۳۶۰ در یک فرایند آرمانی با توجه به آن که دستگاه از محیط گرما دریافت نمی‌کند ولی دمایش افزایش می‌یابد، این فرایند . . . . است.

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

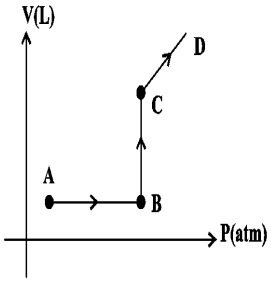
۳۶۱ در کدام فرایند ترمودینامیکی، کار انجام شده روی مقدار معینی گاز آرمانی فقط صرف تغییرات انرژی درونی گاز می‌شود؟

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

۳۶۲ اگر طی فرایندی، دمای مطلق و فشار مقدار معینی گاز کامل به‌ترتیب دو و چهار برابر شود، حجم نهایی گاز چند برابر حجم اولیه آن خواهد شد؟

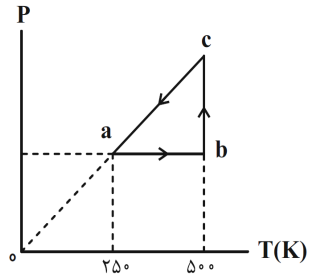
۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) ۲
۳) ۴ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۳۶۳ مطابق نمودار زیر، گاز کاملی سه فرایند متفاوت را طی می‌کند، کاری که محیط بر روی گاز در فرایندهای AB ، BC و CD انجام می‌دهد. به ترتیب از راست به چپ چه علامتی دارد؟



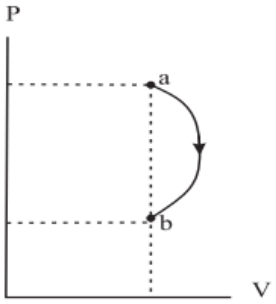
۱) مثبت – صفر – مثبت
۲) منفی – صفر – منفی
۳) صفر – مثبت – مثبت
۴) صفر – منفی – منفی

۳۶۴ نمودار $P-T$ فرایندی که یک مول گاز کامل تک‌اتمی طی می‌کند، مطابق شکل زیر است. کار انجام شده روی گاز در فرایند ca چند ژول است؟ $(R=۸\frac{J}{mol.K})$



۱) صفر
۲) -۶۰۰
۳) $+۴۰۰$
۴) باید فشار گاز در a معلوم باشد.

۳۶۶) نمودار P-V فرایندی که مقدار معینی گاز آرمانی طی می‌کند مطابق شکل زیر است. کدام گزینه در مورد تغییرات انرژی درونی گاز (ΔU) و کار انجام شده بر روی گاز (W) طی این فرایند درست است؟



۱) $W > 0 \ , \Delta U > 0$
۲) $W < 0 \ , \Delta U > 0$
۳) $W > 0 \ , \Delta U < 0$
۴) $W < 0 \ , \Delta U < 0$

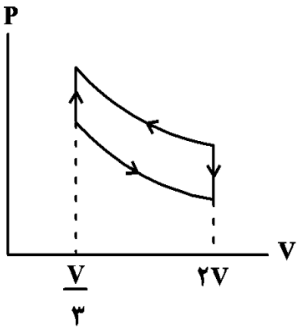
۳۶۷) کدام عبارت درباره فرایندهای ترمودینامیکی برای مقدار معینی گاز کامل نادرست است؟

۱) کار در فرایند هم‌حجم صفر است.
۲) در فرایند هم فشار، بزرگی گرمای مبادله شده بیشتر از بزرگی تغییرات انرژی درونی است.
۳) در فرایند هم دما، تغییرات انرژی درونی صفر است.
۴) در فرایند انبساط بی‌دررو، تغییرات انرژی درونی مثبت است.

۳۶۸) بازده یک ماشین گرمایی ۴۰ درصد است. اگر این ماشین در هر چرخه که $0/5s$ طول می‌کشد، $60J$ گرما به منبع دماپایین بدهد، توان خروجی آن چند وات است؟

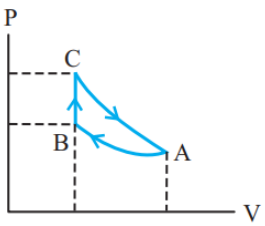
۱) ۱۲۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۴۸

۳۶۹) چرخه یک ماشین گرمایی درون‌سوز مطابق شکل زیر است. نسبت تراکم این ماشین کدام است؟



۱) ۲ ۲) ۶
۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{6}$

۳۷۰) مقداری گاز آرمانی تک‌اتمی چرخه‌ای شامل سه فرایند متوالی هم‌دما، هم‌حجم و بی‌دررو را مطابق شکل زیر، طی می کند. کار انجام شده روی محیط در فرایند بی‌دررو، برابر با کدام است؟



۱) کار انجام شده در کل چرخه
۲) گرمای مبادله شده در فرایند هم‌دما
۳) گرمای مبادله شده در فرایند هم‌حجم
۴) کار انجام شده در فرایند هم‌دما

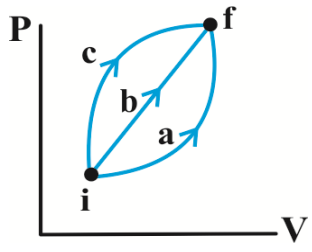
۳۷۱) بازده یک ماشین گرمایی ۰/۲۵ است. اگر با ثابت نگهداشتن گرمای داده‌شده به ماشین، اندازه گرمای داده‌شده به محیط توسط ماشین را ۲۰ درصد کاهش دهیم، بازده ماشین چقدر افزایش می‌یابد؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۱۵ ۳) ۰/۲۰ ۴) ۰/۴۰

۳۷۲) در کدام قسمت ماشین بخاروات، بخار آب منبسط می‌شود و فشار آن کاهش می‌یابد؟

۱) دیگ بخار ۲) چگالنده ۳) استوانه ۴) تلمبه

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



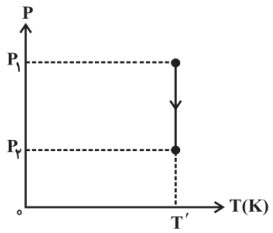
۱) $Q_c > Q_b > Q_a > 0$ ، $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c < 0$

۲) $Q_a > Q_b > Q_c > 0$ ، $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c = 0$

۳) $Q_c > Q_b > Q_a > 0$ ، $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c > 0$

۴) $Q_a > Q_b > Q_c > 0$ ، $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c = 0$

۳۷۴) نمودار فرایندی که مقدار معینی گاز کامل طی می‌کند، مطابق شکل زیر است. کدام‌یک از عبارت‌های زیر در رابطه با این فرایند صحیح است؟



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

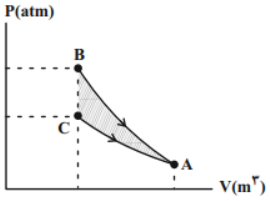
۳۷۵) اگر به ماشین‌های گرمایی مجزای (۱) و (۲) با بازده‌های η_1 و η_2 گرمای Q_H داده شود، به‌ترتیب کارهای W_1 و W_2 را انجام می‌دهند. اگر به ماشین گرمایی (۳) گرمایی به اندازه $|W_1|+|W_2|$ داده شود و ماشین کار W_2 را انجام دهد، بازده آن مطابق کدام گزینه است؟

۱) $\frac{\eta_1}{\eta_1+\eta_2}$ ۲) $\frac{\eta_1}{\eta_2}$ ۳) $\frac{\eta_2}{\eta_1+\eta_2}$ ۴) $\frac{\eta_2}{\eta_1}$

۳۷۶) مقداری گاز آرمانی در دمای $87^\circ C$ و فشار $600kPa$ در ظرفی به حجم یک لیتر وجود دارد. اگر طی فرایندی هم‌فشار دمای گاز را به $27^\circ C$ برسانیم، چند ژول کار بر روی آن انجام شده است؟

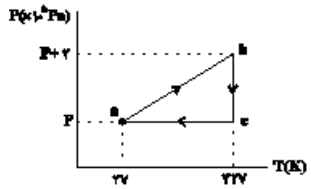
۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰ ۳) -۱۰ ۴) -۱۰۰

۳۷۷) نمودار $P-V$ دو فرایند هم‌دما و بی‌دررو برای مقدار معینی گاز آرمانی مطابق شکل زیر رسم شده است. اگر انرژی درونی گاز در نقاط B و C به‌صورت U_B و U_C باشند، در این صورت $\Delta U = U_B - U_C$ برابر با کدام گزینه است؟



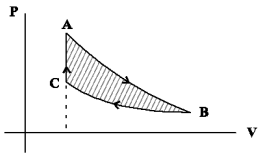
۱) مساحت قسمت هاشورزده
۲) کار انجام شده توسط گاز در فرایند بی‌دررو
۳) گرمای مبادله شده در فرایند هم‌دما
۴) کار انجام شده روی گاز در فرایند هم‌دما

۳۷۸) نمودار $P-T$ چرخه‌ای که ۶۴g گاز آرمانی تک‌اتمی طی می‌کند، به‌صورت شکل زیر است. اگر اندازه گرمای مبادله شده با محیط در فرایند $b \to c$ برابر با ۱۰۰۰J باشد، حاصل $W_{bc} - W_{ca}$ چند کیلوژول است؟ $(M_{\text{گاز}} = ۳۲ \frac{g}{mol}\ ,\ R = ۸ \frac{J}{mol.K})$



۱) $-۵/۸$
۲) -۱
۳) $-۶/۴$
۴) صفر

۳۷۹) در شکل زیر، نمودار یک چرخه ترمودینامیکی شامل یک فرایند بی‌دررو، یک فرایند هم‌دما، و یک فرایند هم‌حجم برای مقدار معینی گاز آرمانی رسم شده است. دراین صورت گرمای داده شده به گاز در فرایند هم‌حجم . . .



۱) با مساحت چرخه برابر است.
۲) با کار انجام شده توسط گاز در فرایند بی‌دررو برابر است.
۳) با گرمای مبادله شده در فرایند هم‌دما برابر است.
۴) با کار انجام شده روی گاز در فرایند هم‌دما برابر است.

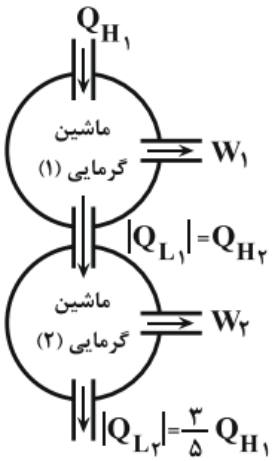
۳۸۰) در کدام‌یک از فرایندهای ترمودینامیکی آرمانی زیر، در حالی‌که دستگاه از محیط گرما دریافت می‌کند، انرژی درونی آن ثابت است؟

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

۳۸۱) بر روی نیم مول گاز آرمانی دو اتمی با حجم ۱۰L، در فشار ثابت ۲atm، مقدار ۱۲۰۰ ژول کار انجام می‌شود. دمای گاز در پایان این فرایند چند درجه سلسیوس است؟ $(R = ۸ \frac{J}{mol.K})$

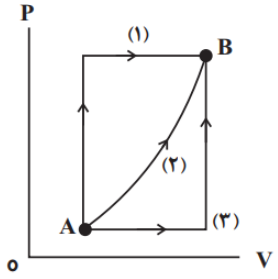
۱) ۲۰۰ ۲) -۷۳ ۳) ۵۰۰ ۴) ۲۲۷

۳۸۲) در طرح‌واره شکل زیر، تمام انرژی گرمایی تلف شده در ماشین گرمایی آرمانی (۱) را ماشین گرمایی آرمانی (۲) دریافت می‌کند. اگر بازده ماشین گرمایی (۲) برابر با ۲۵ درصد باشد، بازده ماشین گرمایی (۱) چند درصد است؟



۱) ۱۵
۲) ۲۵
۳) ۳۰
۴) ۲۰

۳۸۳) در نمودار $P-V$ شکل زیر، 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 $Q_۱$ ، $Q_۲$ و $Q_۳$ باشد، کدام گزینه صحیح است؟

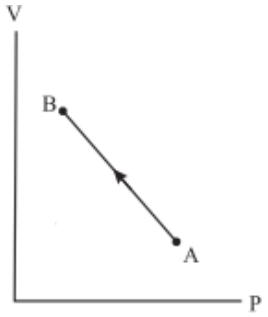


۱) $Q_۱ = Q_۲ = Q_۳$
۲) $Q_۱ < Q_۲ < Q_۳$
۳) $Q_۱ > Q_۲ > Q_۳$
۴) $Q_۱ > Q_۳ > Q_۲$

۳۸۴) چگالی مقدار معینی گاز کامل اکسیژن در فشار $۴atm$ و دمای $۴۷^\circ C$ چند برابر چگالی همین مقدار اکسیژن در فشار $۲atm$ و دمای $۲۷^\circ C$ است؟

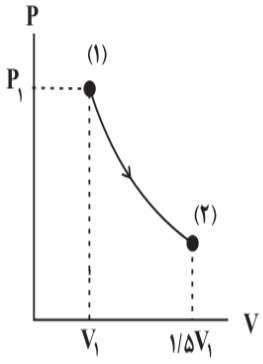
۱) ۱ ۲) $\frac{۱۵}{۸}$ ۳) $\frac{۸}{۱۵}$ ۴) $\frac{۵۴}{۴۷}$

۳۸۵) نمودار $V-P$ فرایندی که مقدار معینی گاز آرمانی طی می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر $P_AV_A = P_BV_B$ باشد، دمای گاز در طی این فرایند چگونه تغییر می‌کند؟



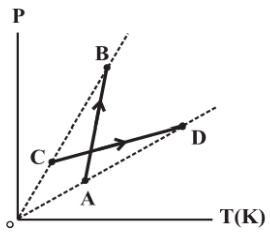
۱) افزایش می‌یابد.
۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۳۸۶) اگر فشار مقدار معینی گاز آرمانی در فرایند بی‌دررو‌ی شکل زیر ۵۰ درصد کاهش یابد، انرژی درونی گاز چند درصد کاهش خواهد یافت؟



۱) ۵۰
۲) ۷۵
۳) ۲۵
۴) ۶۰

۳۸۷) مقداری گاز کامل محبوس در یک سیلندر، فرایندهای AB و CD را به‌طور جداگانه طی می‌کند. در هر یک از فرایندهای AB و CD علامت کار انجام شده روی گاز به‌ترتیب از راست به چپ برابر با کدام گزینه است؟



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

۳۸۸) اگر حجم مقدار معینی گاز کامل طی یک فرایند بی‌دررو از V_1 به V_2 برسد، کار انجام شده بر روی گاز و تغییرات انرژی درونی آن به‌ترتیب برابر با W_1 و ΔU_1 است. اگر حجم همین گاز طی فرایندی هم‌دما از V_1 به V_2 برسد، کار انجام شده بر روی گاز و تغییرات انرژی درونی آن به‌ترتیب برابر با W_2 و ΔU_2 است کدام مقایسه درست است؟ $(V_1 > V_2)$

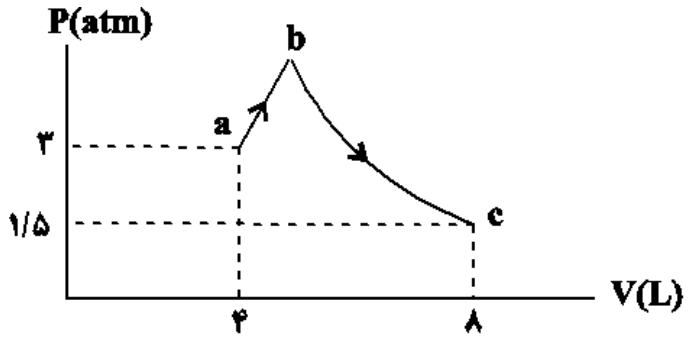
۱) $W_1 > W_2$ و $\Delta U_1 > \Delta U_2$

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

۳) $W_1 = W_2$ و $\Delta U_1 = \Delta U_2$

۴) $W_1 > W_2$ و $\Delta U_1 < \Delta U_2$

۳۸۹) در شکل زیر، نمودار $P - V$ مربوط به مقدار مشخصی گاز آرمانی نشان داده شده است. کدام گزینه در مورد این گاز الزاماً درست است؟



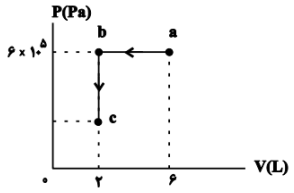
۱) $Q_{bc} = ۰$

۲) $W_{bc} < ۰, \Delta U_{bc} > ۰$

۳) $W_{abc} = -Q_{abc}$

۴) $|\Delta U_{ab}| > |\Delta U_{bc}|$

۳۹۰) در شکل زیر، نمودار $P - V$ برای یک گاز آرمانی نشان داده شده است. اگر اندازه تغییرات انرژی درونی گاز در فرایند abc برابر با $۵۰۰۰J$ و اندازه گرمای مبادله شده در فرایند ab برابر با $۶۰۰۰J$ باشد، گرمای مبادله شده در فرایند bc چند ژول است؟



۱) ۱۴۰۰

۲) -۱۴۰۰

۳) ۳۴۰۰

۴) -۳۴۰۰

۳۹۱) بازده یک ماشین گرمایی ۴۰ درصد است. اگر طی هر چرخه این ماشین که $۰/۵s$ طول می‌کشد، به منبع دماپایین $۶۰J$ گرما داده شود، توان خروجی آن چند وات است؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۴۸

۳۹۲) یک فرایند ترمودینامیکی ایستاوار، درون محفظه‌ای بسته حاوی گاز کامل انجام می‌شود. این محفظه درون ظرفی محتوی ۵۰۰ گرم یخ با دمای صفر درجه سلسیوس قرار دارد. اگر در پایان فرایند، تمام یخ ذوب شود و دمای آن صفر درجه سلسیوس باشد و انرژی درونی گاز درون محفظه در طی فرایند $۲۷۰kJ$ افزایش یابد، کاری که گاز درون محفظه روی محیط انجام می‌دهد، بر حسب کیلوژول کدام است؟ ($L_F = ۳۴۰\frac{kJ}{kg}$ و تبادل انرژی فقط بین یخ و گاز درون محفظه انجام می‌شود.)

۱) ۱۰۰ ۲) -۱۰۰ ۳) ۴۴۰ ۴) -۴۴۰

۳۹۳) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

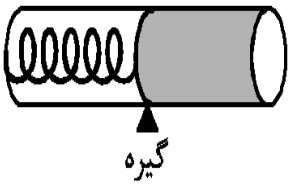
۱) ممکن نیست گرما خود به خود از جسم با دمای پایین‌تر به جسم با دمای بالاتر منتقل شود.

۲) اگر قانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچالی نقض شود، قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی نیز نقض می‌شود.

۳) در چرخه یک یخچال، عبارت $Q_L = W + |Q_H|$، همواره برقرار است. (W کاری که روی یخچال انجام می‌شود، Q_L گرمای گرفته شده از منبع دماپایین و Q_H گرمای داده شده به منبع دمابالا)

۴) در کولرگازی منبع دماپایین، هوا و اجسام داخل اتاق و منبع دمابالا، هوای بیرون اتاق است.

۳۹۴) در شکل زیر استوانه‌ای به طول $۱۰۰cm$ و سطح مقطع $۵۰cm^۲$ از طریق پیستونی که اصطکاک آن با دیواره‌ها ناچیز است، به دو قسمت مساوی تقسیم شده است. نیمه سمت راست، محتوی ۱۶ گرم گاز آرمانی اکسیژن با دمای $۷۷^\circ C$ و نیمه سمت چپ، خلأ و دارای یک فنر با طول عادی در حال تعادل است. اگر گیره متصل به پیستون را برداریم، فنر $۲۰cm$ فشرده شده و در همان وضعیت باقی می‌ماند. اگر دمای گاز ثابت بماند ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(M_{O_۲} = ۳۲\frac{g}{mol}, R = ۸\frac{J}{mol.K})$



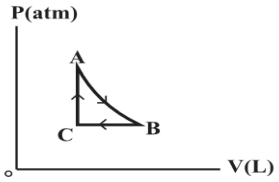
۱) $۱/۵ \times ۱۰^۴$

۲) $۱۰^۴$

۳) $\frac{۴}{۳} \times ۱۰^۴$

۴) $۷/۵ \times ۱۰^۴$

۳۹۵) در چرخه شکل زیر که توسط مقدار معینی گاز کامل طی می‌شود، فرایند AB فرایندی هم‌دما است. اگر تغییر انرژی درونی گاز طی فرایند CA برابر با $۲۰۰J$ و اندازه کار انجام شده روی گاز در فرایند BC برابر با $۴۰۰J$ باشد، گاز در فرایند BC ....



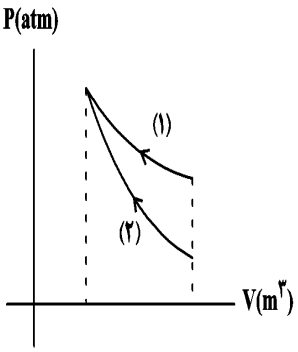
۱) $۶۰۰J$ گرما از دست می‌دهد.

۲) $۶۰۰J$ گرما می‌گیرد.

۳) $۲۰۰J$ گرما از دست می‌دهد.

۴) $۲۰۰J$ گرما می‌گیرد.

۳۹۶) مقدار معینی گاز کامل دو فرایند مجزای هم‌دما و بی‌دررو را به‌صورت شکل زیر طی کند. اگر تغییر انرژی درونی فرایند (۱) $۱۰۰J$ کمتر از فرایند (۲) باشد، کاری که محیط روی گاز در فرایند (۲) انجام می‌دهد، چند ژول است؟



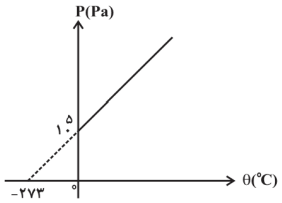
۱) -۱۰۰

۲) -۲۰۰

۳) ۱۰۰

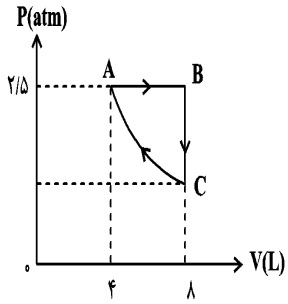
۴) ۲۰۰

۳۹۷) نمودار فرایندی که یک مول گاز کامل طی می‌کند، مطابق شکل زیر است. به‌ترتیب از راست به چپ کار انجام شده بر روی گاز چند ژول و حجم گاز در دمای $\theta = ۲۷۳\,C$ چند لیتر است؟ $(R = ۸\frac{J}{mol.K})$



۱) ۱۰/۹۲،۲۰۰
۲) ۲۱/۸۴،۲۰۰
۳) صفر، ۲۱/۸۴
۴) صفر، ۱۰/۹۲

۳۹۸) ۰/۲۵mol گاز کامل در فشار ۲/۵ اتمسفر دارای حجم ۴ لیتر است. اگر این گاز چرخه‌ای مطابق شکل زیر را بپیماید که در آن فرایند CA فرایندی هم‌دما است، دمای گاز در نقاط C و B به‌ترتیب از راست به چپ چند درجه سلسیوس است؟ $(R = ۸\frac{J}{mol.K})$



۱) ۵۰۰ و ۱۰۰۰
۲) ۴۰۰ و ۹۰۰
۳) ۲۲۷ و ۴۵۴
۴) ۲۲۷ و ۷۲۷

۳۹۹) چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) در ماشین‌های گرمایی با ترکیب چند فرایند ترمودینامیکی، دستگاه مقداری گرما از محیط دریافت و بخشی از آن را به کار روی محیط تبدیل می کند.

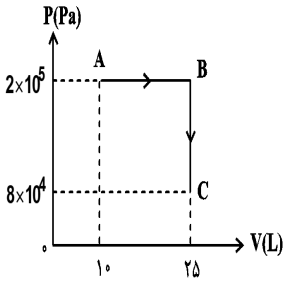
ب) از نظر تاریخی، نخستین ماشین‌های گرمایی، ماشین‌های درون‌سوز هستند.

پ) در حالت کلی، بازده ماشین‌های برون‌سوز بخار بیشتر از بازده ماشین‌های درون‌سوز بنزینی است.

ت) اگر در چرخه یک ماشین گرمایی، تمام گرمای گرفته شده از منبع دمابالا به کار تبدیل شود، قانون اول ترمودینامیک نقض می‌شود.

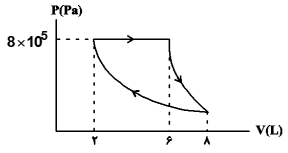
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۰۰) مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل در مسیر ABC از حالت A به حالت C می رود. اگر کل کار و گرمای مبادله شده بین گاز و محیط را در این مسیر به‌ترتیب با W و Q نشان دهیم. حاصل $\frac{W}{Q}$ کدام است؟



۱) ۱
۲) ۰/۱۲۵
۳) ۰/۶
۴) ۰/۱۵

۴۰۱) مطابق شکل زیر مقدار معینی گاز کامل چرخه‌ای شامل سه فرایند هم‌فشار، هم‌دما و بی‌دررو را طی می‌کند. اگر اندازه کار انجام شده روی گاز طی فرایند بی‌دررو برابر با $۱۲۰۰J$ باشد، کدام جمله در مورد گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در فرایند هم‌فشار صحیح است؟



۱) گاز $۲۰۰۰J$ گرما از محیط گرفته است.
۲) گاز $۲۰۰۰J$ گرما به محیط داده است.
۳) گاز $۴۴۰۰J$ گرما از محیط گرفته است.
۴) گاز $۴۴۰۰J$ گرما به محیط داده است.

۴۰۲) مقدار معینی گاز آرمانی از حالت اولیه i تا حالت نهایی f، طی سه مرحله، یک انبساط هم‌دما با اندازه کار $۱۶۰J$، یک انبساط بی‌دررو با اندازه کار $۸۰J$ و یک انبساط هم‌دمای دیگر با اندازه کار $۱۲۰J$ انجام می‌دهد. تغییرات انرژی درونی گاز از حالت i تا حالت f چند ژول است؟

۱) ۳۶۰ ۲) -۳۶۰ ۳) ۸۰ ۴) -۸۰

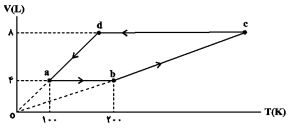
۴۰۳) در کدام‌یک از گزینه‌های زیر، مقادیر داده شده مربوط به چرخه یک یخچال است و قانون دوم ترمودینامیک در آن نقض نشده است؟

۱) $Q_L = ۰$ ، $W = -۷۵۰J$ ، $Q_H = ۷۵۰J$
۲) $Q_L = ۱۲۰۰J$ ، $W = ۰$ ، $Q_H = -۱۲۰۰J$
۳) $Q_L = -۶۰۰J$ ، $W = -۲۵۰J$ ، $Q_H = ۸۵۰J$
۴) $Q_L = ۴۵۰J$ ، $W = ۶۵۰J$ ، $Q_H = -۱۱۰۰J$

۴۰۴) یک ماشین گرمایی درون‌سوز در هر چرخه $۵g$ بنزین مصرف کرده و $۱۵۰kJ$ گرما هدر می‌دهد. اگر مقدار گرمای حاصل از سوختن هر گرم بنزین $۴۰kJ$ باشد، بازده این موتور چند درصد است؟

۱) ۲۵ ۲) ۳۰ ۳) ۳۳ ۴) ۴۰

۴۰۵) اگر در هر چرخه نمودار شکل زیر، اندازه گرمای مبادله شده بین گاز و محیط برابر با $۱۶۰۰J$ باشد، تعداد مول‌های گاز کدام است؟ $(R = ۸\frac{J}{mol.K})$



۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

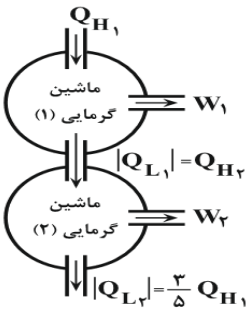
۴۰۶) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) ممکن نیست گرما به خودی خود از جسمی با دمای پایین به جسمی با دمای بالا منتقل شود.
۲) اگر قانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچالی نقض شود، قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی نیز نقض می شود.
۳) در چرخه یک یخچال داریم: $Q_L + W = |Q_H|$
۴) در کولر گازی به مانند یخچال، منبع دماپایین، هوا و اجسام درون اتاق و منبع دما بالا، هوای بیرون اتاق است.

۴۰۷) یک ماشین گرمایی در هر دقیقه $۲۱/۶kJ$ گرما از منبع دما بالا دریافت می‌کند. اگر در هر دقیقه ۹۰ چرخه را طی کند و در هر چرخه $۱۵۶J$ گرما به منبع دما پایین بدهد، بازده آن چند درصد است؟

۱) ۳۵ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۶۵

۴۰۸) در طرحواره شکل زیر، تمام انرژی گرمایی تلف شده در ماشین گرمایی آرمانی (۱) را ماشین گرمایی آرمانی (۲) دریافت می‌کند. اگر بازده ماشین گرمایی (۲) برابر با ۲۵ درصد باشد، بازده ماشین گرمایی (۱) چند درصد است؟



۱) ۱۵
۲) ۲۵
۳) ۳۰
۴) ۲۰

۴۰۹) اگر اندازه کار انجام شده توسط، ماشین گرمایی A برابر با $|W|$ ، انرژی داده شده به آن Q_H و بازده آن η_A باشد و همین مقادیر به‌ترتیب برای ماشین گرمایی B، $|W|$ ، Q'_H و η_B باشد، بازده ماشین C که اندازه کار خروجی آن $\frac{|W|}{2}$ و انرژی داده شده به آن، $\frac{Q_H + Q'_H}{3}$ است، مطابق کدام گزینه است؟

۱) $\frac{3\eta_A\eta_B}{2(\eta_A + \eta_B)}$
۲) $\frac{2}{3}(\eta_A + \eta_B)$
۳) $\frac{2\eta_A\eta_B}{3(\eta_A - \eta_B)}$
۴) $\frac{3\eta_A\eta_B}{2(\eta_A - \eta_B)}$

سوال ۳۶۱ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

در تراکم بی‌دررو، دستگاه، ایزوله گرمایی می‌باشد. $Q = 0$

طبق قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = W + Q$ پس $\Delta U = W$ چون در تراکم $W > 0$ پس $\Delta U > 0$ و دمای گاز افزایش می‌یابد.

$$Q = 0 \Rightarrow \Delta U = W \Rightarrow W > 0 \Rightarrow \Delta U > 0$$
$$\Rightarrow \Delta T > 0 \Rightarrow T_2 > T_1$$

سوال ۳۶۲ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در فرایند بی‌دررو $Q = 0$ است و بنابراین طبق قانون اول ترمودینامیک، $\Delta U = W$ است. پس کار انجام شده روی گاز، فقط صرف تغییرات انرژی درونی گاز می‌شود.

سوال ۳۶۳ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

اگر مؤلفه‌های ترمودینامیکی برای قبل از فرایند را با P_1، V_1 و T_1 و مؤلفه‌های ترمودینامیکی برای بعد از فرایند را با P_2، V_2 و T_2نام‌گذاری کنیم، با نوشتن هر دو معادله حالت و تقسیم معادلهٔ دوم بر معادلهٔ اول داریم:

در حالت اول: $P_1 V_1 = nRT_1$

در حالت دوم : $P_2 V_2 = nRT_2$

$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} \xrightarrow[P_2 = 4P_1]{T_2 = 2T_1} \frac{4P_1 V_2}{P_1 V_1} = \frac{2T_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2}$$

سوال ۳۶۴ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

کاری که محیط بر روی گاز(دستگاه) انجام می‌دهد در هنگام تراکم، مثبت و در هنگام انبساط، منفی است و هنگامی که حجم ثابت باشد صفر است دقت کنید در این سؤال محور قائم نشان دهندهٔ حجم دستگاه می‌باشد.

$A \to B$: حجم ثابت است $\to W_{AB} = ۰$

$B \to C$: حجم زیاد می‌شود $\to W_{BC} < ۰$

$C \to D$: حجم زیاد می‌شود $\to W_{CD} < ۰$

سوال ۳۶۵ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

فرایند ca یک فرایند هم‌حجم است. (چون نمودار $P-T$ از مبدأ می‌گذرد. $P = \frac{nR}{V}T$) کار در فرایند هم‌حجم، صفر است.

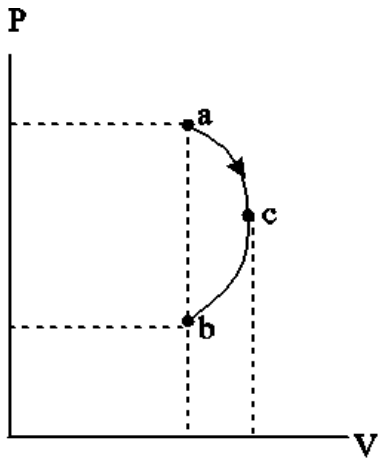
سوال ۳۶۶ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

چون $P_b < P_a$ و $V_b = V_a$ است، رابطهٔ $P_bV_b < P_aV_a$ برقرار می‌باشد. از طرف دیگر، با توجه معادلهٔ حالت گازهای آرمانی، $T \propto PV$ می‌باشد، لذا $T_b < T_a$ است، بنابراین چون انرژی درونی مقدار معینی گاز آرمانی (U) فقط تابع دمای مطلق گاز است، لذا $U_b < U_a$و در نتیجه $\Delta U_{ab} < ۰$خواهد بود.

برای بررسی کار انجام شده بر روی گاز، ابتدا یک نقطه مانند c بر روی نمودار که بیشترین حجم را دارد، مشخص می‌کنیم. با مشخص کردن این نقطه می‌بینیم، حجم گاز ابتدا در مسیر ac افزایش و سپس در مسیر cb کاهش می‌یابد. چون مساحت زیر نمودار P-V در مسیر ac ، بزرگ‌تر از مسیر cb است، لذا $|W_{ac}| > W_{bc}$ می‌باشد و در مجموع کار کل انجام شده روی گاز منفی خواهد بود.

$$W_{ab} = -W_{ac} + W_{cb} \xrightarrow{|W_{ac}|>W_{cb}} W_{ab} < ۰$$



سوال ۳۶۷ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

عبارت گزینهٔ (۴) نادرست است، در فرایند انبساط بی‌دررو، تغییرات انرژی درونی، منفی است.

انبساط بی‌دررو : $\Delta V > ۰ \Rightarrow W < ۰ \xrightarrow{\Delta U = W} \Delta U < ۰$

سوال ۳۶۸ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

می‌دانیم توان خروجی ماشین از رابطهٔ $P = \frac{|W|}{t}$ به‌دست می‌آید. بنابراین ابتدا با استفاده از رابطهٔ بازدهٔ ماشین گرمایی $(\eta = \frac{|W|}{Q_H})$ و با توجه به این‌که $Q_H = |Q_L| + |W|$ است، به‌صورت زیر $|W|$ را می‌یابیم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \xrightarrow{Q_H = |Q_L| + |W|} \eta = \frac{|W|}{|Q_L| + |W|}$$

$$\xrightarrow[|Q_L| = ۶۰J]{\eta = \frac{۴۰}{۱۰۰} = \frac{۴}{۱۰}} \frac{۴}{۱۰} = \frac{|W|}{۶۰ + |W|}$$

$$\Rightarrow ۱۰|W| = ۲۴۰ + ۴|W| \Rightarrow ۶|W| = ۲۴۰ \Rightarrow |W| = ۴۰J$$

اکنون توان خروجی ماشین گرمایی را پیدا می‌کنیم:

$$P = \frac{|W|}{t} \xrightarrow{t = ۰/۵s} P = \frac{۴۰}{۰/۵} = ۸۰W$$

سوال ۳۶۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

نسبت بیشترین حجم گاز به کمترین حجم آن در چرخهٔ یک ماشین گرمایی، نسبت تراکم نامیده می‌شود. بنابراین:

$$r = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{۲V}{\frac{V}{۳}} = ۶$$

سوال ۳۷۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

در این چرخهٔ ترمودینامیکی، کار انجام شده روی محیط (W') در فرایند بی‌دررو خواسته شده است. چون اطلاعات نمودار کافی نیست پس باید از $(\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰)$ استفاده کنیم. داریم:

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰ \Rightarrow \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CA} = ۰$$

$$\xrightarrow[\Delta U_{BC} = Q_{BC}\ (\text{هم حجم})]{Q_{CA} = ۰\ (\text{بی دررو}),\ \Delta U_{AB} = ۰\ (\text{هم دما})} W_{CA} + Q_{BC} = ۰$$

$$\xrightarrow{W'_{CA} = -W_{CA}} W'_{CA} = Q_{BC}$$

سوال ۳۷۱ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به رابطهٔ بازدهٔ یک ماشین گرمایی داریم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = ۱ - \frac{|Q_L|}{Q_H}$$

$$\Rightarrow ۰/۲۵ = ۱ - \frac{|Q_L|}{Q_H} \Rightarrow \frac{|Q_L|}{Q_H} = ۰/۷۵$$

در حالت دوم، با کاهش گرمای اتلافی، داریم:

$$|Q'_L| = |Q_L| - ۰/۲\,|Q_L| \Rightarrow |Q'_L| = ۰/۸\,|Q_L|$$

$$\eta' = ۱ - \frac{|Q'_L|}{Q_H} \Rightarrow \eta' = ۱ - \frac{۰/۸|Q_L|}{Q_H}$$

$$\eta' = ۱ - ۰/۸ \times ۰/۷۵ = ۱ - ۰/۶ \Rightarrow \eta' = ۰/۴$$

$$\Rightarrow \Delta\eta = ۰/۴ - ۰/۲۵ = ۰/۱۵$$

سوال ۳۷۲ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

طبق متن کتاب درسی، زمانی‌که بخار آب از دیگ بخار وارد استوانه می‌شود، منبسط شده و فشار آن کاهش می‌یابد.

سوال ۳۷۳ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

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 $P_f V_f > P_i V_i$ و $T \propto PV$ 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:

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

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

سوال ۳۷۴ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

نمودار بیانگر فرایندی هم‌دما می‌باشد، بنابراین انرژی درونی گاز طی این فرایند ثابت است. (نادرستی گزینه «۱») از طرفی در این فرایند با ثابت بودن دما، فشار کاهش یافته است، بنابراین طبق رابطه $PV = nRT$، حجم گاز افزایش خواهد یافت. (نادرستی گزینه «۲»)

چون گاز منبسط شده است، علامت کاری که محیط روی گاز انجام می‌دهد، منفی خواهد بود. (نادرستی گزینه «۴»)

ولی طبق قانون اول ترمودینامیک $(\Delta U = Q + W)$، در یک فرایند انبساطی هم‌دما $(\Delta U = ۰ \ , \ W < ۰)$، حتماً $Q > ۰$ است و بنابراین گاز گرما خواهد گرفت.

سوال ۳۷۵ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

برای ماشین‌های گرمایی داریم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H}$$

$$\eta_۱ = \frac{|W_۱|}{Q_H} \Rightarrow |W_۱| = \eta_۱ Q_H (*)$$

$$\eta_۲ = \frac{|W_۲|}{Q_H} \Rightarrow |W_۲| = \eta_۲ Q_H (**)$$

$$\eta_۳ = \frac{|W_۲|}{|W_۱| + |W_۲|} \xrightarrow{(*)(**)} \eta_۳ = \frac{\eta_۲ Q_H}{\eta_۱ Q_H + \eta_۲ Q_H} = \frac{\eta_۲}{\eta_۱ + \eta_۲}$$

سوال ۳۷۶ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

از آنجا که فشار ثابت است، داریم: $\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_۱} = \frac{\Delta T}{T_۱}$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V}{۱} = \frac{۲۷ - ۸۷}{۲۷۳ + ۸۷} \Rightarrow \Delta V = -\frac{۱}{۶} L$$

$$W = -P\Delta V = -۶۰۰ \times ۱۰^{-۳} \times (-\frac{۱}{۶}) \times ۱۰^{-۳} = ۱۰۰ J$$

سوال ۳۷۷ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

بدیهی است که فرایند BA، بی‌دررو و فرایند CA، هم‌دما است.

بنابراین داریم: (W' : کار انجام شده توسط گاز در فرایند بی‌دررو)

$$\left.\begin{array}{l} B \to A : U_B - U_A = W' \\ C \to A : U_C - U_A = ۰ \end{array}\right\} U_B - U_C = W'$$

سوال ۳۷۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا تعداد مول‌های گاز آرمانی را محاسبه می‌کنیم:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{۶۴}{۳۲} = ۲mol$$

در فرایند هم‌فشار $c \to a$ داریم:

$$W_{ca} = -P\Delta V = -nR\Delta T \xrightarrow[n=۲mol\ ,\ R=۸\frac{J}{mol.K}]{\Delta T=۲۷-۳۲۷=-۳۰۰K}$$
$$\Rightarrow W_{ca} = -۲ \times ۸ \times (-۳۰۰) = ۴۸۰۰J$$

در فرایند هم‌دمای $b \to c$ داریم:

$$\Delta U_{bc} = ۰ \Rightarrow W_{bc} = -Q_{bc} \Rightarrow W_{bc} = -۱۰۰۰J$$

بنابراین:

$$W_{bc} - W_{ca} = -۱۰۰۰ - ۴۸۰۰ = -۵۸۰۰J = -۵/۸kJ$$

سوال ۳۷۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به چرخه داریم: (AB بی‌دررو و BC هم‌دما هستند.)

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰ \Rightarrow \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CA} = ۰$$

$$\Rightarrow -W_{AB} + ۰ + Q_{CA} = ۰ \Rightarrow Q_{CA} = W_{AB}$$

سوال ۳۸۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

چون طی این فرایند، انرژی درونی ثابت است، بنابراین دما ثابت خواهد ماند و در نتیجه فرایند هم‌دما است.

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow \Delta T = ۰ \Rightarrow T_۱ = T_۲$$

سوال ۳۸۱ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با استفاده از رابطهٔ کار در فرایند هم‌فشار داریم:

$$W = -P\Delta V \Rightarrow ۱۲۰۰ = -۲ \times ۱۰^{۵}\Delta V$$

$$\Rightarrow \Delta V = -۶ \times ۱۰^{-۳}m^{۳} = -۶L$$

$$\Rightarrow V_۲ - V_۱ = -۶ \Rightarrow V_۲ - ۱۰ = -۶ \Rightarrow V_۲ = ۴L$$

حال با استفاده از معادلهٔ حالت گازهای آرمانی داریم:

$$P_۲V_۲ = nRT_۲ \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{۵} \times ۴ \times ۱۰^{-۳} = ۰/۵ \times ۸ \times T_۲$$

$$\Rightarrow T_۲ = ۲۰۰K = -۷۳^{\circ}C$$

سوال ۳۸۲ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با استفاده از رابطهٔ بازدهٔ ماشین گرمایی آرمانی و با توجه به این‌که $Q_{H_۲} = |Q_{L_۱}|$ و $|Q_{L_۲}| = \frac{۳}{۵}Q_{H_۱}$ است، می‌توان نوشت:

$$\eta_۲ = ۱ - \frac{|Q_{L_۲}|}{Q_{H_۲}} \xrightarrow[|Q_{L_۲}| = \frac{۳}{۵}Q_{H_۱}]{\eta_۲ = \frac{۲۵}{۱۰۰} = \frac{۱}{۴}} \frac{۱}{۴} = ۱ - \frac{\frac{۳}{۵}Q_{H_۱}}{Q_{H_۲}}$$

$$\xrightarrow{Q_{H_۲} = |Q_{L_۱}|} \frac{۳}{۴} = \frac{۳}{۵}\frac{Q_{H_۱}}{|Q_{L_۱}|} \Rightarrow \frac{|Q_{L_۱}|}{Q_{H_۱}} = \frac{۴}{۵}$$

$$\eta_۱ = ۱ - \frac{|Q_{L_۱}|}{Q_{H_۱}} \Rightarrow \eta_۱ = ۱ - \frac{۴}{۵} \Rightarrow \eta_۱ = \frac{۱}{۵} \Rightarrow \eta_۱ = ۲۰$$

سوال ۳۸۳ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

چون هر سه فرایند از نقطهٔ A شروع و به نقطهٔ 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:

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

با توجه به این که 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: $Q_۱ > Q_۲ > Q_۳$

سوال ۳۸۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با استفاده از حالت مقایسه‌ای معادلهٔ حالت گازهای کامل، داریم:

$$PV = nRT$$

$$\Rightarrow PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{PM}{RT} \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{P_۲}{P_۱} \times \frac{T_۱}{T_۲}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{۴}{۲} \times \frac{۲۷۳+۲۷}{۲۷۳+۴۷}$$

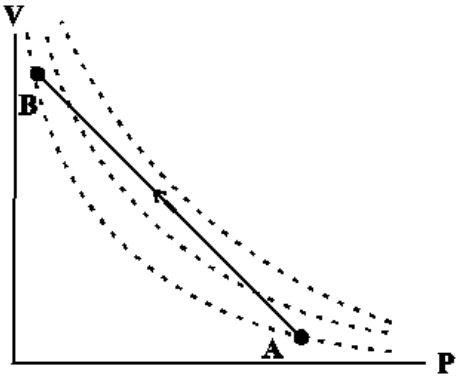
$$\Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{۱۵}{۸}$$

سوال ۳۸۵ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با استفاده از معادلهٔ حالت برای فرایندهای هم‌دما، برای دماهای مختلف مقدار معینی گاز کامل داریم:

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



مشاهده می‌شود که فرایند از نقطهٔ 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.

سوال ۳۸۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

برای گازهای آرمانی داریم: $(*)\ \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

با توجه به این‌که فشار گاز ۵۰ درصد کاهش یافته، پس داریم: $P_2 = ۰/۵ P_1$

با جای‌گذاری در رابطهٔ (*) داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{۰/۵ P_1 \times ۱/۵ V_1}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = ۰/۷۵$$

چون انرژی درونی گازهای آرمانی فقط تابع دمای مطلق آن است، داریم:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = ۰/۷۵$$

درصد تغییرات انرژی درونی گاز برابر است با:

$$\left(\frac{U_2}{U_1} - ۱\right) \times ۱۰۰ = (۰/۷۵ - ۱) \times ۱۰۰ = -۲۵$$

سوال ۳۸۷ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

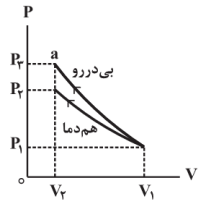
طبق معادلهٔ حالت گازهای کامل، شیب نمودار $P - T$ با حجم گاز نسبت معکوس دارد $\left(P = \left(\frac{nR}{V}\right) T\right)$ پس هرچه شیب بیشتر باشد، حجم گاز کمتر است.

در فرایند AB، گاز از حجم بیشتر به حجم کمتر رفته است، پس علامت کار انجام شده روی آن مثبت است. در فرایند CD، گاز از حجم کمتر به حجم بیشتر رفته است، پس علامت کار انجام شده روی آن منفی است.

سوال ۳۸۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

نمودار $P-V$ گازی که طی دو فرایند مجزای بی‌دررو و هم‌دما از حجم V_1 تا حجم V_2 متراکم می‌شود، مطابق شکل زیر است:



با توجه به نمودار، چون سطح زیر نمودار بی‌دررو بیش‌تر از سطح زیر نمودار هم‌دما است لذا $W_1 > W_2$ و از آن‌جا که $\Delta U_1 = W_1$ و $\Delta U_2 = 0$ است، پس $\Delta U_1 > \Delta U_2$ می‌باشد.

سوال ۳۸۹ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا با استفاده از معادلهٔ حالت گازهای آرمانی دمای نقطه‌های a و c را با هم مقایسه می‌کنیم: $PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR}$

$$\begin{cases} \xrightarrow[V_a=4L]{P_a=3atm} T_a = \frac{3 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{nR} = \frac{1200}{nR} \\ \xrightarrow[V_c=8L]{P_c=1/5atm} T_C = \frac{1/5 \times 10^5 \times 8 \times 10^{-3}}{nR} = \frac{1200}{nR} \end{cases}$$

$$\Rightarrow T_a = T_c \xrightarrow{U \propto T} U_a = U_c \Rightarrow \Delta U_{ac} = 0$$

از طرف دیگر برای فرایند abc داریم:

$$\Delta U_{ac} = W_{abc} + Q_{abc} \xrightarrow{\Delta U_{ac}=0} 0 = W_{abc} + Q_{abc}$$
$$\Rightarrow W_{abc} = -Q_{abc}$$

می‌بینیم گزینهٔ «۳» درست است.

برای سایر گزینه‌ها داریم:

گزینه‌های «۲» و «۴»: نادرست است. زیرا: $V_c > V_b \Rightarrow W_{bc} < 0$

$$\Delta U_{ac} = \Delta U_{ab} + \Delta U_{bc} \xrightarrow{\Delta U_{ac}=0} 0 = \Delta U_{ab} + \Delta U_{bc}$$
$$\Rightarrow \Delta U_{bc} = -\Delta U_{ab} \xrightarrow{\Delta U_{ab}>0} \Delta U_{bc} < 0$$

گزینهٔ «۱»: نادرست است. زیرا:

$$\Delta U_{bc} = W_{bc} + Q_{bc} \Rightarrow Q_{bc} = \Delta U_{bc} - W_{bc}$$

می‌بینیم الزاماً $Q_{bc} = 0$ نیست. دقت کنید در صورتی $Q_{bc} = 0$ است که فرایند bc بی‌دررو باشد.

سوال ۳۹۰ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

ابتدا کار انجام شده بر روی گاز در فرایند abc را می‌یابیم. چون فرایند ab در فشار ثابت رخ می‌دهد، بنابراین کار انجام شده در این فرایند بر روی گاز برابر است با:

$$W_{ab} = -P(V_b - V_a) \xrightarrow[V_a = ۶\times ۱۰^{-۳} m^۳]{V_b = ۲\times ۱۰^{-۳} m^۳ \, , \, P_{ab} = ۶\times ۱۰^{۵} Pa} W_{ab} = -۶\times ۱۰^{۵} \times (۲\times ۱۰^{-۳} - ۶\times ۱۰^{-۳}) \Rightarrow W_{ab} = ۲۴۰۰J$$

چون در فرایند bc هیچ تغییر حجمی رخ نمی‌دهد $W_{bc} = ۰$ است. بنابراین W_{abc} برابر است با:

$$W_{abc} = W_{ab} + W_{bc} = ۲۴۰۰ + ۰ \Rightarrow W_{abc} = ۲۴۰۰J$$

از طرف دیگر، چون $T_b < T_a$ و $T_c < T_a$ است $U_{abc} < ۰$ و $Q_{ab} > ۰$ است، بنابراین با استفاده از قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\xrightarrow[\Delta U_{abc} = -۵۰۰۰J]{W_{abc} = ۲۴۰۰J \, , \, Q_{ab} = -۶۰۰۰J} -۵۰۰۰ = ۲۴۰۰ - ۶۰۰۰ + Q_{bc} \Rightarrow Q_{bc} = -۱۴۰۰J$$

سوال ۳۹۱ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

می‌دانیم توان خروجی ماشین گرمایی از رابطهٔ $P = \frac{|W|}{t}$ به‌دست می‌آید. بنابراین ابتدا با استفاده از رابطهٔ بازده ماشین گرمایی $\eta = \frac{|W|}{Q_H}$ و با توجه به این که $Q_H = |Q_L| + |W|$ است، به‌صورت زیر $|W|$ را می‌یابیم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow \eta = \frac{|W|}{|Q_L| + |W|} \xrightarrow[|Q_L| = ۶۰J]{\eta = \frac{۴۰}{۱۰۰} = \frac{۴۰}{۱۰}} \frac{۴}{۱۰} = \frac{|W|}{۶۰ + |W|}$$
$$\Rightarrow ۱۰|W| = ۲۴۰ + ۴|W| \Rightarrow |W| = ۴۰J$$

اکنون توان خروجی ماشین گرمایی را پیدا می‌کنیم:

$$P = \frac{|W|}{t} \xrightarrow{t = ۰/۵s} P = \frac{۴۰}{۰/۵} \Rightarrow P = ۸۰W$$

سوال ۳۹۲ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

در این سؤال، تغییر انرژی درونی معلوم بوده و می‌توان گرمای مبادله شده (Q) را محاسبه کرد. بنابراین کار انجام شده توسط قانون اول ترمودینامیک محاسبه می‌شود. در طی این فرایند گاز گرمای Q را به یخ می‌دهد. پس $Q < ۰$ است و مقدار این گرما برابر است با:

$$Q = -mL_F \xrightarrow[L_F = ۳۴۰\frac{kJ}{kg}]{m = ۰/۵kg} Q = -۱۷۰kJ$$

طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[Q = -۱۷۰kJ]{\Delta U = ۲۷۰kJ} W = ۴۴۰kJ$$

کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد، برابر است با:

$$W' = -W \Rightarrow W' = -۴۴۰kJ$$

سوال ۳۹۳ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

عبارت‌های گزینه‌های «۱»، «۲» و «۴» صحیح می‌باشند.

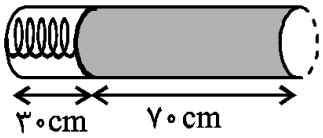
صورت صحیح عبارت گزینه «۳» به شکل زیر است:

$$Q_L + W = |Q_H|$$

سوال ۳۹۴ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

در ابتدا طول هر قسمت $۵۰cm$ است. با برداشتن گیره، فنر $۲۰cm$ فشرده شده و طول سمت راست به $۷۰cm$ می‌رسد.



$$V = A \times L = ۵۰cm^۲ \times ۷۰cm = ۳۵۰۰cm^۳ = ۳۵ \times ۱۰^{-۴} m^۳$$

تعداد مول‌های گاز آرمانی اکسیژن موجود در استوانه برابر است با:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{۱۶}{۳۲} = ۰/۵mol$$

طبق معادلهٔ حالت گازهای آرمانی داریم:

$$PV = nRT \Rightarrow P \times ۳۵ \times ۱۰^{-۴} = ۰/۵ \times ۸ \times (۲۷۳ + ۷۷)$$
$$\Rightarrow P = ۴ \times ۱۰^{۵} Pa$$

حال نیرویی را که گاز به پیستون وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم.

$$F = P \times A = ۴ \times ۱۰^{۵} \times ۵ \times ۱۰^{-۳} = ۲ \times ۱۰^{۳} N$$

با توجه به قانون هوک داریم:

$$F = kx \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{۳} = k \times ۲ \times ۱۰^{-۱} \Rightarrow k = ۱۰^{۴} \frac{N}{m}$$

سوال ۳۹۵ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

تغییرات انرژی درونی گاز طی هر چرخه برابر با صفر است. بنابراین:

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰ \Rightarrow \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CA} = ۰$$

$$\xrightarrow[\Delta U = Q + W \ , \ \Delta U_{CA} = ۲۰۰J]{\text{فرایند } AB \text{ هم دما است } \Rightarrow \Delta U_{AB} = ۰} ۰ + Q_{BC} + W_{BC} + ۲۰۰ = ۰$$

$$\xrightarrow[W_{BC} = ۴۰۰J]{\text{فرایند } BC \text{ انقباضی است .}} Q_{BC} + ۴۰۰ + ۲۰۰ = ۰$$

$$\Rightarrow Q_{BC} = -۶۰۰J$$

بنابراین گاز طی فرایند BC، ۶۰۰ ژول گرما از دست می‌دهد.

سوال ۳۹۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۱»

$$\begin{cases} \text{فرآیند } ۱ \rightarrow \text{ هم دما } \Rightarrow \Delta u_۱ = ۰ & (۱) \\ \text{فرآیند } ۲ \rightarrow \text{ بی در رو } \Rightarrow \Delta u_۲ = W_۲ & (۲) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{طبق گفته مسئله}} \Delta U_۱ + ۱۰۰ = \Delta U_۲$$

$$\xrightarrow{(۱) \text{ و } (۲)} ۰ + ۱۰۰ = W_۲ \Rightarrow W_۲ = ۱۰۰J$$

سوال ۳۹۷ گزینه درست: ۳

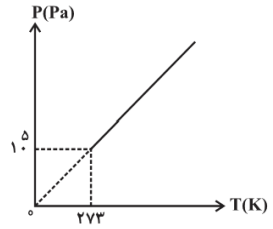
گزینه «۳»

در این نمودار، دما برحسب درجهٔ سلسیوس داده شده است. پس اگر آن‌را به نمودار فشار برحسب دمای مطلق (کلوین) تبدیل کنیم، امتداد فرایند از مبدأ مختصات عبور می‌کند و در نتیجه طبق رابطهٔ $P = \frac{nR}{V}T$، گاز کامل فرایندی هم‌حجم را طی خواهد کرد و در نتیجه کاری روی گاز انجام نخواهد شد $(W = ۰)$ از طرفی شیب نمودار برابر است با:

$$\text{شیب نمودار} = \frac{nR}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۰^۵}{۲۷۳} = \frac{۱\times۸}{V}$$

$$\Rightarrow V = ۲۱/۸۴ \times ۱۰^{-۳} m^۳ = ۲۱/۸۴\, L$$



سوال ۳۹۸ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

برای محاسبهٔ دمای گازهای کامل با استفاده از معادلهٔ حالت داریم:

$$PV = nRT \Rightarrow T_B = \frac{P_B V_B}{nR}$$

$$\Rightarrow T_B = \frac{۲/۵ \times ۱۰^۵ \times ۸ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۲۵ \times ۸} = ۱۰۰۰K$$

$$P_A V_A = P_C V_C \Rightarrow T_C = T_A$$

$$\Rightarrow T_C = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{۲/۵ \times ۱۰^۵ \times ۴ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۲۵ \times ۸} = ۵۰۰K$$

$$\theta_C = T_C - ۲۷۳ = ۵۰۰ - ۲۷۳ = ۲۲۷^\circ C$$

$$\theta_B = T_B - ۲۷۳ = ۱۰۰۰ - ۲۷۳ = ۷۲۷^\circ C$$

سوال ۳۹۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند.

عبارت (ب): از نظر تاریخی نخستین ماشین‌های گرمایی، ماشین‌های برون‌سوز هستند.

عبارت (ت): در چرخه یک ماشین گرمایی، اگر تمام گرمای گرفته شده به کار تبدیل شود، قانون اول ترمودینامیک نقض نمی‌شود ولی قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی تقض می‌شود.

سوال ۴۰۰ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

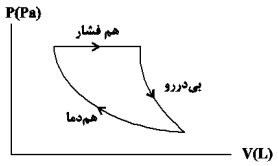
با توجه به اینکه $P_A V_A = P_C V_C$ می‌باشد لذا $T_A = T_C$ و در نتیجه $\Delta U_{ABC} = ۰$ می‌باشد.

$$\Delta U_{ABC} = Q_{ABC} + W_{ABC} = ۰$$
$$\Rightarrow Q_{ABC} = -W_{ABC} \Rightarrow \left|\frac{W_{ABC}}{Q_{ABC}}\right| = ۱$$

سوال ۴۰۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

می‌دانیم $\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰$ است، می‌توان نوشت:



$$\Delta U = ۰ \Rightarrow \Delta U_{\text{هم دما}} + \Delta U_{\text{بی در رو}} + \Delta U_{\text{هم فشار}} = ۰$$

توجه کنید که چون در فرایند هم‌دما، دما ثابت است، انرژی درونی تغییری نمی‌کند و در فرایند بی‌دررو نیز $Q_{\text{بی دررو}} = ۰$ است. پس:

$$W_{\text{بی دررو}} + W_{\text{هم فشار}} + Q_{\text{هم فشار}} = ۰$$

در فرایند بی‌دررو، گاز منبسط شده است، پس: $W_{\text{بی دررو}} < ۰$ می‌باشد.

$$W_{\text{بی دررو}} = -۱۲۰۰J$$

همچنین $W_{\text{هم فشار}}$ از مساحت زیر نمودار به‌دست می‌آید که به دلیل انبساط گاز آن نیز منفی است:

$$W_{\text{هم فشار}} = -S = -۸ \times ۱۰^{۵} \times ۴ \times ۱۰^{-۳} = -۳۲۰۰J$$

$$-۱۲۰۰ + Q_{\text{هم فشار}} - ۳۲۰۰ = ۰ \Rightarrow Q_{\text{هم فشار}} = ۴۴۰۰J$$

سوال ۴۰۲ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

برای یافتن تغییرات انرژی درونی گاز در انبساط از حالت i تا حالت f کافی است که تغییرات انرژی درونی هر مرحله را یافته و آن‌ها را با هم جمع جبری کنیم. برای این منظور باید دقت کنیم که در فرایند انبساط، کار انجام شده روی گاز منفی است. حال برای هر مرحله داریم:

مرحلهٔ (۱): انبساط هم‌دما $\xrightarrow{T_1=\text{ثابت}} \Delta T_1 = 0 \Rightarrow \Delta U_1 = 0$

مرحلهٔ (۲): انبساط بی‌دررو

$$\xrightarrow{Q_2=0} \Delta U_2 = W_2 \xrightarrow{W_2=-80J} \Delta U_2 = -80J$$

مرحلهٔ (۳): انبساط هم‌دما $\xrightarrow{T_3=\text{ثابت}} \Delta T_3 = 0 \Rightarrow \Delta U_3 = 0$

بنابراین:

$$\Delta U_t = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 \Rightarrow \Delta U_t = -80J$$

سوال ۴۰۳ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

در چرخهٔ یک یخچال، با انجام کار W، گرمای Q_L از منبع دماپایین دریافت و گرمای Q_H به منبع دمابالا داده می‌شود.

بنابراین علامت W و Q_L مثبت و علامت Q_H منفی است. از طرفی طبق قانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچالی، امکان ندارد گرما خود به خود از منبع با دمای پایین به منبع با دمای بالا برود و همواره $W \neq 0$ است. بنابراین با این توضیحات گزینهٔ «۴» صحیح است.

سوال ۴۰۴ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا گرمایی که ماشین گرمایی درون‌سوز می‌گیرد را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_H = mQ = 5 \times 40 \Rightarrow Q_H = 200kJ$$

برای تعیین بازده داریم:

$$\eta = \left(1 - \frac{|Q_L|}{Q_H}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{150}{200}\right) \times 100 \Rightarrow \eta = 25$$

سوال ۴۰۵ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

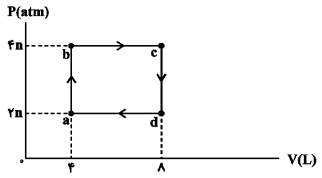
طبق قانون اول ترمودینامیک، در هر چرخه، اندازهٔ گرمای مبادله شده بین گاز و محیط با اندازهٔ کار مبادله شده بین گاز و محیط برابر است. از طرفی اندازهٔ کار مبادله شده بین گاز و محیط برابر با مساحت داخل چرخهٔ $P-V$ است. بنابراین با توجه به این‌که در نمودار $V-T$ داده شده، فرایندهای bc و da فرایندهایی با خط راست هستند که امتداد آن‌ها از مبدأ مختصات می‌گذرد، فشار در این فرایندها ثابت است. در نتیجه داریم:

$$P_aV_a = nRT_a \Rightarrow P_a \times ۴ \times ۱۰^{-۳} = n \times ۸ \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow P_a = ۲n \times ۱۰^{۵} Pa$$

$$P_bV_b = nRT_b \Rightarrow P_b \times ۴ \times ۱۰^{-۳} = n \times ۸ \times ۲۰۰$$

$$\Rightarrow P_b = ۴n \times ۱۰^{۵} Pa$$



بنابراین داریم:

$$|W| = |Q| \Rightarrow (۴n - ۲n) \times ۱۰^{۵} \times (۸ - ۴) \times ۱۰^{-۳} = ۱۶۰۰$$

$$\Rightarrow n = ۲mol$$

سوال ۴۰۶ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

عبارت‌های (۱)، (۲) و (۳) صحیح هستند.

صورت صحیح عبارت (۴) به شکل زیر است:

طرز کار کولر گازی شبیه یخچال خانگی است با این تفاوت که در کولر گازی منبع دماپایین، هوا و اجسام داخل اتاق و منبع دمابالا، هوای بیرون اتاق است.

سوال ۴۰۷ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

در هر دقیقه ماشین گرمایی ۹۰ چرخه را طی می‌کند و $۲۱/۶kJ$ گرما از منبع دما بالا دریافت می‌کند. بنابراین گرمای دریافتی در هر چرخه برابر است با:

$$Q_H = \frac{۲۱/۶ \times ۱۰^{۳}}{۹۰} = ۲۴۰J$$

حال با توجه به رابطهٔ بازده یک ماشین گرمایی داریم:

$$\eta = ۱ - \frac{|Q_L|}{Q_H} = ۱ - \frac{۱۵۶}{۲۴۰} \Rightarrow \eta = ۰/۳۵ \Rightarrow \eta = ۳۵\%$$

سوال ۴۰۸ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با استفاده از رابطهٔ بازدهٔ ماشین گرمایی آرمانی و با توجه به این‌که $Q_{H_۲} = |Q_{L_۱}|$ و $|Q_{L_۲}| = \frac{۳}{۵}Q_{H_۱}$ است، می‌توان نوشت:

$$\eta_۲ = ۱ - \frac{|Q_{L_۲}|}{Q_{H_۲}} \xrightarrow[|Q_{L_۲}| = \frac{۳}{۵}Q_{H_۱}]{\eta_۲ = \frac{۲۵}{۱۰۰} = \frac{۱}{۴}} \frac{۱}{۴} = ۱ - \frac{\frac{۳}{۵}Q_{H_۱}}{Q_{H_۲}}$$

$$\xrightarrow{Q_{H_۲} = |Q_{L_۱}|} \frac{۳}{۴} = \frac{۳}{۵}\frac{Q_{H_۱}}{|Q_{L_۱}|} \Rightarrow \frac{|Q_{L_۱}|}{Q_{H_۱}} = \frac{۴}{۵}$$

$$\eta_۱ = ۱ - \frac{|Q_{L_۱}|}{Q_{H_۱}} \Rightarrow \eta_۱ = ۱ - \frac{۴}{۵} \Rightarrow \eta_۱ = \frac{۱}{۵} \Rightarrow \eta_۱ = ۲۰$$

سوال ۴۰۹ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

طبق رابطهٔ بازده برای ماشین‌های گرمایی داریم:

$$\begin{cases} \eta_A = \dfrac{|W|}{Q_H} \\ \eta_B = \dfrac{|W|}{Q'_H} \end{cases} \Rightarrow Q_H + Q'_H = \frac{|W|}{\eta_A} + \frac{|W|}{\eta_B} \quad (۱)$$

$$\eta_C = \frac{\frac{|W|}{۲}}{\frac{Q_H + Q'_H}{۳}} \xrightarrow{(۱)} \eta_C = \frac{\frac{|W|}{۲}}{\frac{۱}{۳}\left(\frac{|W|}{\eta_A} + \frac{|W|}{\eta_B}\right)}$$

$$\Rightarrow \eta_C = \frac{۳\eta_A\eta_B}{۲(\eta_A + \eta_B)}$$