ترمودینامیک - سراسری

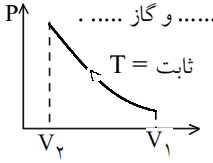
۱- مایعی درون ظرفی که عایق گرما است با یک هم زن به هم زده می‌شود و در اثر این کار دمای آن بالا می‌رود. این مایع :

۱) از خارج کار دریافت می‌دارد
۲) از خارج گرما دریافت می‌دارد
۳) کار به خارج می‌دهد و گرما می‌دهد
۴) کار و گرما از خارج می‌گیرد

۲- در گازها نسبت $\frac{C_P}{C_V}$:

۱) با توجه به نوع گاز ممکن است بزرگتر ، کوچکتر یا مساوی یک باشد.
۲) همیشه برابر واحد است.
۳) همیشه کوچکتر از یک است.
۴) همیشه بزرگتر از یک است.

۳- فرآیند همدمای گاز کاملی مطابق شکل زیر است. در این فرآیند کار انجام شده روی گاز ..... و گاز ..... .



۱) مثبت - گرما داده است.
۲) مثبت - گرما گرفته است.
۳) منفی - گرما گرفته است.
۴) منفی - گرما داده است.

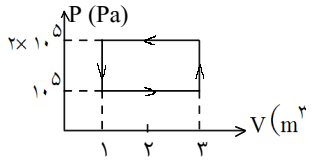
۴- انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل فقط تابع ..... می‌باشد.

۱) حجم ۲) چگالی ۳) دما ۴) فشار

۵- گازی در فشار P_1 و حجم V_1 قرار دارد، آن را تا حجم V_2 بطور آرمانی متراکم می‌کنیم. در کدامیک از فرآیندهای زیر کار انجام شده روی دستگاه بیشتر است؟

۱) فرآیند همفشار
۲) فرآیند بی‌دررو
۳) فرآیند همدما
۴) کار انجام شده به نوع فرآیند بستگی ندارد.

۶- کدام گزینه با توجه به شکل درست است؟



۱) ماشین گرمایی است و در هر چرخه 2×10^5 ژول کار به محیط می‌دهد.
۲) یخچال است و در هر چرخه ۲ ژول کار را از محیط می‌گیرد.
۳) ماشین گرمایی است و در هر چرخه ۲ ژول کار به محیط می‌دهد.
۴) یخچال است و در هر چرخه 2×10^5 ژول کار از محیط می‌گیرد.

۷- بازده گرمایی یک ماشین گرمایی ۰/۲ است و در هر چرخه ۸۰۰ کالری گرما تلف می‌شود. این ماشین در هر چرخه چند کالری گرما دریافت کرده است؟

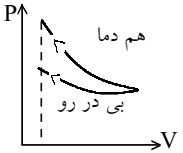
۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۶۰۰ ۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴۶۰۰

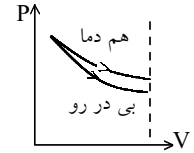
۸- ضریب عملکرد یک یخچال ۴ است. اگر در هر ساعت 7×10^5 ژول انرژی الکتریکی مصرف شود، تقریباً چند مگاژول انرژی گرمایی به محیط بیرون داده می‌شود؟

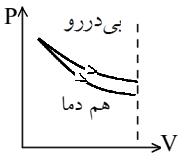
۱) ۲/۱ ۲) ۲/۸ ۳) ۳/۵ ۴) ۳۵

۹- کدام نمودار با توجه به نوع فرایند مشخص شده روی آن درست است؟

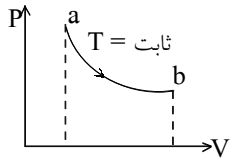
۱)

۲)


۳)


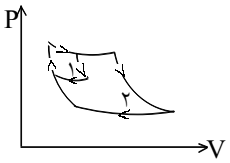
۴)


۱۰- مقدار معینی از یک گاز کامل فرآیندی همدما مطابق شکل طی می‌کند. اگر مساحت زیر نمودار $10^4\ J$ باشد، کدام گزینه درباره گرمای مبادله شده طی فرآیند a تا b درست است؟



۱) باید دمای T و گرمای ویژه گاز معلوم باشد.
۲) گرمای مبادله شده صفر است.
۳) گاز $10^4\ J$ گرما از دست می‌دهد.
۴) گاز $10^4\ J$ گرما دریافت می‌کند.

۱۱- در شکل زیر، نمودار PV دو ماشین گرمایی کارنو با شماره‌های ۱ و ۲ مشخص شده است. کدام گزینه درست است؟



۱) بازده ماشین ۲ از بازده ماشین ۱ بزرگتر است.
۲) بازده ماشین ۱ از بازده ماشین ۲ بزرگتر است.
۳) الزاماً توان ماشین ۲ از توان ماشین ۱ بزرگتر است.
۴) الزاماً توان ماشین ۱ از توان ماشین ۲ بزرگتر است.

۱۲- برای سرد کردن $0/5kg$ آب با دمای $25^\circ C$ تا دمای $5^\circ C$ ، موتور یک یخچال $12000J$ کار دریافت می‌کند. ضریب عملکرد یخچال چقدر است؟ (گرمای ویژه آب $4200\ J/kg.K$ است).

۱) ۲/۵ ۲) ۳/۵ ۳) ۵ ۴) ۶

۱۳- در کدام فرآیند برای مقدار معینی گاز کامل، انرژی درونی آن ثابت می‌ماند؟

۱) بی‌دررو ۲) هم‌فشار ۳) همدما ۴) هم‌حجم

۱۴- اگر یک دستگاه ترمودینامیکی، ۲۵۰ ژول گرما از محیط بگیرد و ۳۰۰ ژول کار روی محیط انجام دهد. انرژی درونی آن ... ژول ... می‌یابد.

۱) ۵۰۰ ، کاهش ۲) ۵۰ ، کاهش ۳) ۵۰ ، افزایش ۴) ۵۵۰ ، افزایش

۱۵- در یخچالی که ضریب عملکرد آن ۲ است، نسبت گرمای گرفته شده از چشمه سرد به گرمای داده شده به چشمه گرم چقدر است؟

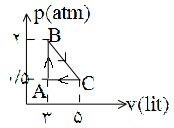
۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۱۶- اگر دمای چشمه گرم و سرد یک ماشین گرمایی را که با چرخه کارنو کار می‌کند. به یک اندازه کم کنیم، بازده ماشین:

۱) افزایش می‌یابد. ۲) تغییر نمی‌کند.

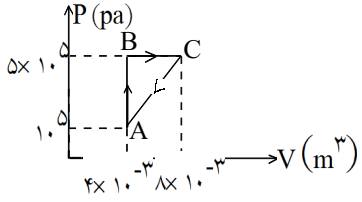
۳) کاهش می‌یابد. ۴) به اندازه کاهش بستگی دارد، ممکن است کاهش یا افزایش یابد.

۱۷- مطابق شکل زیر، مقداری گاز کامل چرخهٔ ABCA را طی می‌کند. کار خالصی که گاز روی محیط انجام داده است، چند ژول است؟



۱) -۷۵ ۲) -۱۵۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۷۵

۱۸- یک مول از گاز تک اتمی، یک چرخه مطابق شکل پیموده است.



این گاز در چرخه ABC

۱) ۱۶۰۰ J گرما گرفته است.

۲) ۱۶۰۰ J گرما پس داده است.

۳) ۸۰۰ J گرما گرفته است.

۴) ۸۰۰ J گرما پس داده است.

۱۹- در کدام یک از فرآیندهای ترمودینامیکی کار انجام شده روی مقدار معینی گاز صفر است؟

۱) بی‌دررو ۲) هم‌حجم ۳) هم‌فشار ۴) هم‌دما

۲۰- یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۲۵۰۰J گرما از چشمه گرم دریافت می‌کند و ۷۵۰J کار به دست می‌دهد. بازده این ماشین چند درصد است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۶۵ ۴) ۷۰

۲۱- توان مصرفی یک کولر گازی ۰/۵ کیلووات است و در هر دقیقه $۱/۵ \times ۱۰^{۵}$ ژول گرما به فضای بیرون می‌دهد. ضریب عملکرد آن کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۲- هرگاه دمای چشمه گرم و سرد یک ماشین گرمایی را که با چرخه کارنو کار می‌کند، به یک اندازه افزایش دهیم، بازده ماشین:

۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد.

۳) ثابت می‌ماند. ۴) به اندازه افزایش دما بستگی دارد ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

۲۳- یک ماشین بخار ۵۰۰ ژول گرما از چشمه گرم دریافت می‌کند و ۳۰۰ ژول آن را به چشمه سرد می‌دهد. بازده این ماشین چند درصد است؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

۲۴- در کدام فرآیند کار انجام شده روی گاز صفر است؟

۱) هم‌دما ۲) هم‌فشار ۳) هم‌حجم ۴) هم‌فشار و هم‌دما

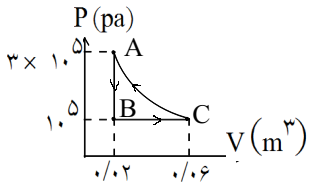
۲۵- بازده یک ماشین گرمایی کارنو که میان دو چشمه سرد و گرم کار می‌کند ۰/۴ است. اگر از دمای کلوین (مطلق) منبع سرد ۲۵ درصد بکاهیم، بازده آن ... درصد ... می‌یابد.

۱) ۱۵ ، کاهش ۲) ۲۵ ، کاهش ۳) ۲۵ ، افزایش ۴) ۱۵ ، افزایش

۲۶- حجم یک مول گاز کامل تک‌اتمی را به طور بی‌دررو نصف می‌کنیم. اگر در این عمل ۱۵۰ J کار روی گاز انجام شده باشد، تغییرات انرژی درونی و دمای مطلق گاز در SI به ترتیب از راست به چپ کدامند؟ ($R = ۸ J/mol.K$)

۱) ۱۵۰ و ۱۲/۵ ۲) ۱۵۰ و ۵۰ ۳) ۷۵ و ۱۲/۵ ۴) ۷۵ و ۵۰

۲۷- هرگاه یک گاز تک‌اتمی چرخه‌ای مطابق شکل را بپیماید، تغییر انرژی درونی آن در مسیر $C \longrightarrow A$ چند ژول می‌شود؟



۱) ۲۰۰۰ ۲) صفر

۳) ۴۰۰۰ ۴) ۶۰۰۰

۲۸- گاز کاملی در یک فرآیند بی‌دررو منبسط می‌شود. دما و انرژی درونی آن به ترتیب چگونه تغییر خواهد کرد؟

۱) ثابت - کاهش ۲) ثابت - ثابت ۳) کاهش - ثابت ۴) کاهش - کاهش

۲۹- بازده یک ماشین بخار ۲۰ درصد است. در این ماشین در هر چرخه ۱۶۰۰ J گرما به چشمه‌ی سرد داده می‌شود. کار مکانیکی انجام شده توسط این ماشین در یک چرخه چند ژول است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۸۰۰

۳۰- توان موتور یخچالی ۲۰۰W است. این یخچال در مدت ۵۰ دقیقه، $۲/۴ \times ۱۰^{+۶}$ J گرما به محیط بیرون می‌دهد. ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟

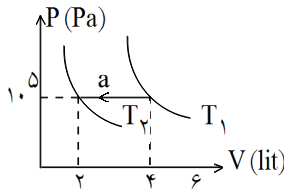
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۵

۳۱- هر زمان با افزایش حجم مقدار معینی گاز کامل، فشار آن کم می‌شود. دمای گاز چگونه تغییر می‌کند؟

۱) الزاماً افزایش می‌یابد ۲) الزاماً کاهش می‌یابد

۳) ثابت می‌ماند ۴) بسته به شرایط، هر کدام از موارد دیگر می‌تواند درست باشد

۳۲- شکل مقابل مربوط به گاز کامل تک اتمی است که طی فرآیند a به طور هم‌فشار از دمای $T_۱$ به دمای $T_۲$ رسیده است. تغییر انرژی درونی گاز در این فرآیند چند ژول است؟



۱) +۵۰۰ ۲) +۳۰۰

۳) -۳۰۰ ۴) -۵۰۰

۳۳- بازده یک ماشین گرمائی که در هر چرخه $800\ J$ گرما به چشمه سرد می‌دهد، برابر ۰/۲ است. این ماشین در هر چرخه چند ژول گرما از چشمه گرم می‌گیرد؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۶۰۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۴۰۰۰

۳۴- ضریب عملکرد یخچالی که در هر ثانیه ۱۵۰۰ ژول گرما از مواد غذایی داخل خود گرفته و ۲۰۰۰ ژول گرما به محیط خارج بدهد کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۳۵- در دمای ثابت حجم مقدار معینی گاز کامل را به تدریج کم می‌کنیم تا فشار گاز دو برابر شود اگر در این فرآیند کاری که محیط روی دستگاه انجام می‌دهد W و گرمای داده شده به دستگاه Q باشد کدام رابطه درست است؟

۱) $W = Q$ ۲) $W = -Q$ ۳) $W = ۰ , Q \neq ۰$ ۴) $W \neq ۰ , Q = ۰$

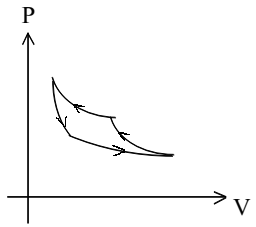
۳۶- اگر R ثابت گازها بر حسب $\frac{J}{mol.K}$ باشد، مقدار گرمایی که در حجم ثابت باید به یک مول گاز کامل تک‌اتمی بدهیم، تا دمای آن را یک کلوین بالا ببرد، برابر با کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}R$ ۲) $\frac{۳}{۲}R$ ۳) $\frac{۵}{۲}R$ ۴) $\frac{۷}{۲}R$

۳۷- یک خنک‌کنند در هر ساعت ۶×۱۰^{۶} ژول گرما از اطاق گرفته و در همان مدت $۷/۸ \times ۱۰^{۶}$ ژول گرما به فضای بیرون می‌دهد. توان این خنک‌کننده چند کیلووات است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۵ ۳) ۴ ۴) ۵

۳۸- نمودار $P - V$ (فشار برحسب حجم) چرخه‌ای که دستگاه در یک یخچال فرضی طی می‌کند مانند شکل زیر است. اگر ضریب عملکرد آن ۴ و مساحت داخل چرخه $۳KJ$ باشد. این یخچال در هر چرخه چند ژول گرما به محیط می‌دهد؟



۱) ۳
۲) ۹
۳) ۱۲
۴) ۱۵

۳۹- اختلاف دمای منبع گرم و منبع سرد در یک ماشین گرمایی $۲۷^{\circ}C$ است اگر بیشترین بازده این ماشین ۳۰٪ باشد دمای منبع گرم تقریبا چند سانتی‌گراد است؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۱۷ ۳) -۱۵۶ ۴) -۱۸۳

۴۰- ضریب عملکرد یک یخساز ۵ است. اگر در هر ساعت $۲kg$ آب با دمای $۲۰^{\circ}C$ را به یخ با دمای $-۱۵^{\circ}C$ تبدیل کند، توان موتور الکتریکی این یخساز تقریباً چند وات است؟ (گرمای نهان ذوب یخ $۳/۴ \times ۱۰^{۵}\ \frac{J}{kg}$ و گرمای ویژه‌ی یخ $۲/۱\ \frac{J}{gr^{\circ}C}$ و گرمای ویژه‌ی آب $۴/۲\ \frac{J}{gr^{\circ}C}$ است.)

۱) ۲۵/۳ ۲) ۳۷/۷ ۳) ۵۰/۶ ۴) ۲۵۳

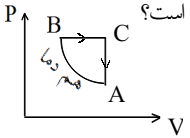
۴۱- ۲۰ گرم گاز کامل در فشار ۴ اتمسفر در محفظه‌ای به حجم ۳۰ لیتر قرار دارد. در دمای ثابت ۱۰ گرم از گاز را خارج کرده و حجم محفظه را نیز نصف می‌کنیم، فشار آن چند اتمسفر می‌شود؟

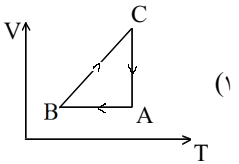
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

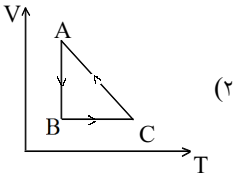
۴۲- در یک فرآیند روی مقدار معینی گاز کامل، دمای دستگاه بدون دریافت یا انتقال گرما تغییر می‌کند. این فرآیند می‌تواند ..... باشد.

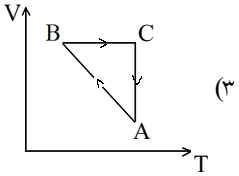
۱) هم حجم ۲) هم فشار ۳) هم دما ۴) بی‌در رو

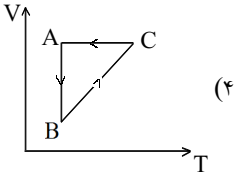
۴۳- نمودار $P - V$، سه فرآیند ترمودینامیکی گاز کامل رسم شده است. نمودار $V - T$ آن‌ها کدام است؟



۱)


۲)


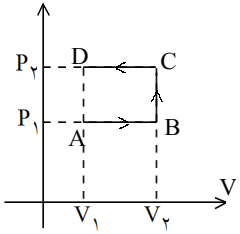
۳)


۴)


۴۴- دستگاهی از گاز کامل در یک فرایند هم دما ۶۰۰ ژول کار بر روی محیط انجام می‌دهد. انرژی درونی این دستگاه:

۱) ثابت می‌ماند. ۲) ۶۰۰ ژول کاهش می‌یابد.
۳) ۶۰۰ ژول افزایش می‌یابد. ۴) بیش از ۶۰۰ ژول کاهش می‌یابد.

۴۵- مطابق شکل گاز کاملی سه فرایند AB , BC , CD را طی می‌کند، وقتی گاز از حالت A به حالت D می‌رود کدام گزینه زیر درست است؟



۱) انرژی درونی گاز ثابت می‌ماند.
۲) کار محیط روی گاز منفی می‌شود.
۳) انرژی درونی گاز افزایش می یابد.
۴) کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد برابر صفر است.

۴۶- در یک فرآیند هم‌فشار یک لیتر گاز کامل دو اتمی در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس مقداری گرما از دست می‌دهد و حجم آن در فشار یک اتمسفر به ۰/۸ حجم اولیه‌اش می‌رشد. در این فرآیند گاز چند ژول گرما از دست می‌دهد؟

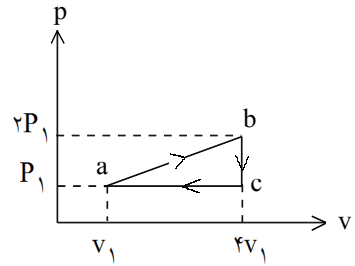
$\left(1at = 10^5\ pa\ ,\ C_{MP} = \frac{7}{2}R\right)$

۱) ۵۰ ۲) ۷۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۴۰

۴۷- در یک سیستم گاز کامل، در کدام فرآیند انرژی درونی گاز کاهش می‌یابد؟

۱) انقباض هم‌دما ۲) انبساط هم‌دما ۳) انبساط بی‌دررو ۴) انقباض بی‌دررو

۴۸- یک گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای را مطابق شکل می‌پیماید. تغییر انرژی درونی گاز در فرآیند ab، چند برابر P_1V_1 است؟ $C_{MV} = \frac{3}{2}R\ ,\ C_{MP} = \frac{5}{2}P_1V_1$



۱) ۴/۵ ۲) ۸ ۳) ۱۰/۵ ۴) ۱۵

۴۹- مقداری گاز کامل تک اتمی در فشار P_1، حجم V_1 و دمای مطلق T_1 قرار دارد. طی یک فرآیند هم حجم دملی گاز به $T_2 = 2T_1$ می‌رسد و گاز گرمای Q_1 را دریافت می‌کند. سپس طی یک فرآیند هم‌فشار دمای گاز به $T_3 = 4T_2$ می‌رسد و گاز گرمای Q_2 را دریافت می‌کند. Q_2 چند برابر Q_1 است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) $\frac{5}{6}$ ۴) $\frac{10}{3}$

۵۰- در کدام فرآیند ترمودینامیک، تغییر انرژی درونی گاز کامل با کار انجام‌شده روی گاز برابر است؟

۱) هم‌حجم ۲) هم‌دما ۳) بی‌دررو ۴) هم‌فشار

۵۱- یک ماشین که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند، به اندازه‌ی $1/26 \times 10^7$ ژول گرما از منبع گرم با دمای ۶۲۷ درجه‌ی سلسیوس گرفته و مقداری از آن را به منبع سرد با دمای ۲۷ درجه‌ی سلسیوس می‌دهد. کار انجام‌شده توسط ماشین و گرمایی را که به چشمه‌ی سرد داده است، به‌ترتیب از راست به چپ هر کدام چند ژول است؟

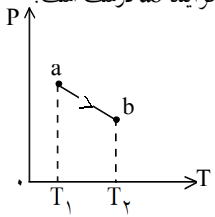
۱) $|Q_C| = 8/4 \times 10^6\ ,\ |W| = 4/2 \times 10^6$

۲) $|Q_C| = 6 \times 10^5\ ,\ |W| = 12 \times 10^6$

۳) $|Q_C| = 8/4 \times 10^6\ ,\ |W| = 4/2 \times 10^6$

۴) $|Q_C| = 12 \times 10^6\ ,\ |W| = 6 \times 10^5$

۵۲- نمودار $(P - T)$ یک مول گاز کامل مطابق شکل مقابل است. کدام عبارت در خصوص فرآیند ab درست است؟

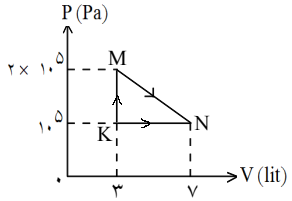


۱) حجم گاز افزایش یافته است.
۲) انرژی درونی گاز کاهش یافته است.
۳) گاز گرما از دست داده است.
۴) کار انجام‌شده روی گاز مثبت است.

۵۳- حداکثر بازده ماشین حرارتی که بین دماهای جوش و انجماد آب (۱۰۰ و صفر درجه‌ی سلسیوس) کار می‌کند، تقریباً چند درصد است؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۷ ۳) ۳۳ ۴) ۴۰

۵۴- مطابق شکل مقابل، گاز دواتمی، از طریق دو مسیر از K به N رسیده است. گرمایی که گاز در مسیر KMN گرفته، چند ژول است؟ $\left(C_{MV} = \frac{5}{2}R\ ,\ C_{MP} = \frac{7}{2}R\right)$

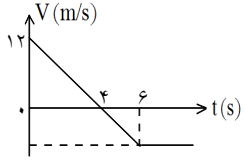


۱) ۶۰۰
۲) ۸۰۰
۳) ۱۲۰۰
۴) ۱۶۰۰

۵۵- مقداری گاز کامل تک‌اتمی طی فرآیندی هم‌فشار ۵۰۰J گرما از محیط می‌گیرد. افزایش انرژی درونی این گاز چند ژول است؟ $\left(C_{MP} = \frac{5}{2}R\right)$

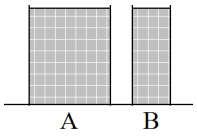
۱) ۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

۵۶- نمودار سرعت-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. بزرگی شتاب متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی $3s \leqslant t \leqslant 6s$ چند متر بر مربع ثانیه است؟



۱) ۱
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

۵۷- در شکل روبه‌رو، دو ظرف A و B پر از آب $20^\circ C$ هستند. کدام کمیت در مورد آب درون هر دو ظرف یکسان است؟



۱) انرژی درونی
۲) ظرفیت گرمایی
۳) نیروی وارده به کف ظرف‌ها
۴) انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها

جواب ترمودینامیک - سراسری

۱- برای به هم زدن مایع باید کار مکانیکی انجام گیرد. این کار در اثر اصطکاک میله بهم زن با ذرات مایع به گرما تبدیل و باعث ازدیاد دمای مایع می‌شود. بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۲- در فرآیند همفشار، مقداری از گرمای داده شده به گاز، صرف انبساط گاز می‌شود. در نتیجه برای یک واحد افزایش دمای گاز باید گرمای بیشتری به آن داد. به این سبب ظرفیت گرمایی در فشار ثابت (C_P) همواره بزرگتر از ظرفیت گرمایی در حجم ثابت (C_V) می‌باشد. پس $\frac{C_P}{C_V} > ۱$ می‌باشد و گزینه ۴ جواب صحیح است.

۳- کار انجام شده روی گاز از رابطه $W = -P(V_۲ - V_۱)$ بدست می‌آید. در فرآیند مورد نظر $V_۲ < V_۱$ است. بنابراین $W > ۰$ می‌باشد. پس کار انجام شده روی گاز، مثبت می‌باشد و چون فرآیند همدما و گاز متراکم شده‌است، پس دستگاه گرما داده‌است تا دمای آن ثابت بماند و گزینه ۱ جواب صحیح است.

۴- انرژی درونی گاز کامل از رابطه $E = \frac{۳}{۲}NKT$ بدست می‌آید که N تعداد ذرات تشکیل دهنده گاز، K مقدار ثابت و T دمای مطلق گاز است. لذا انرژی درونی گاز فقط تابع دمای مطلق گاز است و گزینه ۳ جواب صحیح است.

۵- در فرآیند بی‌دررو، برای متراکم کردن گاز فقط باید روی آن کار انجام داد، درحالیکه در فرآیند هم‌فشار، برای متراکم کردن گاز،می‌توان هم روی آن کار انجام داد، هم از آن گرما گرفت. در فرآیند همدما ضمن متراکم کردن گاز، باید از آن گرما گرفت. به این ترتیب معلوم می‌شود در فرآیند بی‌دررو کار انجام شده بر روی گاز بیشتر از فرآیندهای دیگر است. پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۶- کاری که در فرآیند همفشار برای متراکم کردن گاز به آن داده شده است بیشتر از کاری است که گاز در انبساط همفشار به محیط داده است. بنابراین چرخه نمی‌تواند مربوط به ماشین گرمایی باشد. بنابراین چرخه مربوط به یخچال است. کاری که برای تراکم از محیط گرفته شده‌است برابر است با :

$$W = -PdV = -۲ \times ۱۰^۵ (۱ - ۳) = ۴ \times ۱۰^۵ J$$

کاری که برای انبساط به محیط داده‌شده است برابر است با :

$$W' = -P'dV = -۱ \times ۱۰^۵ (۳ - ۱) = -۲ \times ۱۰^۵ J$$

پس کاری که هر چرخه از محیط می‌گیرد برابر است با :

$$W + W' = ۴ \times ۱۰^۵ - ۲ \times ۱۰^۵ = ۲ \times ۱۰^۵ J$$

پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

۷- گرمای تلف شده (Q_C) گرمایی است که ماشین به منبع سرد می‌دهد. از طرفی بازده ماشین گرمایی از رابطه $\eta = ۱ - \frac{Q_C}{Q_H}$ بدست می‌آید. پس :

$$۰/۲ - ۱ = -\frac{Q_C}{Q_H} \Rightarrow Q_H = \frac{۸۰۰}{۰/۸} = ۱۰۰۰ cal$$

بنابراین گزینه ۱ جواب صحیح است.

۸- ضریب عملکرد یخچال از رابطه $K = \frac{Q_C}{W}$ بدست می‌آید. پس :

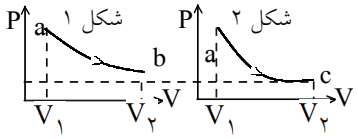
$$Q_C = KW = ۴ \times ۷ \times ۱۰^۵ = ۲/۸ \times ۱۰^۶ J$$

گرمایی که از داخل یخچال گرفته می‌شود برابر ۲/۸ مگا ژول است. بنابراین گرمایی که به محیط بیرون داده می‌شود برابر است با:

$$|Q_H| = W + Q_C = ۰/۷ + ۲/۸ = ۳/۵$$ مگا ژول

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۹- در فرآیند همدما دستگاه در حین انبساط گرما می‌گیرد تا دمای آن ثابت بماند. ولی در فرآیند بی‌دررو دمای دستگاه در حین انبساط، کاهش می‌یابد چرا که با محیط گرما تبادل نمی‌کند. بنابراین افت فشار در فرآیند بی‌درو بیشتر از فرآیند همدما می‌باشد. به همین ترتیب در هنگام انقباض گاز نیز افزایش فشار در فرآیند بی‌درو بیشتر از فرآیند همدما می‌باشد. بنابراین گزینهٔ ۳ صحیح است.



توضیح: فرض کنید، حجم یک گاز کامل را که در حالت a است، یک بار توسط یک فرآیند همدما (شکل ۱) و یک بار توسط یک فرآیند بی‌درو (شکل ۲)، از $V_۱$ به $V_۲$ می‌رسانیم.

* در فرآیند همدما داریم:

$$T_a = T_b \Rightarrow P_a V_۱ = P_b V_۲ \Rightarrow P_b = P_a \frac{V_۱}{V_۲}$$

* در فرآیند بی‌درو داریم:

$$\left.\begin{matrix} Q = ۰ \\ W < ۰ \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta U = Q + W < ۰ \Rightarrow U_۲ - U_۱ < ۰ \Rightarrow U_۲ < U_۱$$

انرژی درونی گاز کامل فقط تابع دمای گاز است. پس برای کاهش انرژی درونی گاز کامل باید دمای آن نیز کاهش یابد.

$$T_c < T_a \Rightarrow \frac{P_c V_۲}{nR} < \frac{P_a V_۱}{nR} \Rightarrow P_c < P_a \frac{V_۱}{V_۲} \Rightarrow P_c < P_b$$

بنابراین افت فشار در فرآیند بی‌درو بیشتر از فرآیند همدما می‌باشد.

۱۰- انرژی درونی گاز کامل فقط تابع دمای (مطلق) گاز است. پس در یک فرآیند همدما، انرژی درونی گاز کامل تغییر نمی‌کند. پس با توجه به قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = U_b - U_a = W + Q = ۰ \Rightarrow Q = -W$$

در هر فرآیند آرمانی، کل کار انجام شده روی دستگاه با سطح زیرمنحنی در نمودار $P - V$ برابر است $(W = -\int_{V_۱}^{V_۲} PdV)$ و از طرفی وقتی در یک فرآیند آرمانی حجم گاز افزایش می‌یابد، چون نیروی وارد بر ذرات گاز و جابجایی در خلاف جهت هم هستند، کار انجام شده منفی خواهد بود. پس با توجه به سؤال داریم:

$$W = -۱۰^۴ J \Rightarrow Q = -W = +۱۰^۴ J$$

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

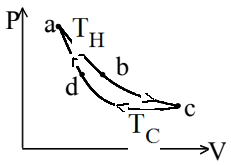
۱۱- چرخهٔ یک ماشین کارنو از چهار فرآیند آرمانی تشکیل می‌شود.

۱- فرآیند همدمای ab در دمای T_H (دمای چشمهٔ گرم)

۲- فرآیند بی‌دررو bc

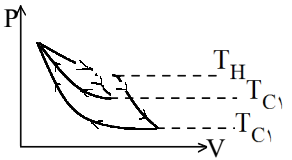
۳- فرآیند همدمای cd در دمای T_C (دمای چشمه سرد)

۴- فرآیند بی‌دررو da



پس دستگاه در حالت a در دمای T_H و در حالت c در دمای T_C می‌باشد.

با توجه به شکل سؤال، دمای چشمهٔ گرم (T_H) برای هر دو ماشین یکسان است. دمای چشمهٔ سرد ماشین ۱ بیشتر از دمای چشمهٔ سرد ماشین ۲ است. ($T_{C1} > T_{C2}$)



$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \begin{cases} \eta_1 = 1 - \frac{T_{C1}}{T_H} \\ \eta_2 = 1 - \frac{T_{C2}}{T_H} \end{cases} \Rightarrow T_{C1} > T_{C2} \Rightarrow \eta_1 < \eta_2$$

بنابراین گزینهٔ ۱ صحیح است.

۱۲- در یخچالها داریم: $|Q_H| = Q_C + W \;,\; Q_C > 0 \;,\; W > 0 \;,\; Q_H < 0 \;,\; K = \frac{Q_C}{W}$

$$Q_C = mc\Delta\theta = 0/5 \times 4200 \times 20 = 42000\,J \Rightarrow K = \frac{Q_C}{W} = \frac{42000}{12000} = 3/5$$

بنابراین گزینهٔ ۲ صحیح است.

۱۳- با توجه به رابطه $\bar{E} = \frac{3}{2}N.K.T$ ($\bar{E}$ انرژی درونی گاز و T دمای مطلق گاز می‌باشد) انرژی درونی گاز کامل با دمای مطلق گاز متناسب است. پس اگر فرآیند همدما باشد (دمای گاز تغییر نکند) انرژی درونی گاز ثابت می‌ماند. پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۱۴- طبق قانون اول ترمودینامیک داریم: $\Delta U = W + Q$

دستگاه گرما گرفته است پس $Q = 250\,J$ و دستگاه روی محیط کار انجام داده است پس: $W = -300\,J$ (علامت منفی به دلیل انجام گرفتن کار توسط دستگاه روی محیط می‌باشد)

بنابراین می‌توان نوشت: $\Delta U = -300 + 250 = -50\,J$

یعنی انرژی درونی دستگاه ۵۰ ژول کاهش یافته است و گزینه ۲ صحیح است.

۱۵- ضریب عملکرد یخچال از رابطه $K = \frac{Q_C}{|Q_H| - Q_C}$ بدست می‌آید(Q_C گرمای گرفته شده از چشمه سرد و Q_H گرمای داده شده به چشمه گرم می‌باشد) پس:

$$2 = \frac{Q_C}{|Q_H| - Q_C} \Rightarrow \frac{Q_C}{Q_H} = \frac{2}{3}$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۱۶- بازده ماشین گرمایی از رابطه $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ بدست می‌آید پس می توان نوشت: $\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H}$

وقتی T_H و T_C به یک اندازه کاهش می‌یابند صورت کسر فوق ثابت می‌ماند ولی مخرج آن کاهش می‌یابد. پس بازده افزایش می‌یابد و گزینه ۱ جواب صحیح است.

۱۷- کار روی گاز در فرآیند C تا A برابر است با: $W_{CA} = -P.\Delta V = -0/5 \times 10^5 \left(\frac{3 - 5}{1000}\right) = 100\,J$

فرآیندAB یک فرآیند هم حجم است بنابراین: $W_{AB} = 0\,J$

بزرگی کار در فرآیند BC برابر مساحت زیر نمودار BC است. از طرفی در فرآیند BC چون $V_2 > V_1$ است کار روی گاز در این فرآیند منفی است و داریم: $W_{BC} = \frac{(2 + 0/5)10^5}{2} \times \frac{2}{1000} = -250\,J$

کار خالص روی گاز برابر است با: $-250 + 100 = -150\,J$

پس کار خالص انجام شده بر روی محیط برابر است با ۱۵۰ ژول وگزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۸- کار انجام شده روی گاز کامل در یک فرآیند آرمانی برابر است با سطح زیر منحنی در نمودار P - V.

* قسمت AB یک فرآیند هم حجم است. در این فرآیند کار انجام شده روی جسم صفر است.

* قسمت BC یک فرآیند هم فشار است. در این فرآیند حجم گاز افزایش می‌یابد و کار انجام شده روی جسم گاز منفی است. در قسمت CA چون حجم کم می‌شود، کار انجام شده روی گاز مثبت است.

$$W_{CA} = +\frac{1}{2} \times (8 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3}) \times (10^5 + 5 \times 10^5) = +1200\,J$$

$$W_{BC} = -5 \times 10^5 \times (8 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3}) = -2000\,J$$

بنابراین کل کار انجام شده روی گاز در چرخهٔ ABC برابر خواهد بود با:

$$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -800\,J$$

بنابراین در چرخهٔ ABC، ۸۰۰ - ژول کار روی گاز انجام گرفته است.

* توجه کنید که کل کار انجام شده در این چرخه با قرینه مساحت مثلث ABC، برابر است.

می‌دانیم، در ابتدا و انتهای چرخه حالت گاز یکسان است. پس انرژی درونی گاز در ابتدا و انتهای چرخه یکسان است.

از قانون اول ترمودینامیک داریم: $\Delta U = U_2 - U_1 = Q + W$

$$U_2 = U_1 \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q + W = 0 \Rightarrow Q = -w = +8000\,J$$

پس گاز در این چرخه ۸۰۰ ژول گرما گرفته است. بنابراین گزینهٔ ۳ جواب صحیح است.

۱۹- در فرآیندهای هم‌حجم، حجم گاز در حین تحول ثابت می‌ماند پس کار انجام شده صفر است و گزینه ۲ صحیح است.

۲۰- بازده یک ماشین گرمایی از رابطه $\eta = \frac{W}{Q_H}$ بدست می‌آید. پس: $\eta = \frac{750}{2500} = 0/3$

بنابراین بازده به درصد برابر است با: $0/3 \times 100 = 30\%$ و گزینه ۱ جواب صحیح است.

۲۱- ضریب عملکرد از رابطه $K = \frac{Q_C}{W}$ بدست می‌آید لذا داریم: $W = P.t = ۰/۵ \times ۱۰۰۰ \times ۶۰$

$$Q_H = Q_C + W \Rightarrow ۱/۵ \times ۱۰^۵ = ۰/۵ \times ۱۰۰۰ \times ۶۰ + Q_C \Rightarrow Q_C = ۱/۲ \times ۱۰^۵ \Rightarrow K = \frac{۱/۲ \times ۱۰^۵}{۰/۳ \times ۱۰^۵} = ۴$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۲۲- بازده ماشین گرمایی که بر اساس کارنو کار می‌کند از رابطه $\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H}$ بدست می‌آید. مشاهده می‌شود که اگر دمای چشمه سرد و گرم را به یک اندازه بالا ببریم، صورت کسر فوق ثابت می‌ماند در حالیکه مخرج آن افزایش می‌یابد. لذا بازده کم می‌شود و گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲۳- اگر Q_H گرمای گرفته شده از چشمهٔ گرم و Q_C گرمای داده شده به چشمهٔ سرد باشد بازده ماشین گرمایی از این رابطه بدست می‌آید: $\eta = ۱ - \frac{Q_C}{Q_H} \Rightarrow \eta = ۱ - \frac{۳۰۰}{۵۰۰} = ۱ - \frac{۳}{۵} = \frac{۲}{۵} = ۰/۴ \Rightarrow \eta = ۴۰\%$

بنابراین گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح است.

۲۴- کار هر فرآیند از رابطهٔ $W = -P(V_۲ - V_۱)$ بدست می‌آید و از آنجا که در فرآیند هم‌حجم، حجم ثابت است پس $V_۲ = V_۱$ است و کار این فرآیند صفر خواهد بود و گزینهٔ ۳ پاسخ صحیح است.

۲۵- اگر T_C دمای چشمهٔ سردتر و T_H دمای چشمهٔ گرمتر باشد، چرخهٔ ماشین کارنو از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\eta_{\text{کارنو}} = \frac{|Q_C|}{Q_H} = ۱ - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow ۰/۴ = ۱ - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{T_C}{T_H} = ۰/۶$$

در حالت دوم داریم:

$$T'_C = T_C - \frac{۱}{۴}T_C = \frac{۳}{۴}T_C \Rightarrow \eta' = ۱ - \frac{\frac{۳}{۴}T_C}{T_H} \Rightarrow \eta' = ۱ - \frac{۳}{۴} \times \frac{۶}{۱۰} \Rightarrow \eta' = \frac{۱۱}{۲۰} = ۰/۵۵$$

$\eta' > \eta \Rightarrow$ افزایش بازده $= ۰/۵۵ - ۰/۴ = ۰/۱۵$

بنابراین گزینهٔ ۴ پاسخ صحیح است.

۲۶- طبق قانون اول ترمودینامیک داریم: $Q + W = \Delta u$

چون تغییرات بی‌دررو است لذا $Q = ۰$ است. یعنی $W = \Delta u$. پس تغییر انرژی درونی با مقدار کار انجام شده برابر است یعنی $۱۵۰J$ است. از طرف دیگر چون گاز تک‌اتمی است داریم:

$$\Delta u = \frac{۳}{۲}nR\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{\frac{۲}{۳}\Delta u}{nR} \Rightarrow \Delta T = \frac{۱۰۰}{۱ \times ۸} = ۱۲/۵$$

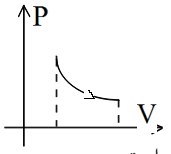
بنابراین گزینهٔ ۱ پاسخ صحیح سوال است.

۲۷- چون گاز تک‌اتمی است داریم: $\Delta u = \frac{۳}{۲}nR\Delta T = \frac{۳}{۲}(nRT_۲ - nRT_۱) \Rightarrow \Delta u = \frac{۳}{۲}(P_۲V_۲ - P_۱V_۱)$

$$\Rightarrow \Delta u = \frac{۳}{۲}((۳ \times ۱۰^۵) \times ۰/۰۲ - ۱۰^۵ \times ۰/۰۶) = ۰$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح سوال است.

۲۸- در فرآیند بی‌درو بین محیط و دستگاه گرما مبادله نمی‌شود ($Q = ۰$)



از آنجا که گاز منبسط می‌شود، کاری که محیط روی دستگاه انجام می‌دهد منفی خواهد بود ($W < ۰$) و با توجه به قانون اول ترمودینامیک ($\Delta U = W + Q$) و روابط بدست آمده ($Q = ۰ , W < ۰$) انرژی درونی گاز کامل و در نتیجه دمای مطلق آن کاهش می‌یابد.

توجه کنید که انرژی درونی گاز کامل فقط تابع دمای مطلق آن است. بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۲۹- $Q_C = -۱۶۰۰J$ $\eta = ۲۰\%$ $Q_H = |W| + |Q_C| = |W| + ۱۶۰۰$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{|W|}{|W| + ۱۶۰۰} \Rightarrow |W| = ۴۰۰J$$

توجه کنید که در ماشین گرمایی، W و Q_C هر دو منفی‌اند و Q_H مثبت است. بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۳۰- توان موتور یخچال $۲۰۰W$ است، یعنی در هر ثانیه $۲۰۰J$ انرژی (مثلاً الکتریکی) در موتور یخچال به کار مکانیکی تبدیل می‌شود. بنابراین مقدار کار انجام شده در ۵۰ دقیقه ($۵۰ \times ۶۰ = ۳۰۰۰s$) برابر خواهد بود با:

$$W = Pt = ۲۰۰ \times ۳۰۰۰ = ۶ \times ۱۰^۵ J$$

$$|Q_H| = ۲/۴ \times ۱۰^{+۶} J = Q_C + W \Rightarrow Q_C = ۲۴ \times ۱۰^۵ - ۶ \times ۱۰^۵ = ۱۸ \times ۱۰^۵ J$$

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{۱۸ \times ۱۰^۵}{۶ \times ۱۰^۵} = ۳$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۳۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون عمومی گازهای کامل $(PV = nRT)$ با افزایش حجم و کاهش فشار گاز، بسته به چگونگی این تغییرات، ممکن است دمای گاز کاهش یابد، افزایش یابد و یا ثابت بماند.

۳۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از آنجا که فرآیند a یک فرآیند هم فشار ست، کار انجام شده، روی گاز از رابطه‌ی $W = -P\Delta V$ و تبادل گاز از رابطه‌ی $Q = nC_{MP}\Delta T$ (C_{MP} برای گاز کامل تک اتمی برابر $\frac{۵}{۲}R$ است.) به‌دست می‌آیند. بنابراین با توجه به قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W = nC_{MP}\Delta T + [-P\Delta V] = n \times \frac{۵}{۲}R(T_۲ - T_۱) - P_۱(V_۲ - V_۱) \Rightarrow$$

$$\Delta U = \frac{۵}{۲}(nRT_۲ - nRT_۱) - (P_۰V_۲ - P_۰V_۱)$$

$$= \frac{۵}{۲}(P_۰V_۲ - P_۰V_۱) - (P_۰V_۲ - P_۰V_۱) = \frac{۳}{۲}(P_۰V_۲ - P_۰V_۱) = -۳۰۰ J$$

۳۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow |W| = ۰/۲Q_H$$

$$\Rightarrow Q_H = |W| + |Q_c| \Rightarrow Q_H = ۰/۲Q_H + ۸۰۰ \Rightarrow ۰/۸Q_H = ۸۰۰ \Rightarrow Q_H = ۱۰۰۰J$$

۳۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$k = \frac{Q_c}{W} = \frac{Q_c}{|Q_H| - Q_c} \Rightarrow k = \frac{۱۵۰۰}{۲۰۰۰ - ۱۵۰۰} = ۳$$

۳۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در دمای ثابت انرژی درونی ثابت است.

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow ۰ = Q + W \Rightarrow W = -Q$$

۳۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$Q = NC_{MV}(T_۲ - T_۱) = ۱ \times \frac{۳}{۲}R(۱) \longrightarrow Q = \frac{۳}{۲}R$$

۳۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Rightarrow W = ۱/۸ \times ۱۰^۶ J$$

$$P = \frac{W}{t} \longrightarrow P = \frac{۱/۸ \times ۱۰^۶}{۳۶۰۰} = ۵۰۰W = ۰/۵kW$$

۳۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$K = \frac{Q_c}{W} \Rightarrow ۴ = \frac{Q_c}{۳} \Rightarrow Q_c = ۱۲\ KJ$$

$$|Q_H| = Q_c + W = ۱۲ + ۳ = ۱۵KJ$$

۳۹- گزینه۴ پاسخ صحیح است.

$$T_H - T_C = ۲۷K$$

$$\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{۳۰}{۱۰۰} = \frac{۲۷}{T_H} \Rightarrow T_H = ۹۰K$$

$$T_H = ۲۷۳ + \theta \Rightarrow ۹۰ = ۲۷۳ + \theta \Rightarrow \theta = -۱۸۳^\circ C$$

۴۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

یخ ۱۵- ← یخ صفر ← آب صفر درجه ← آب ۲۰°C

$$Q = mC(۲۰ - ۰) + mL_f + mC'(۰ + ۱۵)$$

$$\rightarrow Q_C = ۲ \times ۴/۲(۲۰) + ۲/۳۴۰ + ۲ \times ۲/۱(۱۵) \rightarrow Q_C = ۹۱۱kJ$$

$$K = \frac{Q_C}{W} \rightarrow ۵ = \frac{۹۱۱}{W} \rightarrow W = \frac{۹۱۱}{۵} \rightarrow P = \frac{W}{t} \rightarrow P = \frac{\frac{۹۱۱}{۵} \times ۱۰۰۰}{۳۶۰۰} = ۵۰/۶ \text{ وات}$$

۴۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{PV}{T} = nR \rightarrow \frac{PV}{RT} = n \rightarrow n_۱ = ۲n_۲ \rightarrow \frac{P_۱V_۱}{T_۱R} = ۲ \times \frac{P_۲V_۲}{T_۲R}$$

$$\rightarrow P_۱V_۱ = ۲P_۲V_۲ \rightarrow ۴ \times ۳۰ = ۲ \times P_۲ \times ۱۵ \rightarrow P_۲ = ۴atm$$

راه دوم: اگر نصف جرم گاز خارج شود حجم گاز نصف می‌شود و برابر ۱۵ لیتر می‌شود.

$$P_۱V_۱ = P_۲V_۲ \rightarrow ۴ \times ۱۵ = P_۲ \times ۱۵ \rightarrow P_۲ = ۴atm$$

۴۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در فرآیند هم دما، دما ثابت است و در فرآیندهای هم حجم و هم فشار گرما مبادله می‌شود.

۴۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فرآیند AB یک فرآیند هم دما که نمودارهای ۲ و۴ می‌تواند درست باشند فرآیند BC نیز هم فشار می‌باشد $(V = KT)$ که در این صورت فقط گزینه‌ی ۴ می‌تواند درست باشد.

۴۴- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. انرژی درونی دستگاه فقط تابعی از دمای آن است. چون دما ثابت مانده انرژی درونی نیز ثابت می‌ماند.

۴۵- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چون دمای گاز افزایش یافته، انرژی درونی آن نیز افزایش یافته‌است.

۴۶- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$P_۱V_۱ = nRT_۱ \Rightarrow ۱۰^۵ \times V_۱ = n \times R \times T_۱ \Rightarrow T_۱ = \frac{۱۰^۵ \times ۱۰^{-۳}}{nR} = \frac{۱۰۰}{nR}$$

$$P_۲V_۲ = nRT_۲ \Rightarrow ۱۰^۵ \times ۰/۸ \times V_۱ = n \times R \times T_۲ \Rightarrow T_۲ = \frac{۰/۸ \times ۱۰^۵ \times ۱۰^{-۳}}{nR} = \frac{۸۰}{nR}$$

$$Q = nC_{MP}(T_۲ - T_۱) = n \times \frac{۷}{۲}R \times \left(\frac{-۲۰}{nR}\right) = -۷۰J$$

۴۷- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم انرژی درونی فقط تابع دماست. بنابراین در فرآیند هم‌دما انرژی درونی گاز تغییری نمی‌کند. در فرآیندِ بی‌دررو $(Q = ۰)$ و $(\Delta U = W)$ است. چون در انبساط $W < ۰$ است پس $\Delta U < ۰$.

۴۸- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{PV}{T} = nR \rightarrow T = \frac{PV}{nR} \rightarrow T_a = \frac{P_۱V_۱}{nR},\ T_b = \frac{۲P_۱ \times ۴V_۱}{nR} = \frac{۸P_۱V_۱}{nR}$$

$$\Delta U = \frac{۳}{۲}nR\Delta T = \frac{۳}{۲}nR\left(\frac{۸P_۱V_۱}{nR} - \frac{P_۱V_۱}{nR}\right) = \frac{۳}{۲} \times ۷P_۱V_۱ = \frac{۲۱}{۲}P_۱V_۱ = ۱۰/۵P_۱V_۱$$

۴۹- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$Q_۱ = nC_{MV}(T_۲ - T_۱) = n \times \frac{۳}{۲}R(T_۲ - T_۱) = \frac{۳}{۲}nR(۲T_۱ - T_۱) \rightarrow Q_۱ = \frac{۳}{۲}nR(T_۱) = \frac{۳}{۲}nRT_۱$$

$$Q_۲ = nC_{MP}(T_۳ - T_۲) = n \times \frac{۵}{۲}R(۴T_۲ - T_۲) = ۳ \times \frac{۵}{۲}nRT_۲ \rightarrow Q_۲ = \frac{۱۵}{۲}nR(۲T_۱) = ۱۵nRT_۱$$

$$\rightarrow \frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{۱۵nRT_۱}{\frac{۳}{۲}nRT_۱} = ۱۰$$

۵۰- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = Q + \Delta U \Rightarrow Q = ۰ \quad \text{(فرآیند بی دررو)}$$

۵۱- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\eta_{max} = ۱ - \frac{T_C}{T_H} = ۱ - \frac{۲۷ + ۲۷۳}{۶۲۷ + ۲۷۳} = ۱ - \frac{۳۰۰}{۹۰۰} = \frac{۲}{۳}$$

$$\eta_{max} = \frac{|W|}{Q_H} \longrightarrow \frac{۲}{۳} = \frac{|W|}{۱/۲۶ \times ۱۰^{۷}} \longrightarrow |W| = ۰/۸۴ \times ۱۰^{۷} = ۸/۴ \times ۱۰^{۶} J$$

$$Q_H = |Q_C| + |W| \longrightarrow |Q_C| = Q_H - |W| =$$

$$= ۱/۲۶ \times ۱۰^{۷} - ۰/۸۴ \times ۱۰^{۷} = ۰/۴۲ \times ۱۰^{۷} = ۴/۲ \times ۱۰^{۶} J$$

۵۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل فشار کاهش یافته و دما افزایش یافته است و انرژی درونی افزایش یافته و طبق $PV = nRT$ می‌توان گفت که حجم زیاد شده است.

$$V = \frac{nRT \rightarrow \text{زیاد}}{P \rightarrow \text{کم}}$$

۵۳- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\eta_{max} = ۱ - \frac{T_C}{T_H} = ۱ - \frac{۲۷۳}{۳۷۳} = \frac{۱۰۰}{۳۷۳} \cong ۰/۲۷$$

$$\frac{۱۰۰}{۳۰۰} > \frac{۱۰۰}{۳۷۳} > \frac{۱۰۰}{۴۰۰} \Rightarrow ۰/۳۳ > \frac{۱۰۰}{۳۷۳} > ۰/۲۵$$

پس بازده بین ۲۵ تا ۳۳ درصد است.

۵۴- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در یک چرخه تغییر انرژی درونی صفر است.

$$Q + W = ۰ \Rightarrow Q_{NK} + Q_{KMN} + W = ۰ \Rightarrow nC_{MV}\Delta T + Q_{KMN} + W = ۰$$

$$\frac{۷}{۲} \times nR\Delta T + Q_{KMN} + W = ۰ \Rightarrow -\frac{۷}{۲}P\Delta V + Q_{KMN} - \frac{\Delta P \cdot \Delta V}{۲} = ۰$$

$$\Rightarrow \frac{-۷}{۲} \times ۱۰^{۵} \times ۴ \times ۱۰^{-۳} + Q_{KMN} - \frac{۱۰^{۵} \times ۴ \times ۱۰^{-۳}}{۲} = ۰ \Rightarrow Q_{KMN} = ۱۶۰۰J$$

۵۵- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta V = Q + W = Q - \frac{۲}{۵}Q = \frac{۳}{۵}Q = \frac{۳}{۵} \times ۵۰۰ = ۳۰۰J$$

۵۶- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. چون منحنی V برحسب t در فاصله‌ی زمانی صفر تا ۶ ثانیه خط راست است، شتاب لحظه‌ای در هر لحظه با شتاب متوسط بین صفر تا ۶ ثانیه برابر است.

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۰ - ۱۲}{۴ - ۰} = ۳ \frac{m}{s^{۲}}$$

۵۷- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. دما متناسب با انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها است.
ظرفیت گرمایی و انرژی درونی با جرم تناسب دارد پس نمی‌تواند در دو ظرف یکسان باشد.
نیروی وارده به کف ظرف به مساحت بستگی دارد پس ...