

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

۲- در فرآیند همفشار، مقداری از گرمای داده شده به گاز، صرف انبساط گاز می شود. در نتیجه برای یک واحد افزایش دمای گاز باید گرمای بیشتری به آن داد. به این سبب ظرفیت گرمایی در فشار ثابت (C_p) همواره بزرگتر از ظرفیت

گرمایی در حجم ثابت (C_v) می باشد. پس $\frac{C_p}{C_v} > 1$ می باشد و گزینه ۴ جواب صحیح است.

۳- کار انجام شده روی گاز از رابطه $W = -P(V_2 - V_1)$ بدست می آید. در فرآیند مورد نظر $V_2 < V_1$ است. بنابراین $W > 0$ می باشد. پس کار انجام شده روی گاز، مثبت می باشد و چون فرآیند همدمای و گاز متراکم شده است، پس دستگاه گرما داده است تا دمای آن ثابت بماند و گزینه ۱ جواب صحیح است.

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

$$W = -PdV = -2 \times 10^5 (1 - 3) = 4 \times 10^5 \text{ J}$$

کاری که برای انبساط به محیط داده شده است برابر است با :

$$W' = -P'dV = -1 \times 10^5 (3 - 1) = -2 \times 10^5 \text{ J}$$

پس کاری که هر چرخه از محیط می گیرد برابر است با :

$$W + W' = 4 \times 10^5 - 2 \times 10^5 = 2 \times 10^5 \text{ J}$$

پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

۵- ضریب عملکرد یخچال از رابطه $K = \frac{Q_C}{W}$ بدست می آید. پس :

$$Q_C = KW = 4 \times 7 \times 10^5 = 2.8 \times 10^6 \text{ J}$$

گرمایی که از داخل یخچال گرفته می شود برابر 2.8 مگا ژول است. بنابراین گرمایی که به محیط بیرون داده می شود برابر است با :

$$|Q_H| = W + Q_C = 0.7 + 2.8 = 3.5 \text{ مگا ژول}$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

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

$$\Delta U = U_b - U_a = W + Q = 0 \Rightarrow Q = -W$$

در هر فرآیند آرمانی، کل کار انجام شده روی دستگاه با سطح زیرمنحنی در نمودار $P - V$ برابر است $(W = - \int_{V_1}^{V_2} PdV)$ و از طرفی وقتی در یک فرآیند آرمانی حجم گاز افزایش می‌یابد، چون نیروی وارد بر ذرات گاز و جابجایی در خلاف جهت هم هستند، کار انجام شده منفی خواهد بود. پس با توجه به سؤال داریم:

$$W = -10^4 J \Rightarrow Q = -W = +10^4 J$$

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

$$|Q_H| = Q_C + W, \quad Q_C > 0, \quad W > 0, \quad Q_H < 0, \quad K = \frac{Q_C}{W} \quad \text{۷- در یخچالها داریم:}$$

$$Q_C = mc\Delta\theta = 0.5 \times 4200 \times 20 = 42000 J \Rightarrow K = \frac{Q_C}{W} = \frac{42000}{12000} = 3.5$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

$$\Delta U = W + Q \quad \text{۸- طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:}$$

دستگاه گرما گرفته است پس $Q = 250 J$ و دستگاه روی محیط کار انجام داده است پس:

$$W = -300 J$$

(علامت منفی به دلیل انجام گرفتن کار توسط دستگاه روی محیط می‌باشد)

$$\Delta U = -300 + 250 = -50 J$$

بنابراین می‌توان نوشت:

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

$$\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H} \quad \text{۹- بازده ماشین گرمایی از رابطه } \eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} \text{ بدست می‌آید پس می‌توان نوشت:}$$

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

$$W_{CA} = -P \cdot \Delta V = -0.5 \times 10^5 \left(\frac{3-5}{1000} \right) = 100 J \quad \text{۱۰- کار روی گاز در فرآیند C تا A برابر است با:}$$

$$W_{AB} = 0 J$$

فرآیند AB یک فرآیند هم حجم است بنابراین:

بزرگی کار در فرآیند BC برابر مساحت زیر نمودار BC است. از طرفی در فرآیند BC چون $V_2 > V_1$ است کار

$$W_{BC} = \frac{(2 + 0.5) \cdot 10^5}{2} \times \frac{2}{1000} = -250 J \quad \text{روی گاز در این فرآیند منفی است و داریم:}$$

$$-250 + 100 = -150 J \quad \text{کار خالص روی گاز برابر است با:}$$

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

$$Q + W = \Delta U \quad \text{۱۱- طبق قانون اول ترمودینامیک داریم: چون تغییر انرژی درونی بین دو نقطه A و B به مسیر بستگی}$$

$$Q_1 + W_1 = Q_2 + W_2 = \Delta U$$

ندارد لذا خواهیم داشت:

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

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

۱۳- کار انجام شده بر روی گاز برابر با $W = - \int_{V_1}^{V_2} P dV$ است. برای فرآیند داده شده، سه مرحله تبدیل از C به A و از A به B و از B به C می توان در نظر گرفت. پس:

$$W = W_{CA} + W_{AB} + W_{BC} = - \int_{V_C}^{V_A} P_{CA} dV - \int_{V_A}^{V_B} P_{AB} dV - \int_{V_B}^{V_C} P_{BC} dV =$$

$$- \int_{V_C}^{V_A} P_{CA} dV - 0 + \int_{V_C}^{V_A} P_{BC} dV = \int_{V_C}^{V_A} (P_{BC} - P_{CA}) dV = - S_{ABC} = \frac{-10^4 \times (60 \times 10^{-3})}{2} = -300 \text{ J}$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

* تذکر: در صورتی که در فرآیند چرخه کامل، جهت فرآیند ساعتگرد باشد، کار انجام شده روی گاز منفی و فرآیند گرماده است، و برعکس. راه حل ساده تر: کار انجام شده برابر است با مساحت محصور به نمودار $PV = 300$ چون چرخه ساعتگرد است. $W = -300 \text{ J}$

۱۴- در فرآیندهای آرمانی بی دررو، بر روی گاز فقط کار انجام می شود و هیچ گونه گرمایی به محیط مبادله نمی شود. این مقدار کار از رابطه $W = - \int_{V_1}^{V_2} P dV$ بدست می آید. از آنجا که در این فرآیند حجم گاز زیاد شده است

$$(V_2 > V_1) \text{ و فشار نیز همواره مقداری مثبت است، } W = - \int_{V_1}^{V_2} P dV < 0 \text{ است. طبق قانون اول ترمودینامیک،}$$

میزان افزایش انرژی درونی گاز برابر با جمع جبری کار انجام شده بر روی آن با گرمای داده شده به گاز است. لذا در فرآیند بی دررو می توان نوشت:

$$Q = 0, W < 0 \Rightarrow \Delta U = Q + W = 0 + W < 0 \Rightarrow U_2 - U_1 < 0 \Rightarrow U_2 < U_1$$

در فرآیند هم دما، دمای گاز ثابت می ماند، پس:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} KN(T_2) - \frac{3}{2} KN(T_1) = \frac{3}{2} KN(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} KN(0) = 0 \Rightarrow U_2 = U_1$$

بنابراین در فرآیند بی دررو، انرژی کاهش و در فرآیند هم دما، انرژی افزایش می یابد. لذا گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۵- راندمان یک ماشین گرمایی (η) طبق تعریف از رابطه $\eta = \frac{|W|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H}$ بدست می آید که در آن $|W|$ اندازه کار انجام شده توسط ماشین و Q_H و Q_C به ترتیب میزان گرمای تلف شده و گرمای گرفته شده توسط ماشین

$$\eta = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H} = 1 - \frac{3400}{5000} = 1 - \frac{34}{50} = \frac{16}{50} = 0.32 \text{ می باشد. پس:}$$

پس گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۶- می‌دانیم برای گاز کامل همواره داریم:

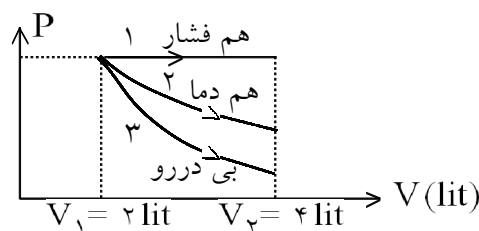
$$\frac{PV}{T} = \text{ثابت}$$

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_B V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} \Rightarrow \frac{2 \times 10^5}{T_2} = \frac{10^5}{400} \Rightarrow T_2 = 800 \text{ K}$$

بنابراین

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح سوال است.



۱۸- چون در فرآیند هم‌دما، دستگاه (گاز کامل) در حین انبساط، گرما نیز می‌گیرد، افت فشار آن کمتر از فرآیند بی‌دررو است و در نتیجه، نمودار P-V برای سه فرآیند هم‌فشار، هم‌دما و بی‌دررو مطابق شکل مقابل خواهد بود. از طرفی برای کار انجام شده روی دستگاه در حین یک فرآیند W_1 و W_2 و W_3 به ترتیب برابر خواهند بود با سطح زیر نمودار P-V. برای فرآیندهای هم‌فشار، هم‌دما و بی‌دررو و با توجه به شکل داریم:

$$W_1 > W_2 > W_3$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به دلیل افزایش حجم که محیط روی گاز می‌دهد منفی و کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد (آنچه سوال خواسته) مثبت است.

۱۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} W_P &= -P\Delta V \Rightarrow W_P = -nR\Delta T \\ Q_P &= \frac{5}{2}nR\Delta T \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_P = -\frac{5}{2}W_P \Rightarrow Q_P = -\frac{5}{2}(-600) = +1500 \text{ J}$$

$$\left. \begin{aligned} k &= \frac{Q_C}{W} \Rightarrow 2 = \frac{Q_C}{W} \Rightarrow Q_C = 2W \\ |Q_H| &= W + Q_C = W + 2W = 3W \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{Q_C}{|Q_H|} = \frac{2}{3}$$

۲۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. $W = -P\Delta V = -5 \times 10^3 (10 - 20) \times 10^{-3} \Rightarrow W = 50 \text{ (J)}$ کار فرایند هم‌فشار چون در نقاط A و B دما یکی است، پس $\Delta U = 0$ است و $Q_{AB} = -W_{AB} = -50 \text{ J}$ می‌باشد.

۲۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گرمای حاصل از سوختن $5 \times 10^4 \text{ J/g}$ است به معنای این است که از سوختن یک گرم سوخت $5 \times 10^4 \text{ J}$ گرما تولید می‌شود. چون در هر چرخه 6000 J گرما لازم است.

$$\text{جرم سوخت مورد نیاز} = \frac{6000}{5 \times 10^4} = 0.12 \text{ g}$$

$$Q_H = 6000, |W| = 1500 \Rightarrow \eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{1500}{6000} = 0.25 = 25\%$$

۲۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گزینه ی ۱ کامل نیست.

۲۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. $W = \frac{100}{50} = 2 \text{ kJ} \Rightarrow \eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow Q_H = \frac{|W|}{\eta} = \frac{2000}{0.4} = 5000 \text{ J}$

۲۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. $T_C = ۲۷۳ - ۲۳ = ۲۵۰\text{K}$, $T_H = ۲۷۳ + ۲۷ = ۳۰۰\text{K}$

$$\text{در چرخه کارنو} = \frac{Q_C}{|Q_H|} = \frac{T_C}{T_H} = \frac{۲۵۰}{۳۰۰} = \frac{۵}{۶} \Rightarrow \frac{Q_C}{Q_C + W} = \frac{۵}{۶}$$

$$۵Q_C + ۵W = ۶Q_C \Rightarrow W = \frac{Q_C}{۵} = \frac{۱۵۰۰}{۵} = ۳۰۰\text{J}$$

۲۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۲۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} Q_P &= nC_{MP}\Delta T = ۱ \times ۲۰ \times ۲۰ = ۴۰۰\text{J} \\ Q_P &= \frac{۵}{۲}P\Delta V = \frac{-۵}{۲}W \Rightarrow W = \frac{-۲}{۵} \times ۴۰۰ = -۱۶۰\text{J} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta U = Q + W = ۲۴۰\text{J}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{T_2}{T_1} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۵۰۰}{۴۰۰} = \frac{۵}{۸}$$

۲۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۲۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$P_1 V_1 = nRT_1 \Rightarrow ۱۰^۵ \times V_1 = n \times R \times T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{۱۰^۵ \times ۱۰^{-۳}}{nR} = \frac{۱۰۰}{nR}$$

$$P_2 V_2 = nRT_2 \Rightarrow ۱۰^۵ \times ۰/۸ \times V_1 = n \times R \times T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{۰/۸ \times ۱۰^۵ \times ۱۰^{-۳}}{nR} = \frac{۸۰}{nR}$$

$$Q = nC_{MP}(T_2 - T_1) = n \times \frac{۷}{۲}R \times \left(\frac{-۲۰}{nR}\right) = -۷۰\text{J}$$

۳۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۳۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{T_C}{T_H} > \frac{T_C - ۱۰}{T_H - ۱۰} \Rightarrow -\frac{T_C}{T_H} < -\frac{T_C - ۱۰}{T_H - ۱۰} \Rightarrow ۱ - \frac{T_C}{T_H} < ۱ - \frac{T_C - ۱۰}{T_H - ۱۰} \Rightarrow \eta_1 < \eta_2$$

برای اثبات بخش اول حل می‌توان به این که $T_H - T_C$ مقدار ثابتی است استناد کرد.

$$\alpha = \frac{T_C}{T_H} = \frac{T_H - \Delta}{T_H} = ۱ - \frac{\Delta}{T_H}$$

اگر Δ ثابت باشد، با کاهش T_H ، $\frac{\Delta}{T_H}$ زیاد می‌شود، در نتیجه α کاهش می‌یابد.

۳۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. خط مرسوم مستقیم و $\frac{V}{T}$ مقدار ثابت است. پس فشار ثابت است.

۳۳- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. در فرآیند (۲) چون گرما دریافت نمی شود و انبساط داریم، دما اندکی کاهش می یابد. (دقیقاً مثال کتاب است. مراجعه شود به کتاب فیزیک ۳ و آزمایشگاه رشته ی ریاضی، فصل ۱)

۳۴- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\eta = \frac{W}{Q_H} \Rightarrow \frac{25}{100} = \frac{1200}{Q_H} \Rightarrow Q_H = 4800 \text{ J}$$

۳۵- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} PV_1 &= nRT_1 \\ PV_2 &= nRT_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow P(V_2 - V_1) = nR(T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow P\Delta V = nR\Delta T = \frac{2}{5} \times n \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{2}{5} Q \Rightarrow W' = 0.4Q$$

۳۶- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است. چون فرآیند هم دما است، ΔU برابر صفر است.

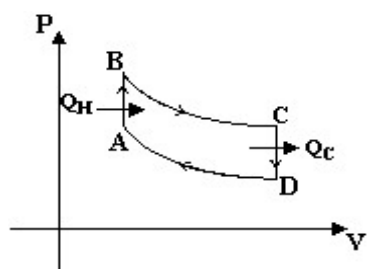
$$\Delta U = Q + W \Rightarrow 0 = -300 + W \Rightarrow W = 300 \text{ J}$$

۳۷- گزینه ۳ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} p_1 V &= nRT \\ 1/4 p_1 V &= (n + 2)RT \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n+2}{n} = \frac{1}{4} \Rightarrow n = 5 \text{ mol}$$

۳۸- گزینه ۳ پاسخ است.

در انبساط گازها کار انجام می دهند ($W < 0$). در فرآیند هم دما Q و W مختلف علامت هستند ($\Delta U = Q + W = 0$) پس Q مثبت است یعنی گاز گرما دریافت می کند.



۳۹- گزینه ۳ پاسخ است.

چرخه اتواز دو فرآیند هم حجم و دو فرآیند بی دررو تشکیل شده است.

- AB: تش گرفتن، هم حجم
- BC: انجام کار، بی دررو
- CD: تخلیه، هم حجم
- DA: تراکم، بی دررو

۴۰- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است. با افزایش حجم در فرآیند هم فشار دما نیز افزایش می یابد و در فرآیند بی دررو باید با افزایش ناگهانی حجم کاهش مختصر دما و افت فشار را ایجاد کنیم.

۴۱- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P}{T} = \text{ثابت} \Rightarrow P = KT$$

چون T در حال افزایش است P نیز باید در حال افزایش باشد. پس نمودار $P - T$ پاره خطی است که از مبدأ می گذرد.

۴۲- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به متن کتاب درسی.

$$V = 4 \times 3 \times 3 = 36 \text{ m}^3$$

۴۳- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$PV = nRT \Rightarrow 10^5 \times 36 = n \times 8.314 \times 273 \Rightarrow n \approx 1589$$

۴۴- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{PV}{T} = nR \rightarrow 10.5 \times \frac{(1/3 \times 10^{-3})}{T} = 0.5 \times 8/3 \rightarrow T = 200K$$

۴۵- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. چون چرخه ساعتگرد می باشد بنابراین کار انجام شده روی دستگاه (W) منفی می باشد.

در یک چرخه ($\Delta U = 0$)

$$W + Q = \Delta U \rightarrow W + Q = 0 \Rightarrow Q = -W > 0 \quad (\text{چون } W \text{ منفی است})$$

۴۶- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$T_1 = 273 + 91 = 4 \times 91$$

$$T_2 = 273 + 182 = 5 \times 91$$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{5 \times 91} = \frac{4}{4 \times 91} \Rightarrow V_2 = 5 \Rightarrow \Delta V = 1 \text{ lit}$$

۴۷- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

یخ $-15 \rightarrow$ یخ صفر \rightarrow آب صفر درجه \rightarrow آب $20^\circ C$

$$Q = mC(20 - 0) + mL_f + mC'(0 + 15)$$

$$\rightarrow Q_C = 2 \times 4/2(20) + 2/340 + 2 \times 2/1(15) \rightarrow Q_C = 911 kJ$$

$$K = \frac{Q_C}{W} \rightarrow 5 = \frac{911}{W} \rightarrow W = \frac{911}{5} \rightarrow P = \frac{W}{t} \rightarrow P = \frac{\frac{911}{5} \times 1000}{3600} = 50/6 \text{ وات}$$

۴۸- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. فرآیند AB یک فرآیند هم دما که نمودارهای ۲ و ۴ می تواند درست باشند فرآیند BC نیز هم فشار می باشد ($V = KT$) که در این صورت فقط گزینه ی ۴ می تواند درست باشد.

۴۹- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. مجموع کار و گرمای داده شده برابر با تغییر انرژی درونی است و در آن مورد حجم ثابت است پس $W = 0$ می باشد. بنابراین:

$$\Delta U = Q + W, W = 0 \Rightarrow \Delta U = Q$$

۵۰- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$T_1 = 273 + 91 = 4 \times 91$$

$$T_2 = 273 + 182 = 5 \times 91$$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{5 \times 91} = \frac{4}{4 \times 91} \Rightarrow V_2 = 5 \Rightarrow \Delta V = 1 \text{ lit}$$

۵۱- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{(2P_1) V_2}{(\frac{3}{5} T_1)} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \Rightarrow 2V_2 = \frac{3}{5} V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{3}{10} V_1$$

۵۲- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. در این فرایند دمای گاز کاهش یافته است پس انرژی درونی آن نیز کاهش یافته است پس $-Q > W \Rightarrow Q + W < 0$ و به دلیل این که $Q < 0$ و $|Q| > W$ است.

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \Rightarrow \left(\frac{1}{2} P_1\right) V_2 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \Rightarrow V_2 = 2V_1 \quad \text{گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.}$$

۵۴- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta U = W \quad \text{فرآیند بی دررو}$$

$$\frac{3}{2} n R \Delta T = W$$

$$\frac{3}{2} \times 2 \times 8 \Delta T = -48 \Rightarrow \Delta T = -2^\circ \text{C}$$

دما 2°C پایین آمده است.

۵۵- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. در هر فرآیند گاز کامل: $\Delta U = n C_{MV} \Delta T$

$$\Delta U = n \times \frac{3}{2} R \times (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (5 \times 6 - 1 \times 10) \times 100 = 3000 \text{ J}$$

$$Q = mc\Delta\theta = 5 \times 4200 \times 80$$

$$W = P.t = 1000 \times 40 \times 60$$

$$R_a = \frac{Q}{W} = \frac{5 \times 4200 \times 80}{1000 \times 40 \times 60} = 0.7$$

۵۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۵۷- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta u_{\text{جرخه}} = \Delta u_{abc} + \Delta u_{ca} = 0, \quad \Delta u_{ca} = -\Delta u_{abc} = -(W_{abc} + Q_{abc})$$

$$\Delta u_{ca} = -(-60 + 80) = -20 \text{ J}$$

$$\Rightarrow T_H = \frac{PV}{nR} = \frac{16 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^5}{1 \times 8} = 400 \text{ K}$$

۵۸- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Rightarrow T_C = \frac{PV}{nR} = \frac{2 \times 10^5 \times 4 \times 10^5}{1 \times 8} = 100 \text{ K}$$

$$\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H} = \frac{300}{400} = 75\%$$

۵۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به عنوان مثال ذوب یخ یک فرآیند همدم است اما انرژی درونی دستگاه در حال افزایش است. چون یخ پیوسته در حال گرفتن گرما است تا به مایع تبدیل شود توجه نماییم که لزوماً دستگاه در همه فرآیندها گاز کامل نیست.

۶۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. $Q_1 = Q_V = \frac{3}{2}nR\Delta T = 60 \Rightarrow \Delta T = 40/nR$ در حجم ثابت

$$Q_2 = Q_P = \frac{5}{2}nR(2\Delta T) = \frac{5}{2}nR\left(2 \times \frac{40}{nR}\right) = 200J$$

۶۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نمودار فوق یک فرآیند هم فشار را نشان می دهد.

$$Q = \frac{5}{2}P_A(V_B - V_A) = \frac{5}{2} \times 20 \times 10^3 \times (50 - 20) \times 10^{-3} = 1500J$$

۶۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} V_2 &= V_1 + 1/2 V_1 = 3/2 V_1 \\ T_2 &= 60 + T_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 3/2 = \frac{60 + T_1}{T_1} \Rightarrow T_1 = 300K$$

$$T_1 = \theta_1 + 273 \Rightarrow \theta_1 = 300 - 273 = 27^\circ C$$

۶۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. $Q_P = nC_{MP}\Delta T = 2 \times 20 \times 100 = 4000J$

۶۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در یخچال کار داده شده به دستگاه مثبت است پس چرخه یخچال در دستگاه P - V باید پادساعتگرد باشد.

۶۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون گاز متراکم شده پس $W > 0$ است. اما در مورد علامت Q نمی توان نظر قطعی داد. زیرا: $\Delta U = W + Q \Rightarrow Q = \Delta U - W$ و ما در مورد علامت و مقدار ΔU اطلاعی نداریم.

۶۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. سطح چرخه برابر است با مقدار کار داده شده به یخچال. $W = 50J$

$$K = 4 \Rightarrow K = \frac{Q_C}{W} = \frac{|Q_H| - W}{W} \Rightarrow 4 = \frac{|Q_H| - 50}{50} \Rightarrow |Q_H| = 250J$$

۶۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. زیرا در دستگاه T - V شکل فرآیند هم فشار خطی است راست که از مبدا می گذرد و این خط هر چقدر شیب کمتری داشته باشد، نشانه این است که فرآیند در فشار بیشتری صورت گرفته است.

۶۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۶۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. $T_A = T_B \Rightarrow \Delta U_{AB} = 0 \Rightarrow W_{AB} + Q_{AB} = 0 \Rightarrow$

$Q_{AB} = -W_{AB} = -S$ فرآیند AB تراکم است. دوزنقه S.

$$Q'_{AB} = -Q_{AB} \Rightarrow Q'_{AB} = S = \frac{(1+3) \times 10^5}{2} \times (4-1) \times 10^{-3} = 2 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3} = 600J$$

۷۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow P_2 = \frac{V_1}{V_2} P_1 = \frac{V_1}{1/8 V_1} P_1 = \frac{1}{1/8} P_1 = 8P_1$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta U &= 0 \\ W &< 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q > 0$$

$$\Delta U = Q + W$$

۷۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۷۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که تغییر انرژی درونی گاز کامل تنها تابع دمای گاز است. پس تغییر انرژی درونی در تحول هم حجم و هم فشار به دلیل تغییر یکسان دما از T_1 به T_2 یکسان است.

$$\Delta U_{ab} = \Delta U_{ac} = Q_{ac} = nC_{MV}\Delta T = 1 \times 20 \times 400 = 8000 \text{ J}$$

۷۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تغییر انرژی درونی در این فرآیند با تغییر انرژی درونی فرآیند هم‌حجمی که طی آن فشار گاز از ۵ اتمسفر به ۱ اتمسفر می‌رسد برابر است و تغییر انرژی درونی در فرآیند هم‌حجم با گرمای مبادله شده در آن برابر است.

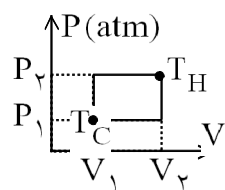
$$\Delta U = Q_V = nC_{MV}(T' - T) = nC_{MV}\left(\frac{P'V'}{nR} - \frac{PV}{nR}\right) = \frac{C_{MV}}{R}(P'V' - PV)$$

چون در این فرآیند، دمای گاز کاهش یافته است، ΔU در این فرآیند منفی است. پس:

$$-4800 = \frac{C_{MV}}{R}(1.5 \times 5 \times 10^{-3} - 5 \times 1.5 \times 5 \times 10^{-3}) \Rightarrow C_{MV} = 2/4 R$$

۷۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{3 \times (273 + 91)}{273} \Rightarrow V_2 = \frac{3 \times 273 + 273}{273} \Rightarrow V_2 = 4 \text{ lit}$$



۷۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. دما از رابطه‌ی $PV = nRT$ بدست می‌آید.

$$\frac{T_H}{T_C} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{3 \times 4}{1 \times 1} = 12$$

۷۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون سطح زیر منحنی در نمودار $P - V$ مقدار کار را نشان می‌دهد پس $|W_2| > |W_1|$

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{323}{773} = 0.58$$

۷۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۷۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{273 + 27/3} = \frac{V_2}{273 + 273} \Rightarrow \frac{V_1}{1/1 \times 273} = \frac{V_2}{(273) \times 2}$$

$$V_2 = \frac{2}{1/1} V_1 \Rightarrow 2V_1 > V_2 > V_1$$

۷۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. باید مقدار T_1 معلوم باشد تا بتوان تغییرات حجم را با تغییرات دما پیشگویی کرد.

$$\frac{PV}{T} = \text{ثابت} \xrightarrow{p = \text{ثابت}} \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{10}{T_1}$$

۸۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$P_2 = P_1 - 0.1 P_1 = 0.9 P_1$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_1 \times V_1 = 0.9 P_1 \times V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{1}{0.9} V_1 = V_1 + \alpha V_1 \Rightarrow \alpha = 11\%$$

۸۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0 \Rightarrow W_1 + Q_1 + W_2 + Q_2 = 0 \Rightarrow -400 + 600 + 300 + Q_2 = 0 \Rightarrow Q_2 = -500 \text{ J}$$

علامت منفی بدین معنا است که گاز به محیط گرما داده است.

۸۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$|W| = 650 \text{ J}, |Q_C| = 1950 \text{ J} \Rightarrow Q_H = |W| + |Q_C| = 650 + 1950 = 2600 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{650}{2600} = 0.25 \approx 25\%$$

۸۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ص ۲۵ در مرحله مکش با باز شدن دریچه ورودی مخلوط بنزین و هوا وارد استوانه می‌گردد.

$$W = P \cdot t = 210 \times 400 = 84 \text{ kJ}$$

۸۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$Q_C = m C_1 \Delta \theta_1 + m l_F + m C_2 \Delta \theta_2 \Rightarrow 1 \times 4/2 \times 20 + 315 + 2/1 \times 10 \Rightarrow 84 + 315 + 21 = 420 \text{ kJ}$$

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{420}{84} = 5$$

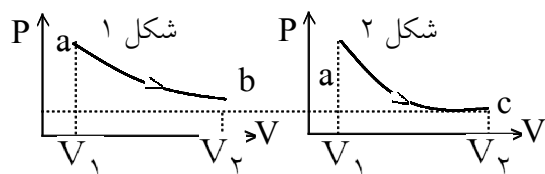
$$\eta = 1 - \frac{T_c}{T_H} \Rightarrow 0.5 = 1 - \frac{T_c}{T_H} \Rightarrow T_c = 0.5 T_H \Rightarrow T_H = 2 T_c$$

۸۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$T'_c = 0.8 T_c \Rightarrow \eta' = 1 - \frac{T'_c}{T_H} \Rightarrow \eta' = 1 - \frac{0.8 T_c}{2 T_c} = 1 - 0.4 = 0.6$$

$$\Delta \eta = \eta' - \eta = 0.6 - 0.5 = +0.1$$

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



توضیح: فرض کنید، حجم یک گاز کامل را که در حالت a است، یک بار توسط یک فرآیند همدمایا (شکل ۱) و یک بار توسط یک فرآیند بی‌دررو (شکل ۲)، از V_1 به V_2 می‌رسانیم.

$$T_a = T_b \Rightarrow P_a V_1 = P_b V_2 \Rightarrow P_b = P_a \frac{V_1}{V_2} \quad * \text{ در فرآیند همدمایا داریم:}$$

$$\left. \begin{matrix} Q = 0 \\ W < 0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \Delta U = Q + W < 0 \Rightarrow U_2 - U_1 < 0 \Rightarrow U_2 < U_1 \quad * \text{ در فرآیند بی‌دررو داریم:}$$

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

$$T_c < T_a \Rightarrow \frac{P_c V_2}{nR} < \frac{P_a V_1}{nR} \Rightarrow P_a < P_a \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow P_c < P_b \quad \text{یابد.}$$

بنابراین افت فشار در فرآیند بی‌دررو بیشتر از فرآیند همدمایا می‌باشد.

۸۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} PV_1 = n_1 RT_1 \\ PV_2 = n_2 RT_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} PV_1 = \frac{4}{3} R(300) \\ PV_2 = \frac{1}{33} R(320) \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{2 \times 300}{\frac{1}{33} \times 320} = \frac{600}{80} = \frac{60}{8} = \frac{30}{4} = \frac{15}{2}$$

۸۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. انرژی درونی یک گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است. بنابراین در فرآیند همدمایا انرژی درونی گاز ثابت است. ($\Delta U = 0$).

در فرآیند هم فشار با کاهش حجم گاز، دمای گاز کاهش می‌یابد. $\left(\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}\right)$ و در نتیجه انرژی درونی گاز کامل نیز که فقط تابع دمای مطلق گاز است، کاهش می‌یابد.

$$Q = n C_{MV} \Delta T = 0.5 \times 27/8 \times 20 = 278 J \quad \text{گزینه ۲ پاسخ صحیح است.}$$

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nR}{P} T \quad \text{گزینه ۱ پاسخ صحیح است.}$$

با توجه به رابطه‌ی فوق، نمودار تغییرات حجم گاز کامل بر حسب دمای مطلق آن، اگر فشار ثابت باشد، خط راستی است که از مبدا می‌گذرد. با توجه به اینکه نمودار داده شده در این مسئله، این خصوصیت را دارا است، فشار گاز تغییر نمی‌کند.

۹۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حجم ثابت فشار و دمای مطلق متناسبند. پس اگر دمای اولیه T باشد. دمای گاز در فشار $\frac{1}{n}P$ برابر می‌شود. با $T_2 = \frac{1}{n}T$. کار انجام شده بر روی دستگاه در فرآیند تک حجم صفر و در فرآیند تک فشار برابر $W = -P\Delta V$ است. پس:

$$W = -P\Delta V = -nR\Delta T = -nR\left(T - \frac{T}{n}\right) = -nR\left(\frac{(n-1)T}{n}\right) = (1-n)RT$$

۹۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مورد گاز کامل تک اتمی، در فرآیند همفشار داریم:

$$Q = nC_{MP}\Delta T \quad Q = n \times \frac{5}{2}R\left(\frac{PV_2}{nR} - \frac{PV_1}{nR}\right) = \frac{5}{2}P\Delta V \quad \text{و} \quad W = -P\Delta V \Rightarrow \Delta U = W + Q = \frac{3}{2}P\Delta V$$

$$W = \frac{-2}{5}Q \quad \text{و} \quad \Delta U = \frac{3}{5}Q \quad \text{پس:}$$

۹۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون بازدهی بخاری برقی ۱۰۰٪ فرض شده، پس گرمایی که به هوای اتاق می‌دهد، به اندازه W است. ولی کولر گازی گرمای Q_C را از محیط بیرون گرفته و گرمای Q_H را به هوای اتاق می‌دهد. $Q_H > W$ لذا $|Q_H| = W + Q_C$

$$PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT} = \rho \quad \text{۹۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.}$$

$$\rho = \frac{8/3 \times 10^5 \times 0.002}{8/3 \times 200} = 1 \text{ kg/m}^3$$

۹۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{84}{28} = 3 \quad \text{۹۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.}$$

$$PV = nRT \quad 3 \times 10^5 \times 25 \times 10^{-3} = 3 \times \frac{25}{3}T \quad T = 300 \text{ K} \quad \theta = 27^\circ \text{ C}$$

۹۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هلیوم در یک مخزن محبوس است پس حجم آن ثابت است و در فرآیند هم حجم برای آن که فشار گاز دو برابر شود باید دمای مطلق گاز را دو برابر کرد.

$$T_1 = 273 \text{ K} \quad \text{و} \quad T_2 = 2T_1 = 2 \times 273 \text{ K} \quad \Delta T = T_2 - T_1 = 273 \text{ K}$$

$$Q = nC_{MV}\Delta T = 2 \times \frac{3}{2}R \times 273 = 25 \times 273 = 6825 \text{ J}$$

$$\frac{Q_C}{|Q_H|} = \frac{T_C}{T_H} \quad \frac{1}{|Q_H|} = \frac{0.1}{293} \quad |Q_H| = 2930 \text{ J} \quad \text{۹۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.}$$

$$W = |Q_H| - Q_C = 2929 \text{ J}$$

۹۹- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$|Q_H| = W + Q_C \Rightarrow W = |Q_H| - Q_C = 1/6 \times 10^6 - 0.7 \times 10^6 = 0.9 \times 10^6 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.9 \times 10^6}{2 \times 3600} = 125 \text{ W}$$

۱۰۰- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه ی $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ ملاحظه می شود که با افزایش T_H بازده (ϵ) افزایش می یابد.