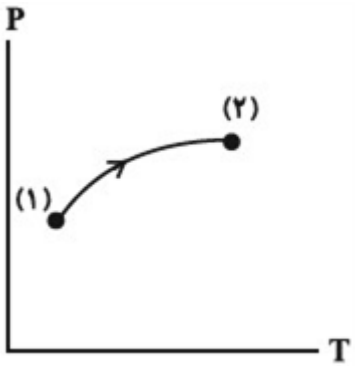
نام دبیر : مهدی باباخانی

عنوان آزمون : فرایندهای ترمودینامیکی

نام درس : فیزیک

۱ نمودار فشار برحسب دمای یک فرایند مطابق شکل مقابل است. کدام‌یک از موارد زیر در مورد این فرایند درست است؟
الف) در طی این فرایند کار گاز بر روی محیط منفی است.
ب) در طی این فرایند چگالی گاز کاهش می‌یابد.
پ) در طی این فرایند گاز متراکم می‌شود.
ت) در طی این فرایند گاز از محیط گرما می‌گیرد.

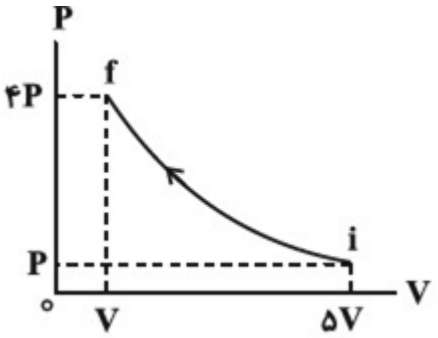


۱ الف، پ
۲ ب، پ و ت
۳ الف، ب وت
۴ ب و ت

۲ حجم مقدار معینی از یک گاز کامل را طی سه فرایند مجزای هم‌دما، هم‌فشار و بی‌دررو از حالت یکسان A به یک اندازه کاهش می‌دهیم در این صورت کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟
الف) انرژی درونی گاز در فرایند هم‌فشار کاهش می‌یابد.
ب) کار روی گاز در فرایند بی‌دررو بیشتر از فرایند هم‌دما است.
پ) دمای گاز در فرایند بی‌دررو افزایش می‌یابد.
ت) در فرایند هم‌دما از گاز از محیط گرما می‌گیرد.

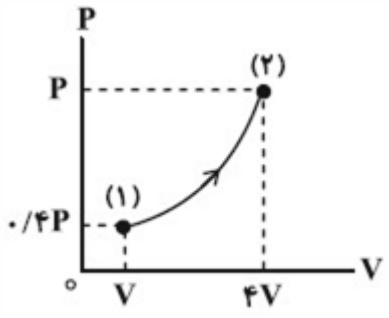
۱ الف - ب - پ
۲ الف - ب - ت
۳ ب - پ - ت
۴ الف - پ - ت

۳ مطابق نمودار زیر، مقداری گاز آرمانی طی فرایندی ایستاوار از حالت i به حالت f می‌رود. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد این فرایند صحیح است؟



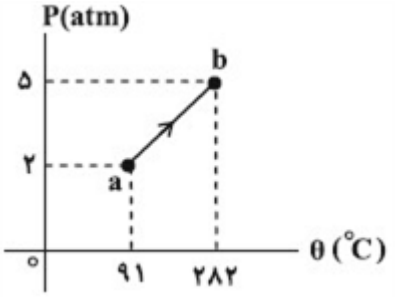
۱ گاز گرما دریافت می‌کند.
۲ گاز گرما از دست می‌دهد.
۳ فرایند می‌تواند بی‌دررو باشد.
۴ فرایند می‌تواند هم‌دما باشد.

۴ مطابق شکل مقابل، مقداری گاز کامل طی فرایندی آرمانی از حالت ۱ به حالت ۲ می‌رسد. در این فرایند می‌توان گفت قطعاً:



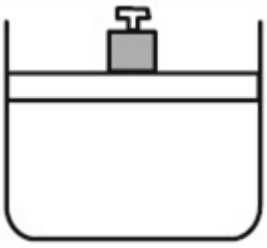
۱ فرایند هم‌دما است.
۲ فرایند بی‌دررو است.
۳ گاز گرما دریافت کرده است.
۴ کار انجام شده روی گاز مثبت است.

۵ نمودار تغییرات فشار بر حسب دمای مقدار معینی از یک گاز کامل به صورت مقابل است. حجم گاز در این فرایند، تقریباً چند برابر می‌شود؟



۱ ۰/۸۱
۲ ۰/۹۱
۳ ۰/۶۱
۴ ۰/۵۱

۶ در شکل مقابل، جرم پیستون ۱ kg، جرم وزنهٔ روی آن ۴ kg و دمای گاز آرمانی درون ظرف ۲۷°C است. اگر ۲ kg جرم به تدریج روی پیستون اضافه کرده و همزمان دمای گاز را به طور یکنواخت افزایش دهیم، پیستون جابه‌جا نمی‌شود. در این صورت دمای گاز به چند درجهٔ سلسیوس رسیده است؟
($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ فشار هوا و $= ۱۰^۵ \text{Pa}$ سطح مقطع پیستون، $= ۵\text{cm}^۲$)



۱ ۳۶۰
۲ ۸۷
۳ ۳۱۰
۴ ۳۷

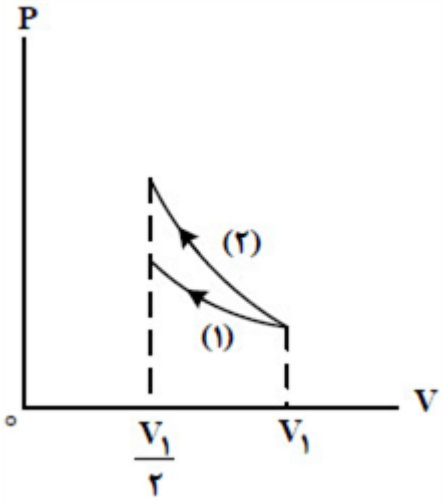
۷ در فشار ثابت، دمای ۲/۵ مول گاز کامل را از ۳۰°C به چند درجهٔ سلسیوس برسانیم تا کار انجام شده در این فرایند برابر با ۴۱۵- ژول شود؟ $\left(R = ۸/۳ \frac{J}{\text{mol}.K}\right)$

۱ ۲۰
۲ ۱۰
۳ ۴۰
۴ ۵۰

۸ اگر در یک فرایند هم‌فشار، حجم مقدار معینی گاز کامل کاهش یابد، انرژی درونی آن ..... می‌یابد و گاز گرما .....

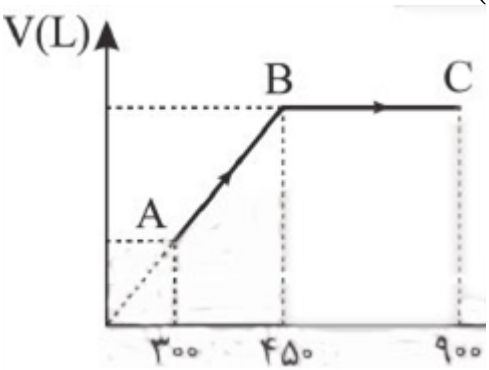
۱ افزایش - می‌گیرد
۲ افزایش - از دست می‌دهد
۳ کاهش - می‌گیرد
۴ کاهش - از دست می‌دهد

۹ در شکل مقابل، حجم مقدار معینی گاز آرمانی با دو فرایند ایستاوار نصف شده است. فرایند ۱ هم‌دما و فرایند ۲ بی‌دررو است. اگر در این فرایندها، گرمای داده شده به گاز به‌ترتیب $Q_۱$ و $Q_۲$ باشد، کدام رابطه درست است؟



۱ $Q_۲ > ۰ ، Q_۱ > ۰$ ۲ $Q_۲ < ۰ ، Q_۱ < ۰$ ۳ $Q_۲ = ۰ ، Q_۱ < ۰$ ۴ $Q_۲ = ۰ ، Q_۱ > ۰$

۱۰ شکل مقابل $V - T$ مربوط به نیم مول گاز آرمانی را نشان می‌دهد. اگر انرژی درونی گاز در حالت A برابر ۲۰۰ ژول باشد، در مسیر ABC، گاز چند ژول گرما گرفته است؟ $\left(R = ۸ \frac{J}{\text{mol}.K}\right)$

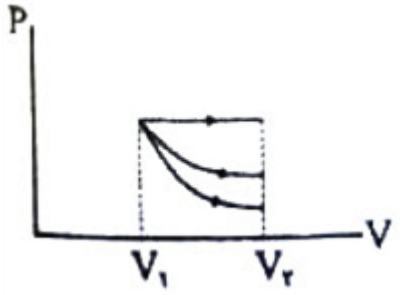


۱ ۲۰۰ ۲ ۶۰۰ ۳ ۱۰۰۰ ۴ ۱۲۰۰

۱۱ در یک فرایند هم‌حجم بر روی مقداری گاز کامل، فشار آن را از $۱/۲\ \text{atm}$ به $۳/۸\ \text{atm}$ می‌رسانیم. اگر در این فرایند $۳۹۰۰J$ گرما مبادله شده باشد، انرژی درونی اولیه گاز چند ژول بوده است؟

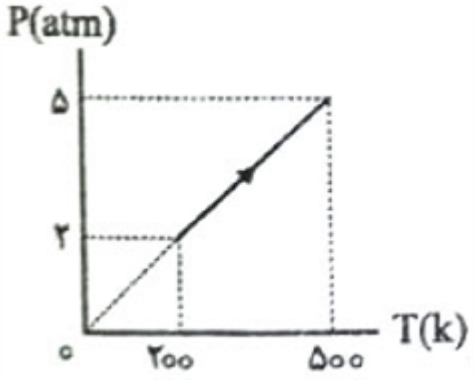
۱ ۱۸۰۰ ۲ ۵۷۰۰ ۳ ۱۲۳۰ ۴ ۹۰۰

۱۲ در شکل مقابل، یک گاز با طی سه فرآیند جداگانه (هم‌فشار - هم‌دما - بی‌دررو) از حجم $V_۱$ به حجم $V_۲$ می‌رسد. در کدام فرآیند اندازه کار انجام شده روی گاز کمتر است؟



۱ هم‌فشار ۲ هم‌دما ۳ بی‌دررو ۴ هر سه یکسان است.

۱۳ شکل مقابل، نمودار $(P-T)$ مربوط به یک مول گاز آرمانی است. حجم گاز در طول این فرآیند چند لیتر بوده است؟ $\left(R=۸\frac{J}{\text{mol}.k}\right)$

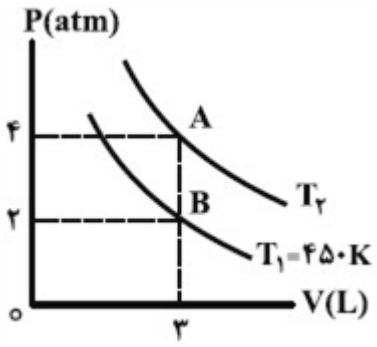


۱) ۸ ۲) ۳/۵ ۳) ۴ ۴) ۵/۵

۱۴ دمای دو مول گاز در طی یک فرآیند هم‌فشار از $۲۷^\circ C$ به $۱۲۷^\circ C$ می‌رسد. کار انجام شده روی گاز چند ژول است؟ $\left(R=۸\frac{J}{\text{mol}.k}\right)$

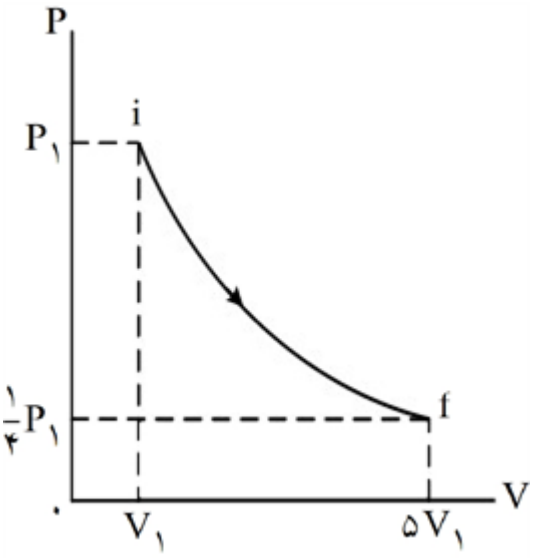
۱) ۱۶۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) -۱۶۰۰ ۴) -۸۰۰

۱۵ شکل مقابل، نمودار $P-V$ دو فرایند هم‌دما برای مقدار معینی گاز کامل در دماهای $T_۱ = ۴۵۰K$ و $T_۲$ را نشان می‌دهد. دمای $T_۲$ چند درجهٔ سلسیوس است؟



۱) ۴۵۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۶۲۷ ۴) ۱۷۳

۱۶ مقداری گاز آرمانی طی فرایندی ایستاوار از حالت i به حالت f می‌رسد. اگر W کار انجام شده روی گاز و Q گرمای داده شده به گاز باشد، کدام رابطه درست است؟



۱) $|W| > |Q|$ ۲) $|W| = |Q|$ ۳) $W + Q > 0$ ۴) $W + Q < 0$

۱۷ در یک فرایندبی‌دررو، هنگامی‌که دمای مقداری گاز کامل از T به $3T$ افزایش یابد، کار انجام شده توسط گاز W است. هنگامی‌که دمای همان مقدار گاز از $4T$ به $6T$ افزایش یابد، کار انجام شده توسط گاز چگونه است؟

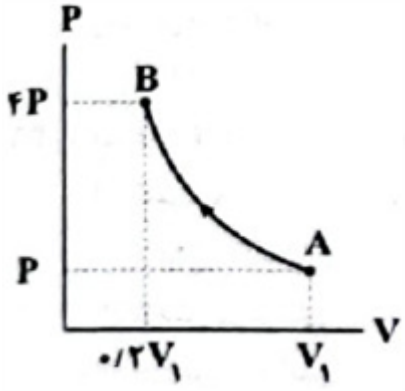
۱) برابر W

۲) کمتر از W

۳) بیشتر از W

۴) بسته به مقدار T هریک از گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ می‌توانند درست باشند.

۱۸ مطابق شکل مقابل، مقداری گاز کامل، فرایند AB را طی می‌کند. در مورد این فرایند کدام گزینه الزاماً درست است؟



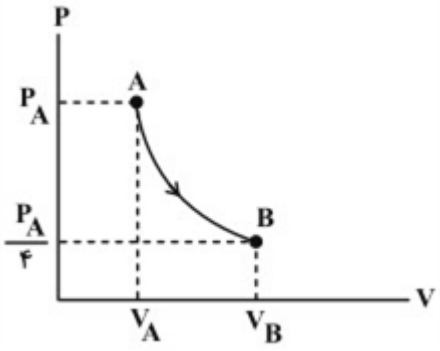
۱) فرایند، هم‌دما است.

۲) کار انجام شده روی گاز، منفی است.

۳) گاز، گرما از دست داده است.

۴) فرایند، بی‌دررو است.

۱۹) مقداری گاز آرمانی طی یک فرایند بی‌دررو از حالت A به حالت B می‌رود. کدام مورد درست است؟



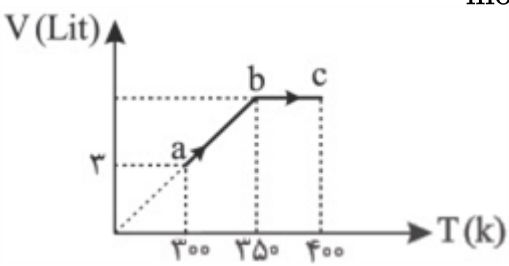
۱) $V_B > ۴V_A$ و دمای گاز افزایش می‌یابد.

۲) $V_A > \frac{V_B}{۴}$ و دمای گاز افزایش می‌یابد.

۳) $V_B > ۴V_A$ و دمای گاز کاهش می‌یابد.

۴) $V_A > \frac{V_B}{۴}$ و دمای گاز کاهش می‌یابد.

۲۰) نمودار $V-T$، ۰/۲ مول گاز آرمانی مطابق شکل است. اگر انرژی درونی گاز در حالت a برابر ۱۵۰ ژول باشد، گرمایی که گاز در کل فرایند abc با محیط مبادله کرده است، چند ژول است؟ $(R = ۸\frac{J}{mol.K})$



۱) ۳۰

۲) ۸۰

۳) ۱۳۰

۴) ۱۶۰

۲۱) حجم مقداری گاز کامل طی سه فرایند هم‌فشار، بی‌دررو و هم‌دما از $V_۱$ به $V_۲$ افزایش می‌یابد. چه تعداد از جملات زیر درست است؟

الف) اندازه‌ی کار انجام شده توسط گاز روی محیط ، در فرایند بی‌دررو کمتر از بقیه‌ی فرایندهاست.

ب) فقط در فرایند هم‌فشار، انرژی درونی گاز افزایش یافته است.

ج) گرمای داده شده به گاز طی فرایند هم‌دما بیشتر از فرایند هم‌فشار است.

د) دمای گاز طی فرایند هم‌فشار، افزایش و طی فرایند بی‌دررو کاهش یافته است.

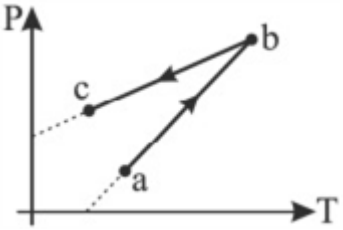
۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۲۲) شکل مقابل، نمودار فشار - دما را برای یک گاز کامل نشان می‌دهد. در فرایند abc حجم گاز چگونه تغییر کرده است؟



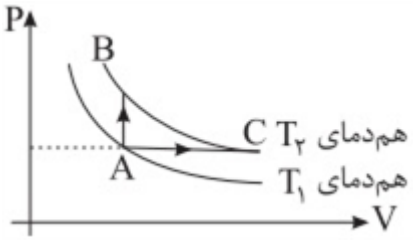
۱) کاهش یافته است.

۲) افزایش یافته است.

۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است.

۴) ابتدا کاهش و سس افزایش یافته است.

۲۳ مطابق شکل مقدار معینی از یک گاز آرمانی طی رو فرایند جداگانه یکبار از حالت A به B و در حالت دوم از حالت A به C می‌رسد، به طوری‌که دمای نقاط B و C یکسان است. کدام گزینه درباره‌ی گرمای مبادله شده گاز با محیط در این دو فرایند درست است؟



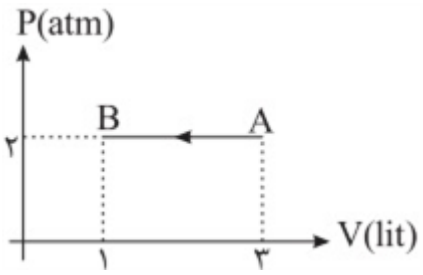
۱) $|Q_{AC}| < |Q_{AB}|, Q_{AC} < 0, Q_{AB} < 0$

۲) $|Q_{AC}| > |Q_{AB}|, Q_{AC} > 0, Q_{AB} > 0$

۳) $|Q_{AC}| < |Q_{AB}|, Q_{AC} > 0, Q_{AB} > 0$

۴) $|Q_{AC}| > |Q_{AB}|, Q_{AC} < 0, Q_{AB} > 0$

۲۴ مطابق شکل مقدار معینی گاز کامل از حالت A به حالت B می‌رسد. در این فرایند انرژی درونی گاز $1/8\,kJ$ تغییر می‌کند. گرمای مبادله شده گاز با محیط در این فرایند چند کیلوژول است؟ $(1atm = 10^5\,Pa)$



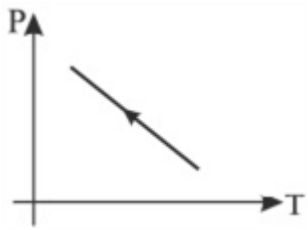
۱) ۱/۸

۲) ۱/۴

۳) -۲/۲

۴) -۱/۸

۲۵ نمودار $P-T$ گاز آرمانی به صورت مقابل است. اگر گرمای مبادله‌شده طی این فرایند برابر با Q باشد، کدام گزینه درست هستند؟



۱) $Q > 0$

۲) $Q = 0$

۳) $Q < 0$

۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

۲۶ گاز آرمانی به حجم ۲ لیتر در فشار ثابت $10^5\,Pa$ با دادن گرما به محیط حجمش ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. اگر دمای اولیه گاز $27^\circ C$ باشد، به ترتیب از راست به چپ دمای نهایی چند درجه فارنهایت و کار انجام شده توسط گاز روی محیط چند ژول است؟

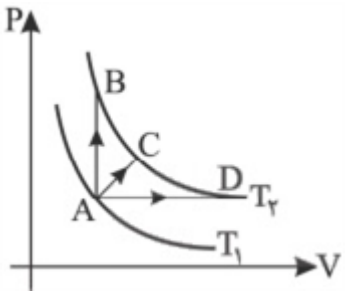
۱) -۳۳ و +۴۰

۲) -۳۳ و -۴۰

۳) -۲۷/۴ و -۴۰

۴) -۲۷/۴ و +۴۰

۲۷ در شکل مقابل دو منحنی هم‌دما برای گاز آرمانی رسم شده است. اگر تغییر انرژی درونی طی فرایندهای رسم شده ΔU_{AB}، ΔU_{AC} و ΔU_{AD} باشد، کدام گزینه درست است؟



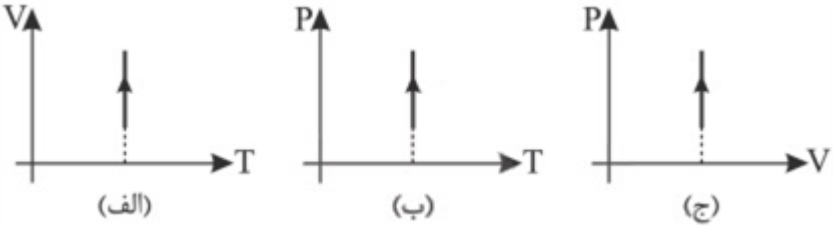
۱) $\Delta U_{AB} > \Delta U_{AC} > \Delta U_{AD}$

۲) $\Delta U_{AB} < \Delta U_{AC} < \Delta U_{AD}$

۳) $\Delta U_{AB} = \Delta U_{AC} = \Delta U_{AD}$

۴) $\Delta U_{AB} < \Delta U_{AC} < \Delta U_{AD}$

۲۸ چه تعداد از فرایندهای مقابل گرماگیرند؟



۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۹ در جدول زیر به جای x y و z به ترتیب از راست به چپ کدام‌یک از کلمه‌های زیر مناسب است؟

تغییر انرژی درونی	کار انجام‌شده روی گاز	فشار	نوع فرایند
y	x	کاهش	بی‌دررو
	مثبت	z	هم‌دما

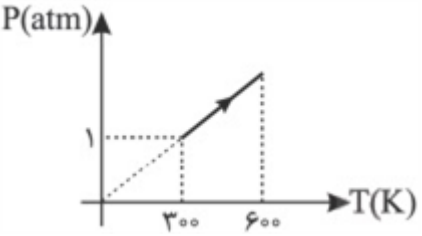
۱) منفی - منفی - افزایش

۲) مثبت - مثبت - افزایش

۳) منفی - مثبت - کاهش

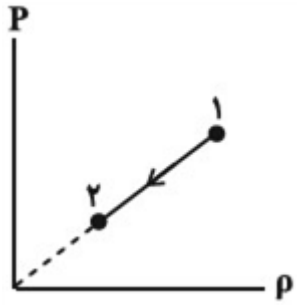
۴) مثبت - منفی - کاهش

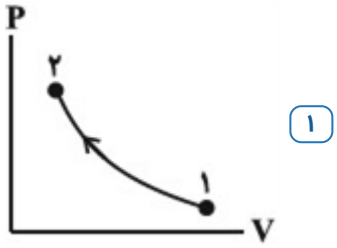
۳۰ نمودار $P-T$ برای نیم مول گاز آرمانی به صورت زیر است. کار انجام شده روی گاز طی این فرایند چند ژول است؟ ($R = ۸ \frac{J}{mol.K}$)

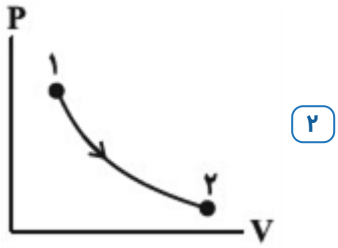


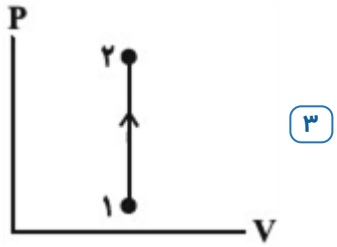
۱) صفر ۲) -۲۴۰۰ ۳) ۲۴۰۰ ۴) -۳۶۰۰

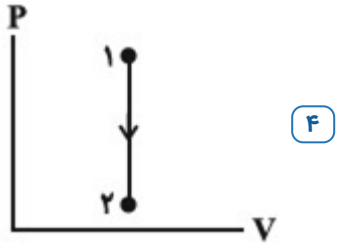
۳۱ شکل مقابل، نمودار تغییر فشار یک گاز کامل برحسب چگالی آن را نشان می‌دهد. نمودار $P-V$ گاز در این فرایند مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟



۱


۲


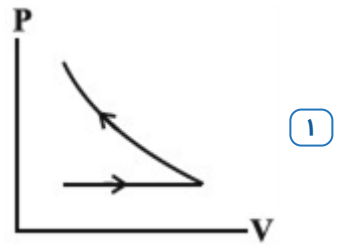
۳


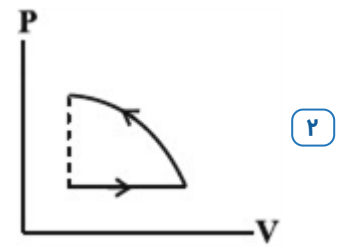
۴


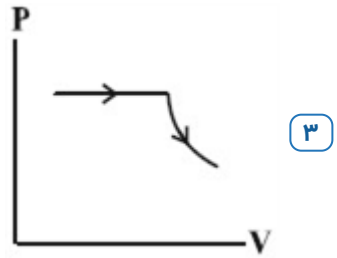
۳۲ دمای دو مول گاز ایده‌آلی را طی یک فرایند هم‌فشار برحسب درجهٔ سلسیوس، دو برابر می‌کنیم. در این حالت دستگاه ۶۴۰ ژول کار بر روی محیط انجام می‌دهد. دمای ثانویه گاز برحسب کلوین چقدر است؟ $\left(R=۸\frac{J}{\text{mol}.K}\right)$

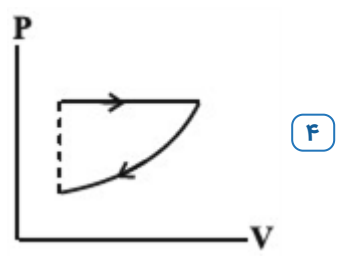
۱ ۴۰ ۲ ۸۰ ۳ ۳۱۳ ۴ ۳۵۳

۳۳ حجم مقداری گاز کامل را در یک فرایند هم‌فشار، ۲ برابر می‌کنیم و سپس آن را با یک فرایند بی‌دررو به دمای اولیه برمی‌گردانیم. نمودار $P-V$ آن کدام است؟

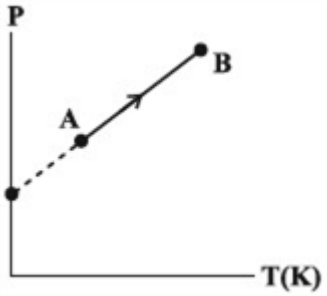
۱


۲


۳


۴


۳۴) شکل مقابل، نمودار $P-T$ مقدار معینی از یک گاز کامل را نشان می‌دهد. در فرایند AB حجم گاز چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.
۲) زیاد می‌شود.
۳) کم می‌شود.
۴) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.

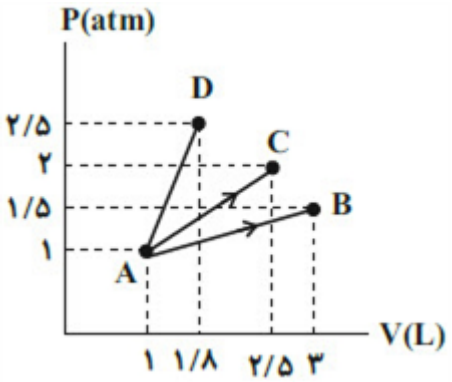
۳۵) مقدار $۱۸۰۰\ \text{gr}$ آب را بر اثر حرارت دادن به دمای جوش می‌رسانیم و در فشار $۱\ \text{atm}$ به بخار تبدیل می‌کنیم. مقدار حجم بخار، چند lit است؟ $\left(R = ۸\frac{J}{\text{mol}.K^{\circ}}\right)$

۱) $۸۰۰\ \text{lit}$
۲) $۲۱۸۴\ \text{lit}$
۳) $۲۹۸۴\ \text{lit}$
۴) $۵۳۷۱\ \text{lit}$

۳۶) حجم گازی برابر V و فشار آن P است. طی یک فرایند هم‌دما، حجم این گاز $\frac{۱}{۳}$ حجم اولیهٔ آن خواهد شد. کدام گزینه در مورد کار مبادله شده در این فرایند، صحیح است؟

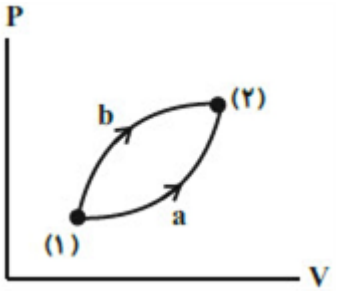
۱) $W > \frac{۴}{۳}\text{PV}$
۲) $W < \frac{۴}{۳}\text{PV}$
۳) $W = \frac{۲}{۳}\text{PV}$
۴) $W < \frac{۲}{۳}\text{PV}$

۳۷) به مقدار ۱ لیتر گاز کامل طی سه فرایند مختلف گرما داده و آن‌ها را به نقاط B، C و D می‌رسانیم. کدام مقایسه در مورد دماهای گاز در این سه نقطه صحیح است؟



۱) $T_B > T_C > T_D$
۲) $T_D > T_C > T_B$
۳) $T_C > T_B = T_D$
۴) $T_B = T_D > T_C$

۳۸) براساس نمودار $P-V$ دو فرایند a و b، کدام گزینه صحیح است؟



۱) $Q_b > ۰ ، Q_a > ۰ ، |Q_a| > |Q_b|$

۲) $Q_b < ۰ ، Q_a < ۰ ، |Q_a| > |Q_b|$

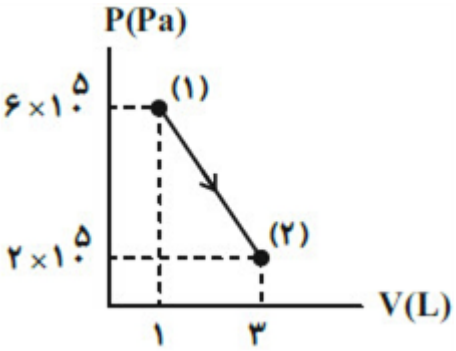
۳) $Q_b > ۰ ، Q_a > ۰ ، |Q_b| > |Q_a|$

۴) $Q_b < ۰ ، Q_a > ۰ ، |Q_b| > |Q_a|$

۳۹) گاز کاملی در یک فرایند بی‌دررو منبسط می‌شود. فشار و انرژی درونی گاز به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش - افزایش ۲) افزایش - کاهش ۳) کاهش - کاهش ۴) کاهش - افزایش

۴۰) در شکل مقابل، نمودار $P-V$ گاز رقیق نشان داده شده است. انرژی درونی گاز در نقطهٔ ۲ چند برابر انرژی درونی گاز در نقطهٔ ۱ است؟

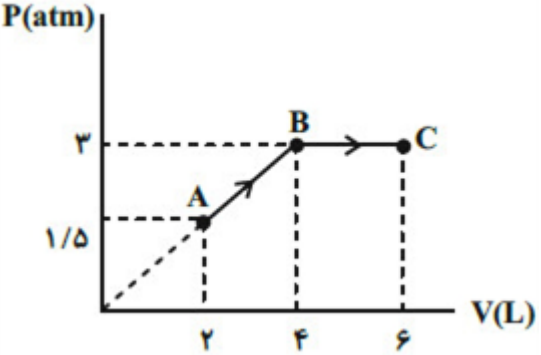


۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) ۹ ۴) ۳

۴۱) دمای دو مول گاز آرمانی را در فشار ثابت از $۴۰۰K$ به $۲۷^\circ C$ می‌رسانیم. در این فرایند چند ژول کار توسط گاز انجام می‌شود؟ $\left(R = ۸ \frac{J}{\text{mol}.K}\right)$

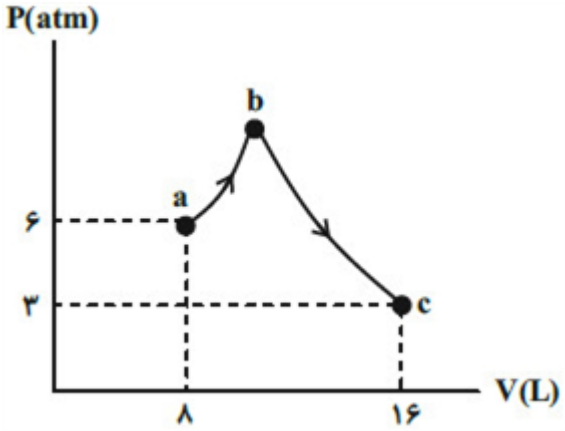
۱) ۱۶۰۰ ۲) -۱۶۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) -۸۰۰

۴۲) در نمودار $P-V$ مقابل که مربوط به مقداری گاز آرمانی است، انرژی درونی گاز در نقطهٔ A برابر با $۱۲۰۰J$ است. گرمای مبادله شده در کل فرایند ABC چند ژول است؟ ($۱ \text{ atm} \simeq ۱۰^۵ \text{ Pa}$)



۱) ۴۹۵۰ ۲) ۲۲۵۰ ۳) ۷۰۵۰ ۴) ۴۶۵۰

۴۳ شکل مقابل نمودار $P-V$ مقدار مشخصی گاز آرمانی را نشان می‌دهد. کدام گزینه الزاماً درست <u>نیست</u>؟



۱) $T_a = T_c$

۲) $\Delta U_{bc} > ۰$ و $W_{bc} < ۰$

۳) $\Delta U_{ac} = ۰$

۴) $W_{abc} = -Q_{abc}$

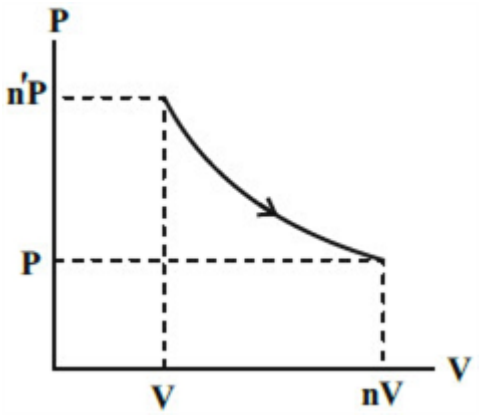
۴۴ با توجه به نمودار $P-V$ مقابل که مربوط به مقدار معینی گاز آرمانی است، چند مورد از گزاره‌های زیر صحیح است؟

الف) اگر $n.n' = ۱$ باشد، فرایند هم‌دما است.

ب) اگر $n > n'$ باشد، فرایند می‌تواند بی‌دررو باشد.

پ) اگر $n < n'$ باشد، فرایند حتماً بی‌دررو نیست.

ت) اگر $n > n'$ باشد، دستگاه گرما گرفته است.



۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) هیچ مورد

۴۵ طی یک فرایند ترمودینامیکی، فشار مقدار معینی گاز آرمانی ۴۰ درصد و حجم آن ۱۰۰ درصد افزایش می‌یابد. انرژی درونی این گاز چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۸۰ درصد افزایش یافته است.

۲) ۴۰ درصد کاهش یافته است.

۳) ۱۴۰ درصد افزایش یافته است.

۴) ۱۸۰ درصد افزایش یافته است.

۴۶ دمای مقدار معینی گاز آرمانی طی یک انبساط خیلی سریع از $۹۱^\circ C$ به $۴۵/۵^\circ C$ می‌رسد. اگر طی این عمل، گاز $۳۰J$ کار روی محیط انجام دهد، انرژی درونی آن به چند ژول می‌رسد؟

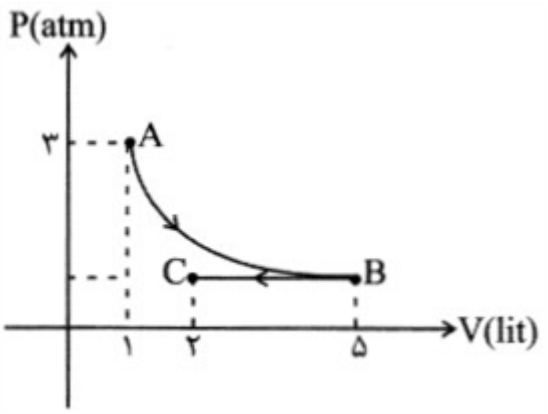
۱) ۲۴۰

۲) ۲۱۰

۳) ۱۵۰

۴) ۱۸۰

۴۷ روی مقداری گاز دو فرآیند متوالی AB (هم‌دما) و BC (هم‌فشار) انجام می‌شود. کار انجام شده روی گاز در فرآیند BC چند ژول است؟



۱) ۱۸۰ ۲) -۱۸۰ ۳) ۲۴۰ ۴) -۲۴۰

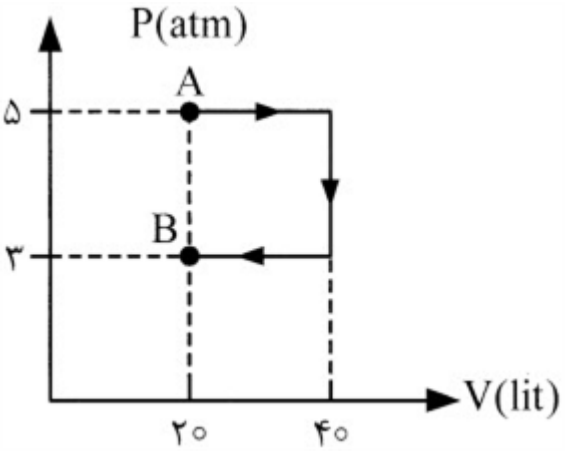
۴۸ در فشار ثابت $۲\ \text{atm}$ حجم سیلندری را از $۱۲\ \text{lit}$ به $۷\ \text{lit}$ می‌رسانیم، اگر در این فرآیند از گاز $۴۰۰j$ گرما بگیریم، تغییرات انرژی درونی گاز چند ژول است؟ $(۱\text{atm} = ۱۰^{۵}\ \text{Pa})$

۱) -۱۴۰۰ ۲) +۱۴۰۰ ۳) -۶۰۰ ۴) +۶۰۰

۴۹ در دمای $۴۷^{\circ}C$، فشارسنجی فشار هوای لاستیک اتومبیلی را $۳/۸\ \text{atm}$ نشان می‌دهد، در دمای $-۳۳^{\circ}C$ فشارسنج چه عددی را نشان می‌دهد؟ (حجم لاستیک تقریباً ثابت می‌ماند و فشار هوای محیط $۱\ \text{atm}$ است)

۱) ۲/۲ ۲) ۲/۶ ۳) ۳/۲ ۴) ۳/۶

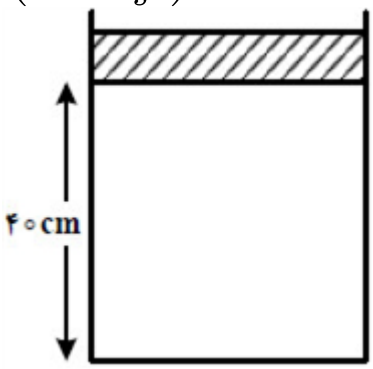
۵۰ تغییرات فشار برحسب حجم برای مقدار معینی گاز به صورت شکل مقابل است. مقدار کار انجام شده در کل فرآیند توسط گاز چند ژول است؟



۱) ۱۶×۱۰^{۳} ۲) ۴×۱۰^{-۳} ۳) -۴×۱۰^{۳} ۴) ۴×۱۰^{۳}

۵۱) در شکل مقابل، پیستونی به جرم $۱/۷۵\,kg$ و سطح قاعدهٔ $۵۰\,cm^۲$ روی گاز آرمانی به حالت تعادل قرار دارد. اگر وزنه‌ای به جرم ۹ برابر جرم پیستون روی آن قرار دهیم، پیستون به اندازهٔ $۱۰\,cm$ پایین می‌آید و دوباره به حالت تعادل می‌رسد. اگر دمای گاز ثابت بماند، فشار هوا چند پاسکال است؟

$\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$



۱) $۱/۱\times۱۰^۵$ ۲) $۱/۲\times۱۰^۵$ ۳) $۹/۱\times۱۰^۴$ ۴) $۹/۶\times۱۰^۴$

۵۲) در کپسولی با حجم ثابت، گاز آرمانی با فشار پیمانه‌ای $۳\times۱۰^۵\,Pa$ و دمای $۴۷^\circ C$ قرار دارد. $\frac{۱}{۵}$ جرم گاز را خارج می‌کنیم و دمای گاز باقیمانده را به $۲۷^\circ C$ می‌رسانیم. فشار پیمانه‌ای گاز چند پاسکال می‌شود؟ $(P_. = ۱۰^۵\,Pa)$

۱) $۱۰^۵$ ۲) $۱/۵\times۱۰^۵$ ۳) ۲×۱۰^۵ ۴) $۲/۵\times۱۰^۵$

۵۳) چه تعداد از موارد زیر در فرآیندهای آرمانی ترمودینامیکی، ممکن است رخ دهد؟

الف - ممکن است با وجود افزایش دمای گاز، حجم آن ثابت بماند.

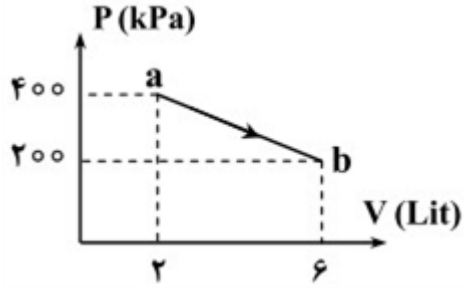
ب - ممکن است با وجود افزایش دمای گاز، حجم آن کاهش یابد.

ج - ممکن است با وجود تبادل گرما با گاز، دمای آن ثابت بماند.

د - ممکن است بدون تبادل گرما با گاز، دمای آن تغییر کند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) هر ۴ مورد

۵۴) در شکل زیر، نمودار $P-V$ یک دستگاه رسم شده که طی آن گازی کامل فرآیند ab را طی کرده است. اگر انرژی درونی دستگاه در نقطه a برابر $۵۰۰\,J$ باشد، گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط چگونه است؟



۱) دستگاه $۱۴۵۰\,J$ گرما دریافت می‌کند.

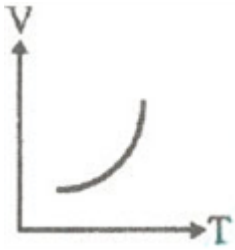
۲) دستگاه $۱۴۵۰\,J$ گرما آزاد می‌کند.

۳) دستگاه $۹۵۰\,J$ گرما دریافت می‌کند.

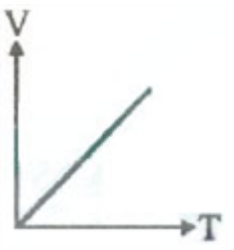
۴) دستگاه $۹۵۰\,J$ گرما آزاد می‌کند.

۵۵ در یک فرآیند هم‌فشار نمودار $V-T$ کدام گزینه است؟

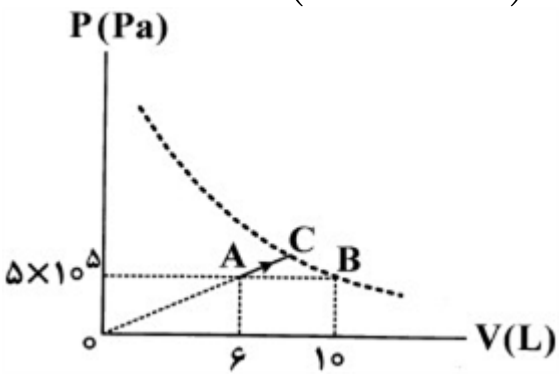
۱ 

۲ 

۳ 

۴ 

۵۶ نمودار $(P-V)$ برای یک مول گاز کامل دو اتمی به‌صورت شکل روبه‌رو است. اگر نقاط B و C روی یک منحنی هم‌دما قرار داشته باشند، انرژی درونی گاز در فرایند AC چگونه تغییر می‌کند؟ $\left(R=۸\frac{J}{\text{mol}.K}\right)$



۱ ۳۰۰۰J افزایش می‌یابد.

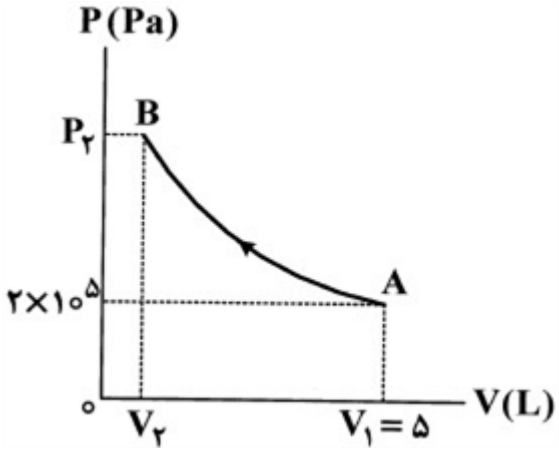
۲ ۳۰۰۰ J کاهش می‌یابد.

۳ ۵۰۰۰ J افزایش می‌یابد.

۴ ۵۰۰۰ J کاهش می‌یابد.

۵۷ نمودار شکل روبه‌رو برای ۱۶ گرم گاز کامل $O_۲$ است که در ظرفی به حجم ۵ لیتر و فشار ۲×۱۰^۵ پاسکال زیر یک پیستون محبوس است. اگر فرایند AB هم‌دما باشد و کار انجام شده روی گاز ۶۰۰ ژول باشد، دمای گاز در نقطه B و گرمای داده شده به گاز در این فرایند، کدام است؟

$$\left(M_{O_۲}=۳۲\frac{g}{\text{mol}}, R=۸\frac{J}{\text{mol}.K}\right)$$



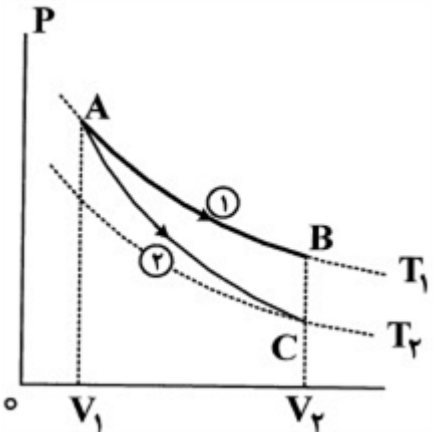
۱ ۱۲۵ K و صفر

۲ ۱۲۵ K و ۶۰۰- J

۳ ۲۵۰ K و ۶۰۰ J

۴ ۲۵۰ K و ۶۰۰- J

۵۸ در شکل روبه‌رو، مقداری گاز کامل، دو فرایند همدما و بی‌دررو را طی می‌کند. اگر در این دو فرایند گرمای گرفته شده توسط گاز، $Q_۱$ و $Q_۲$ و تغییر انرژی درونی گاز $\Delta u_۱$ و $\Delta u_۲$ باشد، کدام درست است؟

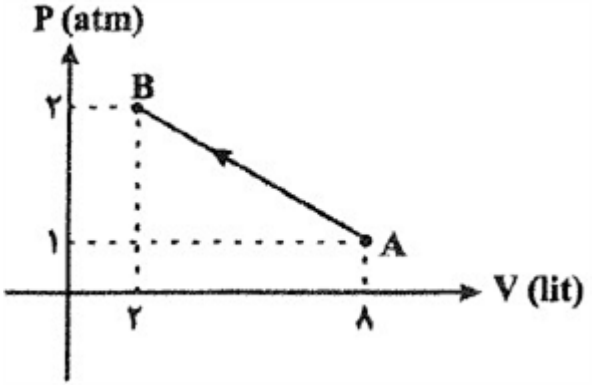


۱) $|\Delta u_۲| > |Q_۱|$ ۲) $|\Delta u_۲| < |Q_۱|$ ۳) $|Q_۲| > |Q_۱|$ ۴) $|\Delta u_۲| < |\Delta u_۱|$

۵۹ مقداری گاز کامل با دمای T و حجم V را سه بار طی فرآیندهای بی‌دررو، هم‌دما، هم‌فشار به حجم $۲V$ می‌رسانیم. دمای نهایی گاز به ترتیب به $T_۱$ و $T_۲$ و $T_۳$ می‌رسد. کدام مقایسه بین دماهای نهایی درست است؟

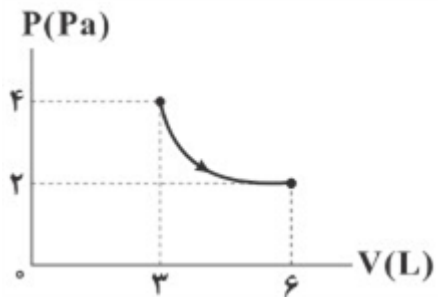
۱) $T_۳ < T_۲ < T_۱$ ۲) $T_۱ < T_۲ < T_۳$ ۳) $T_۱ < T_۳ < T_۲$ ۴) $T_۲ < T_۱ < T_۳$

۶۰ ۲ مول گاز کامل فرآیند AB را مطابق شکل طی می‌کند. کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد چند ژول است؟



۱) ۹۰۰ ۲) -۹۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) -۱۲۰۰

۶۱ گاز کاملی فرایندی را مطابق شکل زیر طی می‌کند. در طول این فرایند که هم‌دما <u>نیست</u>، انرژی درونی گاز چگونه تغییر می‌کند؟

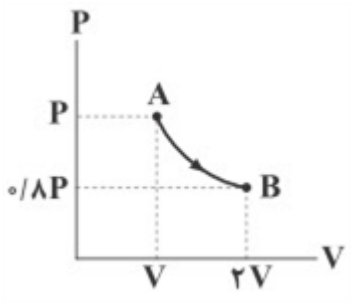


۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) افزایش می‌یابد.

۶۲ طی فرایندی ترمودینامیکی، مقداری گاز کامل ۲۵۰ ژول گرما از دست داده و انرژی درونی آن از ۲۸۰ ژول به ۴۹۰ ژول می‌رسد. کار انجام‌شده روی این گاز در طی این فرایند چند ژول است؟

۱) +۴۶۰ ۲) -۴۶۰ ۳) +۴۰ ۴) -۴۰

۶۳ نمودار فشار برحسب حجم برای یک گاز کامل که فرایند AB را طی می کند، مطابق شکل مقابل است. در مورد این فرایند کدام گزینه درست است؟



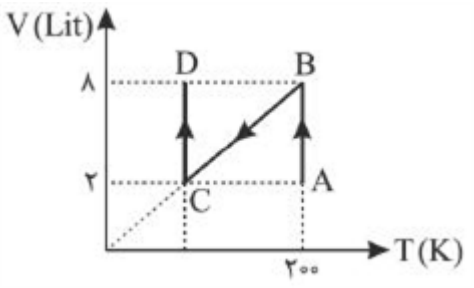
۱) کار انجام‌شده روی گاز، مثبت است.
۲) فرایند، هم‌دما است.
۳) گاز گرما گرفته است.
۴) فرایند، بی‌دررو است.

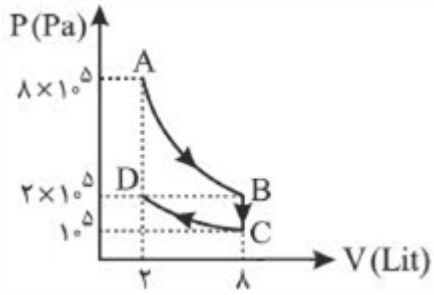
۶۴ مقداری گاز آرمانی در فشار P_1 و دمای T_1 دارای حجم V_1 است. از سه مسیر جداگانهٔ هم‌فشار، هم‌دما و بی‌دررو حجم این گاز را ۲۰ درصد افزایش می‌دهیم. کدام موارد درست است؟

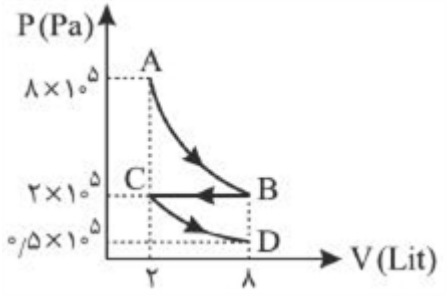
الف) گرمای داده شده به گاز در فرایند هم‌فشار بیشتر از سایر فرایندها است.
ب) گرمای داده شده به گاز در فرایند هم‌دما صفر است.
پ) انرژی درونی فقط در فرایند بی‌دررو کاهش یافته است.
ت) انرژی درونی در فرایند هم فشا کاهش یافته است.

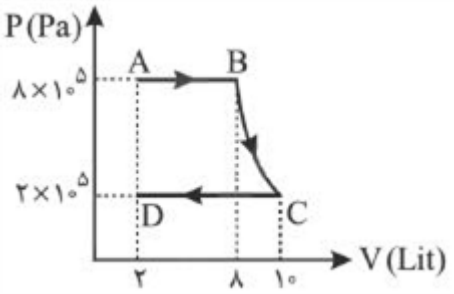
۱) الف و پ ۲) الف و ت ۳) ب و پ ۴) ب و ت

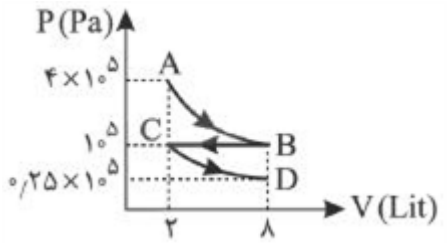
۶۵ نمودار حجم—دما، برای فرآیندهای یک مول گاز آرمانی به صورت زیر است. نمودار فشار—حجم مربوط به این ۳ فرآیند کدام است؟



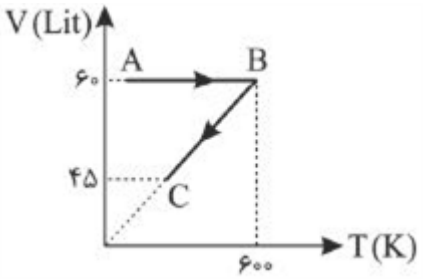
۱


۲


۳


۴


۶۶ نمودار حجم—دمای مربوط به یک مول گاز کامل آرمانی به صورت شکل زیر است. کار انجام شده روی گاز در دو فرآیند AB و BC به ترتیب هر کدام چند ژول است؟ $\left(R = ۸ \frac{J}{\text{mol}.K}\right)$



۱ ۶۰۰ ، ۶۰۰

۲ ۶۰۰ ، ۱۲۰۰

۳ صفر، ۶۰۰

۴ صفر، ۱۲۰۰

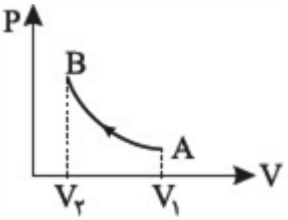
۶۷ مطابق شکل، حجم مقدار معینی گاز کامل در یک فرایند بی‌دررو از V_1 به V_2 می‌رسد. کدام مورد درست است؟

الف) انرژی درونی افزایش می‌یابد.

ب) دمای گاز کم می‌شود.

ج) گرمای مبادله‌شده مثبت است.

د) کار انجام‌شده روی گاز برابر گرمای مبادله‌شده است.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

۶۸ حجم مقداری گاز کامل طی یک فرایند بی‌دررو ابتدا از ۵ لیتر به ۷ لیتر و سپس از ۷ لیتر به ۹ لیتر می‌رسد. اگر اندازه‌ی کار انجام شده روی گاز و اندازه‌ی تغییرات انرژی درونی آن را در مرحله‌ی اول $|W_1|$ و $|\Delta U_1|$ و در مرحله ی دوم $|W_2|$ و $|\Delta U_2|$ بنامیم، کدام گزینه در مورد آن صحیح است؟

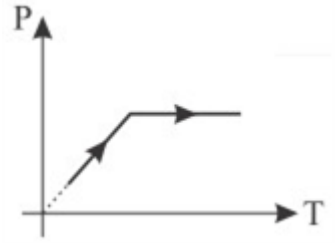
۱) $|\Delta U_1| = |\Delta U_2|$ و $|W_1| = |W_2|$

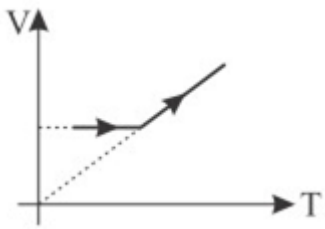
۲) $|\Delta U_2| > |\Delta U_1|$ و $|W_2| > |W_1|$

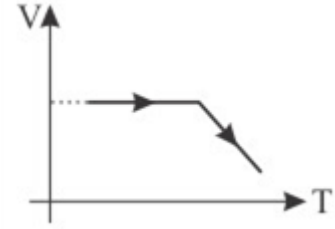
۳) $|\Delta U_1| > |\Delta U_2|$ و $|W_1| > |W_2|$

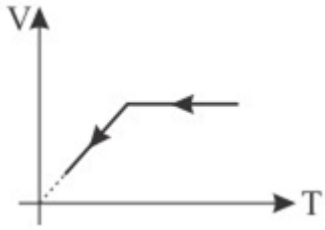
۴) $|\Delta U_1| < |\Delta U_2|$ و $|W_1| = |W_2|$

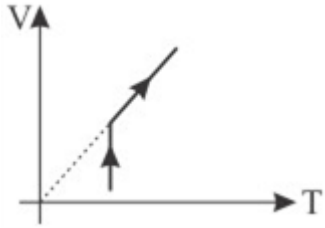
۶۹ نمودار $P - T$ یک دستگاه ترمودینامیکی مطابق شکل زیر است. کدام گزینه نمودار $V - T$ آن را نشان می‌دهد؟



۱)


۲)


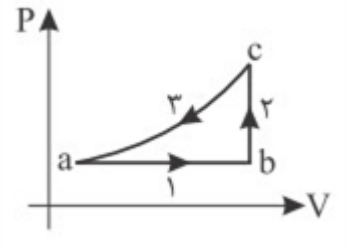
۳)


۴)


۷۰ یک مکعب فلزی روی سطح جیوه شناور است. دمای آن‌ها را از $40^\circ C$ به $-10^\circ C$ کاهش می‌دهیم. ارتفاعی از مکعب که خارج از جیوه است، .....

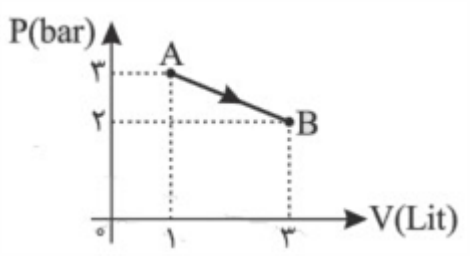
۱) بیشتر می‌شود. ۲) کمتر می‌شود. ۳) تغییری نمی‌کند. ۴) اطلاعات کافی نیست.

۷۱ شکل زیر نمودار $P-V$ گازی را نشان می‌دهد که چرخه‌ی زیر را طی می‌کند. کدام فرایند الزاماً گرماگیر است؟



۱) ۱ و ۲ ۲) هر ۳ مرحله ۳) ۳ ۴) ۲

۷۲ نمودار $P-V$ گاز کاملی مطابق شکل زیر است. اگر انرژی درونی گاز در A برابر $۴۵۶\,\mathrm{J}$ و در B برابر $۹۱۲\,\mathrm{J}$ باشد، گرمای مبادله‌شده با محیط چند ژول است؟



۱) ۴۵۶ ۲) ۵۰۰ ۳) ۹۱۲ ۴) ۹۵۶

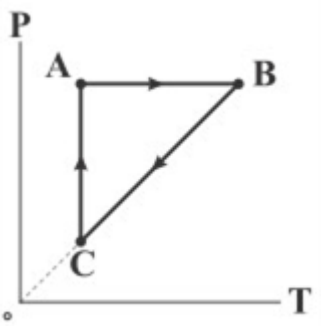
۷۳ در فرآیند تراکم بی‌دررو یک گاز کامل، دمای مطلق گاز ۲ برابر شده است. در مورد فشار گاز کدام اظهارنظر درست است؟

۱) بیش از ۲ برابر می‌شود.
۲) دقیقاً ۲ برابر می‌شود.
۳) افزایش می‌یابد، ولی ۲ برابر نمی‌شود.
۴) ممکن است ثابت مانده باشد.

۷۴ دمای ۸ مول گاز کاملی را در فشار ثابت $۲\,\mathrm{atm}$ از $۲۷^\circ C$ به $۷۷^\circ C$ می‌رسانیم. اندازه‌ی کار انجام‌شده در این فرایند چند ژول است؟ $\left(R = ۸\,\frac{J}{\mathrm{mol}.K}\right)$

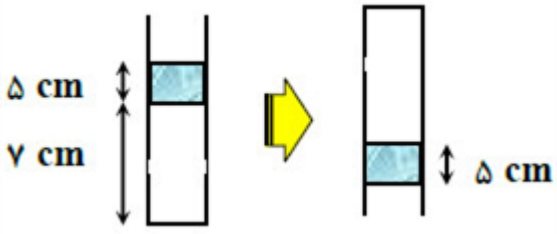
۱) ۱۶۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۳۲۰۰ ۴) ۶۴۰۰

۷۵ با توجه به نمودار $P-T$ زیر که مربوط به یک گاز کامل است. به ترتیب از راست به چپ، گرمای مبادله‌شده توسط گاز در فرایند CA ..... و گرمای مبادله‌شده توسط گاز در فرایند AB ..... و تغییرات انرژی درونی گاز در فرایند BC ..... است.



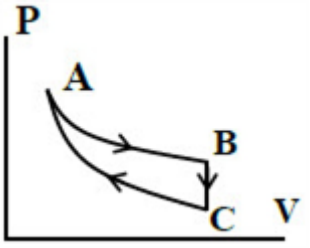
۱) مثبت - مثبت - منفی ۲) منفی - مثبت - مثبت ۳) مثبت - منفی - مثبت ۴) منفی - مثبت - منفی

۷۶ درون لوله باریکی مطابق شکل مقابل، چند قطره جیوه می‌ریزیم؛ به طوری‌که طول ستون جیوه ۵ سانتی‌متر شود. وقتی لوله را واژگون می‌کنیم، طول ستون هوای محبوس شده چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ $(P_{\circ} = ۷۵\,\mathrm{cmHg})$



۱) ۰/۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۱ ۴) ۲

۷۷ مطابق شکل ۲ مول گاز کامل تک اتمی، سه فرآیند هم‌حجم، بی‌دررو و هم‌دما را طی می‌کند. اگر دمای گاز در فرآیند CA به اندازه $۵۰^{\circ}C$ تغییر کرده باشد، چند ژول گرما در فرآیند BC از گاز گرفته می‌شود؟ $\left(R = ۸\frac{J}{\mathrm{mol}}.k\right)$



۱) ۲۰۰۰ ۲) ۱۸۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۵۰۰

۷۸ مقداری گاز کامل، در فرآیندی از محیط گرما می‌گیرد. در این صورت:

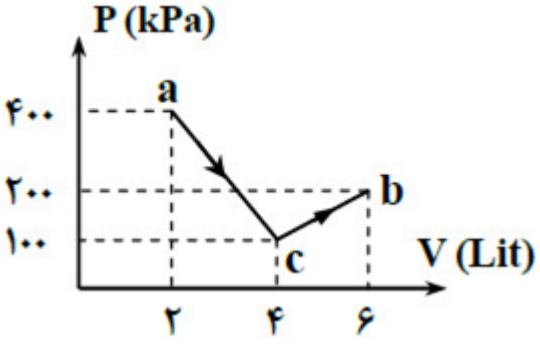
۱) الزاماً دمای گاز افزایش می‌یابد.
۲) الزاماً فشار گاز افزایش می‌یابد.
۳) الزاماً حجم گاز افزایش می‌یابد.
۴) ممکن است انرژی درونی گاز تغییر نکند.

۷۹ در شکل مقابل، گازی کامل و دو اتمی درون استوانه قرار داشته و پیستون می‌تواند بدون اصطکاک جابه‌جا شود. اگر ۳۵۰ ژول گرما به این گاز داده شود، تغییر انرژی درونی آن چند ژول خواهد بود؟



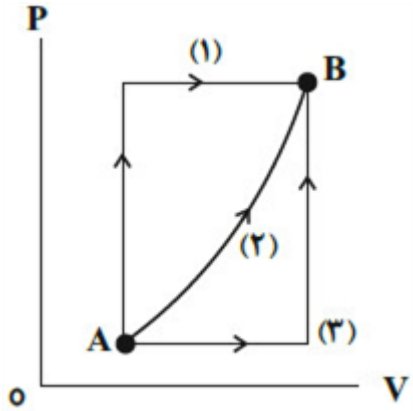
۱) ۲۵۰ ۲) -۲۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) -۵۰۰

۸۰ در شکل مقابل، نمودار $P-V$ یک دستگاه رسم شده که طی آن گازی کامل فرآیند abc را طی کرده است. کار محیط روی دستگاه در این فرآیند چند ژول بوده است؟



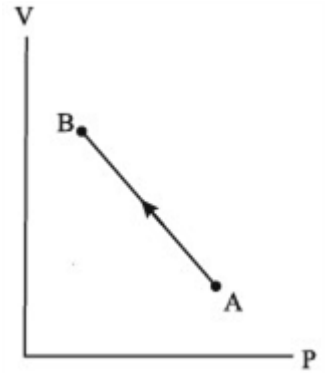
۱) ۸۰۰ ۲) −۸۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) -۲۰۰

۸۱ در نمودار $P-V$ شکل مقابل، مقدار معینی گاز کامل از سه مسیر جداگانه از حالت A به حالت B می‌رود. اگر گرمای مبادله شده توسط گاز در مسیرهای ۱، ۲، ۳ به‌ترتیب Q_1، Q_2 و Q_3 باشد، کدام گزینه صحیح است؟



۱) $Q_1 = Q_2 = Q_3$ ۲) $Q_1 < Q_2 < Q_3$ ۳) $Q_1 > Q_2 > Q_3$ ۴) $Q_1 > Q_3 > Q_2$

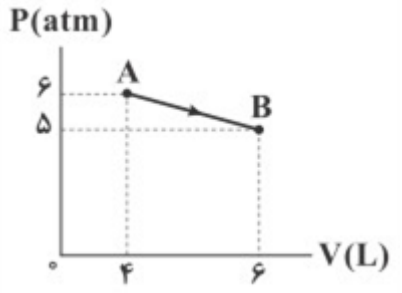
۸۲ نمودار $V-P$ فرایندی که مقدار معینی گاز آرمانی طی می‌کند، مطابق شکل مقابل است. اگر $P_A V_A = P_B V_B$ باشد، دمای گاز در طی این فرایند چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد. ۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

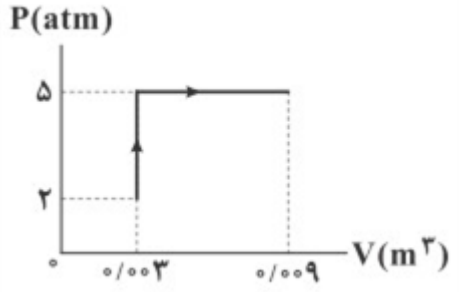
۳) کاهش می‌یابد. ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۸۳ نمودار $P-V$ فرایندی که یک مول گاز کامل تک‌اتمی طی می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر انرژی درونی این گاز کامل در نقاط A و B به ترتیب $۳۵۰\,\mathrm{J}$ و $۷۲۰\,\mathrm{J}$ باشد، گاز در این فرایند، چند ژول گرما با محیط مبادله کرده است؟ ($۱\ \mathrm{atm} = ۱۰^{۵}\ \mathrm{Pa}$)



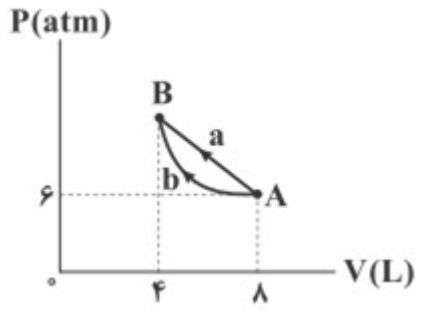
۱) ۱۴۷۰ ژول گرما گرفته است.
۲) ۷۳۰ ژول گرما گرفته است.
۳) ۱۴۷۰ ژول گرما از دست داده است.
۴) ۷۳۰ ژول گرما از دست داده است.

۸۴ گاز کاملی، فرایندی را مطابق شکل زیر می‌پیماید. اگر این گاز در حین این فرایند، سه برابر اندازه‌ی کار انجام‌شده توسط محیط روی دستگاه، گرما گرفته باشد، تغییرات انرژی درونی آن چند کیلوژول است؟ ($۱\ \mathrm{atm} = ۱۰^{۵}\ \mathrm{Pa}$)



۱) ۱۲
۲) ۳
۳) ۹
۴) ۶

۸۵ مطابق نمودار زیر، گاز کاملی طی دو فرایند جداگانه‌ی a و b از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B می‌رسد. اگر فرایند b هم‌دما باشد، گرمای مبادله‌شده در فرایند a چند ژول است؟ ($۱\ \mathrm{atm} = ۱۰^{۵}\ \mathrm{Pa}$)

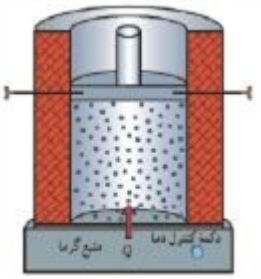


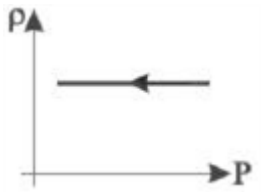
۱) ۴۸۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) -۴۸۰۰
۴) -۳۶۰۰

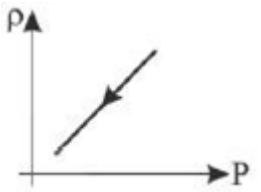
۸۶ در کدام‌یک از فرآیندهای زیر قطعاً انرژی درونی دستگاه افزایش می‌یابد؟

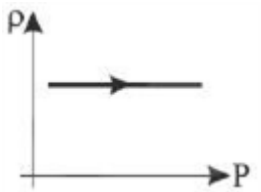
۱) در حالی که حجم گاز ثابت است، فشار گاز را نصف کنیم.
۲) در حالی که دستگاه در مجاور چشمهٔ گرما است، فشار گاز را نصف کنیم.
۳) در حالی که فشار گاز ثابت است، حجم گاز را نصف کنیم.
۴) در یک فرآیند ترمودینامیک به سرعت حجم گاز را نصف کنیم.

۸۷ در شکل زیر گاز را در تماس با منبع گرمایی قرار داده‌ایم. نمودار چگالی برحسب فشار گاز برابر کدام گزینه است؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴)

۸۸ مطابق شکل زیر، حجم مقدار معینی گاز آرمانی، در یک فرایند بی‌دررو از V_1 به V_2 می‌رسد. کدام موارد زیر درست است؟

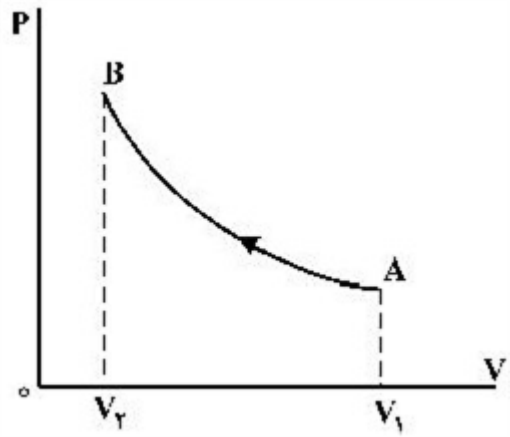
الف) انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد.

ب) دمای گاز کاهش می‌یابد.

پ) دمای گاز ثابت می‌ماند.

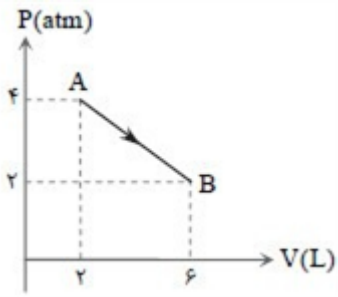
ت) کار انجام شده روی گاز برابر گرمایی است که گاز می‌گیرد.

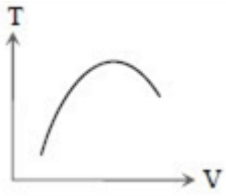
ث) کار انجام شده روی گاز برابر تغییر انرژی درونی گاز است.

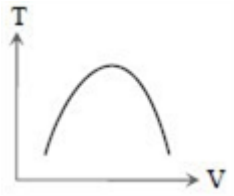


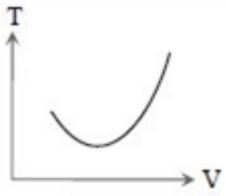
۱) الف و ث ۲) الف و ت ۳) ب و ث ۴) پ و ت

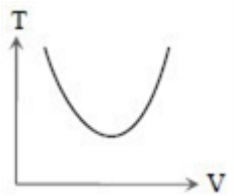
۸۹ نمودار $P-V$ برای فرآیند تحول آهسته یک گاز کامل مطابق شکل روبه‌رو است. نمودار $T-V$ این فرآیند در همین بازه شبیه کدام شکل است؟



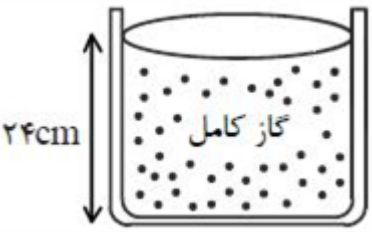
۱


۲


۳


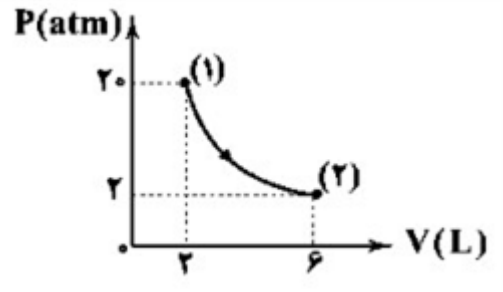
۴


۹۰ مطابق شکل در زیر پیستون مقدار معینی از یک گاز کامل در دمای $۹۱^\circ C$ محبوس است. اگر دمای گاز را به $۱۸۲^\circ C$ برسانیم، پیستون نسبت به محل اولیهٔ خود ..... سانتی‌متر ..... می‌رود. (پیستون می‌تواند بدون اصطکاک و آزادانه حرکت کند.)



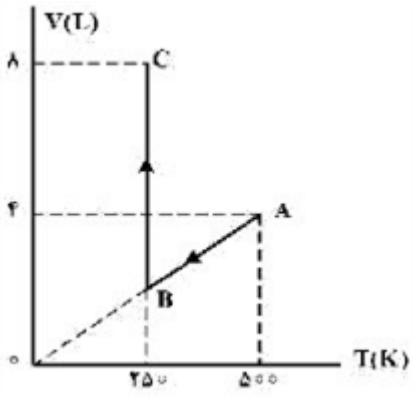
۱ ۸ ، بالا
۲ ۸ ، پایین
۳ ۶ ، بالا
۴ ۶ ، پایین

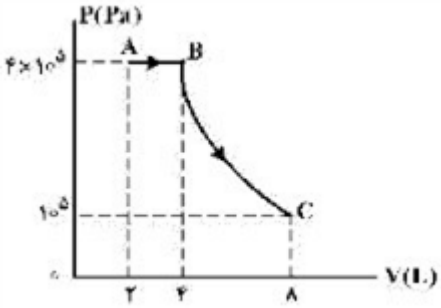
۹۱ یک مول گاز کامل تک‌اتمی، فرایند بی‌دررویی را مطابق نمودار مقابل طی می‌کند. کار انجام‌شده روی این گاز در این فرایند چند ژول است؟ $(C_v = \frac{۳}{۲}R, ۱\text{atm} = ۱۰^۵\ \text{Pa})$

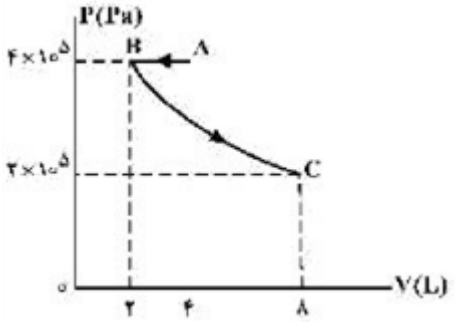


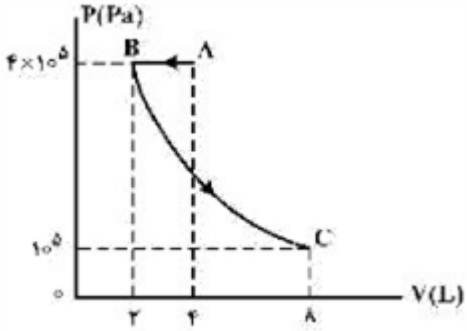
۱ ۴۲۰۰
۲ -۴۲۰۰
۳ ۱۶۰۰
۴ -۱۶۰۰

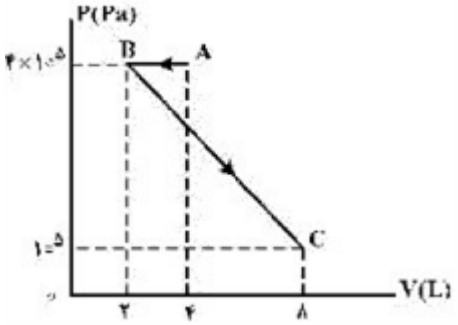
۹۲ نمودار $(V-T)$ برای $۰/۴$ مول گاز آرمانی (کامل) به صورت شکل زیر است. نمودار $(P-V)$ ی مربوط به این دو فرایند کدام است؟ $\left(R=۸\frac{J}{\text{mol}.K}\right)$



۱)


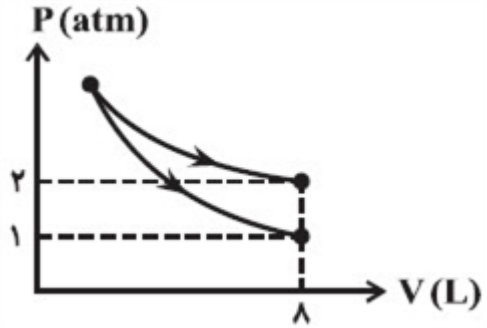
۲)


۳)


۴)


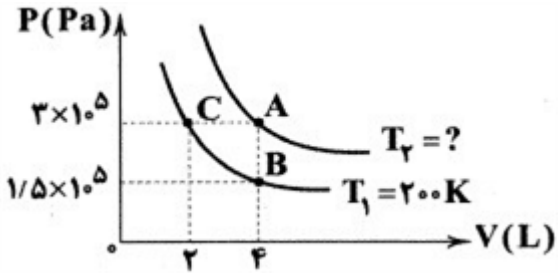
۹۳ شکل زیر، نمودار $P-V$ را برای دو فرایند انبساط هم دما و انبساط بی‌دررو یک گاز آرمانی دو اتمی نشان می‌دهد، کار انجام شده توسط گاز روی محیط در فرایند بی‌دررو چند ژول است؟

$(۱L=۱۰^{-۳}m^۳$ و $۱\text{atm}=۱۰^۵\,\text{Pa}$ ، $C_V=\frac{۵}{۲}R)$



۱) -۲۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰ ۳) -۱۲۰۰ ۴) ۱۲۰۰

۹۴ نمودار $P-V$ فرایند ایستاوار و هم‌دمای مقداری گاز آرمانی در دماهای $T_1 = ۲۰۰K$ و T_2 به شکل زیر است. T_2 چند کلوین است؟



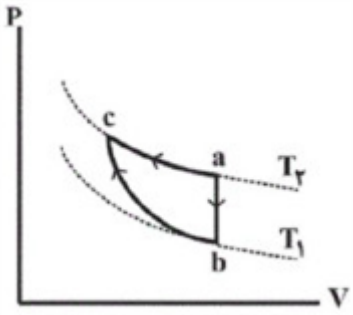
۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

۹۵ در جدول زیر، به جای X و Y از راست به چپ کدام‌یک از کلمه‌های زیر مناسب است؟

انرژی درونی	فشار	حجم	نوع فرایند
X	Y	افزایش	بی‌دررو

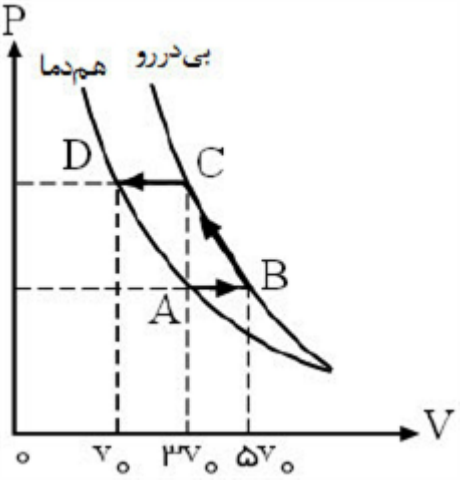
۱) کاهش، کاهش ۲) کاهش، افزایش ۳) افزایش، کاهش ۴) افزایش، افزایش

۹۶ مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز آرمانی یک بار از طریق مسیر abc و بار دیگر از مسیر ac، از حالت a به حالت c می‌رود. اگر فرایند bc بی‌دررو باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



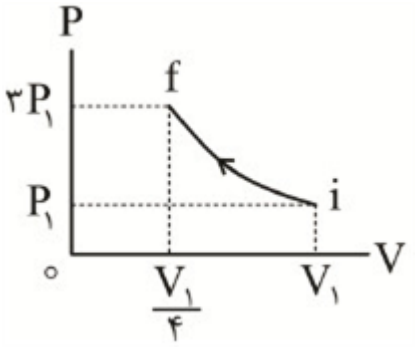
۱) $Q_{ab} = W_{bc}$ ۲) $|Q_{ac}| > |Q_{ab}|$ ۳) $W_{ac} < W_{bc}$ ۴) $\Delta U_{ab} > ۰$

۹۷ مقدار معینی گاز کامل ۳ فرآیند متوالی را ابتدا از A تا B (هم‌فشار)، B تا C (بی‌دررو) و C تا D (هم‌فشار) را طی می‌کند. انرژی درونی گاز در نقطه B برابر ۲۵۰ ژول و اندازه کار انجام شده روی گاز در فرآیند A تا B برابر $۱۵۰J$ است. $(Q_{AB} + Q_{CD}), W_{BC}$ به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟



۱) ۲۵۰ و -۳۰۰ ۲) ۲۵۰ و −۵۰۰ ۳) ۲۰۰ و −۵۰۰ ۴) ۲۰۰ و -۳۰۰

۹۸ مقداری گاز آرمانی طی فرآیندی ایستاوار از حالت i به حالت f می‌رسد. اگر W کار انجام شده روی گاز و Q گرمای داده شده به گاز باشد، کدام گزینه می‌تواند درست باشد؟



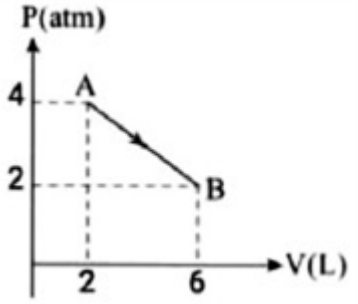
۱) $\begin{cases} Q = -۸۰J \\ W = ۶۰J \end{cases}$

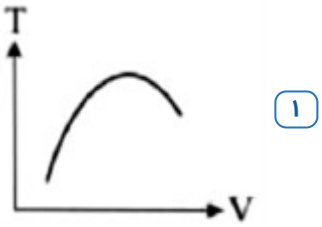
۲) $\begin{cases} Q = ۶۰J \\ W = ۸۰J \end{cases}$

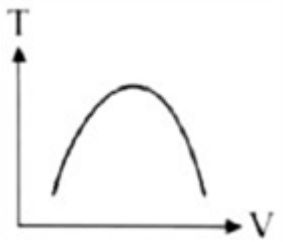
۳) $\begin{cases} Q = -۶۰J \\ W = ۸۰J \end{cases}$

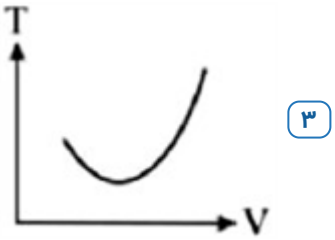
۴) $\begin{cases} Q = ۸۰J \\ W = -۶۰J \end{cases}$

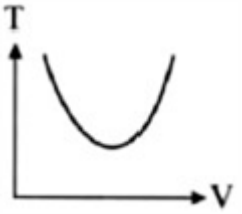
۹۹ نمودار $P - V$ برای فرایند تحول آهسته یک گاز کامل مطابق شکل زیر است. نمودار $T - V$ این فرایند در همین بازه شبیه کدام شکل است؟



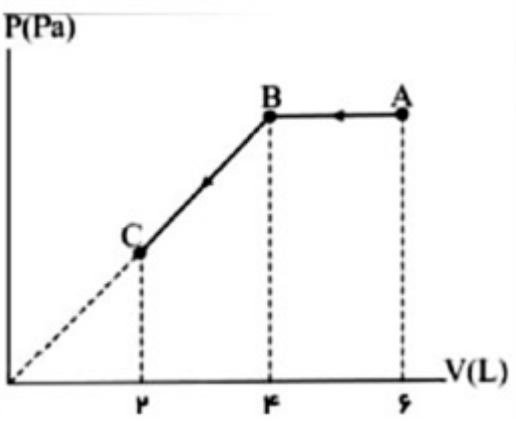
۱)


۲)


۳)


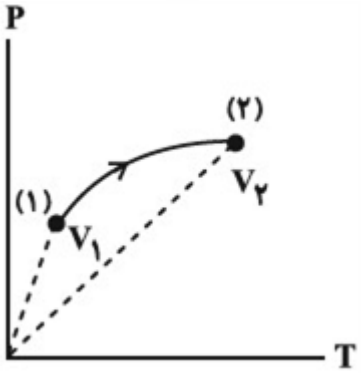
۴)


۱۰۰ نمودار مربوط به طی دو فرایند متوالی برای مقدار معینی از یک گاز کامل در مختصات $P-V$ مطابق شکل است. اگر کار انجام شده روی گاز در فرایند هم‌فشار AB معادل ۱۰۰۰ ژول باشد، کار کل انجام شده روی گاز در (ABC) چند ژول است؟



۱) ۱۲۰۰ ۲) ۱۵۰۰ ۳) ۱۷۵۰ ۴) ۲۵۰

۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار $P-T$، درمی‌یابیم در طی فرایند ۱ به ۲، دما افزایش می‌یابد. در نتیجه انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد $(\Delta U>0)$. از طرفی با توجه به شکل زیر می‌دانیم در فرایند هم‌حجم شیب نمودار $P-T$ برابر با $\frac{nR}{V}$ است و هر چه حجم مقدار مشخصی گاز بیشتر باشد شیب این نمودار کمتر است؛ بنابراین داریم:



$$P=\underbrace{\frac{nR}{V}}_{\text{شیب}}T$$

$$\text{شیب ۱} > \text{شیب ۲} \Rightarrow V_۲ > V_۱$$

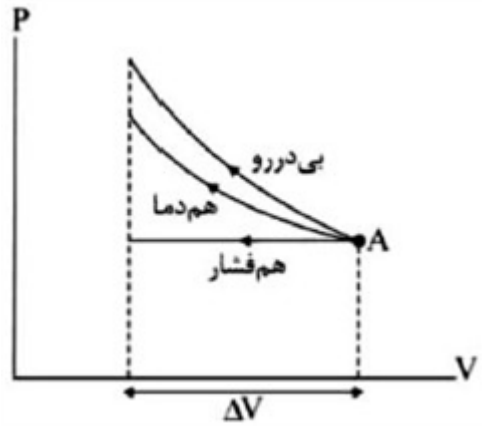
پس چون حجم گاز از ۱ به ۲ زیاد شده، گاز منبسط شده (مورد پ نادرست) و چگالی آن کم می‌شود (مورد ب درست). از طرفی چون $\Delta V>0$ است، $W<0$ است؛ یعنی کار محیط روی گاز منفی و کار گاز روی محیط مثبت است (مورد الف نادرست).

در نهایت برای بررسی گرما از قانون اول ترمودینامیک استفاده می‌کنیم:

$$\Delta U=Q+W \xrightarrow[\Delta U>0]{W<0} Q>0$$

بنابراین در این فرایند گاز از محیط گرما می‌گیرد (مورد ت درست).

۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر نمودار مربوط به این سه فرایند را در یک مختصات $P-V$ رسم کنیم، با توجه به اینکه گاز متراکم شده و سطح زیر نمودار برابر کار انجام شده روی گاز است و در فرایند بی‌دررو دما و انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد و در تراکم هم‌دما گاز گرما به محیط می‌دهد نتیجه می‌گیریم که عبارت‌های الف، ب و پ صحیح هستند و فقط عبارت ت نادرست است.



در تراکم هم‌فشار $\begin{cases}\Delta T<0\\ \Delta U<0\\ W>0\\ Q<0\end{cases}$ است.

۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به معادلهٔ حالت گاز کامل، دمای گاز را در حالت‌های i و f مقایسه می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_iV_i = ۵\,\mathrm{PV} \\ P_fV_f = ۴\,\mathrm{PV} \end{cases} \Rightarrow P_iV_i > P_fV_f \xrightarrow{\mathrm{PV=nRT}} T_i > T_f$$

یعنی دمای گاز کاهش می‌یابد. (نادرستی گزینهٔ ۴)

از طرفی چون انرژی درونی گاز تابع دمای مطلق آن است، پس انرژی درونی گاز کاهش می‌یابد $(\Delta U < ۰)$.

چو در این فرایند گاز متراکم می‌شود، پس کار انجام شده روی گاز مثبت است $(W > ۰)$. در نتیجه طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[\Delta U<۰]{W>۰} \begin{cases} Q \neq ۰ \\ Q < ۰ \end{cases}$$

یعنی گاز گرما از دست می‌دهد و فرایند نمی‌تواند بی‌دررو باشد، چون در فرایند بی‌دررو $Q = ۰$ است.

نکته: توجه کنید که در تراکم بی‌دررو، همواره دمای گاز افزایش می‌یابد:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[W>۰]{Q=۰} \Delta U > ۰$$

۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

۱) $\begin{cases} P_۱V_۱ = ۰/۴\,\mathrm{PV} \\ P_۲V_۲ = ۴\,\mathrm{PV} \end{cases} \Rightarrow$ فرایند هم‌دما نیست

۲) $P_۱V_۱ < P_۲V_۲ \Rightarrow T_۲ > T_۱$

در انبساط بی‌دررو دما کاهش می‌یابد، پس فرایند بی‌دررو نیست.

۳ و ۴) $\Delta U = W + Q \Rightarrow \begin{cases} W < ۰ \\ \Delta U > ۰ \end{cases}$ در انبساط کار روی گاز منفی است.

با توجه به علامت W و ΔU، $Q > ۰$ است.

۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بر اساس قانون گازهای کامل داریم:

$$\frac{P_aV_a}{T_a} = \frac{P_bV_b}{T_b} \Rightarrow \frac{V_b}{V_a} = \frac{P_aT_b}{P_bT_a}$$

$$\frac{V_b}{V_a} = \frac{۲(۲۷۳+۲۸۲)}{۵(۲۷۳+۹۱)} = \frac{۲\times۵۵۵}{۵\times۳۶۴} = \frac{۱۱۱}{۱۸۲} \simeq ۰/۶۱$$

۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون پیستون جابه‌جا نشده است، حجم گاز در دو حالت با هم برابر است:

حالت اول:
$$\begin{cases} P_۱ = P_۰ + \frac{mg}{A} = ۱۰^۵ + \frac{۵\times۱۰}{۵\times۱۰^{-۴}} = ۲\times۱۰^۵\,\mathrm{Pa} \\ T_۱ = \theta_۱ + ۲۷۳ = ۳۰۰K \\ V_۱ \end{cases}$$

حالت دوم:
$$\begin{cases} P_۲ = P_۰ + \frac{m'g}{A} = ۱۰^۵ + \frac{۷۰}{۵\times۱۰^{-۴}} = ۲/۴\times۱۰^۵\,\mathrm{Pa} \\ V_۲ = V_۱ \\ T_۲ = ? \end{cases}$$

از رابطهٔ $\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$ داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲\times۱۰^۵\times V_۱}{۳۰۰} = \frac{۲/۴\times۱۰^۵\times V_۱}{T_۲} \Rightarrow T_۲ = \frac{۳۰۰\times۲/۴\times۱۰^۵}{۲\times۱۰^۵} = ۳۶۰K$$

$$\Rightarrow T_۲ = \theta_۲ + ۲۷۳ \xrightarrow{T_۲=۳۶۰K} \theta_۲ = ۸۷^\circ C$$

۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در فرآیند هم‌فشار داریم:

$$W = -\mathrm{P}\Delta\mathrm{V} = -\mathrm{nR}\Delta\mathrm{T} \xrightarrow[W=-۴۱۵J]{n=۲/۵\ \mathrm{mol}} -۴۱۵ = -۲/۵\times۸/۳\times\Delta\mathrm{T} \Rightarrow \Delta\mathrm{T} = ۲۰K$$

$$\Delta\mathrm{T} = \Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱ \Rightarrow \theta_۲ - ۳۰ = ۲۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۵۰^\circ C$$

۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow{P_۱=P_۲} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \xrightarrow{V_۱>V_۲} T_۱ > T_۲ \Rightarrow U_۱ > U_۲ \Rightarrow \Delta\mathrm{U} < ۰$$

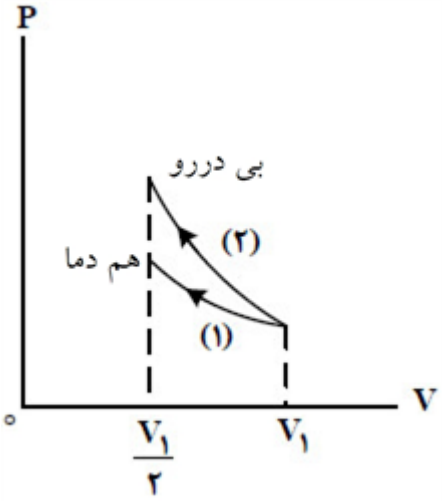
انرژی درونی کاهش می‌یابد.

$$\Delta\mathrm{U} < ۰, V_۱ > V_۲ \xrightarrow{\text{فرایند تراکمی است}} W > ۰$$

$$\Delta\mathrm{U} = Q + W \Rightarrow Q + W < ۰ \xrightarrow{W>۰} Q < ۰$$

و طبق قانون اول ترمودینامیک گرما از دست می‌دهد.

۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$Q_۲ = ۰$, هم دما $\Delta\mathrm{U} = ۰ \Rightarrow Q = -W$

$Q_۱ < ۰$, $W > ۰$ چون حجم کاهش یافته پس

۱۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از قانون اول ترمودینامیک استفاده می‌کنیم. دقت کنید چون $T_C = ۹۰۰K$ و $T_A = ۳۰۰K$ است، می‌توان نوشت:

$$\frac{U_C}{U_A} = \frac{۹۰۰}{۳۰۰} \Rightarrow \frac{U_C}{۲۰۰} = ۳ \Rightarrow U_C = ۶۰۰J$$

$$\Delta\mathrm{U} = Q + W \Rightarrow ۶۰۰ - ۲۰۰ = Q_{\mathrm{ABC}} + W_{\mathrm{AB}} + W_{\mathrm{BC}} \xrightarrow[W_{\mathrm{AB}}=-n\mathrm{R}\Delta\mathrm{T}]{W_{\mathrm{BC}}=۰}$$

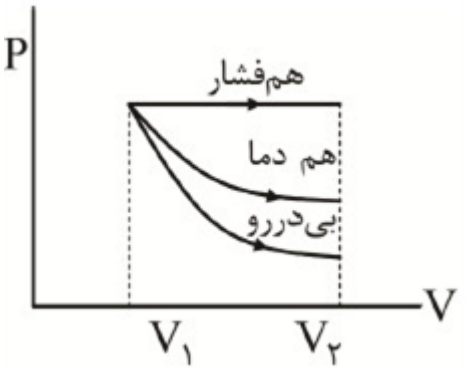
$$۴۰۰ = Q_{\mathrm{ABC}} - \frac{۱}{۲}\times۸\times(۴۵۰ - ۳۰۰) \Rightarrow Q_{\mathrm{ABC}} = ۱۰۰۰J$$

۱۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم در فرایند هم‌حجم روی گاز کامل کار انجام نمی‌شود و تغییر انرژی درونی گاز با گرمای مبادله شده برابر است. انرژی درونی گاز در این فرایند به ازای $۲/۶\ \mathrm{atm}$ افزایش فشار $۳۹۰۰J$ افزایش یافته است. با توجه به این‌که در دمای صفر مطلق انرژی درونی گاز و فشار آن نیز صفر است. می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{matrix}\mathrm{T}\alpha\mathrm{P}\\ \mathrm{U}\alpha\mathrm{T}\end{matrix}\right\} \Rightarrow \mathrm{P}\alpha\mathrm{U} \Rightarrow \frac{\Delta\mathrm{P}_۲}{\Delta\mathrm{P}_۱} = \frac{\Delta\mathrm{U}_۲}{\Delta\mathrm{U}_۱} \Rightarrow \frac{۳/۸ - ۱/۲}{۱/۲ - ۰} = \frac{U_۲ - U_۱}{U_۱ - ۰} \xrightarrow{U_۲-U_۱=۳۹۰۰}$$

$$\frac{۲/۶}{۱/۲} = \frac{۳۹۰۰}{U_۱} \Rightarrow U_۱ = ۱۸۰۰J$$

۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اندازهٔ کار انجام شده روی گاز، برابر با مساحت سطح زیر نمودار $(P-V)$ است.



$$|W| = S$$
$$S_{\text{بی دررو}} < S_{\text{هم دما}} < S_{\text{هم فشار}}$$
$$|W_{\text{بی دررو}}| < |W_{\text{هم دما}}| < |W_{\text{هم فشار}}|$$

۱۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون نمودار خط راست است که امتداد آن از مبدأ مختصات می‌گذرد؛ در نتیجه مربوط به فرآیند هم‌حجم است.

$$P = \left(\frac{\text{nR}}{V}\right)T \Rightarrow \text{شیب خط} = \frac{\text{nR}}{V}$$

$$\text{شیب خط} = \frac{(۵-۲)\times ۱۰^{۵}}{۵۰۰-۲۰۰} = \frac{۳\times ۱۰^{۵}}{۳۰۰} = ۱۰۰۰ \Rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{۱\times ۸}{V} \Rightarrow V = ۸\times ۱۰^{-۳} m^{۳} = ۸\,\text{Lit}$$

۱۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$W = -\text{P}\Delta\text{V} = -\text{nR}\Delta\text{T} \Rightarrow W = -۲\times ۸\times (۴۰۰-۳۰۰) \Rightarrow W = -۱۶۰۰ J$$

۱۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادلهٔ حالت گازهای آرمانی، داریم:

$$\text{PV} = \text{nRT} \Rightarrow \frac{P_B V_B}{P_A V_A} = \frac{\text{nRT}_۱}{\text{nRT}_۲} \xrightarrow{V_B = V_A} \frac{P_B}{P_A} = \frac{T_۱}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲}{۴} = \frac{۴۵۰}{T_۲} \Rightarrow T_۲ = ۹۰۰ K = ۶۲۷^{\circ} C$$

۱۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{matrix}(i) \Rightarrow T_i \alpha \text{P}_۱ V_۱ \\ (f) \Rightarrow T_f \alpha \frac{۵}{۴} P_۱ V_۱\end{matrix} \Rightarrow T_f > T_i$$

$$\xrightarrow{U\times T} U_f > U_i \Rightarrow \Delta\text{U} > ۰ \Rightarrow W + Q > ۰$$

۱۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در فرایند بی‌دررو، گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط، برابر صفر است، پس بنا به قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta\text{U} = Q + W \xrightarrow{Q=۰} \Delta\text{U} = W$$

می‌دانیم تغییر انرژی درونی یک گاز کامل، فقط به تغییرات دمای مطلق گاز بستگی دارد و چون ΔT در این دو مرحله یکسان است، پس ΔU نیز در این دو مرحله یکسان است و در نتیجه کار نیز در این دو مرحله یکسان است.

۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در فرایند هم‌دما، $P_۱V_۱ = P_۲V_۲$ می‌باشد. ابتدا بررسی کنیم که فرایند هم‌دما است یا خیر

$$\begin{cases} P_AV_A = \mathrm{PV}_۱ \\ P_BV_B = ۴P\times ۰/۲V_۱ \end{cases} \Rightarrow P_AV_A \neq P_BV_B$$

پس گزینهٔ ۱ نادرست است.

در تراکم بی‌دررو دما زیاد می‌شود، ولی اینجا $P_BV_B < P_AV_A \Rightarrow T_B < T_A$، پس فرایند بی‌دررو نیست. (گزینهٔ ۴ نادرست است.)

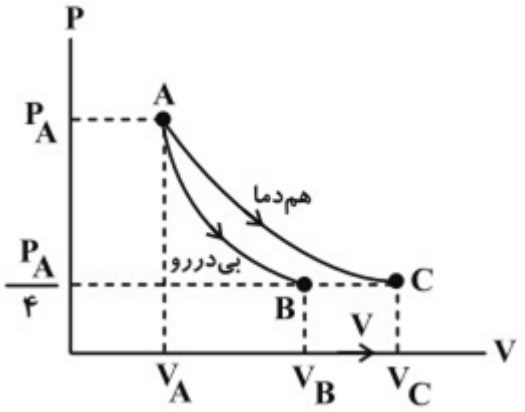
در تراکم، کار انجام شده روی گاز، مثبت است، پس گزینهٔ ۲ نادرست است.

در فرایند AB چون $T_B < T_A$ است، پس $\Delta \mathrm{T} < ۰$ است و $\Delta \mathrm{U}$ نیز منفی است، بنابراین:

$$\Delta \mathrm{U} = Q + W \xrightarrow[\Delta \mathrm{U}<۰]{W>۰} Q < ۰$$

پس گزینهٔ ۳ صحیح است.

۱۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در فرایند انبساط بی‌دررو دمای گاز همواره کاهش و در فرایند تراکم بی‌دررو دمای گاز همواره افزایش می‌یابد. بنابراین در فرایند $A \to B$ دما کاهش خواهد یافت. اگر گاز در یک فرایند هم‌دما از نقطه‌ی A به فشار $\frac{P_A}{۴}$ برسد (نقطه‌ی C) نمودار به شکل زیر خواهد بود (شیب فرایند هم‌دما کمتر است.)



و چون فرایند هم‌دما است پس حاصل‌ضرب PV در نقاط A و C باید برابر باشد. پس داریم:

$$\left.\begin{matrix} P_A\,V_A = P_C\,V_C \\ P_B = P_C = \frac{P_A}{۴} \end{matrix}\right\} \Rightarrow P_A\,V_A = \frac{P_A}{۴}\,V_C$$

$$\Rightarrow \left.\begin{matrix} V_C = ۴\mathrm{V}_A \\ V_C > V_B \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۴\mathrm{V}_A > V_B \Rightarrow V_A > \frac{V_B}{۴}$$

۲۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: می‌دانیم انرژی درونی گاز آرمانی متناسب با دمای مطلق گاز است پس انرژی درونی گاز در دمای $۴۰۰\mathrm{K}$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{U_a}{U_c} = \frac{T_a}{T_c} \Rightarrow \frac{۱۵۰}{U_c} = \frac{۳۰۰}{۴۰۰} \Rightarrow U_c = ۲۰۰\mathrm{J}$$

گام دوم: فرایند bc هم‌حجم است و کار در این فرایند صفر است و کار دستگاه در فرایند ab را که هم‌فشار است، از رابطه‌ی $W = -\mathrm{nR}\Delta \mathrm{T}$ حساب می‌کنیم:

$$W_{\mathrm{ab}} = -۰/۲\times ۸\times (۳۵۰ - ۳۰۰) = -۸۰\mathrm{J}$$

گام سوم: از رابطه‌ی $\Delta \mathrm{U} = Q + W$ استفاده کرده و Q_{abc} را حساب می‌کنیم:

$$\Delta \mathrm{U}_{\mathrm{abc}} = Q_{\mathrm{abc}} + W_{\mathrm{abc}} \Rightarrow ۲۰۰ - ۱۵۰ = Q_{\mathrm{abc}} + (-۸۰) \Rightarrow Q_{\mathrm{abc}} = ۱۳۰\mathrm{J}$$

۲۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. الف) درست، کمترین مساحت زیر نمودار $P-V$ متعلق به فرایند بی‌دررو است.

ب) درست، با توجه به اینکه دمای نهایی فرایند بی‌دررو کمتر از فرایند هم‌دما و در فرایند هم‌فشار بیشتر از هم‌دماست، داریم:

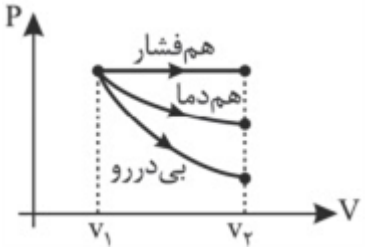
$$\Delta U_{\text{هم دما}} = 0$$

$$\Delta U_{\text{بی دررو}} < 0, \Delta U_{\text{هم فشار}} > 0$$

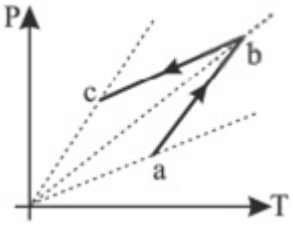
ج) نادرست، گرمای فرایند بی‌دررو صفر است.

$$\left.\begin{array}{l} Q_{\text{هم دما}} = -W_{\text{هم دما}} \\ Q_{\text{هم فشار}} = \Delta U_{\text{هم فشار}} - W_{\text{هم فشار}} \end{array}\right\} \xrightarrow[|W_{\text{هم فشار}}|>|W_{\text{هم دما}}|]{\Delta U_{\text{هم فشار}}>0} Q_{\text{هم فشار}} > Q_{\text{هم دما}}$$

د) درست، زیرا نقطه‌ی پایانی فرایند هم‌فشار، بالاتر و نقطه‌ی پایانی فرایند بی‌دررو و پایین‌تر از نقطه‌ی پایانی فرانید هم‌دماست.



۲۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. سه خط چین مبدأ گذر که از نقاط a، b و c عبور می‌کند را رسم می‌کنیم. شیب این خط ها با حجم رابطه عکس دارد. در فرایند ab شیب نمودار زیاد شده،پس حجم در خال کاهش است. همچنین در فرایند bc شیب نمودار باز هم زیاد شده، پس در فرایند bc هم حجم کم شده است.



۲۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

دمای $T_2 > T_1$ است. بنابراین تغییر انرژی درونی گاز در دو فرایند AB و AC یکسان و هر دو مثبت است. ($\Delta U > 0$).

در فرایند هم‌حجم AB:

$$\Delta U_{AB} = Q_{AB} + W_{AB}, W_{AB} = 0, Q_{AB} = \Delta U_{AB} > 0$$

در فرایند انبساط هم‌فشار AC:

$$\Delta U_{AC} = Q_{AC} + W_{AC}, W_{AC} < 0 \Rightarrow Q_{AC} > 0$$

$$\Delta U_{AB} = \Delta UAC$$

$$Q_{AB} = Q_{AC} + W_{AC} \Rightarrow Q_{AB} - Q_{AC} = W_{AC} < 0 \Rightarrow Q_{AB} < Q_{AC}$$

۲۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

فرایند AB، یک فرایند تراکم هم‌فشار است و دمای مطلق گاز در این فرایند کاهش می‌یابد. بنابراین انرژی درونی گاز نیز کاهش می‌یابد.

$$\Delta U = -۱/۸ kJ$$

$$W = -P(\Delta V) = -۲(۱ - ۳) = ۴ \, atm.lit = ۴\times۱۰^{۵} \, Pa \times ۱۰^{-۳} m^{۳}$$

$$= ۴۰۰ \, J = ۰/۴ kJ$$

$$\Delta U = W + Q \Rightarrow -۱/۸ = ۰/۴ + Q \Rightarrow Q = -۲/۲ kJ$$

۲۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

با توجه به نمودار، دمای گاز کاهش پیدا کرده است.

$$T_۲ < T_۱ \Rightarrow U_۲ < U_۱ \Rightarrow \Delta U < ۰$$

بنابراین دمای گاز کاهش و فشار آن افزایش یافته است:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} - \frac{\uparrow P_۲V_۲}{T_۲\downarrow}$$

برای برقراری تساوی بالا باید حجم گاز نیز کاهش یابد.

فرایند تراکمی : $W > ۰$

با توجه به قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta U = \overset{(-)}{Q} + \overset{(+)}{W} \Rightarrow Q < ۰$$

۲۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

به کمک قانون گازهای آرمانی، دمای نهایی را حساب می‌کنیم:

$$\frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \xrightarrow{V_۲ = ۰/۸V_۱} \frac{V_۱}{۳۰۰} = \frac{۰/۸V_۱}{T_۲}$$

$$\Rightarrow T_۲ = ۲۴۰ K \Rightarrow \theta_۲ = ۲۴۰ - ۲۷۳ \Rightarrow \theta_۲ = -۳۳^{\circ}C$$

$$\xrightarrow{F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲} F = \frac{۹}{۵}\times(-۳۳) + ۳۲ \Rightarrow F = -۲۷/۴^{\circ}F$$

کار انجام شده توسط گاز روی محیط برابر است با:

$$W' = P\Delta V \Rightarrow W' = ۱۰^{۵}(V_۲ - V_۱) = ۱۰^{۵}(-۰/۲\times۲\times۱۰^{-۳}) = -۴۰ J$$

۲۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

در هر سه فرایند دمای دستگاه از $T_۱$ به دمای $T_۲$ افزایش یافته و چون انرژی درونی مقدار معینی گاز آرمانی تابع دمای مطلق آن است، پس تغییر انرژی درونی در هر سه فرایند یکسان خواهد بود.

۲۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

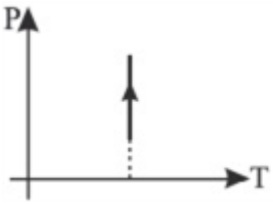
در شکل (الف) فرایند هم‌دما است و چون حجم گاز افزایش یافته پس:

فرایند انبساطی : $W < ۰$

فرایند هم‌دما $\Delta U = ۰ \Rightarrow Q = -w$

$\Rightarrow Q > ۰$ گرماگیر

در شکل (ب) فرایند هم‌دما است:



$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow{T_۱ = T_۲} P_۱V_۱ = P_۲V_۲$$

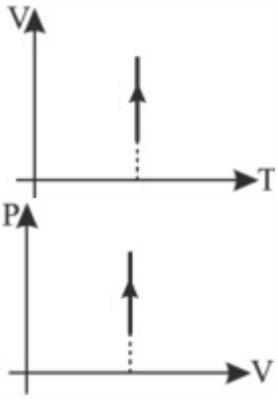
با توجه به اینکه فشار گاز افزایش یافته، پس برای برقراری تساوی بالا باید حجم کاهش یابد، یعنی فرایند برعکس فرایند شکل (الف) هم‌دما و تراکمی است و باید گرماده باشد.

در شکل (ج) فرایند هم‌حجم است:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow{V_۱ = V_۲} \frac{P_۱}{T_۱} = \frac{P_۲}{T_۲}$$

با افزایش فشار، دمای گاز نیز افزایش می‌یابد.

فرایند هم‌حجم : $\Delta U = Q \xrightarrow[\Delta U > ۰]{\text{افزایش دما}} Q > ۰ \Rightarrow$ فرایند گرماگیر



۲۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در فرایند بی‌دررو فشار گاز کاهش یافته است، بنابراین نمودار $P - V$ این فرایند به صورت روبه‌رو است:

حجم فرایند افزایش یافته پس:

فرایند انبساطی : $W < ۰$

فرایند بی‌دررو : $\Delta U = W \Rightarrow \Delta U < ۰$

در فرایند هم‌دما، کار مثبت بوده و فرایند تراکمی است:

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

بنابراین فشار افزایش می‌یابد.



۳۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

فرایند هم‌حجم بوده و کار انجام شده در فرایند هم‌حجم صفر است.

۳۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار فشار برحسب چگالی درمی‌یابیم شیب خط نمودار ثابت (α) و عرض از مبدأ آن صفر است؛ بنابراین معادلهٔ آن به صورت مقابل خواهد بود: $P = \alpha\rho \quad (۱)$

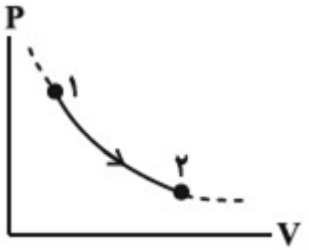
از طرفی طبق معادلهٔ حالت داریم: $\mathrm{PV} = \mathrm{nRT} \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} \mathrm{PV} = \frac{m}{M}\mathrm{RT}$

$$\Rightarrow P = \frac{m}{\mathrm{MV}}\mathrm{RT} \xrightarrow{\frac{m}{V}=\rho} P = \frac{\rho\mathrm{RT}}{M} \quad (۲)$$

اگر رابطهٔ ۱ را با ۲ برابر قرار دهیم، داریم:

$$(۱\ ,\ ۲)\ \alpha\rho = \frac{\rho\mathrm{RT}}{M} \Rightarrow \alpha = \frac{\mathrm{RT}}{M} = \text{ثابت} \xrightarrow{R\ ,\ M\ \text{ثابت}} T\ \text{ثابت}$$

بنابراین درمی‌یابیم فرایند مورد نظر هم‌دما است. از طرفی چون فشار کاهش یافته، بنابراین انبساط هم‌دما است و نمودار آن مطابق شکل زیر است.



۳۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از فرمول کار فرایند هم‌فشار و معادله حالت داریم:

$$\left.\begin{matrix} W' = \mathrm{P}\Delta\mathrm{V} \\ \mathrm{PV} = \mathrm{nRT} \end{matrix}\right\} \Rightarrow W' = \mathrm{nR}\Delta\mathrm{T} \Rightarrow ۶۴۰ = ۲\times۸\Delta\mathrm{T} \Rightarrow \Delta\mathrm{T} = ۴۰K$$

چون تغییرات دمای کلوین و درجهٔ سلسیوس با هم برابر است، داریم:

$$\Delta\theta = \Delta\mathrm{T} = ۴۰^\circ \Rightarrow \theta_۲ - \theta_۱ = ۴۰^\circ C \Rightarrow ۲\theta_۱ - \theta_۱ = ۴۰^\circ C \Rightarrow \theta_۱ = ۴۰^\circ C$$

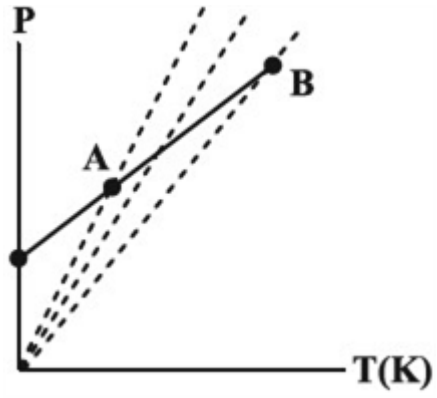
$$\Rightarrow \theta_۲ = ۲\times۴۰ = ۸۰^\circ C \Rightarrow T_۲ = ۲۷۳ + ۸۰ \Rightarrow T_۲ = ۳۵۳K$$

۳۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با افزایش حجم در فرایند هم‌فشار، دما نیز افزایش می‌یابد، در فرایند بی‌دررو باید با افزایش ناگهانی حجم، کاهش مختصر دما و افت فشار را ایجاد کنیم، به این ترتیب گزینهٔ ۳ صحیح است.

۳۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر حجم گاز ثابت باشد، طبق رابطهٔ $P = \frac{nR}{V}T$، نمودار فشار برحسب دمای مطلق، خطی راست است که امتداد آن از مبدأ می‌گذرد. در نمودار داده شده امتداد نمودار از مبدأ نمی‌گذرد، پس حجم ثابت نیست.

مطابق شکل اگر چند نمودار هم‌حجم رسم کنیم، شیب این خط‌ها (یعنی $\frac{nR}{V}$) از A به B کاهش می‌یابد، بنابراین طبق رابطهٔ $\frac{nR}{V}$ که معرف شیب نمودار است، حجم گاز افزایش یافته است.

$$\left(\frac{nR}{V}\right)\downarrow \Rightarrow \frac{nR = \text{ثابت}}{V\uparrow}$$



۳۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$MH_2O = ۱۸\,gr$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{۱۸۰۰}{۱۸} = ۱۰۰ \text{ مول}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{۱۰۰ \times ۸ \times ۳۷۳}{۱۰^۵} = ۲/۹۸۴ m^۳ = ۲۹۸۴\,lit$$

۳۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا نمودار $P-V$ این فرایند را رسم می‌کنیم. در نمودار $P-V$ مساحت زیر نمودار برابر قدرمطلق کار انجام شده است. با توجه به شکل مشخص است که کار فرایند هم‌دما ab از کار فرایند ۱ کوچک‌تر و از کار فرایند ۲ بزرگ‌تر است. پس داریم:

$$W_{۲} < W_{ab} < W_{۱} \quad (۱)$$

از طرفی چون فرایند ab هم‌دما است پس داریم:

$$T_a = T_b \xrightarrow{PV=nRT} P_aV_a = P_bV_b$$

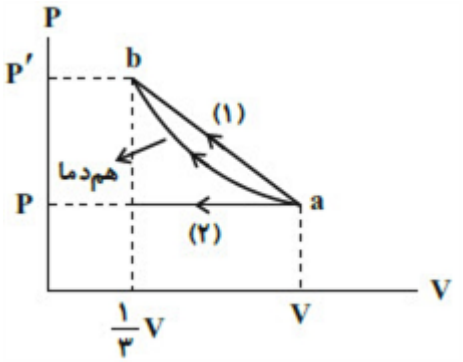
$$\xrightarrow[P_a=P]{V_a=V\,,\,V_b=\frac{۱}{۳}V} PV = \frac{۱}{۳}P'V \Rightarrow P' = ۳P \quad (۲)$$

اکنون از مساحت زیر نمودار داریم:

$$|W_{۱}| = \frac{(P+P')\times\frac{۲}{۳}V}{۲} \xrightarrow{(۲)} |W_{۱}| = \frac{۴}{۳}PV$$

$$|W_{۲}| = P\times\frac{۲}{۳}V = \frac{۲}{۳}PV \xrightarrow{(۱)} \frac{۲}{۳}PV < W_{ab} < \frac{۴}{۳}PV$$

توجه داریم که چون فرایند ab و فرایندهای ۱، ۲ تراکم‌اند، پس W در این فرایندها مثبت است.



۳۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. براساس معادلهٔ حالت داریم:

$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR}$$

از آنجا که مقادیر n و R ثابت هستند هر چقدر حاصل‌ضرب PV بزرگ‌تر باشد، دما نیز بیشتر است.

$$\begin{cases} P_CV_C = ۲\times۲/۵ = ۵ \\ P_BV_B = ۱/۵\times۳ = ۴/۵ \\ P_DV_D = ۲/۵\times۱/۸ = ۴/۵ \end{cases} \Rightarrow P_CV_C > P_BV_B = P_DV_D \Rightarrow T_C > T_B = T_D$$

۳۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هر دو فرایند، حالت اولیه و حالت نهایی یکسان است پس:

$$\Delta U_a = \Delta U_b$$

همچنین در هر دو فرایند دما افزایش یافته است:

$$\Delta U_a = \Delta U_b > ۰$$

از طرفی طبق قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta U = Q + W$$

پس:

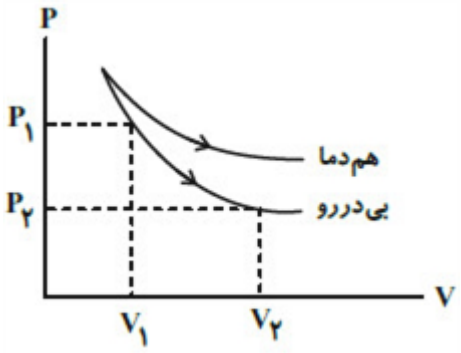
$$Q_a + W_a = Q_b + W_b$$

چون فرایندهای انبساطی هستند $W_a < ۰$ و $W_b < ۰$ و همچنین چون مساحت زیر نمودار b بیشتر از a است پس: $|W_b| > |W_a|$ است. به این ترتیب، $Q_b > Q_a$ و هر دو فرایند با دریافت گرما همراه هستند.

۳۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

اگر نمودار $P-V$ فرایند هم‌دما و بی‌دررو را رسم کنیم، به صورت مقابل خواهد شد.

همان‌طور که مشخص است در انبساط بی‌دررو فشار کاهش می‌یابد و چون افت فشار در فرایند بی‌دررو بیشتر از هم‌دما است طبق نمودار، دما کاهش می‌یابد لذا انرژی درونی در فرایند بی‌دررو کاهش می‌یابد.



۴۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم انرژی درونی گاز، تابع دمای مطلق آن است. از طرف دیگر، بنابه رابطهٔ $PV=nRT$، $PV \propto T$ می‌باشد. بنابراین داریم:

$$U \propto T \propto PV \Rightarrow U \alpha PV \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱}=\frac{P_۲V_۲}{P_۱V_۱} \xrightarrow[P_۱=۶\times۱۰^۵\ Pa, V_۱=۱L]{P_۲=۲\times۱۰^۵\ Pa\ ,\ V_۲=۳L}$$

$$\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{۲\times۱۰^۵\times۳}{۶\times۱۰^۵\times۱}=۱ \Rightarrow U_۲=U_۱$$

۴۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای سلسیوس را به کلوین تبدیل می‌کنیم و سپس از رابطهٔ $W=-nR\Delta T$ کار انجام شده بر روی گاز را می‌یابیم. دقت کنید، چون $\Delta T=\Delta\theta$ است، می‌توان دمای کلوین را به سلسیوس تبدیل نمود.

$$T_۲=\theta_۲+۲۷۳=۲۷+۲۷۳=۳۰۰K$$

$$W=-nR(T_۲-T_۱) \xrightarrow[n=۲\ mol]{T_۱=۴۰۰K} W=-۲\times۸\times(۳۰۰-۴۰۰)=۱۶۰۰J$$

می‌بینیم کار انجام شده بر روی گاز $۱۶۰۰J$ است، بنابراین کار انجام شده توسط گاز $W'=-W=-۱۶۰۰J$ خواهد بود.

۴۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ $PV = nRT$، برای مقدار معینی گاز کامل، $T \propto PV$ می‌باشد، در نتیجه با توجه به اینکه $P_C V_C = ۶ P_A V_A$ است، می‌توان گفت $T_C = ۶ T_A$ و برای مقدار معینی گاز کامل داریم:

$$\frac{U_C}{U_A} = \frac{T_C}{T_A} = ۶ \Rightarrow U_C = ۶ U_A$$

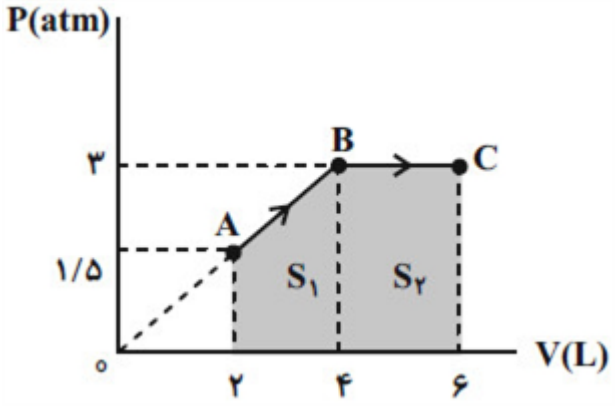
$$\Rightarrow \Delta U = U_C - U_A = ۵ U_A = ۵ \times ۱۲۰۰ = ۶۰۰۰ J$$

در گام بعدی با محاسبهٔ سطح محصور بین نمودار و محور V می‌توانیم مقدار کار کل انجام شده را به دست آوریم.

$$|W| = S_۱ + S_۲ = \frac{(۳ + ۱/۵) \times ۱۰^۵}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{-۳} + ۳ \times ۱۰^۵ \times ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۱۰۵۰$$

طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow ۶۰۰۰ = Q - ۱۰۵۰ \Rightarrow Q = ۷۰۵۰ J$$



۴۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا توسط قانون گازهای آرمانی، دمای نقاط a و c را می‌یابیم:

$$PV = nRT \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow[V_a = ۸L]{P_a = ۶ \text{ atm}} T_a = \frac{۶ \times ۱۰^۵ \times ۸ \times ۱۰^{-۳}}{nR} = \frac{۴۸۰۰}{nR} \\ \xrightarrow[V_c = ۱۶L]{P_c = ۳ \text{ atm}} T_c = \frac{۳ \times ۱۰^۵ \times ۱۶ \times ۱۰^{-۳}}{nR} = \frac{۴۸۰۰}{nR} \end{cases}$$

$$\Rightarrow T_a = T_c \xrightarrow{U \propto T} U_a = U_c \Rightarrow \Delta U_{ac} = ۰$$

بنابراین داریم:

$$\Delta U_{ac} = W_{abc} + Q_{abc} \xrightarrow{\Delta U_{ac} = ۰} W_{abc} = -Q_{abc}$$

$V_c > V_b \Rightarrow W_{bc} < ۰$ اما گزینهٔ ۲ درست نیست.

$P_b V_b > P_a V_a \Rightarrow T_b > T_a \Rightarrow \Delta U_{ab} > ۰$

$$\Delta U_{ac} = \Delta U_{ab} + \Delta U_{bc} \xrightarrow{\Delta U_{ac} = ۰} \Delta U_{ab} = -\Delta U_{bc} \xrightarrow{\Delta U_{ab} > ۰} \Delta U_{bc} < ۰$$

۴۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه برای مقدار معینی گاز آرمانی دما برحسب کلوین (T) متناسب با (PV) است. می‌توان نوشت:

اگر بخواهیم فرایند هم‌دما باشد باید $n'PV = P \times nV$ باشد، در نتیجه $n = n'$ و مورد الف نادرست است.

اگر بخواهیم فرایند بی‌دررو باشد با توجه به اینکه $W < ۰$ و $\Delta U < ۰$ است، یعنی دما کاهش یافته است، پس باید $nPV < n'PV$ و در نتیجه $n < n'$ باشد در نتیجه مورد ب و پ هم نادرست می‌باشد.

اما اگر $n > n'$ باشد می‌توان گفت در این فرایند دما افزایش یافته و در نتیجه $\Delta U > ۰$ و چون فرایند انبساطی است $W < ۰$ است:

$$\underbrace{\Delta U}_{\text{مثبت}} = Q + \underbrace{W}_{\text{منفی}} \Rightarrow Q > ۰$$

۴۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم انرژی درونی مقدار معینی گاز آرمانی با دمای مطلق آن متناسب است.

$$\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}\ \ (I)$$

طبق قانون گازهای آرمانی داریم:

$$\Rightarrow \mathrm{PV}=\mathrm{nRT}\Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times\frac{V_۲}{V_۱}\xrightarrow[V_۲=۲V_۱]{P_۲=۱/۴P}\Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=۱/۴\times۲=۲/۸$$

$$\xrightarrow{(I)}\frac{U_۲}{U_۱}=۲/۸\Rightarrow \text{درصد تغییرات انرژی درونی}=\left(\frac{U_۲}{U_۱}-۱\right)\times۱۰۰=(۲/۸-۱)\times۱۰۰=۱۸۰\%$$

۴۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون فرایند خیلی سریع انجام شده است، با فرایند بی‌دررو سروکار داریم:

$$\Delta \mathrm{U}=W=-۳۰J$$

از آن‌جایی که انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است، می‌توان نوشت:

$$\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}=\frac{۴۵/۵+۲۷۳}{۹۱+۲۷۳}=\frac{۳/۵}{۴}=\frac{۷}{۸}$$

$$\frac{۷}{۸}U_۱-U_۱=-۳۰\Rightarrow U_۱=۲۴۰J, U_۲=۲۱۰J$$

۴۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\text{AB}: T_A=T_B\Rightarrow P_AV_A=P_BV_B\Rightarrow ۳\times۱=P_B\times۵\Rightarrow P_B=\frac{۳}{۵}=۰/۶\ \mathrm{atm}\quad (\text{هم دما})$$

$$\text{BC}: W=-\mathrm{P}\Delta \mathrm{v}=-(۰/۶\times۱۰^{۵})(-۳\times۱۰^{-۳})=۱۸۰j\quad (\text{هم فشار})$$

۴۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$W=-\mathrm{P}\Delta \mathrm{v}=-(۲\times۱۰^{۵})(۷\times۱۰^{-۳}-۱۲\times۱۰^{۳})=+۱۰۰۰j$$

$$\Delta \mathrm{u}=Q+W=(-۴۰۰)+(+۱۰۰۰)=۶۰۰j$$

۴۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$P_{g_۱}=۳/۸\mathrm{atm}\Rightarrow P_۱=۴/۸\ \mathrm{atm}$$

$$\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}=\frac{۲۷۳-۳۳}{۲۷۳+۴۷}=\frac{۲۴۰}{۳۲۰}=\frac{۳}{۴}$$

$$P_۲=\frac{۳}{۴}\times P_۱=\frac{۳}{۴}\times۴/۸=۳/۶\ \mathrm{atm}$$

$$P_{g_۲}=۳/۶-۱=۲/۶\ \mathrm{atm}$$

۵۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. کل کار انجام شده در یک فرآیند برابر است با حاصل جمع کارها در هر مسیر.

$$W_t=W_{\mathrm{AB}}+W_{\mathrm{BC}}+W_{\mathrm{CD}}$$

W_t = (مساحت داخل فرآیند) = مجموع مساحت زیر هر فرآیند

$$W_{\mathrm{AB}}=۵\times۱۰^{۵}\times۲۰۱۰^{-۳}=۵\times۲۰\times۱۰^{۲}=۱۰\times۱۰^{۳}j$$

$W_{\mathrm{BC}}=۰$ بدون تغییر حجم

$$W_{\mathrm{CD}}=-۲۰\times۱۰^{-۳}\times۳\times۱۰^{۵}=-۶\times۱۰^{۳}j$$

$$W_t=(۱۰+(-۶))\times۱۰^{۳}=۴\times۱۰^{۳}j$$

۵۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

هم‌دما $P_1V_1 = P_2V_2$

$$\left(\frac{۱۷/۵}{۵\times۱۰^{-۳}} + P_۰\right)(۴۰) = \left(\frac{۱۷۵}{۵\times۱۰^{-۳}} + P_۰\right)(۳۰)$$

$$P_۰ = \frac{۳(۱۷۵) - ۴(۱۷/۵)}{۵\times۱۰^{-۳}} = ۹/۱\times۱۰^{۴}$$

۵۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق رابطه قانون گازهای کامل $PV = nRT$، مقادیر V و R طبق اطلاعات سؤال ثابت می‌باشند. P در این رابطه فشار مطلق می‌باشد (نه فشار پیمانه‌ای) دما نیز برحسب کلوین می‌باشد.

در حالت اول: $P - P_۰ = ۳\times۱۰^{۵} \Rightarrow P = ۴\times۱۰^{۵}$ در ادامه وقتی $\frac{۱}{۵}$ جرم گاز از ظرف خارج شود، $\frac{۴}{۵}$ آن در ظرف باقی می‌ماند:

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{n_۲}{n_۱}\times\frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{P_۲}{۴\times۱۰^{۵}} = \frac{۴}{۵}\times\frac{(۲۷۳+۲۷)}{(۲۷۳+۴۷)} \Rightarrow P_۲ = ۳\times۱۰^{۵} \Rightarrow P_۲ - P_۰ = ۲\times۱۰^{۵}(\text{pa})$$

۵۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

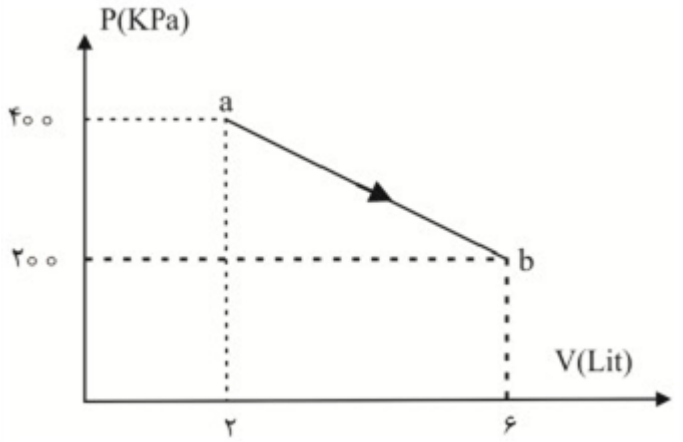
الف: در فرآیند هم‌حجم امکان‌پذیر است.

ب: در فرآیند بی‌دررو امکان‌پذیر است.

ج: در فرآیند هم‌دما امکان‌پذیر است.

د: در فرآیند بی‌دررو امکان‌پذیر است.

۵۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$u\times T\times P_۰V$

حاصل‌ضرب PV در نقطه‌ی b، $\frac{۳}{۲}$ برابر نقطه‌ی a بوده و این یعنی دما و انرژی درونی آن نیز $\frac{۳}{۲}$ برابر است با:

$$u_b = \frac{۳}{۲}u_a = ۷۵۰\text{J}$$

$$\Delta u = u_b - u_a = ۲۵۰\text{J}$$

$$W = -S_{\text{زیر نمودار}} = -\frac{(۴۰۰+۲۰۰)\times۴}{۲}\times۱۰^{۳}\times۱۰^{-۳} \Rightarrow W = -۱۲۰۰\text{J}$$

$$\Delta u = Q + W \Rightarrow ۲۵۰ = Q - ۱۲۰۰ \Rightarrow Q = ۱۴۵۰\ J \text{ (گرما می‌گیرد)}$$

۵۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۵۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{۵\times۱۰^{۵}(۶\times۱۰^{-۳})}{۱\times۸} = \frac{۳۰۰۰}{۸} = ۳۷۵K$$

$$T_C = T_B = \frac{P_B V_B}{\mathrm{nR}} = \frac{۵\times۱۰^{۵}(۱۰\times۱۰^{-۳})}{۱\times۸} = \frac{۵۰۰۰}{۸} = ۶۲۵K$$

$$\Delta \mathrm{u} = \frac{۵}{۲} nR\Delta T = \frac{۵}{۲}\times۱\times۸(۶۲۵ - ۳۷۵) = ۵۰۰۰J$$

۵۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$W + Q = ۰ \Rightarrow ۶۰۰ + Q = ۰ \Rightarrow Q = -۶۰۰J$$

$$T_B = T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{۲\times۱۰^{۵}(۵\times۱۰^{-۳})}{\frac{۱۶}{۳۲}\times۸} = ۲۵۰K$$

۵۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} \text{فرایند هم دما۱} \Rightarrow \Delta \mathrm{u}_۱ = ۰ \Rightarrow Q_۱ + W_۱ = ۰ \Rightarrow |Q_۱| = |W_۱| \\ \text{فرایند بی در رو۲} \Rightarrow Q_۲ = ۰ \Rightarrow \Delta \mathrm{u}_۲ = W_۲ \Rightarrow |\Delta \mathrm{u}_۲| = |W_۲| \end{cases}$$

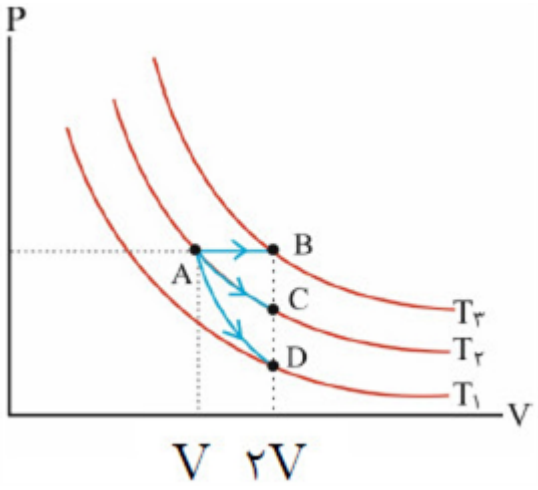
با توجه به نمودار $\Rightarrow |W_۱| > |W_۲| \Rightarrow |Q_۱| > |\Delta \mathrm{u}_۲|$

۵۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

AB هم‌فشار

AC هم‌دما

AD بی‌دررو

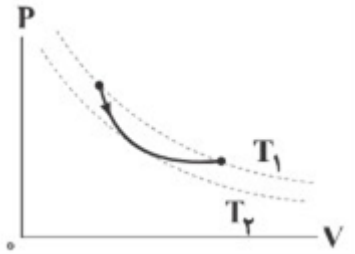


۶۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. سطح زیر نمودار $P - V$ معرف کاری است که بر روی گاز انجام می‌شود.

$$S = \frac{(۲ + ۱)}{۲}\times۱۰^{۵}\times(۸ - ۲)\times۱۰^{-۳} = +۹۰۰J$$

کار گاز روی محیط $-۹۰۰J$ است.

۶۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همان‌طور که در صورت سؤال گفته شده است، فرایند، هم‌دما نیست. اما با توجه به آن‌که حاصل PV در ابتدا و انتهای فرایند، یکسان است، پس نقاط ابتدایی و انتهایی فرایند، در نقاطی هم‌دما $(T_۱)$ بوده‌اند، اما طبق شکل زیر، میانه‌ی فرایند از نقطه‌ای با دمای کم‌تر $(T_۲)$ عبور کرده است، پس انرژی درونی گاز ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد و به مقدار اولیه‌ی خود می‌رسد.



۶۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به کمک قانون اول ترمودینامیک می‌توان این مقدار را به دست آورد. البته باید به یاد داشته باشید که اگر گاز گرما بگیرد، علامت آن مثبت و اگر گاز گرما از دست بدهد، علامت آن منفی خواهد بود، بنابراین:

$$\left.\begin{array}{c}\Delta \mathrm{U}=Q+W \\ \Delta \mathrm{U}=U_۲-U_۱=۴۹۰-۲۸۰=۲۱۰\mathrm{J} \\ Q=-۲۵۰\mathrm{J}\end{array}\right\} \Rightarrow ۲۱۰=-۲۵۰+W \Rightarrow W=۴۶۰\mathrm{J}$$

۶۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دمای ابتدایی و نهایی گاز را مقایسه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{c}P_B V_B=۰/۸\, P\times ۲\mathrm{V}=۱/۶\mathrm{PV} \\ P_A V_A=P\times V=\mathrm{PV}\end{array}\right\} \Rightarrow P_B V_B>P_A V_A$$
$$\xrightarrow{T\propto \mathrm{PV}} T_B>T_A$$

پس فرایند هم‌دما نیست. (رد گزینه‌ی (۲))

هم‌چنین فرایند بی‌دررو نیست زیرا گاز منبسط شده اما دمای آن کاهش نیافته است. (رد گزینه‌ی (۴)) چون گاز منبسط شده، کار انجام شده روی گاز، منفی است (رد گزینه‌ی (۱))، بنابراین:

$$T_B>T_A \Rightarrow U_B>U_A \Rightarrow \Delta \mathrm{U}>۰$$
$$\left\{\begin{array}{l}\Delta \mathrm{U}>۰ \\ W<۰\end{array}\right. \Rightarrow Q>۰$$

پس گزینه‌ی (۳) درست است.

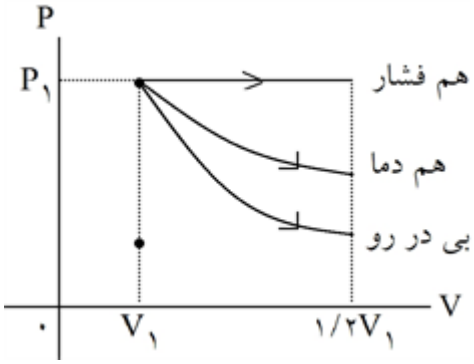
۶۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گرمای داده شده در فرآیند هم‌دما صفر نیست.

ب غلط است ⟸ گزینه ۳ و ۴ حذف

بی‌دررو : $\Delta U = W \xrightarrow[W(-)]{\text{انبساط}} \Delta U$

پ درست است.

$$\left.\begin{matrix} P_B = P_A \\ V_B = ۳V_A \end{matrix}\right\} \Rightarrow U_B = ۳U_A$$



۶۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گزینهٔ (۱): فرآیند AB هم‌دما است.

از طریق معادله حالت : $P_A = \frac{nRT_A}{V_A} = \frac{۱\times۸\times۲۰۰}{۲\times۱۰^{-۳}} = ۸\times۱۰^{۵}\ \text{Pa}$

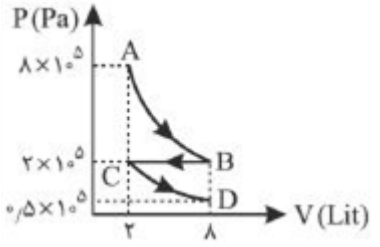
چون هم دماست : $P_AV_A = P_BV_B \Rightarrow ۸\times۱۰^{۵}\times۲ = P_B\times۸ \Rightarrow P_B = ۲\times۱۰^{۵}\ \text{Pa}$

گزینهٔ (۲): فرآیند BC هم‌فشار است.

$$\Rightarrow P_B = P_C = ۲\times۱۰^{۵}\ \text{Pa}$$

گزینهٔ (۳): فرآیند CD هم‌دما است.

$$\begin{cases} T_C = \frac{P_CV_C}{nR} = \frac{۲\times۱۰^{۵}\times۲\times۱۰^{-۳}}{۱\times۸} = ۵۰\text{K} \\ P_CV_C = P_DV_D \Rightarrow ۲\times۱۰^{۵}\times۲ = P_D\times۸ \Rightarrow P_D = ۰/۵\times۱۰^{۵}\ \text{Pa} \end{cases}$$



۶۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

فرآیند AB هم‌حجم است، بنابراین $W_{AB} = ۰$.

$$\begin{cases} \text{فرآیند BC} \Longleftarrow \text{نیز هم فشار است.} \quad W = -nR\Delta T \\ \frac{T_C}{T_B} = \frac{V_C}{V_B} \end{cases}$$

$$\frac{T_C}{۶۰۰} = \frac{۴۵}{۶۰} \Rightarrow T_C = ۴۵۰\text{K} \Rightarrow W = -nR\Delta T = -۱\times۸\times(۴۵۰ - ۶۰۰)$$

$$\Rightarrow W = +۸\times۱۵۰ = ۱۲۰۰\text{J}$$

۶۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به آنکه فرایند بی‌دررو است، دما تغییر می‌کند و دما افزایش می‌یابد.

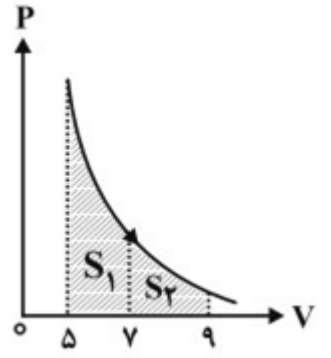
الف) درست: انرژی درونی افزایش می‌یابد.

ب) نادرست: دمای گاز کم می‌شود.

ج) نادرست: دمای گرمای مبادله‌شده صفر است.

د) نادرست: کار انجام شده برابر تغییرات انرژی درونی است.

۶۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل نمودار $P-V$ فرایند انبساطی بی‌دررو، می‌توان نوشت:



$$S_۱ > S_۲ \Rightarrow |W_۱| > |W_۲|$$

همچنین در فرایند بی‌دررو $Q = ۰$ است، پس:

$$\Delta U = Q + W$$

$$\xrightarrow{Q=۰} \Delta U = W \Rightarrow |\Delta U| = |W| \xrightarrow{|W_۱|>|W_۲|} |\Delta U_۱| > |\Delta U_۲|$$

۶۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مرحله‌ی اول: هم‌حجم گرماگیر، مرحله دوم: هم‌فشار انبساطی

۷۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

ضریب انبساط مایعات از ضریب انبساط جامدات بزرگ‌تر است، بنابراین با کاهش دما، سرعت کاهش حجم جیوه از سرعت کاهش حجم مکعب بیشتر است. از این رو سرعت افزایش چگالی جیوه از سرعت افزایش چگالی مکعب فلزی بیشتر بوده و مکعب مقداری از جیوه خارج می‌شود.

۷۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

فرایند (۱) یک فرایند هم‌فشار انبساطی است، بنابراین گاز در این فرایند گرما دریافت می‌کند. در فرایند (۲) فشار گاز طی یک فرایند هم‌حجم افزایش یافته، بنابراین در این فرایند گاز گرما دریافت کرده است اما در فرایند (۳) گاز گرما از دست می‌دهد.

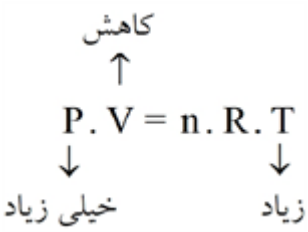
۷۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$|W| = \text{مساحت زیر نمودار} = \frac{(۳+۲)}{۲} \times ۱۰^{۵} \times (۳-۱) \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow W = -۵۰۰\,\text{J}$$

$$\Delta U = U_B - U_A = ۹۱۲ - ۴۵۶ = ۴۵۶$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow ۴۵۶ = Q - ۵۰۰ \Rightarrow Q = ۹۵۶\,\text{J}$$

۷۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در فرآیند بی‌دررو $Q = ۰$ بوده و لذا $\Delta u = w$ است. بنابراین با توجه به تراکمی بودن فرآیند، $w > ۰$ است که در نتیجه $\Delta u > ۰$ خواهد بود و نشانه افزایش دمای گاز است.



۷۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کار انجام‌شده در فرایند هم‌فشار از رابطه‌ی $W = -P\Delta V$ به دست می‌آید.

$$\begin{cases} W = -P\Delta V \\ PV = nRT \Rightarrow P\Delta V = nR\Delta T \end{cases} \Rightarrow W = -nRT$$

از قبل می‌دانیم که تغییرات دما برحسب درجه ی سلسیوس و کلوین با هم برابر هستند، در نتیجه:

$$\Delta T = \Delta\theta = ۷۷ - ۲۷ = ۵۰K$$

بنابراین: $$W = -۸\times۸\times۵۰ = -۳۲۰۰J \Rightarrow |W| = ۳۲۰۰J$$

۷۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا نوع هر فرایند را مشخص می‌کنیم:

$AB \rightarrow$ هم‌فشار $\quad CA \rightarrow$ هم‌دما $\quad BC \rightarrow$ هم‌حجم

در فرایند هم‌دمای CA، $\Delta U = ۰$. از طرفی فشار گاز در حال افزایش است، پس با توجه به رابطه‌ی $PV = nRT$، با افزایش فشار، حجم گاز کاهش می‌یابد، پس:

$$\Delta P > ۰ \Rightarrow \Delta V < ۰ \Rightarrow W > ۰$$

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

$$\xrightarrow{\Delta U = ۰} Q = -W \Rightarrow Q < ۰$$

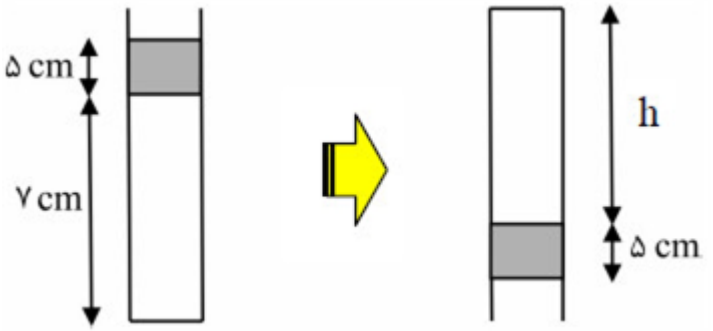
در فرایند هم‌فشار AB، دمای گاز در حال افزایش است، در نتیجه حجم گاز هم افزایش می‌یابد، پس:

$$\Delta T > ۰ \Rightarrow \begin{cases} \Delta V > ۰ \Rightarrow W < ۰ \\ \Delta U > ۰ \end{cases}$$

طبق قانون اول ترمودینامیک : $\Delta U = Q + W \xrightarrow[W<۰]{\Delta U>۰} Q > ۰$

در فرایند هم‌حجم BC مقدار کار برابر صفر است، پس $W = ۰$. و از طرفی دمای گاز در حال کاهش است، یعنی انرژی درونی گاز در حال کاهش است ($\Delta U < ۰$).

۷۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\begin{cases} P_۱ = P_۰ - ۵ = ۷۰ \text{ cmHg} \ (۲)(۱) \\ V_۱ = A\times h \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_۱ = P_۰ + ۵ = ۸۰ \text{ cmHg} \\ V_۱ = A\times ۷ \end{cases}$$

دما ثابت $\Rightarrow P_۱V_۱ = P_۲V_۲ \Rightarrow ۸۰\times۷ = ۷۰\times h_۲ \Rightarrow h_۲ = ۸cm \Rightarrow \Delta h = ۸ - ۷ = ۱ \text{ cm}$

۷۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. شیب نمودار $P-V$ فرآیند بی‌دررو همواره از هم‌دما بیشتر بوده و لذا فرآیند CA بی‌دررو است.

$$\Delta u = \Delta u_{A\to B} + \Delta u_{B\to C} + \Delta u_{C\to A} = ۰ \Rightarrow ۰ + Q_{B\to C} + \frac{۳}{۲}nR\Delta T = ۰$$

بی دررو هم حجم هم دما

$$\Rightarrow Q_{B\to C} + \frac{۳}{۲}\times ۲\times ۸\times ۵۰ = ۰ \Rightarrow Q_{B\to C} = -۱۲۰۰J$$

۷۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر فرآیند هم‌دما باشد، کل گرمای داده شده صرف انجام کار شده و دما و انرژی درونی ثابت می‌ماند. توجه کنید ممکن است فرآیند هم‌فشار و هم‌حجم باشد که نشانه غلط بودن گزینه‌های ۲ و ۳ است.

۷۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. حرکت بدون اصطکاک پیستون نشانهٔ هم‌فشار بودن فرآیند است. در فرآیند هم‌فشار اولاً همواره Q و Δu هم‌علامت هستند و ثانیاً بین اندازهٔ Δu، Q و W نسبت‌های ۲, ۷, ۵ برقرار است.

$$\text{کل } \Delta u = \frac{۵}{۷}Q = ۲۵۰J$$

۸۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فرآیند انبساطی بوده و کار دستگاه روی محیط منفی و کار محیط روی دستگاه مثبت است. برای محاسبهٔ کار از سطح زیر نمودار بهره می‌گیریم:

$$W' = \left[\frac{(۴۰۰+۱۰۰)\times ۲}{۲} + \frac{(۱۰۰+۲۰۰)\times ۲}{۲}\right] \times ۱۰^{۳}\,\text{Pa} \times ۱۰^{-۳}m^{۳} \Rightarrow W' = ۸۰۰J$$

۸۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون هر سه فرایند از نقطه‌ی A شروع و به نقطه‌ی B ختم شده‌اند، تغییرات انرژی درونی گاز در هر سه مسیر با هم برابر است. از طرف دیگر، چون حجم گاز افزایش یافته است، در هر سه فرایند علامت کار انجام شده روی دستگاه منفی است. بنابراین داریم:

$$\Delta U = W_۱ + Q_۱ = W_۲ + Q_۲ = W_۳ + Q_۳ = \text{ثابت}$$

با توجه به این‌که مساحت زیر نمودار در فرایند ۱ بزرگ‌تر از فرایند ۲ و در فرایند ۲ بزرگ‌تر از فرایند ۳ است داریم:

$$|W_۱| > |W_۲| > |W_۳|$$

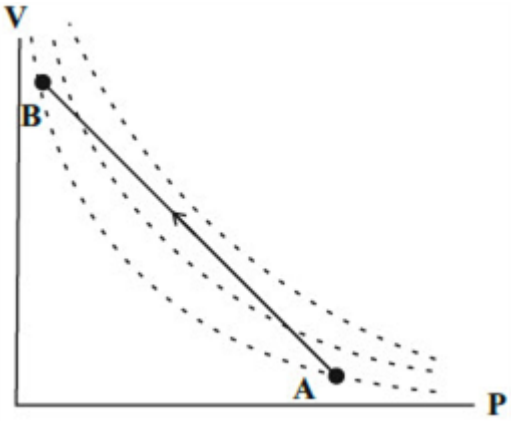
چون $W < ۰$ است، بنابراین: $Q_۱ > Q_۲ > Q_۳$

۸۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادله‌ی حالت برای فرایندهای هم‌دما، برای دماهای مختلف مقدار معینی گاز کامل داریم:

$$\mathrm{PV} = \mathrm{nRT} \Rightarrow V \propto \frac{T}{P}$$

مشاهده می‌شود که فرایند از نقطه‌ی A شروع شده که در نمودار هم‌دمای ۱ قرار دارد و سپس به نمودار هم‌دمای ۲ رسیده که دمای آن از ۱ بیش‌تر است و سپس به ۳ و مجدداً به ۲ و ۱ برگشته است.

عبارت $P_A V_A = P_B V_B$ نشان از این دارد که دمای حالت‌های A و B با هم برابر هستند، اما لزومی ندارد که دما در طول مسیر ثابت بماند.



۸۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییرات انرژی درونی گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta \mathrm{U} = U_B - U_A = ۷۲۰ - ۳۵۰ = ۳۷۰\mathrm{J}$$

چون نمودار $P - V$ است، مساحت محصور زیر نمودار برابر کار است:

$$S_{\text{ذوزنقه}} = \frac{(۶+۵)\times ۱۰^{۵} \times (۶-۴)\times ۱۰^{-۳}}{۲} = ۱۱۰۰\mathrm{J}$$

$$\Rightarrow W = -۱۱۰۰\mathrm{J}$$

طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta \mathrm{U} = Q + W \Rightarrow ۳۷۰ = Q - ۱۱۰۰ \Rightarrow Q = ۱۴۷۰\mathrm{J}$$

چون $Q > ۰$ است، یعنی گرما گرفته است.

۸۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. کار انجام‌شده در فرایندها برابر با مساحت سطح محصور زیر نمودار $P - V$ است، بنابراین:

$$S = (۰/۰۰۹ - ۰/۰۰۳)\times ۵ \times ۱۰^{۵} = ۳۰۰۰ \Rightarrow W = -۳۰۰۰\mathrm{J}$$

گفته‌شده گاز در حین این فرایند، سه برابر اندازه‌ی کار، گرما گرفته است، بنابراین:

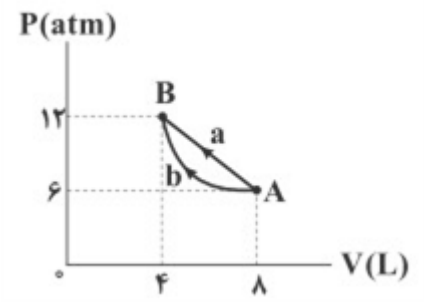
$$Q = ۳\,|W| = ۳\times ۳۰۰۰ = ۹۰۰۰\mathrm{J}$$

طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta \mathrm{U} = Q + W = ۹۰۰۰ + (-۳۰۰۰) = ۶۰۰۰\mathrm{J} = ۶\mathrm{kJ}$$

۸۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فرایند b هم‌دماست، یعنی $T_A = T_B$. از معادله‌ی حالت گاز کامل $PV = nRT$ می‌توانیم فشار گاز در نقطه‌ی B را به دست بیاوریم:

$$T_A = T_B \Rightarrow P_A V_A = P_B V_B \Rightarrow ۶ \times ۸ = P_B \times ۴$$



$$\Rightarrow P_B = ۱۲ \text{ atm}$$

طبق قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = Q + W$ و چون فرایند هم‌دماست، بنابراین:

$$\cancel{\Delta U_{AB}} = Q_a + W_a \Rightarrow Q_a = -W_a$$

می‌دانیم کار محیط روی دستگاه، برابر با مساحت سطح زیر نمودار $P - V$ است، بنابراین:

$$W_a = S_{\text{ذوزنقه}} = \frac{(۱۲ + ۶) \times ۱۰^{۵} \times (۸ - ۴) \times ۱۰^{-۳}}{۲} \Rightarrow W_a = ۳۶۰۰ \text{J}$$

بنابراین: $Q_a = -۳۶۰۰ \text{J}$

علامت منفی نشان‌دهنده‌ی این است که گاز گرما از دست می‌دهد.

۸۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

فرآیندی که به سرعت انجام شود، بی‌دررو است و می‌دانیم در فرآیند بی‌دررو با کاهش حجم دما، افزایش یافته و انرژی درونی زیاد می‌شود.

۸۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

با توجه به شکل، فرآیند در حجم ثابت انجام می‌شود زیرا جلوی حرکت پیستون گرفته شده است و چون جرم گاز نیز تغییر نمی‌کند، پس چگالی ثابت است. همچنین با توجه به شکل، گاز گرما دریافت کرده و دما و فشار گاز افزایش می‌یابد، بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

۸۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۸۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. معادله خط فرآیند را به دست می‌آوریم. شیب آن $-\frac{۱}{۲}$ است زیرا با ۴ واحد افزایش حجم، ۲ واحد کاهش فشار داشته‌ایم پس:

$$P=\frac{-۱}{۲}V+P_{۰}$$

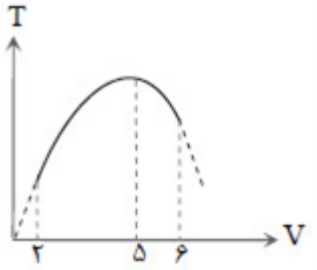
مقدار $P_{۰}$ (عرض از مبدأ خط) را با جایگذاری یکی از نقاط داخل معادله پیدا می‌کنیم:

$$\varepsilon=-\frac{۱}{۲}\times ۲+P_{۰}\rightarrow P_{۰}=۵\rightarrow P=-\frac{۱}{۲}V+۵$$

از معادله حالت گاز کامل استفاده می‌کنیم:

$$\left.\begin{matrix}PV=nRT\\ P=-\frac{۱}{۲}V+۵\end{matrix}\right\}\Rightarrow\left(-\frac{۱}{۲}V+۵\right)\times V=nRT\Rightarrow T=\frac{۱}{nR}\left(-\frac{۱}{۲}V^{۲}+۵V\right)$$

که نشان‌دهنده یک سهمی برای T برحسب V است. ضریب $V^{۲}$ منفی پس روی سهمی به طرف پایین است. هم‌چنین رأس سهمی در $-\frac{b}{۲a}=۵$ است. پس شکل آن‌را رسم می‌کنیم:



۹۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دقت کنید فشار گاز در طول آزمایش ثابت است.

$$\frac{V_{۱}}{T_{۱}}=\frac{V_{۲}}{T_{۲}}\xrightarrow{V=Ah}\frac{Ah_{۱}}{T_{۱}}=\frac{Ah_{۲}}{T_{۲}}\Rightarrow\frac{h_{۱}}{T_{۱}}=\frac{h_{۲}}{T_{۲}}$$

$$\Rightarrow\frac{۲۴}{۲۷۳+۹۱}=\frac{h_{۲}}{۲۷۳+۱۸۲}\xrightarrow{۲۷۳=۳\times ۹۱}\frac{۲۴}{۹۱(۳+۱)}=\frac{h_{۲}}{۹۱(۳+۲)}\Rightarrow h_{۲}=۳۰\,cm$$

$$\Delta h=h_{۲}-h_{۱}=۶\,cm$$

۹۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در فرایند بی‌دررو، گرمای مبادله‌شده (Q) برابر صفر است. پس تغییرات انرژی درونی گاز در این فرایند، برابر کار انجام‌شده بر روی گاز است. حال در فرایند بی‌دررو می‌توانیم تغییرات انرژی درونی را برای گاز کامل تک‌اتمی به صورت زیر به دست بیاوریم:

$$\Delta U=\frac{۳}{۲}nR\Delta T=\frac{۳}{۲}(P_{۲}V_{۲}-P_{۱}V_{۱})$$

$$\Rightarrow\Delta U=\frac{۳}{۲}(۲\times ۶-۲\times ۲۰)\times ۱۰^{۲}=\frac{۳}{۲}(۱۲-۴۰)\times ۱۰^{۲}=\frac{۳}{۲}\times(-۲۸)\times ۱۰^{۲}\Rightarrow\Delta U=-۴۲۰۰J$$

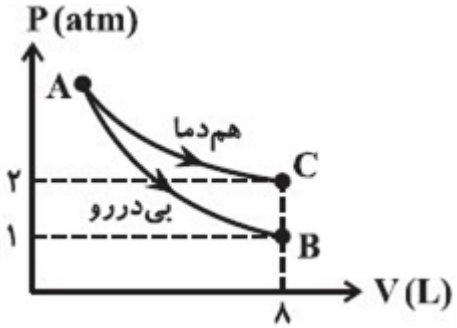
بنابراین:

$$\Delta U=\cancel{Q}+W\Rightarrow W=\Delta U=-۴۲۰۰J$$

۹۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مسیر A به B: فرآیند هم‌فشار است و حجم در حال کاهش است. (رد گزینه‌ی ۱)
مسیر B به C: فرآیند هم‌دما است. نمودار $P-V$ برای فرآیند هم‌دما به صورت منحنی است (رد گزینه‌ی ۴)
با کمی دقت در بین گزینه‌های ۲ و ۳ متوجه می‌شویم که باید فشار C را پیدا کنیم. بین نقاط B و C، فرآیند هم‌دما است:

$$\frac{P_{C}}{P_{B}}=\frac{V_{B}}{V_{C}}\Rightarrow\frac{P_{C}}{۴\times ۱۰^{۵}}=\frac{۲}{۸}\Rightarrow P_{C}=۱۰^{۵}\,Pa$$

۹۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر، چون تغییر فشار گاز در فرایند AB بیشتر از تغییر گاز در فرایند AC است، فرایند AB، بی‌دررو و فرایند AC هم‌دما است. بنابراین با توجه به این‌که در فرایند هم‌دما $P_AV_A = P_CV_C$ است، با استفاده از رابطهٔ کار در فرایند بی‌دررو می‌توان نوشت:



$$\text{AB : بی دررو} \Rightarrow Q_{AB} = ۰ \Rightarrow W_{AB} = \Delta U_{AB} = nC_V\Delta T$$

$$= \frac{C_V}{R}nR(T_B - T_A) = \frac{C_V}{R}(P_BV_B - P_AV_A)$$

$$\xrightarrow[C_V=\frac{۵}{۲}R]{P_AV_A=P_CV_C} W_{AB} = \frac{۵}{۲}(P_BV_B - P_CV_C)$$

$$\xrightarrow[P_CV_C=۲\times۱۰^{۵}\times۸\times۱۰^{-۳}=۱۶۰۰J]{P_BV_B=۱\times۱۰^{۵}\times۸\times۱۰^{-۳}=۸۰۰J} W_{AB} = \frac{۵}{۲}\times(۸۰۰ - ۱۶۰۰) = -۲۰۰۰J$$

کار گاز بر روی محیط قرینهٔ کار محیط بر روی گاز است، یعنی:

$$W_{\text{گاز روی محیط}} = -W_{\text{محیط روی گاز}} = -(۲۰۰۰) = ۲۰۰۰J$$

۹۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از دمای $T_۱$ به $T_۲$ در حجم ثابت، فشار دو برابر شده است، پس دما نیز دو برابر شده است:

$$T_۲ = ۲T_۱ = ۲\times۲۰۰ = ۴۰۰K$$

۹۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون فرایند بی‌دررو است و حجم آن افزایش پیدا کرده است، فشار آن کاهش پیدا می‌کند. علاوه بر فشار، دما هم کاهش پیدا می‌کند، در نتیجه انرژی درونی گاز نیز کاهش می‌یابد.

۹۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون دمای حالت‌های a و c یکسان است، پس تغییرات انرژی درونی گاز در هر دو مسیر برابر با صفر است.

$$\Delta U_{ac} = \Delta u_{abc} = ۰$$

$$\Rightarrow Q_{ac} + W_{ac} = Q_{ab} + Q_{bc} + W_{ab} + W_{bc} = ۰$$

$$\xrightarrow[W_{ab}=۰\ \text{فرایندی هم حجم}\ ab]{Q_{bc}=۰:\text{bc فرایندی بی دررو}} Q_{ac} + W_{ac} = Q_{ab} + W_{bc} = ۰$$

طبق معادلهٔ فوق داریم: $Q_{ab} + W_{bc} = ۰ \Rightarrow Q_{ab} = -W_{bc}$ (نادرستی گزینهٔ «۱»)

چون مساحت زیر نمودار $P - V$ در فرایند تراکمی ac بیشتر از مساحت زیر نمودار در فرایند تراکمی bc است، پس $W_{ac} > W_{bc} > ۰$ است. (نادرستی گزینهٔ «۳»)

مطابق نمودار چون $T_۲ > T_۱$ است، بنابراین در فرایند ab دمای گاز کاهش می‌یابد و در نتیجه $\Delta U_{ab} < ۰$ خواهد شد. (نادرستی گزینهٔ «۴»)

از طرفی داریم:

$$\left.\begin{array}{l} Q_{ac} + W_{ac} = ۰ \Rightarrow |Q_{ac}| = W_{ac} > ۰ \\ Q_{ab} + W_{bc} = ۰ \Rightarrow |Q_{ab}| = W_{bc} > ۰ \end{array}\right\}$$

$$W_{ac} > W_{bc} \Rightarrow |Q_{ac}| > |Q_{ab}|$$

(درستی گزینهٔ «۲»)

۹۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: A و D روی فرآیند هم‌دما قرار دارند. بنابراین:

$$P_D v_. = P_A(۳v_.) \Rightarrow (P_D = ۳P_A)$$

به فرض $P_A = P_.$ باشد. پس:

$$\left| \begin{matrix} P_D = P_C = ۳P_. \\ P_A = P_B = P_. \end{matrix} \right.$$

گام دوم: می‌دانیم برای مقدار معین گاز کامل، $U \propto T_{(k)}$ (انرژی درونی گاز با دمای مطلق گاز کامل متناسب است.)

$$\frac{U_C}{U_B} = \frac{T_C}{T_B} = \frac{\frac{P_C V_C}{nR}}{\frac{P_B V_B}{nR}} = \frac{P_C V_C}{P_B V_B} = \frac{۳P_. \times ۳V_.}{P_. \times ۵V_.} = \frac{۹}{۵}$$

$$\Rightarrow \left| \begin{matrix} \frac{U_C}{U_B} = \frac{۹}{۵} \\ U_B = ۲۵۰J \end{matrix} \right. \Rightarrow \frac{U_C}{۲۵۰} = \frac{۹}{۵} \Rightarrow U_C = ۴۵۰J$$

گام سوم:

$$B \rightarrow C : \Delta U_{BC} = W_{BC} + \cancel{Q_{BC}} \Rightarrow ۴۵۰ - ۲۵۰ = W_{BC} \Rightarrow W_{BC} = ۲۰۰\,J$$

گام چهارم:

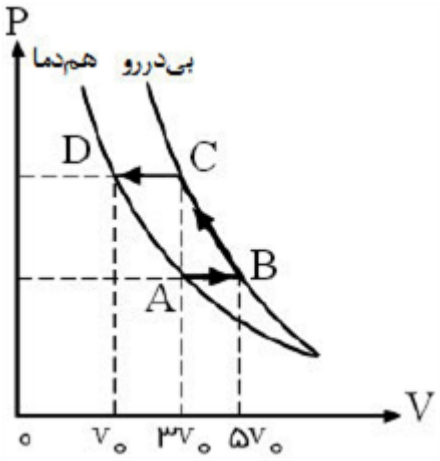
$$\begin{cases} W_{AB} = -P_.(۵V_. - ۳V_.) = -۱۵۰J \Rightarrow ۲P_.V_. = ۱۵۰ \Rightarrow P_.V_. = ۷۵ \\ V_B > V_A \Rightarrow W_{(A \rightarrow B)} < ۰ \Rightarrow W_{AB} = -۱۵۰J \end{cases}$$

$$W_{CD} = -۳P_.(V_. - ۳V_.) = ۶P_.V_. = ۶ \times ۷۵ = ۴۵۰ \Rightarrow W_{CD} = ۴۵۰J$$

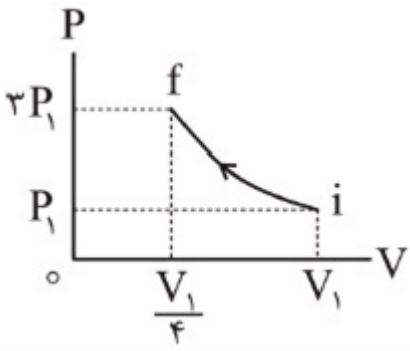
گام پنجم:

$$U_A = U_D \Rightarrow \Delta U_{AD} = ۰ \Rightarrow \Delta U_{ABCD} = ۰$$

$$\underbrace{Q_{AB}}_{} + \underbrace{W_{AB}}_{-۱۵۰\,J} + \underbrace{\Delta U_{BC}}_{۲۰۰\,J} + Q_{CD} + \underbrace{W_{CD}}_{۴۵۰\,J} = ۰ \Rightarrow Q_{AB} + Q_{CD} = -۵۰۰\,J$$



۹۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گام اول:



$$P_۲V_۲ = ۳P_۱ \times \frac{V_۱}{۴} = \frac{۳}{۴}P_۱V_۱ \Rightarrow (P_۲V_۲ < P_۱V)(*)$$

$$\mathrm{PV} = \mathrm{nRT} \Rightarrow T = \frac{\mathrm{PV}}{\mathrm{nR}} \underset{(*)}{\rightarrow} T_۲ < T_۱$$

گام دوم:

$$\mathrm{U}\alpha\mathrm{T}(k) \xrightarrow{T_۲<T_۱} U_۲ < U_۱ \Rightarrow U\downarrow \Rightarrow \Delta\mathrm{U} < ۰ \Rightarrow Q + W < ۰$$

گام سوم:

$$\left|\begin{array}{l} V\downarrow \Rightarrow W > ۰ \\ \Delta\mathrm{U} = Q + W \xrightarrow[\Delta\mathrm{U}<۰]{W>۰} Q < ۰ , |Q| > W \end{array}\right.$$

$$\left|\begin{array}{l} Q < ۰ \\ W > ۰ \quad \Rightarrow Q < ۰ < W \\ |Q| > W \end{array}\right.$$

گزینهٔ ۱ در این نامساوی صدق می‌کند:

$$\begin{cases} Q = -۸۰J \\ W = +۶۰J \end{cases}$$

۹۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. معادله خط فرآیند را به دست می‌آوریم. شیب آن $-\frac{۱}{۲}$ است زیرا با ۴ واحد افزایش حجم، ۲ واحد کاهش فشار داشته‌ایم، پس:

$$P = \frac{-۱}{۲}V + P_۰$$

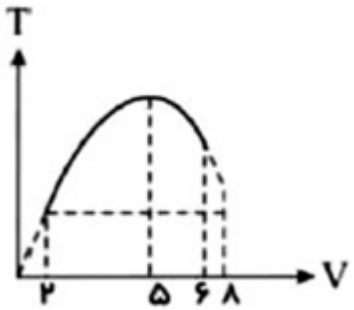
مقدار $P_۰$ (عرض از مبدأ خط) را با جایگذاری یکی از نقاط داخل معادله پیدا می‌کنیم:

$$۴ = -\frac{۱}{۲} \times ۲ + P_۰ \Rightarrow P_۰ = ۵ \Rightarrow P = -\frac{۱}{۲}V + ۵$$

از معادله حالت گاز کامل استفاده می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} \mathrm{PV} = \mathrm{nRT} \\ P = -\frac{۱}{۲}V + ۵ \end{array}\right\} \Rightarrow \left(-\frac{۱}{۲}V + ۵\right) \times V = \mathrm{nRT} \Rightarrow T = \frac{۱}{\mathrm{nR}}\left(-\frac{۱}{۲}V^۲ + ۵V\right)$$

که نشان‌دهنده یک سهمی برای T برحسب V است. ضریب $V^۲$ منفی پس روی سهمی به طرف پایین است. همچنین رأس سهمی در $-\frac{b}{۲a} = ۵$ است. پس شکل آن را رسم می‌کنیم:



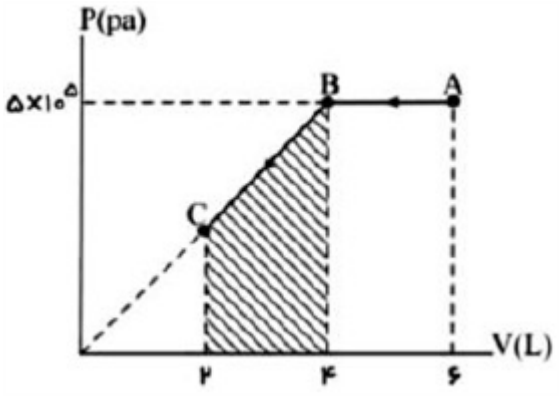
۱۰۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در ابتدا فشار مربوط به فرایند AB را محاسبه می‌کنیم در این فرایند داریم:

$$W = -\mathrm{P}\Delta\mathrm{V} \Rightarrow ۱۰۰۰ = -P(۴ - ۶)\times ۱۰^{-۳} \Rightarrow P = ۵\times ۱۰^{۵}\ \mathrm{Pa}$$

با توجه به شیب خط BC، داریم:

$$\frac{P_C}{V_C} = \frac{P_B}{V_B} \Rightarrow \frac{P_C}{۲} = \frac{۵\times ۱۰^{۵}}{۲} \Rightarrow P_C = ۲/۵\times ۱۰^{۵}\ \mathrm{Pa}$$

حال سطح زیر نمودار را در فرایند BC می‌یابیم که همان کار انجام شده روی گاز است.



$$W_{\mathrm{BC}} = S_{P-V} = \left(\frac{۵+۲/۵}{۲}\right)\times ۱۰^{۵}\times((۴ - ۲)\times ۱۰^{-۳})$$
$$\Rightarrow W_{\mathrm{BC}} = ۷۵۰J$$

(چون گاز متراکم شده کار روی گاز مثبت است.) و در آخر داریم:

$$W_{\mathrm{ABC}} = W_{\mathrm{AB}} + W_{\mathrm{BC}} = ۱۰۰۰ + ۷۵۰ \Rightarrow W_{\mathrm{ABC}} = ۱۷۵۰J$$

۱	۱	۲	۳	**۴**
۲	**۱**	۲	۳	۴
۳	۱	**۲**	۳	۴
۴	۱	۲	**۳**	۴
۵	۱	۲	**۳**	۴
۶	۱	**۲**	۳	۴
۷	۱	۲	۳	**۴**
۸	۱	۲	۳	**۴**
۹	۱	۲	**۳**	۴
۱۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۱	**۱**	۲	۳	۴
۱۲	۱	۲	**۳**	۴
۱۳	**۱**	۲	۳	۴
۱۴	۱	۲	**۳**	۴
۱۵	۱	۲	**۳**	۴
۱۶	۱	۲	**۳**	۴
۱۷	**۱**	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۰	۱	۲	**۳**	۴
۲۱	۱	۲	**۳**	۴
۲۲	**۱**	۲	۳	۴
۲۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۴	۱	۲	**۳**	۴
۲۵	۱	۲	**۳**	۴
۲۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۷	۱	۲	**۳**	۴
۲۸	۱	۲	**۳**	۴
۲۹	**۱**	۲	۳	۴
۳۰	**۱**	۲	۳	۴
۳۱	۱	**۲**	۳	۴
۳۲	۱	۲	۳	**۴**
۳۳	۱	۲	**۳**	۴
۳۴	۱	**۲**	۳	۴
۳۵	۱	۲	**۳**	۴
۳۶	۱	**۲**	۳	۴
۳۷	۱	۲	**۳**	۴
۳۸	۱	۲	**۳**	۴
۳۹	۱	۲	**۳**	۴
۴۰	**۱**	۲	۳	۴
۴۱	۱	**۲**	۳	۴
۴۲	۱	۲	**۳**	۴
۴۳	۱	**۲**	۳	۴
۴۴	**۱**	۲	۳	۴
۴۵	۱	۲	۳	**۴**
۴۶	۱	**۲**	۳	۴
۴۷	**۱**	۲	۳	۴
۴۸	۱	۲	۳	**۴**
۴۹	۱	**۲**	۳	۴
۵۰	۱	۲	۳	**۴**
۵۱	۱	۲	**۳**	۴
۵۲	۱	۲	**۳**	۴
۵۳	۱	۲	۳	**۴**
۵۴	**۱**	۲	۳	۴
۵۵	۱	**۲**	۳	۴
۵۶	۱	۲	**۳**	۴
۵۷	۱	۲	۳	**۴**
۵۸	۱	**۲**	۳	۴
۵۹	۱	**۲**	۳	۴
۶۰	۱	**۲**	۳	۴
۶۱	۱	**۲**	۳	۴
۶۲	**۱**	۲	۳	۴
۶۳	۱	۲	**۳**	۴
۶۴	**۱**	۲	۳	۴
۶۵	۱	**۲**	۳	۴
۶۶	۱	۲	۳	**۴**
۶۷	**۱**	۲	۳	۴
۶۸	۱	۲	**۳**	۴
۶۹	**۱**	۲	۳	۴
۷۰	**۱**	۲	۳	۴
۷۱	**۱**	۲	۳	۴
۷۲	۱	۲	۳	**۴**
۷۳	**۱**	۲	۳	۴
۷۴	۱	۲	**۳**	۴
۷۵	۱	۲	۳	**۴**
۷۶	۱	۲	**۳**	۴
۷۷	۱	۲	**۳**	۴
۷۸	۱	۲	۳	**۴**
۷۹	**۱**	۲	۳	۴
۸۰	**۱**	۲	۳	۴
۸۱	۱	۲	**۳**	۴
۸۲	۱	**۲**	۳	۴
۸۳	**۱**	۲	۳	۴
۸۴	۱	۲	۳	**۴**
۸۵	۱	۲	۳	**۴**
۸۶	۱	۲	۳	**۴**
۸۷	۱	۲	**۳**	۴
۸۸	**۱**	۲	۳	۴
۸۹	**۱**	۲	۳	۴
۹۰	۱	۲	**۳**	۴
۹۱	۱	**۲**	۳	۴
۹۲	۱	۲	**۳**	۴
۹۳	۱	**۲**	۳	۴
۹۴	۱	**۲**	۳	۴
۹۵	**۱**	۲	۳	۴
۹۶	۱	**۲**	۳	۴
۹۷	۱	۲	**۳**	۴
۹۸	**۱**	۲	۳	۴
۹۹	**۱**	۲	۳	۴
۱۰۰	۱	۲	**۳**	۴