوری: طبق معادله‌ی حالت $(T = \frac{PV}{nR})$، دمای گاز با حاصل‌ضرب PV رابطه‌ی مستقیم دارد.

۲ پرسش‌های جلسه دوم

جاهای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید و یا با عبارت داخل پرانتز تکمیل کنید.

آ) C_V مقدار گرمایی است که در ..... به یک مول گاز داده می‌شود تا دمای آن یک کلوین افزایش یابد. (ریاضی- خرداد ۹۲)

ب) در یک فرایند هم‌حجم که با افزایش فشار همراه است، دستگاه گرما (دریافت می‌کند- از دست می‌دهد). (ریاضی- شهریور ۹۰)

پ) در فرایند هم‌حجم اگر دما افزایش یابد، انرژی درونی (کاهش می‌یابد- افزایش می‌یابد).

ت) در فرایند هم‌فشار انبساطی، گاز (گرما می‌گیرد- گرما از دست می‌دهد).

ث) در فرایند هم‌فشار انبساطی، انرژی درونی گاز (افزایش- کاهش) می‌یابد.

ج) شیب خط در نمودار $(V - T)$ ی فرایند هم‌فشار، با فشار رابطه‌ی (مستقیم- عکس) دارد.

درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

آ) کار انجام شده در فرایند هم‌حجم مثبت است.

ب) در فرایند هم‌حجم اگر فشار کاهش یابد، دما افزایش می‌یابد.

پ) در فرایند هم‌فشار تراکمی، کار انجام شده روی گاز مثبت است.

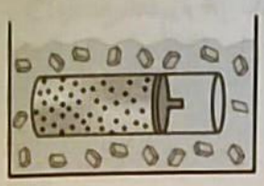
ت) گرمای مبادله شده برای یک گاز کامل دو اتمی در فرایند هم‌فشار برابر $\frac{۵}{۲}P\Delta V$ است.

ث) در فرایند هم‌حجم، هر چه شیب نمودار $(P - T)$ بیش‌تر باشد، حجم کم‌تر است.

مقداری گاز کامل درون یک سیلندر زیر یک پیستون که روی آن وزنه‌ای قرار دارد، در حال تعادل است. اگر سیلندر را به آرامی گرم کنیم، گاز درون سیلندر چه فرایندی انجام می‌دهد؟ چرا؟

در فرایند هم‌فشار تراکمی دمای گاز چگونه تغییر می‌کند؟ با ارائه‌ی دلیل

یک مخزن استوانه‌ای شکل محتوی مقداری گاز کامل، توسط یک پیستون با اصطکاک ناچیز مسدود شده است. مخزن را درون مخلوط آب و یخ قرار می‌دهیم. (ریاضی- خرداد ۸۹)



آ) پیستون به چه سمتی حرکت می‌کند؟

ب) با ذکر علت، نوع فرایند را بنویسید.

چرا ظرفیت گرمایی مولی گاز در فشار ثابت (C_P) از ظرفیت گرمایی مولی گاز در حجم ثابت (C_V) بزرگ‌تر است؟

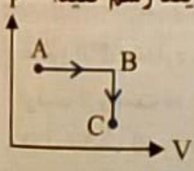
نشان دهید در انبساط هم‌فشار گاز کامل، باید به گاز گرما داد. (پرسش کتاب درسی)

ته یک سرنگ را می‌بندیم، آن را درون مقداری آب می‌اندازیم و آب را به‌تدریج گرم می‌کنیم. هوای درون سرنگ چه فرایندی را طی می‌کند؟ (پرسش کتاب درسی)

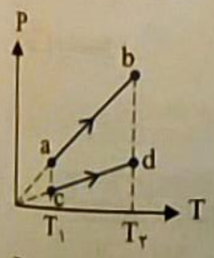
در یک فرایند هم‌حجم، گاز کامل مقداری گرما از دست می‌دهد. نمودارهای $(P - V)$، $(V - T)$ و $(P - T)$ را رسم کنید.

در یک فرایند هم‌فشار، گاز کامل مقداری گرما از دست می‌دهد. نمودارهای $(P - V)$، $(P - T)$ و $(V - T)$ را برای این فرایند رسم کنید.

نمودار $P - V$ ی گاز کاملی مطابق شکل است. نمودارهای $(P - T)$ و $(V - T)$ را به‌طور کیفی رسم کنید.



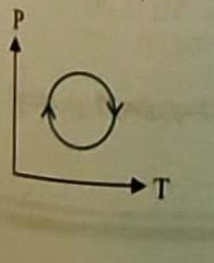
شکل روبه‌رو، نمودار $(P - T)$ یک مول گاز کامل را طی دو فرایند هم‌حجم ab و cd نشان می‌دهد.



آ) حجم گاز در کدام فرایند بیش‌تر است؟

ب) تغییر انرژی درونی گاز را در دو فرایند مقایسه کنید.

فرایند چرخه‌ای برای یک گاز کامل مطابق شکل است. با ارائه‌ی دلیل (با ارائه‌ی یک روش)، ۲ نقطه را مشخص کنید که در آن حالت‌ها، حجم گاز کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار را داشته باشد.



(ریاضی- خرداد ۸۶)

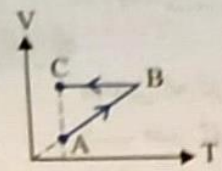
۲۸ ۲ مول گاز کامل هلیوم در دمای $27^\circ C$ داخل یک سیلندر به حجم ۳۰ لیتر محبوس شده است. (ریاضی- خرداد ۹۰)

آ) فشار گاز چند پاسکال است؟

ب) اگر دمای این گاز در یک فرایند هم‌فشار ۲۰K افزایش یابد، گرمای مبادله شده در این فرایند چند ژول است؟ $(R=8\frac{J}{mol.K}, C_P=\frac{5}{2}R)$

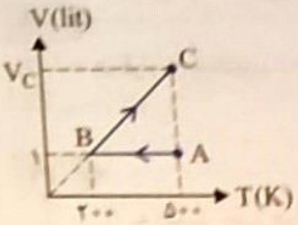
۲۹ دمای یک مول گاز کامل تک اتمی را طی یک فرایند هم‌حجم از ۳۰۰K به ۴۵۰K می‌رسانیم. تغییر انرژی درونی گاز چند ژول است؟ $(C_V=\frac{3}{2}R\ ,\ R=8\frac{J}{mol.K})$ (ریاضی- شهریور ۸۹)

۳۰ با توجه به نمودار، جدول زیر را با کلمه‌های (مثبت، منفی یا صفر) تکمیل کنید.



فرایند \ کمیت	W	Q	ΔU
A → B			
B → C			

۳۱ نمودار روبه‌رو، مربوط به ۰/۳ مول گاز تک اتمی است. (ریاضی- شهریور ۹۲)

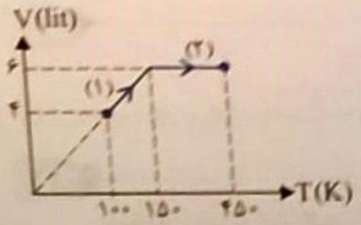


آ) در حالت C حجم گاز چند لیتر است؟

ب) گرمای مبادله شده در فرایند AB چه‌قدر است؟ $(C_V=\frac{3}{2}R\ ,\ R=8\frac{J}{mol.K})$

۳۲ مطابق شکل مقداری گاز کامل تک اتمی درون سیلندری محبوس است. اگر نیروی ۴۰۰N رو به پایین به پیستون وارد کنیم، چه مقدار گرما باید به گاز داده شود تا پیستون ۵۰cm به طرف بالا حرکت کند؟ (شرایط را به‌صورت هم‌فشار در نظر بگیرید.)

۳۳ شکل زیر نمودار $(V-T)$ مربوط به ۰/۵ مول گاز کامل تک اتمی را طی دو فرایند متوالی (۱) و (۲) نشان می‌دهد. (ریاضی- خرداد ۹۱)



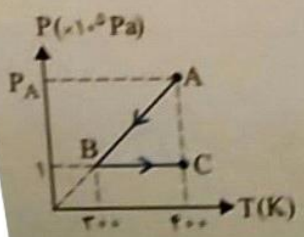
آ) در فرایند (۱) فشار گاز چند پاسکال است؟

ب) کار انجام شده در فرایند (۱) را محاسبه کنید.

پ) گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط در فرایند (۲) چه‌قدر است؟ $(C_V=\frac{3}{2}R\ ,\ R=8\frac{J}{mol.K})$

۳۴ مقداری گاز درون سیلندری محبوس است. اگر ۱۰۰۰ ژول گرما به‌طور هم‌حجم به آن داده شود ۲۰K گرم می‌شود و اگر همین گرما به‌طور هم‌فشار داده شود ۱۰K گرم می‌شود. تعداد مول گاز را بیابید. $(R=8\frac{J}{mol.K})$

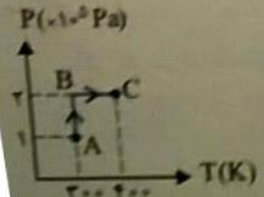
۳۵ مطابق شکل، ۰/۵ مول گاز کامل تک اتمی، فرایند $A\to B\to C\to A$ را طی می‌کند.



آ) مقدار P_A چند پاسکال است؟ (ریاضی- خرداد ۸۸)

ب) گرمای مبادله شده در فرایند BC چه‌قدر است؟ $(C_P=\frac{5}{2}R\ ,\ R=8\frac{J}{mol.K})$

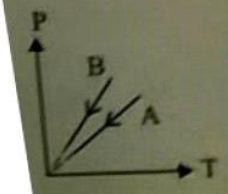
۳۶ با توجه به نمودار $(P-T)$ در شکل مقابل که مربوط به ۰/۵ مول گاز تک اتمی است:



آ) حجم گاز در حالت A چه‌قدر است؟ (ریاضی- شهریور ۸۸)

ب) گرمای مبادله شده در فرایند BC را محاسبه کنید. $(C_P=\frac{5}{2}R\ ,\ R=8\frac{J}{mol.K})$

۳۷ نمودار $(P-T)$ مقدار معینی گاز کامل به‌صورت مقابل است. نمودار $(V-T)$ و $(P-V)$ آن‌ها را به‌طور کیفی رسم کنید.



۱۵

آ) حجم ثابت ب) دریافت می‌کند پ) افزایش می‌یابد ت) گرما می‌گیرد

ث) افزایش ج) عکس

۱۶

آ) غ ($W_{\text{هم‌حجم}}=۰$) ب) غ ($T \propto P$) پ) ص ت) غ ($Q=\frac{۷}{۲}P\Delta V$) ث) ص

۱۷

هنگامی که گاز در حالت تعادل است، فشار گاز زیر مخزن برابر با مجموع فشار هوا و فشار حاصل از وزنه است. حال اگر گاز را به آرامی گرم کنیم، فشار گاز رو به افزایش می‌رود و پیستون به قدری به سمت بالا جابه‌جا می‌شود که فشار گاز مجدداً با فشار اولیه برابر شود و به حالت تعادل برسد، بنابراین فرایند، انبساط هم‌فشار است.

۱۸

در فرایند هم‌فشار، دما و حجم متناسب هستند و با کاهش حجم، دما نیز باید کاهش یابد تا فشار ثابت بماند:

$$T=\underbrace{\frac{P}{nR}}_{\text{ثابت}}\times V \Rightarrow T \propto V$$

۱۹

آ) به سمت چپ حرکت می‌کند.

ب) فرایند هم‌فشار است. دمای گاز کاهش می‌یابد، بنابراین حجم گاز در حال کاهش خواهد بود و پیستون به سمت چپ حرکت می‌کند تا گاز در حالت تعادل باقی بماند یعنی فشار گاز با فشار بیرون یکسان بماند.

۲۰

اگر بخواهید دمای یک گاز را در دو حالت هم‌حجم و هم‌فشار به یک اندازه بالا ببرید، باید به گاز در حالت هم‌فشار گرمای بیش‌تری بدهید، زیرا در حالت هم‌فشار مقداری از انرژی صرف انجام کار می‌شود در نتیجه ظرفیت گرمایی مولی در فشار ثابت بیش‌تر از ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت است.

$$\left.\begin{matrix} Q_P > Q_V \\ \text{یکسان } n,\Delta T \end{matrix}\right\} \Rightarrow nC_P\Delta T > nC_V\Delta T \Rightarrow C_P > C_V$$

۲۱

$$\left.\begin{matrix} \text{انبساط} \Rightarrow V_۲ > V_۱ \Rightarrow \Delta V > ۰ \\ Q=\frac{C_P}{R}P\Delta V \end{matrix}\right\} \Rightarrow Q > ۰ \text{: گاز گرما می‌گیرد}$$

۲

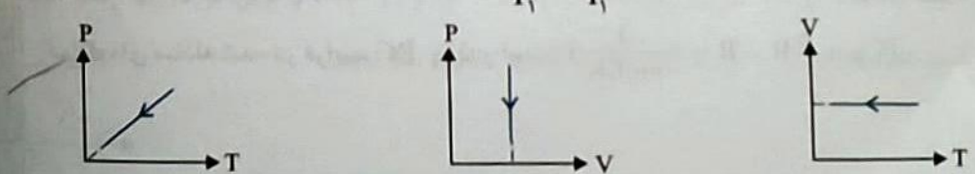
هم‌فشار- زیرا با گرم کردن آب، هوای درون سرنگ نیز گرم می‌شود و حجم افزایش می‌یابد و پیستون را به سمت بیرون هل می‌دهد تا مجدداً گاز در حالت تعادل باشد و فشار ثانویه با فشار اولیه یکسان بماند. فشار هوای داخل سرنگ برابر است با مجموع فشار ناشی از آب و فشار هوای محیط.

۲

اگر گاز در فرایند هم‌حجم گرما از دست بدهد، دمای آن کاهش می‌یابد:

$$Q=nC_V\Delta T \xrightarrow{Q<۰} \Delta T < ۰ \Rightarrow T_۲ < T_۱ \quad , \quad \frac{P_۲}{P_۱}=\frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow P_۲ < P_۱$$

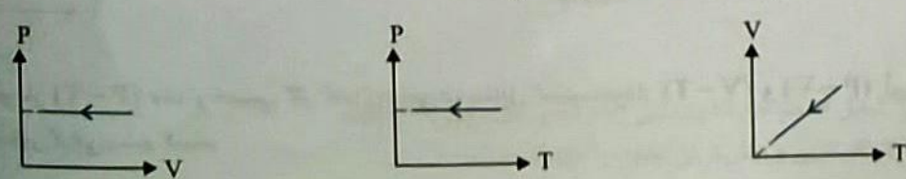
فشار نیز کاهش می‌یابد:



۲

اگر گاز در فرایند هم‌فشار گرما از دست بدهد، دما و حجم گاز کاهش می‌یابد، زیرا:

$$Q=nC_P\Delta T \xrightarrow{Q<۰} \Delta T < ۰ \Rightarrow T_۲ < T_۱ \quad , \quad \frac{V_۲}{V_۱}=\frac{T_۲}{T_۱} \xrightarrow{T_۲<T_۱} \frac{V_۲}{V_۱} < ۱ \Rightarrow V_۲ < V_۱$$



۲۵

فرایند AB هم‌فشار انبساطی است که دما نیز افزایش می‌یابد، زیرا:

$$\frac{T_B}{T_A}=\frac{V_B}{V_A}\xrightarrow{V_B>V_A}\frac{T_B}{T_A}>1$$

فرایند BC هم‌حجم است که فشار و دما کاهش یافته است، زیرا:

$$\frac{T_C}{T_B}=\frac{P_C}{P_B}<1\xrightarrow{P_C<P_B}\frac{T_C}{T_B}<1$$

با توجه به نمودار اصلی دمای نقطه‌ی A و C را نمی‌توانیم با هم مقایسه کنیم.

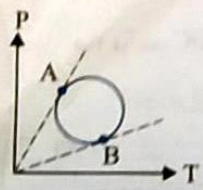
۲۶

الف) شیب خط در این نمودار با حجم رابطه‌ی عکس دارد، بنابراین حجم cd بیش‌تر از حجم ab می‌باشد. $(\text{شیب}=\frac{nR}{V})$

ب) تغییر انرژی درونی در دو فرایند یکسان است، زیرا تغییر انرژی درونی با تغییر دما متناسب است.

$$\left.\begin{matrix}\Delta U\propto\Delta T\\ \Delta T_{ab}=\Delta T_{cd}\end{matrix}\right\}\Rightarrow\Delta U_{ab}=\Delta U_{cd}$$

۲۷



در این مسأله از نکته‌ی شیب خط در نمودار P−T استفاده می‌کنیم. مطابق شکل خط با بیش‌ترین شیب و کم‌ترین شیب که بر چرخه مماس می‌شود را رسم می‌کنیم.

هر چه شیب بیش‌تر باشد، حجم کم‌تر است، بنابراین حجم گاز در نقطه‌ی A کم‌ترین و حجم در نقطه‌ی B بیش‌ترین مقدار می‌باشد.

۲۸

الف) از معادله‌ی حالت استفاده می‌نماییم:

$$PV=nRT\Rightarrow P=\frac{nRT}{V}=\frac{2\times8\times300}{30\times10^{-3}}=16\times10^{4}\,Pa$$

ب)

$$Q_P=nC_P\Delta T=2\times\frac{5}{2}\times8\times20=800\,J$$

۲۹

در فرایند هم‌حجم، تغییر انرژی درونی برابر گرمای مبادله شده است:

$$\Delta U=Q=nC_V\Delta T=1\times\frac{3}{2}\times8\times150=1800\,J$$

۳۰

فرایند \ کمیت	W	Q	ΔU
A → B	−	+	+
B → C	۰	−	−

۳۱

الف) فرایند BC هم‌فشار است زیرا امتداد خط BC از مبدأ عبور کرده است:

$$\frac{P_BV_B}{T_B}=\frac{P_CV_C}{T_C}\Rightarrow\frac{V_B}{T_B}=\frac{V_C}{T_C}\Rightarrow\frac{1}{200}=\frac{V_C}{500}\Rightarrow V_C=2/5\,lit$$

ب) فرایند AB هم‌حجم است:

$$Q=nC_V\Delta T=0/2\times\frac{3}{2}\times8\times(-200)=-1080\,J$$

۳۲

کار انجام شده روی گاز برابر است با:

$$W=Fd\cos\theta=400\times\frac{50}{100}\cos180^\circ=-200\,J$$

فرایند به‌صورت هم‌فشار می‌باشد زیرا فشار ناشی از پیستون و هوای محیط ثابت است:

$$Q=nC_P\Delta T=\frac{-C_P}{R}W=-\frac{5}{2}W$$

$$Q=-\frac{5}{2}(-200)=+500\,J$$