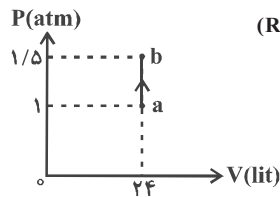


۴۰۶- مقدار معینی گاز کامل طی فرایند شکل زیر از حالت a به حالت b می‌رود. اگر تغییر انرژی درونی گاز در این تحول ۱۸۷۵J باشد، مقدار

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۲۶ آبان- ۹۲)

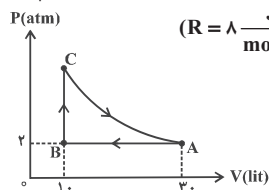


ظرفیت گرمایی مولی این گاز در حجم ثابت در SI کدام است؟ $(R = 8 \frac{J}{mol.K})$

- ۱۱ (۱)
- ۱۲ (۲)
- ۱۲/۵ (۳)
- ۱۳ (۴)

۴۰۷- مقدار ۲/۵ مول گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ای مطابق شکل زیر را طی می‌کند که در آن، فرایند CA هم‌دماست. در حالت C، به ترتیب از راست

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۱۰ آبان- ۹۲)



به چپ دمای گاز چند درجه‌ی سلسیوس و فشار آن چند اتمسفر است؟ $(R = 8 \frac{J}{mol.K})$

- ۴ و ۳۰۰ (۲)
- ۶ و ۳۰۰ (۱)
- ۴ و ۲۷ (۴)
- ۶ و ۲۷ (۳)

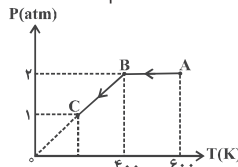
(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۲۶ مهر- ۹۲)

۴۰۸- کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- (۱) مقدار گرمایی که یک مول گاز در حجم ثابت می‌گیرد تا دمایش یک درجه‌ی سلسیوس بالا برود را ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت می‌گوییم.
- (۲) مقدار گرمایی که یک مول گاز در فشار ثابت می‌گیرد تا دمایش یک درجه‌ی سلسیوس بالا برود را ظرفیت گرمایی مولی در فشار ثابت می‌گوییم.
- (۳) در فرایند هم‌فشار، اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین گاز و محیط بیش از اندازه‌ی کار مبادله شده می‌باشد.
- (۴) به‌ازای مبادله‌ی گرمای یک‌سان، اندازه‌ی تغییرات دمای مقدار معینی گاز کامل، در یک فرایند هم‌فشار، بیش‌تر از یک فرایند هم‌حجم است.

۴۰۹- نمودار P-T ی نیم مول گاز کامل دو اتمی، مطابق شکل زیر است. کل کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز در فرایندهای AB و BC چند

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۲۶ مهر- ۹۲)



ژول است؟ $(R = 8 \frac{J}{mol.K})$

- ۸۰۰ (۱)
- ۸۰۰ (۲)
- ۷×۱۰^۵ (۳)
- ۷×۱۰^۵ (۴)

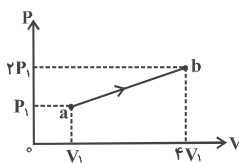
۴۱۰- هرگاه دمای چشمه‌ی گرم و سرد یک ماشین گرمایی را که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند، به یک اندازه افزایش دهیم، بازدهی ماشین:

(صفحه‌های ۱۹ تا ۲۷) (آزمون ۲۴ آبان- ۹۲)

- (۱) افزایش می‌یابد.
- (۲) کاهش می‌یابد.
- (۳) ثابت می‌ماند.
- (۴) به اندازه‌ی افزایش دما بستگی دارد و ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۱۰ آبان- ۹۲)

۴۱۱- در نمودار P-V شکل زیر، تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل طی فرایند ab، چند برابر P_1V_1 است؟



$(C_{MV} = \frac{3}{2}R, C_{MP} = \frac{5}{2}R)$

- ۴/۵ (۱)
- ۸ (۲)
- ۱۵ (۴)
- ۱۰/۵ (۳)

۴۱۲- توان مصرفی یک یخچال، ۲۵۰ وات و ضریب عملکرد آن ۴ است. اندازه‌ی گرمایی که این یخچال در مدت ۱۰ ثانیه به محیط بیرون می‌دهد، چند

(صفحه‌های ۲۸ تا ۳۱) (آزمون ۱۳ بهمن- ۹۲)

- ۶/۲۵ (۴)
- ۲۵ (۳)
- ۱۰ (۲)
- ۱۲/۵ (۱)

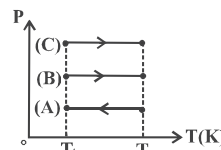
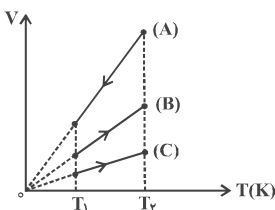
۴۱۳- یک ماشین گرمایی که چرخه‌ی کارنو را طی می‌کند، در هر چرخه مقدار ۲۴۰J گرما از منبع گرم دریافت می‌کند و مقدار ۱۰۰J گرما را به

(صفحه‌های ۱۹ تا ۲۷) (آزمون ۷ فروردین- ۹۲)

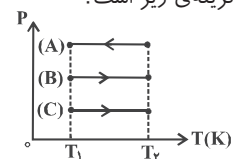
- چشمه‌ی سرد با دمای ۷°C پس می‌دهد. دمای چشمه‌ی گرم این ماشین، چند درجه‌ی سلسیوس است؟
- ۶۶۵ (۲)
- ۳۹۹ (۳)
- ۶۷۲ (۱)
- ۳۹۲ (۴)

۴۱۴- نمودار V-T ی مربوط به سه فرایند A، B و C بر روی مقدار معینی گاز کامل، مطابق شکل زیر است. نمودار P-T ی این فرایندها مشابه

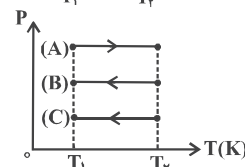
(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۲۶ مهر- ۹۲)



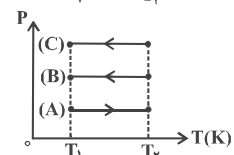
(۲)



(۱)



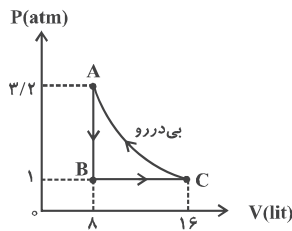
(۴)



(۳)

۴۱۵- مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل تک اتمی در یک یخچال فرضی، چرخه‌ی ABCA را طی می‌کند. ضریب عملکرد این یخچال کدام

(صفحه‌های ۲۸ تا ۳۱) (آزمون ۱۱ بهمن- ۹۲)



است؟ $(C_{MP} = \frac{5}{2}R, C_{MV} = \frac{3}{2}R)$

- ۳/۱۲۵ (۱)
- ۲/۵ (۲)
- ۴ (۳)
- ۴/۵ (۴)

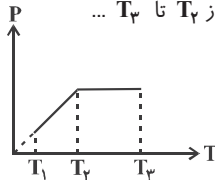
۴۱۶- دستگاهی در یک انبساط بی‌دررو، ۵ ژول کار بر روی محیط انجام می‌دهد. تغییر انرژی درونی دستگاه چند ژول است؟

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۱۸ آبان- ۸۶)

۴ باید دمای گاز معلوم باشد.

۵ (۱) ۰ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴)

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۲۰ مهر- ۸۶)

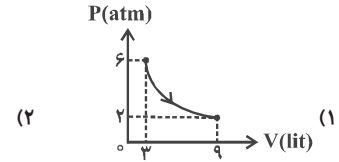
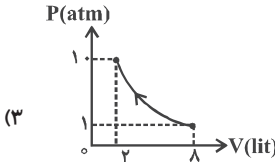
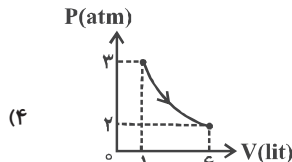
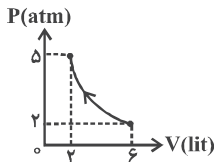


۴۱۷- نمودار P-T ی یک گاز کامل مطابق شکل زیر است. حجم گاز از T_1 تا T_2 ... و از T_2 تا T_3 ...

- ۱) زیاد خواهد شد- ثابت خواهد ماند.
- ۲) زیاد خواهد شد- زیاد خواهد شد.
- ۳) ثابت خواهد ماند- زیاد خواهد شد.
- ۴) ثابت خواهد ماند- ثابت خواهد ماند.

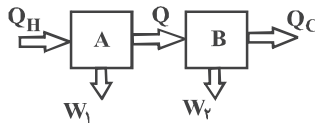
(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۱۱ بهمن- ۹۲)

۴۱۸- کدامیک از نمودارهای زیر، می‌تواند مربوط به یک فرایند بی‌دررو بر روی مقدار معینی گاز کامل باشد؟



۴۱۹- در شکل زیر، بازدهی ماشین گرمایی A برابر ۴۰٪ و بازدهی ماشین گرمایی B، ۵۰٪ است. حاصل $\frac{|W_2|}{|W_1|}$ کدام است؟

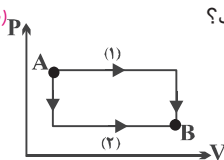
(صفحه‌های ۱۹ تا ۲۷) (آزمون ۲۴ آبان- ۹۲)



- ۳/۴ (۱)
- ۵/۴ (۲)
- ۴/۵ (۳)
- ۳/۴ (۴)

۴۲۰- شکل زیر نمودار تحول یک مول گاز کامل را از حالت A به حالت B از دو مسیر (۱) و (۲) نشان می‌دهد. اگر کار و گرمای مبادله شده با محیط در هر مسیر به ترتیب (Q_1, W_1) و (Q_2, W_2) باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۷ فروردین ۹۰)



- ۱) $W_1 > W_2, Q_1 = Q_2$
- ۲) $W_1 = W_2, Q_1 > Q_2$
- ۳) $W_1 + Q_1 = W_2 + Q_2$
- ۴) $W_1 < W_2, Q_1 = Q_2$

۴۲۱- جرم هوای موجود در اتاقی به ابعاد $5m \times 4m \times 3m$ در دمای $27^\circ C$ و فشار یک اتمسفر، چند کیلوگرم است؟

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۲۷ فرار ۹۰)

$(M_{\text{هوای}} = 29 \frac{g}{mol}, R = 8 \frac{J}{mol.K})$

۴۲۲- انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل ... وابسته است و اگر مقدار یک گاز کامل را در دمای ثابت افزایش دهیم، انرژی درونی آن ...

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۶ آبان ۹۰)

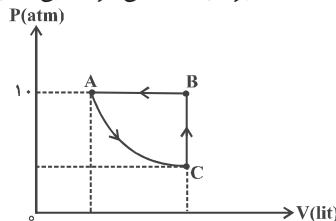
- ۱) فقط به دمای مطلق گاز، ثابت می‌ماند.
- ۲) به فشار و دمای مطلق گاز، افزایش می‌یابد.
- ۳) فقط به دمای مطلق گاز، افزایش می‌یابد.
- ۴) به فشار و دمای مطلق گاز، ثابت می‌ماند.

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۶ آبان ۹۰)

- ۱) فقط دما در تمام نقاط گاز یکسان باشد.
- ۲) فقط فشار در تمام نقاط گاز یکسان باشد.
- ۳) دما و فشار در تمام نقاط گاز یکسان باشد.
- ۴) دمای گاز 273 کلوین و فشار آن یک اتمسفر باشد.

۴۲۳- چرخه‌ی شکل زیر، مربوط به ۲ مول گاز کامل سه اتمی است. اگر اندازه‌ی گرمای مبادله شده طی فرایند CBA، $1200J$ و اندازه‌ی تغییر حجم گاز طی فرایند BA برابر با ۲ لیتر باشد، کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز طی فرایند بی‌درروی AC چند ژول است؟

(صفحه‌های ۲ تا ۱۹) (آزمون ۲۴ آبان- ۹۲)



- ۸۰۰ (۱)
- ۳۲۰۰ (۲)
- ۳۲۰۰ (۳)
- ۸۰۰ (۴)

۴۰۶



تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل در فرایند **ab** از رابطه $\Delta U_{ab} = \frac{C_V}{R} \Delta(PV)_{ab}$ قابل محاسبه است.



دقت کنید که تنها در حالتی می‌توانید از روابط $C_V = \frac{3}{2}R$ و $C_P = \frac{5}{2}R$ استفاده کنید که گاز تک اتمی باشد و صورت سوال اجازه‌ی استفاده از این روابط تقریبی را به ما داده باشد.

گزینه‌ی «۳» صحیح است. درصد پاسخ گویی (۶۸٪)

فرایند **ab** هم‌حجم است، پس $W = 0$ می‌باشد. بنابراین، طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q = nC_{MV}(T_b - T_a) = nC_{MV} \left(\frac{P_b V}{nR} - \frac{P_a V}{nR} \right) = \frac{C_{MV}}{R} V(P_b - P_a) \Rightarrow 1875 = \frac{C_{MV}}{8} \times 24 \times 10^{-3} \times 0.5 \times 10^5 \Rightarrow C_{MV} = 12/5 \frac{J}{mol.K}$$

گزینه‌ی «۲» گزینه‌ی دام‌دار است. (۲۷٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

برخی از دانش‌آموزان به دلیل عدم تسلط بر مفاهیم فیزیکی، به جای استفاده از رابطه $\Delta U = \frac{C_V}{R} \Delta(PV)$ و محاسبه‌ی C_V از آن، از رابطه‌ی

تقریبی $C_V = \frac{3}{2}R$ استفاده کرده‌اند در حالی که این رابطه تقریبی بوده و صورت سوال اجازه‌ی استفاده از آن را به ما نداده است ضمناً در صورت

سوال ذکر نشده است که گاز تک اتمی می‌باشد. این دسته از دانش‌آموزان به جواب نادرست $C_V = \frac{3}{2} \times 8 = 12 \frac{J}{mol.K}$ در گزینه‌ی «۲» رسیده‌اند.

۴۰۷



طبق معادله‌ی حالت گازهای کامل، برای n مول گاز کامل رابطه‌ی $PV = nRT$ همواره برقرار است.



دقت شود که در رابطه‌ی فوق R در واحد **SI** باشد، بقیه متغیرها هم باید در واحد **SI** جای‌گذاری شوند.

گزینه‌ی «۳» صحیح است. درصد پاسخ گویی (۶۰٪)

$$P_A V_A = nRT_A \Rightarrow T_A = \frac{2 \times 10^5 \times 30 \times 10^{-3}}{2/5 \times 8} = \frac{60 \times 10^2}{20} = 300 K$$

$$\text{هم‌دماست. } CA \Rightarrow T_C = T_A = 300 K \Rightarrow \theta_C = 300 - 273 = 27^\circ C$$

با استفاده از رابطه‌ی مقایسه‌ای معادله‌ی حالت گازهای کامل داریم:

$$\frac{P_C V_C}{T_C} = \frac{P_A V_A}{T_A} \xrightarrow{T_A=T_C} P_C \times 10 = 2 \times 30 \Rightarrow P_C = 6 \text{ atm}$$

گزینه‌ی «۱» گزینه‌ی دام‌دار است. (۳۳٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

گروهی از دانش‌آموزان به علت بی‌توجهی به صورت سوال که دمای گاز را برحسب درجه سلسیوس خواسته است و یا به دلیل عدم توجه به این نکته

که T در معادله‌ی حالت گازهای کامل بر حسب کلونین می‌باشد، گزینه‌ی «۱» را به عنوان جواب انتخاب کرده‌اند.

۴۰۸



به ازای مبادله‌ی گرمای یکسان در شرایط یکسان، تغییرات دما در یک فرایند هم‌حجم بیشتر از یک فرایند هم‌فشار است.



دقت کنید برای پاسخ دادن به سوالاتی که باید یک گزینه‌ی درست یا نادرست را انتخاب کنید ابتدا تمامی گزینه‌ها را به دقت بخوانید و سپس پاسخ صحیح را علامت بزنید.

گزینه‌ی «۴» صحیح است. درصد پاسخ گویی (۵۸٪)

طبق متن کتاب، گزینه‌های «۱» و «۲» به ترتیب تعریف ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت و ظرفیت گرمایی مولی در فشار ثابت هستند. در

یک فرایند هم‌فشار داریم:

$$Q = nC_{MP} \Delta T \xrightarrow{P \Delta V = nR \Delta T} Q = \frac{C_{MP}}{R} P \Delta V \xrightarrow{P \Delta V = -W} Q = -\frac{C_{MP}}{R} W$$

چون C_{MP} همواره بزرگ‌تر از R است، پس در فرایند هم‌فشار $|Q| > |W|$ است.

هم‌چنین با توجه به این‌که برای یک گاز کامل، همواره C_{MP} بزرگ‌تر از C_{MV} است ($C_{MP} - C_{MV} = R$)، طبق روابط

$$Q_V = nC_{MV} \Delta T \quad \text{و} \quad Q_P = nC_{MP} \Delta T$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_V = nC_{MV}(\Delta T)_V \\ Q_P = nC_{MP}(\Delta T)_P \end{array} \right. \xrightarrow{Q_V=Q_P} C_{MV}(\Delta T)_V = C_{MP}(\Delta T)_P \xrightarrow{C_{MP} > C_{MV}} (\Delta T)_V > (\Delta T)_P$$

بنابراین اندازه‌ی افزایش دما در فرایند هم‌حجم ذکر شده بیش‌تر از فرایند هم‌فشار است و گزینه‌ی «۴» نادرست می‌باشد.

گزینه‌ی «۳» گزینه‌ی دام‌دار است. (۳۸٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

دسته‌ای از دانش‌آموزان به علت عدم تسلط کافی بر روی مفاهیم فیزیکی و ترمودینامیکی گزینه‌ی «۳» را به عنوان گزینه‌ی نادرست انتخاب کرده‌اند در صورتی که در حل سؤال درستی این گزینه بررسی شد.

۴۰۹

در یک فرآیند فشار بر روی مقدار معین گاز کامل، کاری که محیط بر روی گاز انجام می‌دهد برابر با $W = -P \Delta V = -nR\Delta T$ است.

در اجرای محاسبات باید علامت ΔT یا ΔV را به درستی در رابطه‌ی کار وارد کنید.

گزینه‌ی «۱» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۵۸٪)

از آن‌جایی که نمودار $P-T$ مربوط به فرایند BC به صورت خط راستی است که امتداد آن از مبدأ مختصات عبور می‌کند، فرایند BC فرایندی هم‌حجم می‌باشد، پس $W_{BC} = 0$. فرایند AB، هم‌فشار است. داریم:

$$W = -P\Delta V = -nR\Delta T = -0.5 \times 8 \times (400 - 600) = 800 \text{ J}$$

گزینه‌ی «۲» گزینه‌ی دام‌دار است. (۲۷٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

عده‌ای از دانش‌آموزان به دلیل بی‌دقتی علامت منفی را در رابطه‌ی $W = -P\Delta V = -nR\Delta T$ در نظر نگرفته‌اند و یا این‌که به منفی بودن ΔV و ΔT توجه نکرده‌اند و به جای جواب $W = 800 \text{ J}$ به جواب نادرست $W = -800 \text{ J}$ رسیده‌اند.

۴۱۰

بازدهی یک ماشین گرمایی فرضی که طبق چرخه‌ی کارنو کار می‌کند از رابطه‌ی $\eta_{\max} = 1 - \frac{T_C}{T_H} = \frac{T_H - T_C}{T_H}$ محاسبه می‌شود که در این رابطه دمای گاز باید بر حسب کلوین وارد شود.

در انجام محاسبات دقت کنید و از انجام برخی محاسبات ذهنی که با بی‌دقتی منجر به اشتباه می‌شوند پرهیز کنید.

گزینه‌ی «۲» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۵۴٪)

بازدهی ماشین گرمایی کارنو طبق رابطه‌ی (۱) $\eta_{\max} = \frac{T_H - T_C}{T_H}$ به دست می‌آید.

حال اگر به هر کدام از دماهای T_C و T_H به اندازه‌ی x واحد اضافه کنیم، خواهیم داشت:

$$\eta'_{\max} = \frac{T'_H - T'_C}{T'_H} = \frac{T_H - T_C}{T_H + x} \quad (2)$$

با مقایسه‌ی رابطه‌های (۱) و (۲) درمی‌یابیم که بازدهی نهایی کاهش یافته است.

گزینه‌ی «۳» گزینه‌ی دام‌دار است. (۲۷٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

برخی از دانش‌آموزان به دلیل بی‌دقتی و درک نادرست از ریاضیات حاکم بر مسئله، با توجه به رابطه‌ی $\eta_{\max} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ به اشتباه تصور کرده‌اند که

اگر T_C و T_H به یک اندازه افزایش یابند حاصل $\frac{T_C}{T_H}$ و در نتیجه η_{\max} ثابت باقی می‌ماند. این دسته از دانش‌آموزان گزینه‌ی نادرست «۳» را انتخاب کرده‌اند.

۴۱۱

تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل که از حالت (۱) به حالت (۲) می‌رود برابر با $\Delta U = \frac{C_{mV}}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$ می‌باشد و مقدار آن مستقل از مسیری است که گاز بین دو حالت (۱) و (۲) طی می‌کند (فقط به نقاط ابتدا و انتها بستگی دارد).

به روابطی که می‌خواهید از آن‌ها استفاده کنید دقت کنید و متغیرها را به درستی در آن‌ها جایگزین کنید.

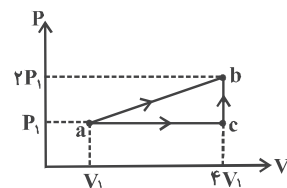
گزینه‌ی «۳» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۵۲٪)

می‌دانیم انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است. از آن‌جایی که دمای مطلق گاز در حالت‌های a و b مقدار مشخصی است، می‌توان برای محاسبه‌ی ΔU_{ab} ، مطابق شکل زیر، مقدار ΔU_{acb} را حساب کرد. در واقع تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل بین دو حالت معین، مستقل از مسیر فرایندی است که گاز بین آن دو حالت طی می‌کند. داریم:

$$\Delta U_{ab} = \Delta U_{acb} = \Delta U_{ac} + \Delta U_{cb}$$

فرایندهای ac و cb به ترتیب هم‌فشار و هم‌حجم هستند. داریم:

$$\begin{aligned} \Delta U_{ab} &= Q_{ac} + W_{ac} + Q_{cb} + W_{cb} \Rightarrow \Delta U_{ab} = nC_{MP}\Delta T_{ac} - P\Delta V_{ac} + nC_{MV}\Delta T_{cb} + 0 \\ \Rightarrow \Delta U_{ab} &= \frac{5}{2}nR\Delta T_{ac} - nR\Delta T_{ac} + \frac{3}{2}nR\Delta T_{cb} \Rightarrow \Delta U_{ab} = \frac{3}{2}nR\Delta T_{ac} + \frac{3}{2}nR\Delta T_{cb} \\ \Rightarrow \Delta U_{ab} &= \frac{3}{2}nR\Delta T_{ab} = \frac{3}{2}\Delta(PV)_{ab} \Rightarrow \Delta U_{ab} = \frac{3}{2}(2P_1 \times 4V_1 - P_1V_1) = 10/5 P_1V_1 \end{aligned}$$



گزینه‌ی «۲» گزینه‌ی دام‌دار است. (۲۷٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

عده‌ای از دانش‌آموزان به دلیل عدم تسلط کافی و درک دقیق و صحیح مفاهیم فیزیکی، تغییر انرژی درونی گاز را برابر با $P_1 V_1$ در نظر گرفته‌اند و به جواب نادرست $2P_1 \times 4V_1 = 8P_1 V_1$ در گزینه‌ی «۲» رسیده‌اند.

۴۱۲

اندازه‌ی گرمایی که یک یخچال به محیط بیرون می‌دهد $|Q_H|$ برابر با مجموع گرمایی گرفته شده از مواد داخل یخچال Q_C و کار محیط بر روی گاز کامل داخل چرخه (انرژی الکتریکی مفید مصرف شده) W است. صورت سوال را به درستی بخوانید به خواسته‌ی سوال جواب دهید. **گزینه‌ی «۱» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۵۲٪)**

$$W = P \cdot t = 250 \times 10 = 2500 \text{ J}$$

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{|Q_H| - W}{W} \Rightarrow 4 = \frac{|Q_H| - 2500}{2500} \Rightarrow |Q_H| = 12500 \text{ J} = 12.5 \text{ kJ}$$

گزینه‌ی «۲» گزینه‌ی دام‌دار است. (۳۱٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

برخی از دانش‌آموزان به دلیل عجله و بی‌دقتی به اشتباه اندازه‌ی گرمایی که یخچال به محیط بیرون می‌دهد را با گرمای گرفته شده از مواد داخل یخچال برابر تصور کرده‌اند و مقدار Q_C را حساب کرده و به عنوان جواب در گزینه‌ی «۲» انتخاب کرده‌اند.

$$K = \frac{Q_C}{W} \Rightarrow 4 = \frac{Q_C}{2500} \Rightarrow Q_C = 10000 \text{ J} = 10 \text{ kJ}$$

۴۱۳

در یک ماشین گرمایی فرضی که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند روابط $\eta_{\max} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ و $\eta_{\max} = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H}$ برقرار است. در رابطه‌ی بازدهی ماشین گرمایی کارنو دمای گاز بر حسب کلوین است. **گزینه‌ی «۳» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۵۲٪)**

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{Q_H - |Q_C|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H} \quad (1)$$

$$\eta_{\text{کارنو}} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \frac{T_C}{T_H} = \frac{|Q_C|}{Q_H} \Rightarrow \frac{273 + \theta}{240} = \frac{100}{240} \Rightarrow \frac{280}{T_H} = \frac{5}{12} \Rightarrow T_H = 672 \text{ K} \Rightarrow T_H = 273 + \theta_H = 672 \Rightarrow \theta_H = 399^\circ \text{C}$$

گزینه‌ی «۱» گزینه‌ی دام‌دار است. (۳۹٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

برخی از دانش‌آموزان به دلیل بی‌دقتی و عجله، به اشتباه دمای گاز را بر حسب کلوین انتخاب کردند و به گزینه‌ی نادرست «۱» رسیدند در حالتی که صورت سوال دمای گاز را بر حسب درجه سلسیوس خواسته است.

۴۱۴

در نمودار V-T مربوط به مقدار معینی گاز کامل، خط راستی که امتداد آن از مبدا مختصات عبور می‌کند، نشان دهنده‌ی یک فرآیند هم فشار است. طبق معادله‌ی حالت گازهای کامل $(V = \frac{nR}{P}T)$ ، شیب برابر با $\frac{nR}{P}$ می‌باشد.

دقت کنید که شیب خط با فشار، نسبت معکوس دارد. یعنی هر چه شیب خط بیشتر باشد، فشار کمتر است. همچنین باید به جهت فلش روی فرآیندها دقت داشته باشید.

گزینه‌ی «۲» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۵۱٪)

از آنجایی که نمودار V-T مربوط به فرایندهای A، B و C به صورت خط‌های راستی هستند که امتداد آن‌ها از مبدأ مختصات عبور می‌کنند، فرایندهای A، B و C هم‌فشار هستند و طبق معادله‌ی حالت گازهای کامل، شیب نمودار V-T، برای مقدار معینی گاز کامل، با فشار گاز نسبت عکس دارد.

$$V = \frac{nR}{P}T \Rightarrow \text{شیب} \propto \frac{1}{P}$$

خط مربوط به فرایند A دارای شیب بزرگ‌تری نسبت به دو فرایند دیگر است، بنابراین فشار آن کم‌تر است و با توجه به نمودار صورت سؤال، حجم و دمای آن نیز در حال کاهش است. با استدلال مشابه، فشار فرایند C از فرایند B بیش‌تر است. حجم و دما در فرایندهای B و C در حال افزایش است. پس نمودار گزینه‌ی «۲» صحیح می‌باشد.

گزینه‌ی «۱» گزینه‌ی دام‌دار است. (۳۲٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

عدهای از دانش آموزان به علت عجله در پاسخ دادن، شیب نمودار را متناسب با فشار در نظر گرفته‌اند و در نتیجه برای نموداری که شیب بیش‌تری داشته است فشار بزرگ‌تری را متصور شده‌اند و گزینه‌ی نادرست «۱» را به عنوان پاسخ انتخاب کرده‌اند.

۴۱۵



اندازه‌ی کار انجام شده توسط محیط بر روی دستگاه در کل یک چرخه برابر با مساحت داخل آن چرخه در نمودار P-V است. هم‌چنین با توجه به قانون اول ترمودینامیک در هر یخچال رابطه‌ی $W = |Q_H| - Q_C$ برقرار است.



به رابطه‌ی ترمودینامیکی و مفاهیم آن‌ها دقت کنید. جای‌گذاری کمیت‌ها در روابط ترمودینامیکی را به درستی انجام دهید.

🔑 **گزینه‌ی «۱» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۵۰٪)**

در فرایند هم‌حجم AB، دمای گاز کاهش می‌یابد و یخچال گرمای Q_H را به محیط می‌دهد. بنابراین داریم:

$$Q_H = Q_{AB} = nC_{MV}\Delta T = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}V(\Delta P) \Rightarrow Q_H = \frac{3}{2} \times 8 \times 10^{-3} \times (1 - 3/2) \times 10^5 \Rightarrow Q_H = -2640 \text{ J}$$

در فرایند هم‌فشار BC، دمای گاز افزایش یافته و گرمای Q_C از مواد داخل یخچال گرفته می‌شود.

$$Q_C = Q_{BC} = nC_{MP}\Delta T = \frac{5}{2}nR\Delta T = \frac{5}{2}P(\Delta V) \Rightarrow Q_C = \frac{5}{2} \times 1 \times 10^5 \times (16 - 8) \times 10^{-3} \Rightarrow Q_C = 2000 \text{ J}$$

با داشتن مقادیر Q_H و Q_C ، ضریب عملکرد یخچال به دست می‌آید.

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{Q_C}{|Q_H| - Q_C} = \frac{2000}{2640 - 2000} = 3/125$$

دقت کنید در فرایند بی‌دررو CA، گرمایی مبادله نمی‌شود.

🏠 **گزینه‌ی «۲» گزینه‌ی دام‌دار است. (۳۰٪) دانش آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.**

برخی از دانش آموزان به دلیل عدم تسلط کافی و درک دقیق و صحیح از مفاهیم فیزیکی، به اشتباه سطح زیر فرایند هم‌فشار BC را به عنوان کار انجام شده در کل چرخه فرض کرده‌اند و به عدد $|W| = 800 \text{ J}$ رسیده‌اند و با جای‌گذاری آن در رابطه‌ی K، مقدار نادرست $K = \frac{2000}{800} = 2/5$ را به درست آورده و گزینه‌ی «۲» را انتخاب کرده‌اند.

۴۱۶



در فرایند بی‌دررو، گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط صفر است.



دقت کنید در فرایندهای انبساطی، کار محیط روی گاز منفی است.

🔑 **گزینه‌ی «۲» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۴۵٪)**

در فرایند بی‌دررو، گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط، صفر است و بنابر قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow{Q=0 \text{ (بی‌دررو)}} \Delta U = W$$

یعنی تغییر انرژی درونی دستگاه، برابر کار انجام شده بر روی دستگاه است و چون فرایند انبساطی است، $W < 0$ است و داریم:

$$\Delta U = W < 0 \Rightarrow \Delta U = -5 \text{ J}$$

🏠 **گزینه‌ی «۱» گزینه‌ی دام‌دار است. (۲۳٪) دانش آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.**

چون فرایند انبساطی است، پس کار محیط روی گاز منفی است و چون در قانون اول ترمودینامیک، کار محیط روی گاز باید در نظر گرفته شود، عدهای از دانش آموزان بدون در نظر گرفتن این نکته به اشتباه به «گزینه‌ی ۱» رسیده‌اند که گزینه‌ی اشتباهی است.

۴۱۷



نمودارهای دو بُعدی ترمودینامیکی، رابطه‌ی بین دو متغیر را بیان می‌کنند و با دقت به متغیرها، جهت فرایند و ... در نمودار می‌توان نکات زیادی را متوجه شد.



در نمودارها، به متغیری که هر محور نماینده‌ی آن است، دقت شود.

🔑 **گزینه‌ی «۳» صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۴۵٪)**

چون نمودار P-T از T_1 تا T_2 به صورت خط راستی است که امتداد آن از مبدأ مختصات می‌گذرد، پس بنا به رابطه‌ی $P = \frac{nR}{V}T$ ، حجم ثابت است و از T_2 تا T_3 در فشار ثابت دما زیاد شده، پس حجم گاز نیز زیاد می‌شود.

🏠 **گزینه‌ی «۱» گزینه‌ی دام‌دار است. (۲۷٪) دانش آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.**

عده‌ی زیادی از دانش آموزان به محورهای نمودار و متغیری که هر محور نمایانگر آن است، توجه کافی نکرده‌اند و به اشتباه محوری را که نمایانگر متغیر فشار است، با محوری که نمایانگر متغیر حجم است، اشتباه گرفته‌اند و با توجه به این اشتباه، گزینه‌ی «۱» را انتخاب کرده‌اند.

۴۱۸



در انبساط بی‌دررو، همواره $(PV) > (PV)$ اولیه ثانویه و در تراکم بی‌دررو، همواره $(PV) < (PV)$ اولیه ثانویه است.



دقت کنید که در یک فرآیند بی‌دررو $(PV) \neq (PV)$ است در حالی که در فرایندهای هم‌دمای $(PV) = (PV)$ است. فرایندهای هم‌دمای بی‌دررو با یکدیگر اشتباه نکنید. ثانویه اولیه

گزینه ۲ صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۴۴٪)

اگر حالت‌های اولیه و ثانویه گاز را به ترتیب با زیرنویس‌های ۱ و ۲ نشان دهیم، برای مقدار معینی گاز کامل، در نمودار $P-V$ ی مربوط به یک فرایند هم‌دمای، همواره $P_1V_1 = P_2V_2$ و در نمودار $P-V$ ی مربوط به یک فرایند بی‌دررو همواره $P_1V_1 \neq P_2V_2$ است. در حالت انبساط بی‌دررو، همواره $P_1V_1 > P_2V_2$ و در حالت تراکم بی‌دررو همواره $P_1V_1 < P_2V_2$ است. نمودار نشان داده شده در گزینه ۲ می‌تواند مربوط به یک فرایند تراکم بی‌دررو باشد که در آن شرط $P_1V_1 < P_2V_2$ برقرار است. نمودار سایر گزینه‌ها نمی‌توانند مربوط به فرایند بی‌دررو باشند.

گزینه ۱ «گزینه‌ی دام‌دار است». (۳۳٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

برخی از دانش‌آموزان به دلیل عدم تسلط کافی و درک دقیق و صحیح از مفاهیم فیزیکی، به اشتباه تصور کرده‌اند که فرایند بی‌دررو رابطه‌ی ثانویه $(PV) = (PV)$ برقرار است و در واقع فرایند هم‌دمای را با فرایند بی‌دررو اشتباه گرفته‌اند و به جواب نادرست گزینه‌ی «۱» رسیده‌اند.

۴۱۹



بازدهی یک ماشین گرمایی حاصل تقسیم اندازه‌ی کار انجام شده توسط گاز بر روی محیط به گرمای داده شده به گاز است.



به روابط فیزیکی حاکم بر مسئله دقت کنید و کمیت‌ها را به درستی در آن‌ها جایگزین کنید.

گزینه ۲ صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۴۲٪)

برای ماشین گرمایی A داریم:

$$\eta_A = \frac{|W_1|}{(Q_H)_A} \Rightarrow \frac{40}{100} = \frac{|W_1|}{(Q_H)_A} \Rightarrow |W_1| = 40 / (Q_H)_A \quad (1)$$

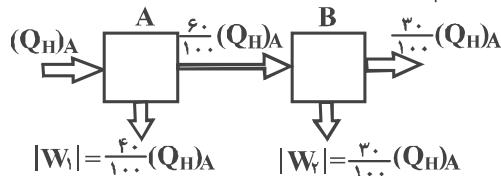
$$Q = (Q_C)_A = (Q_H)_A - |W_1|$$

$$\Rightarrow Q = (Q_H)_A - 40 / (Q_H)_A = 60 / (Q_H)_A = (Q_H)_B$$

برای ماشین گرمایی B داریم:

$$\eta_B = \frac{|W_2|}{(Q_H)_B} \Rightarrow \frac{50}{100} = \frac{|W_2|}{60 / (Q_H)_A} \Rightarrow |W_2| = 30 / (Q_H)_A \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{|W_2|}{|W_1|} = \frac{3}{4}$$



گزینه ۴ «گزینه‌ی دام‌دار است». (۴۲٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

عده‌ای از دانش‌آموزان به دلیل عدم تسلط کافی و درک دقیق و صحیح مفاهیم فیزیکی، بدون در نظر گرفتن گرمای ورودی به هر ماشین گرمایی، نسبت بازده‌های ماشین‌ها را به اشتباه برابر با نسبت کار انجام شده آن‌ها فرض کرده‌اند و به جواب نادرست گزینه‌ی «۴» رسیده‌اند.

۴۲۰



تغییرات انرژی درونی گازهای کامل، تنها به دمای مطلق گاز در دو انتهای مسیر بستگی دارد و به مسیر فرایند بستگی ندارد.



دقت کنید که مساحت زیر نمودار در دستگاه $P-V$ ، اندازه‌ی کار محیط روی گاز را بیان می‌کند و علامت کار محیط روی گاز را جهت فرایند مشخص می‌کند.

گزینه ۳ صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۴۰٪)

با توجه به این که تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل بین دو حالت معین به مسیر تحول بستگی ندارد، با استفاده از قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$(\Delta U_{AB})_1 = (\Delta U_{AB})_2 \Rightarrow Q_1 + W_1 = Q_2 + W_2$$

گزینه ۱ «گزینه‌ی دام‌دار است». (۱۲٪) دانش‌آموزان همین گزینه‌ی اشتباه را انتخاب کرده‌اند.

عده‌ای از دانش‌آموزان در تشخیص این نکته که مساحت زیر نمودار برابر اندازه‌ی کار محیط روی گاز است درست عمل کرده و در نتیجه $|W_1| > |W_2|$ می‌شود و گزینه‌ی نادرست «۱» را انتخاب کرده‌اند. ولی نکته این‌جاست که $(\Delta U_{AB})_1 = (\Delta U_{AB})_2$ می‌باشد. پس اگر W_2, W_1 مساوی نباشند امکان ندارد که Q_2 و Q_1 با هم مساوی باشند. این اشتباه به علت عدم درک و تسلط کافی بر روی مفاهیم فیزیکی می‌باشد.

۴۲۱



واحدهای استفاده شده در روابط فیزیکی باید در دستگاه SI باشند.



دقت شود که واحد کمیت‌های استفاده شده در روابط، اگر در SI نباشند، واحد کمیت نهایی هم در SI نخواهد بود.

گزینه ۴ صحیح است. درصد پاسخ‌گویی (۴۰٪)

با استفاده از معادله‌ی حالت گازهای کامل، داریم:

$$PV = nRT \xrightarrow{\frac{n}{M}} PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow 1.0^5 \times (3 \times 4 \times 5) = \frac{m}{29} \times 8 \times (273 + 27)$$