نام دبیر : مهدی باباخانی

عنوان آزمون : انرژی درونی و قانون ترمودینامیک

نام درس : فیزیک

۱ در یک مخزن، گاز کاملی در فشار $۴\ \mathrm{atm}$ وجود دارد. در اثر باز کردن شیر مخزن، فشار گاز در مخزن به $۱/۵\ \mathrm{atm}$ رسیده و نیمی از جرم گاز مخزن خارج می‌شود. طی این فرایند انرژی درونی گاز، چند درصد تغییر می‌کند؟ (انرژی درونی این گاز از رابطهٔ $U = \frac{۳}{۲}\mathrm{nRT}$ به دست می‌آید.)

۱) ۲۵ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۷۵

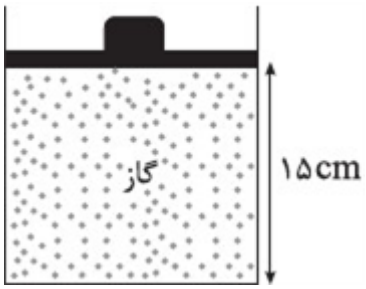
۲ در ظرفی ۳ لیتر مایع در حال تعادل قرار دارد. به وسیله هم‌زدن مایع داخل ظرف، $۳۰۰\ \mathrm{kJ}$ روی آن کار انجام می‌دهیم و در این مدت $۱۷۰\ \mathrm{kJ}$ گرما از ظرف به بیرون منتقل می‌شود. تغییر انرژی درونی مایع چند کیلوژول می‌شود؟ $\left(\rho_{\text{مایع}} = ۱\ \frac{g}{\mathrm{cm}^۳}\right)$

۱) ۴۷۰ ۲) -۱۳۰ ۳) ۱۳۰ ۴) -۴۷۰

۳ به مقدار معینی گاز آرمانی $۲۱۰۰J$ گرما می‌دهیم و نسبت کاری که روی گاز انجام می‌شود به تغییرات انرژی درونی آن برابر ۴- می‌شود. کار انجام شده روی گاز چند ژول است؟

۱) -۱۶۸۰ ۲) -۴۲۰ ۳) -۷۰۰ ۴) -۱۴۰۰

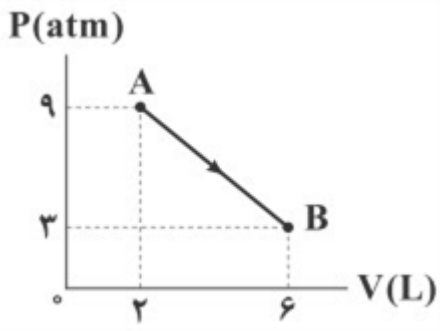
۴ در شکل مقابل گاز کامل در دمای $۲۷^\circ C$ درون سیلندر محبوس است و جرم پیستون و وزنه‌ی آن $۲\mathrm{kg}$ و مساحت پیستون $۲۰\mathrm{cm}^۲$ است. اگر دمای گاز را $۱۰۰^\circ C$ بالا ببریم، پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ (اصطکاک ناچیز است) $(P_۰ = ۱۰^۵\ \mathrm{Pa}, g = ۱۰\ \frac{N}{\mathrm{kg}})$



۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۵ نمودار $P-V$ نیم مول گاز کامل در فرایند AB، مطابق شکل زیر است. دمای گاز در فرایند A تا B چگونه تغییر می‌کند؟

$\left(۱\text{atm} = ۱۰^{۵}\ \text{Pa}, R = ۸\ \frac{J}{\text{mol}.K}\right)$



۱ افزایش می‌یابد.

۲ ثابت می‌ماند.

۳ ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۴ ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۶ انرژی درونی مقداری گاز آرمانی با انجام $۳۸۰J$ کار از طرف گاز روی محیط به میزان $۴۰۰J$ افزایش یافته است. چه مقدار گرما و چگونه بین گاز و محیط مبادله شده است؟

۱ گاز $۷۸۰J$ گرما از محیط گرفته است.

۲ محیط $۷۸۰J$ گرما از گاز گرفته است.

۳ گاز $۲۰J$ گرما از محیط گرفته است.

۴ محیط $۲۰J$ گرما از گاز گرفته است.

۷ انرژی به فرم‌های ..... قابل ذخیره است.

۱ پتانسیل، جنبشی و درونی

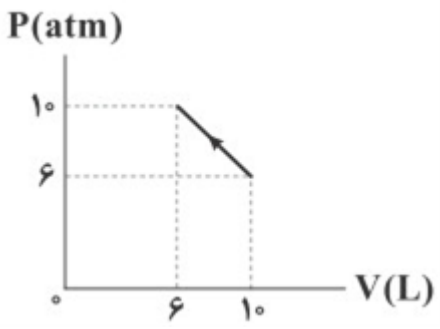
۲ کار، گرما و درونی

۳ پتانسیل، جنبشی و کار

۴ پتانسیل، جنبشی و گرما

۸ نمودار $P-V$ یک مول گاز کامل تک‌اتمی، مطابق شکل زیر است. حداکثر دمای این گاز در این فرایند ..... کلوین و اندازه‌ی کار انجام‌شده بر روی این گاز در این فرایند ..... ژول است.

$(۱\text{tam} = ۱۰^{۵}\ \text{Pa}, R = ۸\ \frac{J}{\text{mol}.K})$



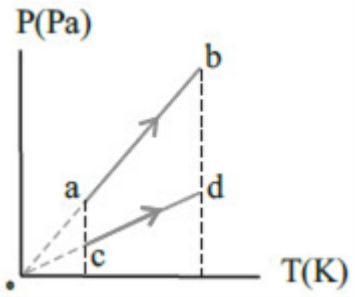
۱ ۳۲۰۰ - ۸۰۰

۲ ۳۲۰۰ - ۷۵

۳ ۶۴۰۰ - ۸۰۰

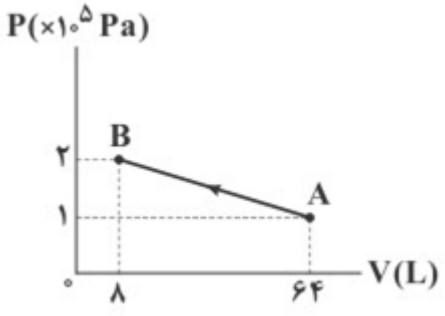
۴ ۶۴۰۰ - ۷۵

۹ شکل زیر نمودار $(P-T)$ یک مول گاز کامل را طی دو فرایند مجزای ab و cd نشان می‌دهد. به‌ترتیب از راست به چپ حجم گاز و تغییر انرژی درونی گاز در فرایند ab نسبت به فرایند cd چگونه است؟



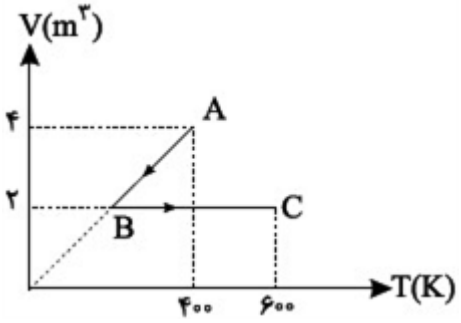
۱ بیش‌تر - بیش‌تر ۲ بیش‌تر - برابر ۳ کم‌تر - برابر ۴ کم‌تر - کم‌تر

۱۰ در نمودار زیر در فرایند $A \to B$ که مربوط به یک گاز کامل است، دمای مطلق گاز چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟



۱ ۲۵ - افزایش ۲ ۲۵ - کاهش ۳ ۷۵ - افزایش ۴ ۷۵ - کاهش

۱۱ شکل مقابل، نمودار حجم - دما مربوط به یک مول گاز کامل دواتمی است. نسبت کار انجام شده توسط گاز در فرایند AB به گرمای مبادله شده در فرایند BC کدام است؟ $(R = ۸\frac{J}{\text{mol}.K}, c_v = \frac{۵}{۲}R)$



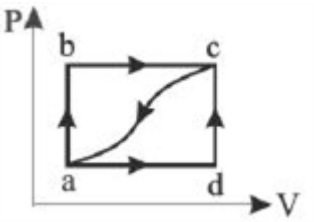
۱ $-\frac{۱}{۵}$ ۲ $\frac{۱}{۵}$ ۳ $-\frac{۱}{۷}$ ۴ $\frac{۱}{۷}$

۱۲ گازی مطابق شکل زیر از طریق مسیر abc از حالت a به c می‌رود. گاز در این مسیر ۹۰ ژول گرما می‌گیرد و ۷۰ ژول کار انجام می‌دهد. چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟

الف- انرژی درونی گاز در مسیر abc از حالت a به c، ۲۰J افزایش می‌یابد.

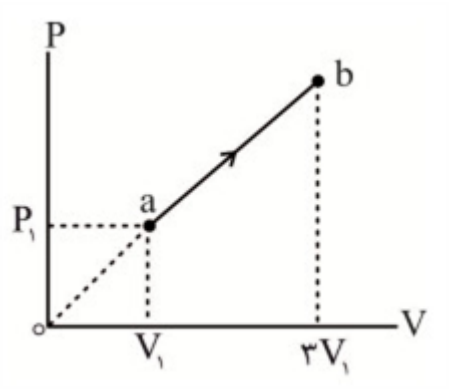
ب- اگر گاز در مسیر ca از حالت c به a برسد، انرژی درونی گاز -۲۰J کاهش می‌یابد.

ج- گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در هر دو مسیر adc و abc با هم برابر است.



۱ صفر ۲ ۱ ۳ ۲ ۴ ۳

۱۳ نمودار $P-V$ مقدار معینی از یک گاز کامل در یک فرایند ترمودینامیکی آرمانی به صورت مقابل است. اگر انرژی درونی گاز در نقطه a برابر ۴۰J و مقدار کار مبادله شده میان گاز و محیط ۱۰۰J باشد، مقدار گرمای مبادله شده میان گاز و محیط در این فرایند چند ژول است؟



۱ ۴۶۰ ۲ ۴۲۰ ۳ ۳۶۰ ۴ ۱۸۰

۱۴ نمودار فشار—دمای یک گاز کامل در دو حالت مطابق شکل زیر رسم شده است. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

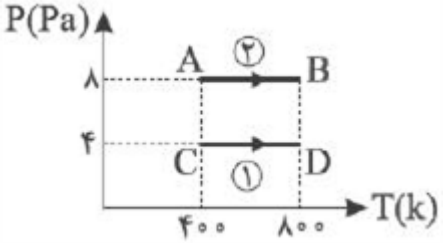
الف- کار هر دو فرآیند با یک‌دیگر برابر است.

ب- گرمای تبادل شده در هر دو فرآیند با یک‌دیگر برابر است.

ج- حجم نقطهٔ B با C برابر است.

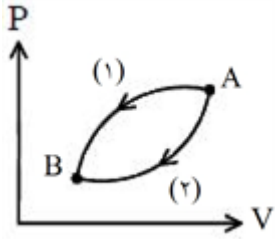
د- تغییرات حجم هر دو فرآیند با یک‌دیگر برابر است.

هـ- تغییرات انرژی درونی هر دو فرآیند با هم برابر است.



۱ صفر ۲ ۱ ۳ ۲ ۴ ۵

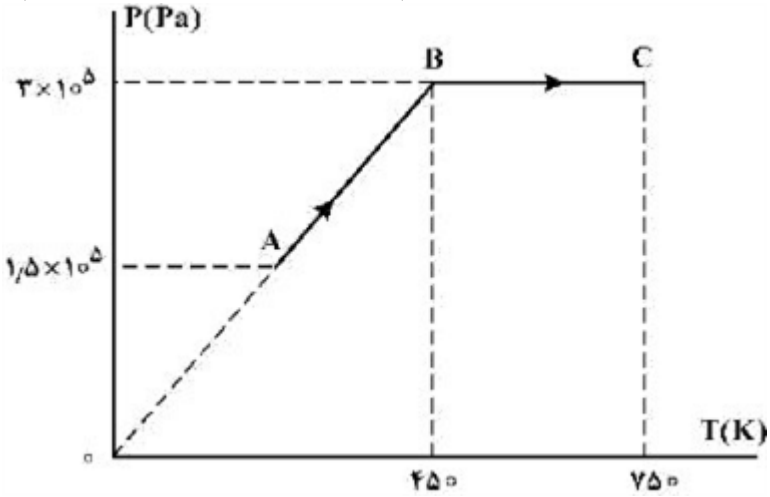
۱۵ در شکل زیر اگر اندازهٔ گرمای مبادله شده در مسیرهای (۱) و (۲)، $Q_۱$ و $Q_۲$ باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) $Q_۱ > Q_۲$
۲) $Q_۱ < Q_۲$
۳) $Q_۱ = Q_۲$
۴) بسته به شرایط هر دو حالت ممکن است.

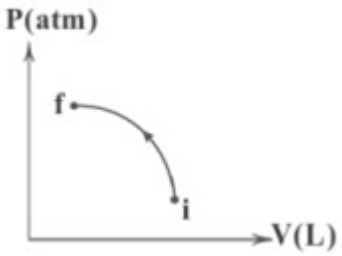
۱۶ نمودار $(P-T)$ مربوط به یک مول گاز آرمانی (کامل) تک اتمی به صورت شکل زیر است، کار انجام شده روی گاز در فرایند AB و گرمای مبادله شده در فرایند BC، به‌ترتیب هر کدام چند ژول است؟

$\left(C_P = \frac{۵}{۲}R, R = ۸\frac{J}{\text{mol}.K}\right)$



۱) صفر، ۳۶۰۰
۲) صفر، ۶۰۰۰
۳) ۲۷۰۰، ۳۶۰۰
۴) ۲۷۰۰، ۶۰۰۰

۱۷ نمودار $P-V$ مقداری گاز کامل مطابق شکل مقابل است. در طی این فرایند الزاماً ..... .



۱) چگالی گاز کاهش می‌یابد.
۲) انرژی درونی گاز کاهش می‌یابد.
۳) گاز گرما می‌گیرد.
۴) محیط روی گاز، کار انجام می‌دهد.

۱۸) اگر تغییرات انرژی درونی یک گاز کامل طی فرآیندی از رابطهٔ $\Delta U = -|W| - |Q|$ به دست آید، در این صورت کدام گزینه درست است؟

۱) دستگاه با گرفتن گرما، بر روی محیط کار انجام داده است.

۲) دستگاه با دادن گرما به محیط بر روی محیط کار انجام داده است.

۳) محیط با گرفتن گرما از دستگاه بر روی دستگاه کار انجام داده است.

۴) محیط با دادن گرما به دستگاه بر روی آن کار انجام داده است.

۱۹) در یک سیستم گاز کامل، به ترتیب از راست به چپ در کدام فرآیند انرژی درونی گاز کاهش می‌یابد و در کدام فرآیند انرژی درونی ثابت است؟

۱) هم‌دما - بی‌درو ۲) بی‌درو - هم‌دما ۳) هم‌دما - هم‌فشار ۴) بی‌درو - هم‌فشار

۲۰) چند مورد از عبارات زیر نادرست می‌باشد؟

الف) اگر دستگاه از یک حالت ترمودینامیکی به حالت دیگر برود، می‌گوییم یک فرایند ترمودینامیکی رخ داده است.

ب) تنها اگر فشار گازی در تمام نقاط آن یکسان باشد، می‌گوییم گاز در حالت تعادل قرار دارد.

پ) مادهٔ مورد مطالعه که معمولاً به شکل گاز یا مایع است را دستگاه می‌نامیم.

ت) برای مقدار معینی از گاز کامل تنها سه متغیر مستقل ترمودینامیکی وجود دارد.

ث) در مورد مقدار معینی گاز آرمانی می‌توان گفت که انرژی درونی تنها تابع دمای گاز است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۱) با توجه به قانون اول ترمودینامیک، کدام حالت برای یک فرایند ترمودینامیکی معتبر است؟

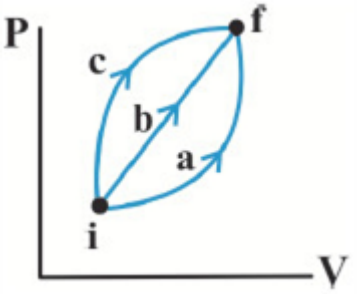
۱) دستگاه $۱۵۰J$ گرما بگیرد، محیط $۳۲۰J$ کار انجام دهد و انرژی درونی دستگاه $۴۷۰J$ کم شود.

۲) محیط $۳۰۰J$ گرما بگیرد، محیط $۲۵۰J$ کار انجام دهد و انرژی درونی دستگاه $۵۵۰J$ کم شود.

۳) دستگاه $۱۲۰J$ گرما بگیرد، دستگاه $۳۰J$ کار انجام دهد و انرژی درونی دستگاه $۹۰J$ زیاد شود.

۴) محیط $۷۰۰J$ گرما بگیرد، دستگاه $۳۰۰J$ کار انجام دهد و انرژی درونی دستگاه $۴۰۰J$ کم شود.

۲۲) نمودار $(P-V)$ گاز کاملی که از سه مسیر a، b و c از حالت i به حالت f می‌رود، مطابق شکل مقابل است. اگر تغییر انرژی درونی گاز ΔU و گرمایی که گاز می‌گیرد Q باشد، کدام مقایسه صحیح است؟



۱) $Q_c > Q_b > Q_a > ۰$ ۲) $Q_a > Q_b > Q_c > ۰$

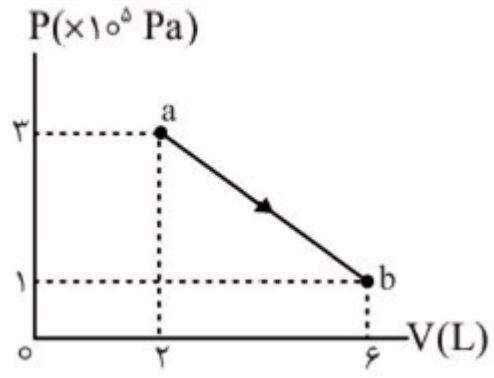
۳) $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c < ۰$ ۴) $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c = ۰$

۲۳ نمودار $P-V$ یک فرایند ترمودینامیکی ایستاوار که توسط مقدار معینی از یک گاز کامل طی شده است، به صورت شکل مقابل است. چه تعداد از عبارت‌های زیر درباره این فرایند درست است؟

الف) دستگاه $۴۰۰J$ کار روی محیط انجام می‌دهد.

ب) دستگاه $۸۰۰J$ گرما از محیط می‌گیرد.

پ) انرژی درونی گاز در طی فرایند مقدار ثابتی است.



۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

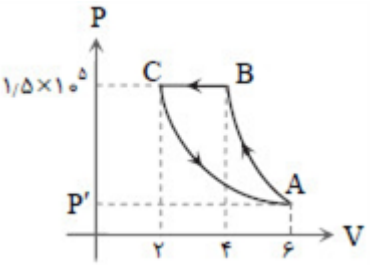
۲۴ در چرخه‌ی مقابل AB فرایند بی‌دررو و CA هم‌دما است. اگر گاز کامل و تک‌اتمی باشد، چند گزینه درست است؟

الف) فشار P' معادل $۵\times۱۰^{۴}\ \mathrm{Pa}$ است.

ب) تغییر انرژی درونی در فرایند بی‌دررو ۴۵۰ ژول است.

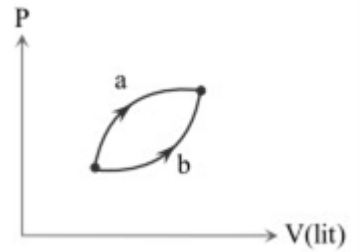
پ) کار انجام شده توسط گاز در فرآیند هم‌دما از ۴۰۰ ژول کم‌تر است.

ت) گاز در هر چرخه به محیط گرما می‌دهد.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۵ با توجه به نمودار مقابل کدام گزینه درست است؟



۱) کار مبادله‌شده در هر دو فرآیند برابر است.

۲) در هر دو فرآیند، به محیط گرما داده می‌شود.

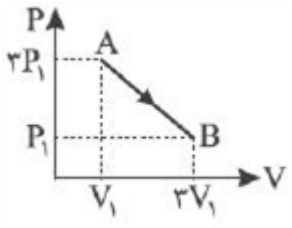
۳) گرمایی که در فرآیند a از محیط گرفته می‌شود بیشتر از فرآیند b است.

۴) تغییر انرژی درونی فرآیند a بیشتر است.

۲۶ مقدار معینی گاز کامل را یک بار طی فرایندی هم‌دما و بار دیگر طی فرایندی بی‌دررو از حجم $V_۱$ تا حجم $V_۲$ منبسط می‌کنیم که در این حالت تغییر انرژی درونی آن به‌ترتیب $\Delta U_۱$ و $\Delta U_۲$ می‌شود. در آزمایشی دیگر، این گاز کامل را یک بار به صورت هم‌دما و بار دیگر به صورت بی‌دررو از حجم $V_۲$ تا حجم $V_۱$ متراکم می‌کنیم، که در این حالت تغییر انرژی درونی آن به ترتیب $\Delta U_۳$ و $\Delta U_۴$ می‌شود. کدام رابطه درست است؟

۱) $\Delta U_۲ = \Delta U_۴, \Delta U_۱ = \Delta U_۳$
۲) $\Delta U_۲ < \Delta U_۴, \Delta U_۱ = \Delta U_۳$
۳) $\Delta U_۲ > \Delta U_۴, \Delta U_۱ = \Delta U_۳$
۴) $\Delta U_۲ < \Delta U_۴, \Delta U_۱ > \Delta U_۳$

۲۷ فرآیند ایستاوار گاز کاملی مطابق شکل است، در این‌صورت کدام‌یک از رابطه‌های زیر درست است؟



۱) تغییر انرژی درونی گاز مثبت است.
۲) دمای گاز در طی فرآیند در حال کاهش است.
۳) کار انجام شده توسط گاز منفی است.
۴) گرمای مبادله شده در فرآیند مثبت است.

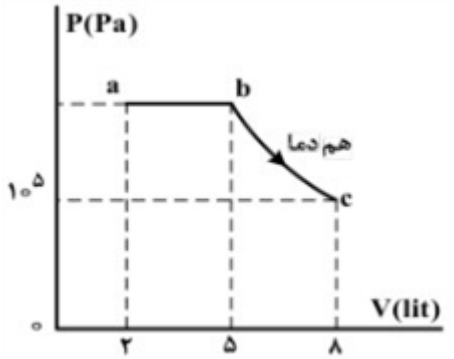
۲۸ مقدار معینی از یک گاز کامل تک اتمی در یک فرایند هم‌فشار، $۴۰۰\,J$ کار روی محیط انجام می‌دهد. تغییر انرژی درونی گاز در این فرایند چند ژول است؟ $\left(C_P = \frac{۵}{۲}R, C_V = \frac{۳}{۲}R\right)$

۱) +۶۰۰
۲) +۱۰۰۰
۳) -۶۰۰
۴) -۱۰۰۰

۲۹ براساس قانون اول ترمودینامیک، ..... در یک فرایند ترمودینامیکی به مسیر فرایند بستگی ندارد و تابعی از حالت ابتدایی و انتهایی دستگاه است.

۱) کار انجام‌شده
۲) تغییرات انرژی درونی
۳) گرمای مبادله‌شده
۴) کار و گرمای مبادله‌شده

۳۰ نمودار $(P-V)$ ی مقدار معینی گاز تک‌اتمی مطابق شکل زیر است. انرژی درونی گاز در حالت c چند ژول از انرژی درونی گاز در حالت a بیش‌تر است؟ $\left(C_P = \frac{۵}{۲}R\right)$



۱) ۴۵۰
۲) ۷۲۰
۳) ۷۵۰
۴) ۱۲۰۰

۳۱) در یک فرایند بی‌دررو، اگر حجم گاز از $5\ Lit$ به $4\ Lit$ برسد، کار انجام شده روی گاز برابر W_1 و تغییر انرژی درونی گاز ΔU_1 است و اگر در ادامه‌ی همان فرایند، حجم گاز از $4\ Lit$ به $3\ Lit$ برسد، کار انجام شده روی گاز W_2 و تغییر انرژی درونی گاز ΔU_2 است. کدام رابطه درست است؟

۱) $W_2 = W_1 ،\ \Delta U_2 = \Delta U_1$

۲) $W_2 > W_1 ،\ \Delta U_2 > \Delta U_1$

۳) $W_1 > W_2 ،\ \Delta U_1 > \Delta U_2$

۴) $W_1 > W_2 ،\ \Delta U_2 > \Delta U_1$

۳۲) در کدام‌یک از فرایندهای زیر، گاز کامل، کار انجام می‌دهد و انرژی درونی آن زیاد می‌شود؟

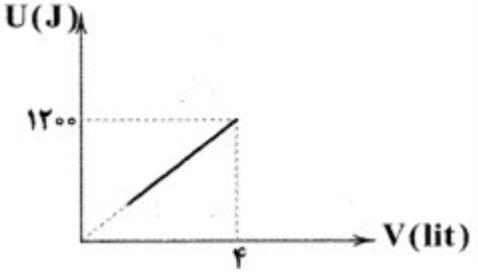
۱) گاز در دمای ثابت گرما دریافت کند.

۲) گاز به‌صورت بی‌دررو منبسط می‌شود.

۳) گاز به‌صورت هم‌فشار منبسط می‌شود.

۴) گاز در حجم ثابت گرما دریافت کند.

۳۳) نمودار $U - V$ برای یک گاز کامل تک‌اتمی در فشار ثابت، مطابق شکل زیر است. فشار گاز چند کیلوپاسکال است؟



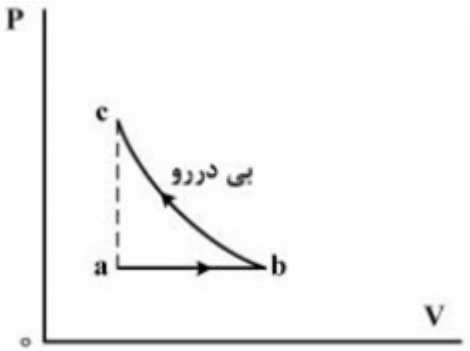
۱) ۱۲۰

۲) ۲۰۰

۳) ۲۴۰

۴) ۴۰۰

۳۴) یک گاز کامل با طی دو فرایند از حالت a به حالت c می‌رود. اگر در این مسیر کار انجام شده روی گاز W، گرمای داده شده به گاز Q و تغییر انرژی درونی گاز ΔU باشد، علامت W، Q و ΔU به ترتیب چگونه‌اند؟



۱) مثبت، صفر و مثبت

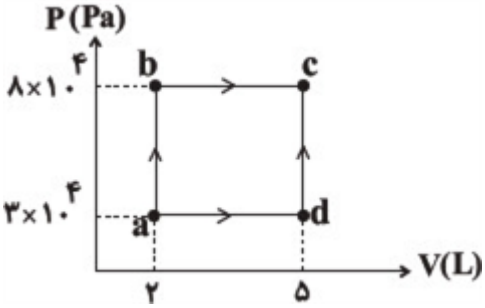
۲) مثبت، مثبت و مثبت

۳) مثبت، منفی و صفر

۴) منفی، مثبت و مثبت

۳۵) در شکل مقابل، نمودار $P - V$ برای یک گاز تک اتمی آرمانی نشان داده شده است. تغییر انرژی دونی گاز در فرایند abc و adc برحسب ژول به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

$(C_P = \frac{5}{2}R \text{ و } C_V = \frac{3}{2}R ،\ 1m^3 = 1000L)$



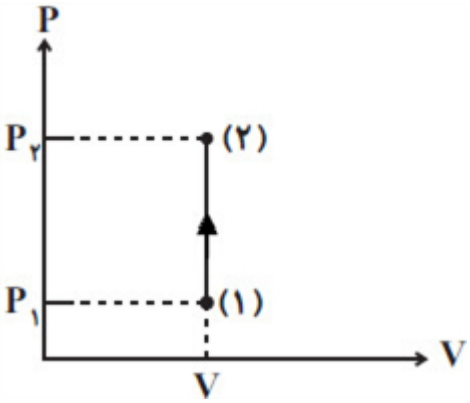
۱) ۵۱۰ و ۵۱۰

۲) ۹۹۰ و ۹۹۰

۳) ۵۱۰ و -۵۱۰

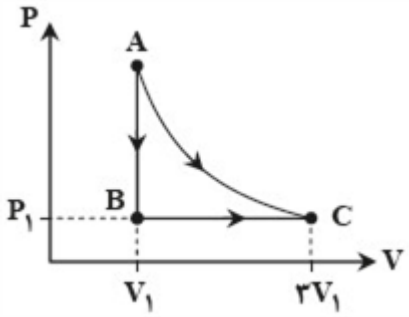
۴) ۹۹۰ و -۹۹۰

۳۶ نمودار P - V فرایندی برای یک گاز کامل در حجم ثابت مطابق شکل زیر است. در این فرایند به ترتیب از راست به چپ علامت ΔU و Q (گرمای گرفته شده توسط دستگاه) کدام است؟



۱ مثبت، مثبت ۲ منفی، منفی ۳ صفر، مثبت ۴ صفر، منفی

۳۷ در شکل مقابل، فرآیند AC هم‌دما است. اگر در فرآیند AB انرژی درونی گاز کامل تک‌اتمی ۱۲۰۰ ژول تغییر کند، گرمای داده شده به گاز در فرآیند BC چند ژول است؟ $\left(C_V = \frac{۳}{۲}R\right)$



۱ ۱۸۰۰ ۲ ۲۰۰۰ ۳ ۳۰۰۰ ۴ ۸۰۰

۳۸ اگر فشار مقداری گاز کامل در حجم ثابت کاهش یابد، کدام‌یک از موارد زیر در مورد گاز صحیح است؟

۱ گاز روی محیط کار انجام می‌دهد.
۲ انرژی درونی گاز کم می‌شود.
۳ گاز از محیط گرما دریافت می‌کند.
۴ دمای گاز افزایش می‌یابد.

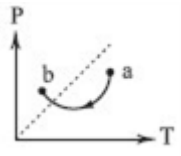
۳۹ با توجه به علامت‌های جبری Q ، W و ΔU، برای مقدار معینی گاز کامل، در کدام گزینه الزاماً قانون اول ترمودینامیک نقض شده است؟

۱ $\Delta U > ۰, Q > ۰, W > ۰$
۲ $\Delta U > ۰, Q < ۰, W > ۰$
۳ $\Delta U < ۰, Q > ۰, W < ۰$
۴ $\Delta U > ۰, Q < ۰, W < ۰$

۴۰ دو ماده را در ظرفی در بسته با دیواره‌های نارسانای گرما می‌ریزیم. این دو ماده با هم مخلوط می‌شوند. مشاهده می‌شود در اثر مخلوط شدن، دمای مجموعه زیاد می‌شود و از T (پیش از مخلوط شدن) به T' (پس از مخلوط شدن) می‌رسد. کدام گزینه درست است؟

۱ طی این فرآیند انرژی درونی سیستم زیاد شده است.
۲ طی این فرآیند انرژی درونی سیستم کم شده است.
۳ انرژی درونی مخلوط در دمای T، از انرژی مواد اولیه در دمای T کم‌تر است.
۴ انرژی درونی مخلوط در دمای T، از انرژی درونی مواد اولیه در دمای T بیش‌تر است.

۴۱) در شکل مقابل فرآیند $a \rightarrow b$ مربوط به یک گاز کامل است. علامت ΔU، Q و W به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) مثبت، منفی، مثبت
۲) منفی، منفی، مثبت
۳) مثبت، مثبت، منفی
۴) منفی، مثبت، مثبت

۴۲) گازی آرمانی به حجم ۱ لیتر در فشار ثابت $10^5\ \text{Pa}$، $25J$ گرما به محیط می‌دهد و حجم آن به $0/9$ لیتر می‌رسد. انرژی درونی گاز چند ژول تغییر می‌کند؟

۱) $10J$ کاهش
۲) $10J$ افزایش
۳) $15J$ کاهش
۴) $15J$ افزایش

۴۳) ظرفی شامل $2\ \text{kg}$ آب است. با هم زدن آب داخل ظرف، $40\ \text{kJ}$ کار روی آن انجام می‌دهیم و در این مدت $31\ \text{kJ}$ گرما از ظرف به بیرون منتقل می‌شود. انرژی درونی آب چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) $4500J$ - افزایش می‌یابد.
۲) $4500J$ - کاهش می‌یابد.
۳) $9000J$ - افزایش می‌یابد.
۴) $9000J$ - کاهش می‌یابد.

۴۴) مقدار معینی گاز کامل، از طریق فرایندهای متفاوتی از حالت (P_1, V_1, T_1) به حالت (P_2, V_2, T_2) رسیده است. کدام کمیت‌های ذکر شده، به نوع فرایند در این مسیر بستگی ندارد؟

۱) کار انجام شده روی گاز
۲) تغییر انرژی درونی
۳) کار انجام شده روی گاز و گرمای مبادله شده
۴) تغییر انرژی درونی و گرمای مبادله شده

۴۵) در یک فرایند بی‌دررو، گاز کامل ۱۰۰ ژول کار روی محیط انجام می‌دهد. در این فرایند انرژی درونی گاز چند ژول تغییر می‌کند؟

۱) -۱۰۰
۲) ۱۰۰
۳) -۲۰۰
۴) صفر

۴۶) در یک فرایند ترمودینامیکی با دادن $2400J$ گرما به گاز، انرژی درونی آن از $900J$ به $1900J$ افزایش می‌یابد. کاری که گاز روی محیط انجام داده است چند ژول است؟

۱) ۱۴۰۰
۲) -۱۴۰۰
۳) ۲۸۰۰
۴) -۲۸۰۰

۴۷) در یک فرایند هم‌حجم، دمای مقداری معین از یک گاز آرمانی، از $27^\circ C$ به $77^\circ C$ می‌رسد. اگر طی این فرایند، ۴۰۰ ژول گرما به گاز داده باشیم، انرژی درونی گاز در پایان فرایند چند ژول خواهد شد؟

۱) ۱۲۰۰
۲) ۲۱۰۰
۳) ۲۸۰۰
۴) ۳۲۰۰

۴۸) در کدام‌یک از شرایط زیر، انرژی درونی گاز الزاماً تغییر می‌کند؟

الف) دمای گاز کاهش یابد.
ب) فشار گاز افزایش یابد.
ج) حجم گاز افزایش یابد.
د) جرم گاز تغییر کند.

۱) الف و ب
۲) ب و ج
۳) ج و د
۴) فقط الف

۴۹) در اثر انقباض بسیار سریع مقداری گاز، ۸۰۰ ژول کار انجام شده است. گرمای گرفته شده از گاز و تغییرات انرژی درونی آن به‌ترتیب از راست به چپ، چند واحد SI است؟

۱) صفر و ۸۰۰
۲) ۸۰۰- و صفر
۳) ۸۰۰ و صفر
۴) صفر و ۸۰۰-

۵۰ مقداری گاز کامل، در فرایندی از محیط گرما می‌گیرد. در این صورت .....

۱ دمای گاز افزایش می‌یابد.

۲ ممکن است دما ثابت باشد.

۳ انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد.

۴ الزاماً گاز روی محیط، کار انجام می‌دهد.

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای گاز را در حالت دوم با حالت اول مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow[n_۲=\frac{۱}{۲}n_۱,V_۱=V_۲]{P_۲=۴\,\text{atm},\,P_۲=۱/۵\,\text{atm}}\frac{۴}{n_۱\times T_۱}=\frac{۱/۵}{\frac{۱}{۲}n_۱\times T_۲}\Rightarrow\frac{T_۲}{T_۱}=\frac{۳}{۴}$$

می‌دانیم انرژی درونی گاز بستگی به دمای گاز و تعداد ذرات گاز دارد؛ بنابراین داریم:

$$\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{n_۲}{n_۱}\times\frac{T_۲}{T_۱}\Rightarrow\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۳}{۴}=\frac{۳}{۸}$$

حال درصد تغییر انرژی درونی گاز را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد تغییر انرژی درونی}=\frac{U_۲-U_۱}{U_۱}\times۱۰۰=\frac{\frac{۳}{۸}U_۱-U_۱}{U_۱}\times۱۰۰=-۶۲/۵\%$$

بنابراین انرژی درونی گاز ۶۲/۵ درصد کاهش می‌یابد.

۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U=Q+W\Rightarrow\Delta U=+۳۰۰-۱۷۰=۱۳۰\,\text{kJ}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}Q=-۱۷۰\text{kJ}\Rightarrow Q<۰ & \text{: هرگاه سامانه گرما از دست بدهد}\\ W=+۳۰۰\text{kJ}\Rightarrow W>۰ & \text{: هرگاه کار روی سامانه انجام گیرد}\end{cases}$$

۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{W}{\Delta U}=-۴\Rightarrow W=-۴\Delta U$$

$$Q=۲۱۰۰J$$

طبق قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$\Delta U=Q+W\Rightarrow\Delta U=۲۱۰۰-۴\Delta U\Rightarrow\Delta U=۴۲۰J,W=-۱۶۸۰J$$

۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

توجه کنید که فشار گاز ثابت است و می‌توان نوشت:

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}\Rightarrow\frac{h_۲\times A}{۱۵\times A}=\frac{۲۷۳+۱۲۷}{۲۷۳+۲۷}\Rightarrow h_۲=۱۵\times\frac{۴}{۳}=۲۰\,\text{cm}$$

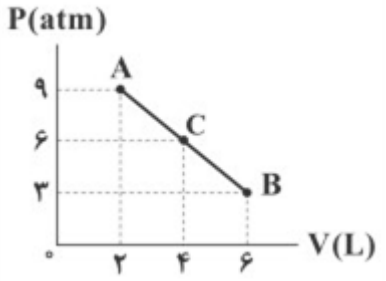
$$\Delta h=۲۰-۱۵=۵\text{cm}$$

۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون گازهای کامل ($PV = nRT$)، دمای گاز در دو نقطه‌ی A و B را به دست می‌آوریم:

$$T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{۹\times۱۰^{۵}\times۲\times۱۰^{-۳}}{\frac{۱}{۲}\times۸} = ۴۵۰K$$

$$T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{۳\times۱۰^{۵}\times۶\times۱۰^{-۳}}{\frac{۱}{۲}\times۸} = ۴۵۰K$$

دقت کنید که با توجه به این موضوع که $T_A = T_B$ شده است، اما فرایند AB هم‌دما نیست، چون در نمودار $P-V$ فرایند هم‌دما به صورت منحنی رسم می‌شود نه خط راست. اگر وسط پاره‌خط AB را نقطه‌ی C بنامیم، بیشینه‌ی دما در این نقطه است.



$$T_C = \frac{P_C V_C}{nR} = \frac{۶\times۱۰^{۵}\times۴\times۱۰^{-۳}}{\frac{۱}{۲}\times۸} = ۶۰۰K$$

در نتیجه دمای گاز ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = W + Q \Rightarrow ۴۰۰ = -۳۸۰ + Q \Rightarrow Q = ۷۸۰J$$

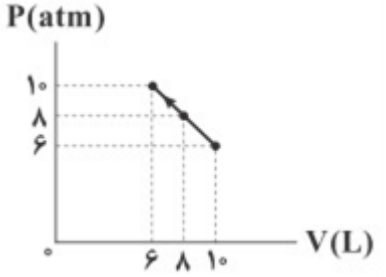
توجه کنید که گاز روی محیط کار انجام داده و بنابراین حجم آن افزایش یافته و در نتیجه کار محیط منفی است. چون گرمایی که گاز مبادله می‌کند مثبت است، در نتیجه گاز از محیط گرما گرفته است.

۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون نمودار $P-V$ است، کار انجام‌شده بر روی گاز در یک فرایند، برابر با سطح محصور زیر نمودار است، بنابراین:

$$S = |W| \frac{(۱۰+۶)\times۱۰^{۵}\times(۱۰-۶)\times۱۰^{-۳}}{۲} = ۳۲۰۰J$$

در ابتدا و انتهای فرایند، دما کمینه و برابر است (ثابت = PV)، پس در نقطه‌ی فرضی M وسط نمودار، دمای گاز بیشینه است.



$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \Rightarrow t = \frac{۸\times۱۰^{۵}\times۸\times۱۰^{-۳}}{۱\times۸} = ۸۰۰\,K$$

۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در این سؤال نمودار $P-T$ برای دو فرایند داده شده است که به صورت یک خط راست است که امتداد آن‌ها از مبدأ می‌گذرد، یعنی فرایندها حجم ثابت هستند. در این نمودار، شیب خط با حجم رابطه‌ی عکس دارد، یعنی هر چه شیب نمودار بیش‌تر باشد، حجم دستگاه کم‌تر است. از طرفی با توجه به جهت فرایند افزایش یا کاهش دما مشخص شده و چون ΔU متناسب با ΔT است کاهش یا افزایش انرژی درونی مشخص خواهد شد.
در این‌جا شیب نمودار cd کم‌تر از شیب نمودار ab است پس حجم گاز در فرایند ab کم‌تر از فرایند cd است. اما مطابق نمودار داده شده دمای اولیه و نهایی هر دو فرایند یکسان است. یعنی تغییر دمای گاز در هر دو فرایند ab و cd یکسان و تغییر انرژی درونی گاز نیز در پایان دو فرایند برابر خواهد بود.

۱۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. از معادله‌ی حالت گاز کامل داریم:

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

حال باید نسبت دمای نقطه‌ی نهایی (B) به دمای نقطه‌ی اولیه (A) را حساب کنیم، (n و R هم که اعداد ثابت هستند.)

$$\frac{T_B}{T_A} = \frac{P_B}{P_A} \times \frac{V_B}{V_A}$$
$$\Rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \frac{۲\times۱۰^{۵}}{۱\times۱۰^{۵}} \times \frac{۸\times۱۰^{-۳}}{۶۴\times۱۰^{-۳}} = \frac{۱}{۴}$$

بنابراین درصد تغییرات دما در فرایند AB برابر است با:

$$\frac{\Delta T}{T_A}\times۱۰۰ = \frac{T_B - T_A}{T_A}\times۱۰۰ = \frac{\frac{۱}{۴}T_A - T_A}{T_A}\times۱۰۰ = \%-۷۵$$

یعنی دما ۷۵ درصد کاهش یافته است.

۱۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فرایند AB هم‌فشار است.

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \rightarrow \frac{۴}{۴۰۰} = \frac{۲}{T_B} \rightarrow T_B = ۲۰۰\text{K}$$
$$W_{AB} = -nR\Delta T = -۱\times۸\times(-۲۰۰) = ۱۶۰۰\text{J}$$

$W'_{AB} = -W_{AB} = -۱۶۰۰\text{J}$ کار انجام شده توسط گاز

فرایند BC هم‌حجم است. پس C_v برابر $\frac{۵}{۲}R$ است.

$$Q_c = nC_v\Delta T = ۱\times\frac{۵}{۲}\times۸\times(۶۰۰-۲۰۰) = ۸۰۰۰\text{j} \rightarrow \frac{W'_{AB}}{Q_{AB}} = \frac{-۱۶۰۰}{۸۰۰۰} = -\frac{۱}{۵}$$

۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

با توجه به گرما و کار داده شده در مسیر abc، تغییر انرژی درونی گاز در این مسیر را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta U_{abc} = Q + W \Rightarrow \Delta U_{abc} = (+۹۰) + (-۷۰) \Rightarrow \Delta U_{abc} = +۲۰\text{J}$$

از حالت c به حالت a برگردیم، تغییر انرژی درونی گاز قرینهٔ تغییر انرژی درونی گاز از حالت a به حالت c است، پس:

$$\Delta U_{ca} = -\Delta U_{ac} \Rightarrow \Delta U_{ca} = -۲۰\text{J}$$

در مسیرهای adc و abc ، حالت ابتدایی و انتهایی یک گاز یکسان است، پس تغییر انرژی درونی گاز در هر دو حالت یکسان است، اما مقدار گرما با کار مبادله شدهٔ آن‌ها متفاوت است و گزارهٔ «ج» نادرست است.

۱۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

نمودار $P-V$ داده شده یک خط راست شیبدار بدون عرض از مبدأ است. پس $P \propto V$ است: $P_b = ۳P_a$

$$U \propto PV \rightarrow \frac{U_b}{U_a} = \frac{P_b V_b}{P_a V_a} = ۹ \quad (۱)$$

$$\Delta U = U_b - U_a \overset{(۱)}{\rightarrow} \Delta U = ۸U_a = ۳۲۰J$$

به کمک قانون اول ترمودینامیک، با توجه به آن که فرایند یک فرایند انبساطی است $(W < ۰)$، داریم:

$$\Delta U = Q + W \rightarrow ۳۲۰ = Q - ۱۰۰ \rightarrow Q = ۴۲۰J$$

۱۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

الف) $W = -nR\Delta T$ صحیح است.

ب) $Q = -nC_P\Delta T$ صحیح است.

ج) $\frac{P_C}{T_C} = \frac{P_B}{T_B}$ صحیح است.

د) $-۴\Delta V_۱ = -۸\Delta V_۲$ نادرست است.

هـ) $\Delta U = nC_V\Delta T$ صحیح است.

۱۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. دما در نقطهٔ B کم‌تر از نقطهٔ A می‌باشد (چون هم حجم و هم فشار کم تر است)، پس ΔU در دو مسیر مساوی و منفی می‌باشد. از طرفی W در هر دو مسیر مثبت بوده و $W_۱$ از $W_۲$ بزرگ‌تر است، پس باید $Q_۱$ و $Q_۲$ هر دو منفی باشند و $Q_۱$ منفی‌تر باشد، بنابراین اندازهٔ گرمای مبادله شده در مسیر (۱) بیش‌تر است.

۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مسیر A به B: فرآیند هم‌حجم است و کار صفر است (رد گزینه‌ی ۳ و ۴)

مسیر B به C: فرآیند هم‌فشار است و برای محاسبه‌ی گرما در این مرحله خواهیم داشت:

$$Q_{BC} = n.C_p.\Delta T = (۱)\left(\frac{۵}{۲}\times ۸\right)(۷۵۰ - ۴۵۰) = ۶۰۰۰J$$

۱۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

در طی فرآیند، حجم کاهش یافته و علامت کار انجام‌شده، توسط محیط روی گاز مثبت است.

۱۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

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

$$W = -|W| \Rightarrow W < ۰$$

محیط گرما گرفته و دستگاه گرما داده است.

دستگاه روی محیط کار انجام داده است.

۱۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در انبساط بی‌دررو انرژی درونی تابع کار است و چون کار در این فرآیند منفی است. پس انرژی درونی در فرآیند بی‌دررو کاهش می‌یابد. همچنین انرژی درونی گازهای کامل تابع دمای مطلق گاز است. پس هر وقت دما ثابت باشد، انرژی درونی هم ثابت است؛ پس در فرآیند هم‌دما انرژی درونی ثابت است.

۲۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. موارد ب و ت نادرست می‌باشند که شکل درست آن‌ها به صورت زیر است:

ب) اگر فشار و دمای گازی در تمام نقاط آن یکسان باشد می‌گوییم گاز در حالت تعادل قرار دارد.

ت) متغیرهای ترمودینامیکی از یکدیگر مستقل نیستند و با یکدیگر طبق معادلهٔ حالت رابطه دارند.

۲۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون اول ترمودینامیک، باید مجموع گرمای گرفته شده توسط دستگاه و کار انجام شده توسط محیط بر روی دستگاه برابر با تغییر انرژی درونی آن باشد؛ حال گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

گزینهٔ ۱ : $Q+W=۱۵۰+۳۲۰=+۴۷۰J\neq \Delta U=-۴۷۰J$

گزینهٔ ۲ : $Q+W=-۳۰۰+۲۵۰=-۵۰J\neq \Delta U=-۵۵۰J$

گزینهٔ ۳ : $Q+W=۱۲۰-۳۰=+۹۰J=\Delta U=۹۰J$

گزینهٔ ۴ : $Q+W=-۷۰۰-۳۰۰=-۱۰۰۰J\neq \Delta U=-۴۰۰J$

۲۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون دمای ابتدا (T_i) و دمای انتها (T_f) برای هر سه مسیر یکسان است، بنابراین تغییر انرژی درونی گاز در هر سه مسیر با هم برابر می‌شود، یعنی $\Delta U_a=\Delta U_b=\Delta U_c$ است. از طرف دیگر چون $T\propto PV$ و $P_fV_f>P_iV_i$ است، باید $T_f>T_i$ باشد. بنابراین $\Delta T>۰$ می‌شود، در نتیجه چون $\Delta U\propto \Delta T$ است، باید $\Delta U_a=\Delta U_b=\Delta U_c>۰$ باشد. یعنی گزینه‌های ۳ و ۴ نادرست‌اند.

چون مساحت سطح زیر نمودار مسیر c بزرگ‌تر از مساحت سطح زیر نمودار b است، $|W_c|>|W_b|$ می‌شود. بنابراین با توجه به این‌که $\Delta U_c=\Delta U_b$ می‌باشد، می‌توان نوشت:

$$\Delta U_c=\Delta U_b \xrightarrow[W<۰]{\Delta U=Q+W} Q_c-|W_c|=Q_b-|W_b|\Rightarrow Q_c-Q_b=|W_c|-|W_b|$$

$$Q_c-Q_b>۰\Rightarrow Q_c>Q_b$$

به همین طریق می‌توان نشان داد $Q_b>Q_a$ است. بنابراین $Q_c>Q_b>Q_a>۰$ است.

۲۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دمای گاز در ابتدا و انتهای فرایند مقدار یکسانی است. در گازهای کامل $\Delta U\propto \Delta T$ است، پس $\Delta U=۰$ است. به کمک قانون اول ترمودینامیک $Q=-W$ است. کار مبادله شده میان دستگاه و محیط با توجه به انبساطی بودن فرایند $W=-S_{P-V}$ است:

$$W=-\frac{۱+۳}{۲}\times ۱۰^{۵}\times ۴\times ۱۰^{-۳}=-۸۰۰J\Rightarrow$$ نادرستی بند الف

$$Q=-W=+۸۰۰J\Rightarrow$$ درست بودن بند ب

باید توجه کرد که دمای گاز از نقطه آغاز تا پایان ثابت نیست چرا که این ویژگی مربوط به فرایند هم‌دما است که این فرایند به دلیل آن‌که دارای نمودار $P-V$ هموگرافیکی نیست نمی‌تواند نمودار یک فرایند هم‌دما باشد (نادرستی بند پ).

۲۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. درستی عبارت الف:

$$P_cV_c=P_AV_A\Rightarrow (۱/۵\times ۱۰^{۵})(۲\times ۱۰^{-۳})=P_A(۶\times ۱۰^{-۳})\Rightarrow P_A=P'=\frac{۱۰^{۵}}{۲}$$

درستی عبارت ب: در فرآیند بی‌دررو $Q=۰$ و $\Delta U=۰$ چرخه و $\Delta U=۰$ هم‌دما

$$\Delta U_{BC}=\frac{۳}{۲}nR\Delta T=۳P\Delta V=\frac{۳}{۲}(۱/۵\times ۱۰^{۵})(-۲\times ۱۰^{-۳})=-۴۵۰J$$

درستی عبارت پ: اگر خط فرضی بین C تا A وصل کنیم سطح زیر این نمودار کاری معادل $۴۰۰J$ را معلوم می‌کند و کار فرآیند هم‌دما از این مقدار کم‌تر خواهد بود.

درستی گزینه‌ی ت: چون چرخه پادساعت‌گرد است، دستگاه روی محیط کار انجام می‌دهد و از محیط گرما دریافت می‌کند.

۲۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = Q + W$، تغییر انرژی درونی هر دو فرآیند برابر است. سطح زیر نمودار $P - V$ معادل کار مبادله شده است و هر دو فرآیند روی محیط کار انجام می‌دهند (چون گاز منبسط می‌شود)

طبق $\overset{+}{\Delta U} = Q + \overset{-}{W}$ گرما در هر دو فرآیند مثبت است. یعنی هر دو از محیط گرما دریافت می‌کنند.

$$(Q+W)_a = (Q+W)_b$$

چون مقدار W_a منفی‌تر از W_b است، خواهیم داشت:

$$W_a - W_b = Q_b - Q_a \Rightarrow Q_b < Q_a$$

۲۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در فرایند هم‌دما، همواره تغییر انرژی درونی گاز برابر با صفر است. پس $\Delta U_۱ = \Delta U_۳$ در فرایند انبساطی بی‌دررو، کار محیط بر روی گاز منفی بوده و تغییر انرژی درونی نیز منفی می‌شود، هم‌چنین در فرایند تراکمی بی‌دررو، کار محیط بر روی گاز مثبت بوده و در نتیجه، تغییر انرژی درونی آن نیز مثبت می‌شود. به عبارت دیگر:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow{Q=۰} \begin{cases} \Delta U = W \xrightarrow{W<۰} \Delta U_۲ < ۰ \\ \Delta U = W \xrightarrow{W>۰} \Delta U_۴ > ۰ \end{cases}$$

بنابراین: $\Delta U_۲ < \Delta U_۴$

۲۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییر انرژی درونی گاز را مشخص می‌کنیم:

$$\Delta U \alpha \Delta T = (۳P_۱V_۱ - ۳P_۱P_۱) = ۰$$

با استفاده از قانون اول ترمودینامیک داریم:

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

با توجه به آن‌که فرآیند انبساطی می‌باشد، علامت کار محیط روی دستگاه منفی است، در این‌صورت علامت گرمای مبادله شده مثبت است.

$$W < ۰ \Rightarrow Q > ۰, W' > ۰$$

۲۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

وقتی گاز روی محیط کار انجام می‌دهد، یعنی در حال انبساط است. پس علامت کار در این حالت منفی است $(W < ۰)$:

$$\begin{cases} W = -\mathrm{P}\Delta\mathrm{V} = -\mathrm{nR}\Delta\mathrm{T} \quad (I) \\ \Delta\mathrm{U} = \mathrm{nV}_V\Delta\mathrm{T} = \frac{۳}{۲}\mathrm{nR}\Delta\mathrm{T} \quad (\mathrm{II}) \end{cases} \xrightarrow{(I);(\mathrm{II})} \Delta U = -\frac{۳}{۲}W \rightarrow$$

$$\Delta U = -\frac{۳}{۲} \times (-۴۰۰) = +۶۰۰\mathrm{J}$$

۲۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. براساس قانون اول ترمودینامیک، تغییرات انرژی درونی گاز در یک فرایند ترمودینامیکی به مسیر فرایند بستگی ندارد و تابعی از حالت ابتدایی و انتهایی دستگاه است.

۳۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فشار نقطه‌های a و b یکسان است.

$$P_bV_b = P_cV_c \Rightarrow P_b \times ۵_b = ۱۰^۵ \times ۸ \Rightarrow P_a = P_b = \frac{۸}{۵} \times ۱۰^۵$$

اختلاف انرژی درونی بین دو نقطه‌ی c و a:

$$\Delta U_{ca} = Q_v = \frac{۳}{۲} nR\Delta T = \frac{۳}{۲}(P_cV_c - P_aV_a) \Rightarrow \Delta U_{ca}$$

$$= \frac{۳}{۲} \times \left(۱۰^۵ \times ۸ \times ۱۰^{-۳} - \frac{۸}{۵} \times ۱۰^۵ \times ۲ \times ۱۰^{-۳} \right) = \frac{۳}{۲} \times (۸۰۰ - ۳۲۰) = ۷۲۰ J$$

۳۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در طی یک فرایند تراکم بی‌دررو، به ازای تغییر حجم‌های مساوی و متوالی، سطح زیر منحنی فشار - حجم یا کارهای متوالی زیاد می‌شود. پس تغییرات انرژی درونی که برابر کار است نیز افزایش می‌یابد.

۳۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

وقتی گاز منبسط می‌شود کار انجام می‌دهد $(W < ۰)$ و وقتی متراکم می‌شود، محیط روی گاز کار انجام می‌دهد $(W > ۰)$ و وقتی حجم گاز ثابت است، کاری انجام نمی‌شود. $(W = ۰)$

انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل تنها تابع دمای مطلق آن است، پس هرگاه دما بالا رود، انرژی درونی زیاد می‌شود $(\Delta U > ۰)$ و هرگاه دما پایین رود، انرژی درونی گاز کامل کم می‌شود $(\Delta U < ۰)$ و اگر دمای اولیه و نهایی برابر باشد، انرژی درونی همان مقدار اولیه می‌شود. $(\Delta U = ۰)$

گزینه‌ی ۱: نادرس است، چون $\Delta U = ۰$ است.

گزینه‌ی ۲: نادرست است، چون:

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

گزینه‌ی ۳: درست است، چون:

گاز کار انجام می‌دهد. $\Rightarrow$ انبساط

$$PV = nRT \xrightarrow[\text{ثابت } P]{\text{افزایش } V} \text{افزایش } T \Rightarrow \Delta U > ۰$$

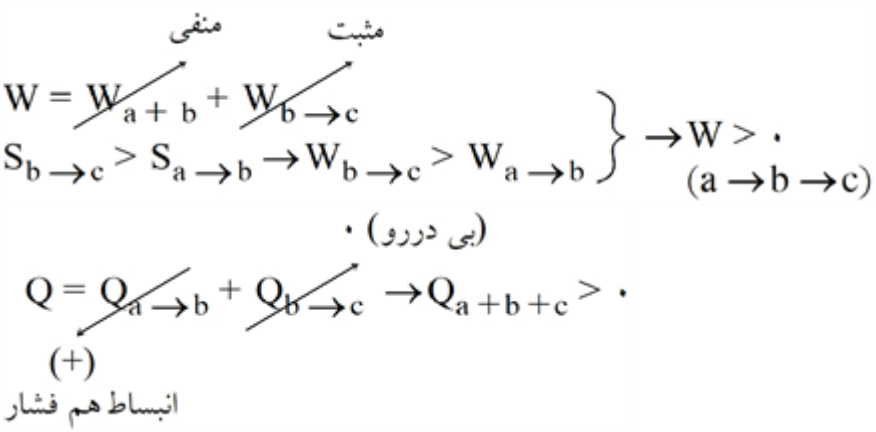
گزینه‌ی ۴: نادرست است، چون $W = ۰$ است.

۳۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{array}{c} \Delta U = nC_V\Delta T \\ C_V = \frac{۳}{۲}R \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta U = \frac{۳}{۲} nR\Delta T = \frac{۳}{۲} P\Delta V \Rightarrow \frac{۳}{۲}P = \frac{\Delta U}{\Delta V} = \frac{۱۲۰۰}{۴ \times ۱۰^{-۳}} = ۳ \times ۱۰^۵$$

$$\Rightarrow P = ۲ \times ۱۰^۵ \text{Pa} \Rightarrow P = ۲۰۰ \text{ kPa}$$

۳۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌توان گفت فرایند از a به c ، یک فرآیند هم‌حجم می‌تواند باشد (مستقیم از a به c برویم.) و چون افزایش فشار داریم، $\Delta U > ۰$ می‌باشد. (ΔU فقط به نقاط ابتدا و انتها وابسته است.)



۳۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. روش اول:

با توجه به این که انرژی درونی فقط به حالت اولیه و ثانویه بستگی دارد و مستقل از مسیر است، تغییر انرژی درونی در فرایندهای abc و adc برابر است. بنابراین:

$$\Delta U_{abc} = \Delta U_{adc} = U_c - U_a = (Q_{ab} + Q_{bc}) + (W_{ab} + W_{bc})$$

فرایند ab هم‌حجم است، بنابراین $W_{ab} = ۰$ است. از طرفی:

$$Q_{ab} = nC_V\Delta T = \frac{۳}{۲}nR\Delta T = \frac{۳}{۲}V\Delta P = \frac{۳}{۲}\times ۲\times ۱۰^{-۳}\times(۸\times ۱۰^{۴} - ۳\times ۱۰^{۴}) = ۱۵۰J$$

$$Q_{ab} = nC_P\Delta T = \frac{۵}{۲}nR\Delta T = \frac{۵}{۲}P\Delta V = \frac{۵}{۲}\times ۸\times ۱۰^{۴}\times(۵\times ۱۰^{-۳} - ۲\times ۱۰^{-۳}) = ۶۰۰J$$

$$W_{bc} = -P\Delta V = -۸\times ۱۰^{۴}\times(۵\times ۱۰^{-۳} - ۲\times ۱۰^{-۳}) = -۲۴۰J$$

بنابراین: $\Delta U_{abc} = \Delta U_{adc} = ۱۵۰ + ۶۰۰ - ۲۴۰ = ۵۱۰J$

روش دوم: $\Delta U_{abc} = \Delta U_{adc} = \Delta U$

از طرفی: $\Delta U = nC_V\Delta T = \frac{۳}{۲}nR\Delta T = \frac{۳}{۲}(P_cV_c - P_aV_a)$

بنابراین: $\Delta U = \frac{۳}{۲}(۸\times ۱۰^{۴}\times ۵\times ۱۰^{-۳} - ۳\times ۱۰^{۴}\times ۲\times ۱۰^{-۳}) = ۵۱۰J$

$$\Rightarrow \Delta U_{abc} = \Delta U_{adc} = ۵۱۰J$$

۳۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به جهت پیکان در این فرایند، در حجم ثابت، فشار افزایش می‌یابد و در نتیجه دما نیز افزایش می‌یابد که نشان دهنده‌ی گرفتن گرما از محیط است. پس علامت Q (گرمای گرفته شده توسط دستگاه) مثبت است. هم‌چنین چون فرایند هم‌حجم است، کار دستگاه روی محیط یا محیط روی دستگاه صفر است. بنابراین علامت Q و ΔU مانند یکدیگر و مثبت است.

۳۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$T_A = T_C \Rightarrow P_A V_A = P_C V_C \Rightarrow P_A = ۳P_C \xrightarrow{P_C = P_B} P_A = ۳P_C = ۳P_B$$

$$\Rightarrow T_B < T_A \Rightarrow \Delta U_{AB} < ۰ \Rightarrow \Delta U_{AB} = -۱۲۰۰J$$

$$T_A = T_C \Rightarrow \Delta U_{ABC} = ۰ \Rightarrow \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} = ۰ \Rightarrow -۱۲۰۰ + \Delta U_{BC} = ۰$$

$$\Rightarrow \Delta U_{BC} = ۱۲۰۰J \Rightarrow Q_{BC} = \frac{۵}{۳} \times ۱۲۰۰ = ۲۰۰۰J$$

فرآیند هم‌فشار گاز کامل تک‌اتمی

$$\begin{cases} W = -P.\Delta V = -nR\Delta T \\ Q = \frac{۵}{۲} nR\Delta T = \frac{-۵}{۲} W \\ \Delta U = W + Q = \frac{۳}{۵} Q \end{cases}$$

۳۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$PV = nRT \xrightarrow[P \text{ کاهش می یابد}]{V \text{ ثابت}}$$ انرژی درونی گاز کم می شود $\Rightarrow$ دمای گاز کم می شود

۳۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = W + Q$ است.

در گزینه‌ی «۴» علامت‌های جبری $(W + Q) < ۰$ بوده که با $\Delta U > ۰$ هم‌خوانی ندارد و بنابراین طی آن قانون اول ترمودینامیک نقض شده است.

۴۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. دیواره‌های ظرف نارسانای گرما هستند پس سیستم گرمایی از محیط جذب نمی‌کند یعنی $Q = ۰$ است، نیز به سبب این‌که دیواره‌های ظرف ثابت هستند و ظرف تغییر حجم ندارد، کاری از محیط به سیستم منتقل نمی‌شود و این یعنی $W = ۰$ است. طبق تعریف انرژی درونی مجموع کار انجام شده روی سیستم و گرمای جذب شده توسط سیستم است:

$$\Delta U = Q + W = ۰$$

بنابراین تغییر انرژی درونی سیستم صفر است. می‌توان نوشت:

$$U_{T'_{\text{مخلوط در دمای}}} = U_{T_{\text{مواد اولیه در دمای}}} = U_{T_{\text{مخلوط در دمای}}} + Q_{\text{افزایش دما}}$$

Q گرمایی است که پس از مخلوط شدن مواد اولیه سبب افزایش دما از T به T' $(T' > T)$ می‌شود.

$$\rightarrow U_{T_{\text{مخلوط در دمای}}} < U_{T_{\text{مواد اولیه در دمای}}}$$

۴۱ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. شیب خط عبوری از a و مبدأ کم‌تر از شیب خط عبوری از b و مبدأ است بنابراین $V_a > V_b$ بوده و در نتیجه $\Delta v < ۰$ و $W > ۰$ می‌باشد. هم‌چنین $\Delta T < ۰$ بوده و در نتیجه $\Delta U < ۰$ می‌باشد. در مورد علامت Q نیز می‌توان گفت:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q = \Delta U - W < ۰$$
$$\downarrow \quad \downarrow$$
$$\Delta U < ۰ \quad W > ۰$$

۴۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$W = -P\Delta V = -(۱۰^۵) \times (-۰/۱ \times ۱۰^{-۳}) = ۱۰J$$

$$Q = -۲۵J$$

$$\Delta u = Q + W = (-۲۵) + (۱۰) = -۱۵J$$

۴۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = Q + W$ است. روی آب کار انجام شده و $W = +۴۰\ \text{kJ}$ است، همچنین $۳۱\ \text{kJ}$ گرما از دست رفته و $Q = -۳۱\ \text{kJ}$ است:

$$\Delta U = -۳۱ + ۴۰ = ۹\text{kJ} = ۹۰۰۰J$$

انرژی درونی $۹۰۰۰J$ افزایش یافته است.

۴۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۴۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. از قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[\text{بی دررو}]{Q=۰} \Delta U = W \xrightarrow{W=-۱۰۰} \Delta U = -۱۰۰J$$

دقت کنید در فرایند بی‌دررو $Q = ۰$ است.

۴۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow U_۲ - U_۱ = Q + W$$

$$۱۹۰۰ - ۹۰۰ = ۲۴۰۰ + W \Rightarrow W = -۱۴۰۰J$$

$$W' = -W = ۱۴۰۰J$$

۴۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. $\Delta U = W + Q$

$$W \xrightarrow{\text{در فرایند هم حجم}} ۰ \Rightarrow \Delta U = Q \Rightarrow U_۲ - U_۱ = Q \quad (I)$$

$U \propto T \Rightarrow \dfrac{U_۲}{U_۱} = \dfrac{T_۲}{T_۱}$ از طرفی می‌دانیم که انرژی درونی تابع دمای گاز است.

$$\frac{U_۲}{U_۱} = \frac{۷۷ + ۲۷۳}{۲۷ + ۲۷۳} = \frac{۳۵۰}{۳۰۰} = \frac{۷}{۶} \Rightarrow U_۱ = \frac{۶}{۷}U_۲ \quad (II)$$

$$\xrightarrow{I,\,II} U_۲\left(۱ - \frac{۶}{۷}\right) = ۴۰۰ \Rightarrow U_۲ = ۲۸۰۰J$$

۴۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تنها ویژگی گاز که تغییرات آن سبب تغییرات انرژی درونی U می‌شود، دمای مطلق T آن است.

$$U \propto T \Rightarrow \begin{cases} \Delta T > ۰ \Rightarrow \Delta U > ۰ \\ \Delta T = ۰ \Rightarrow \Delta U = ۰ \\ \Delta T < ۰ \Rightarrow \Delta U < ۰ \end{cases}$$

۴۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر روی دستگاه کاری انجام شود که منجر به کاهش حجم گاز شود، علامت کار، مثبت $(W > ۰)$ است.

اگر دستگاه روی محیط کار انجام دهد که منجر به افزایش حجم گاز شود، علامت کار، منفی $(W < ۰)$ است.

با توجه به این‌که گاز منقبض شده است، بنابراین حجم کاهش یافته و داریم:

$$W > ۰ \Rightarrow W = +۸۰۰J$$

با توجه به این‌که فرایند بسیار سریع انجام شده است، پس یک فرایند بی‌دررو است و داریم: $Q = ۰$

براساس قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = W + Q \xrightarrow[W=۸۰۰J]{Q=۰} \Delta U = ۸۰۰ + ۰ = ۸۰۰J$$

۵۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ و ۳) در فرایند انبساط هم‌دما، دستگاه گرما می‌گیرد، اما دما ثابت است، بنابراین انرژی درونی نیز ثابت است.

۴) فرایند هم‌حجمی که گرما دریافت کرده، مثال نقض این گزینه است.

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