

۱- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. کار انجام شده برابر با مساحت چرخه ی $P - V$ است و علامت آن مثبت است زیرا چرخه پادساعت گرد است.

$$W = S = ((3 \times 10^5 - 10^5)(3 - 1)) = 4 \times 10^5 \text{ J} = 400 \text{ kJ}$$

۲- در یک انبساط یا انقباض در حجم مشخص، تغییر فشار در فرآیند بی دررو بیشتر از تغییر فشار در فرآیند هم دما است. لذا فرآیند a که تغییر فشارش کمتر است، فرآیند هم دما می باشد. از آنجا که فرآیند b ، بی دررو است، با انبساط گاز، دمای گاز نسبت به ابتدای فرآیند، کاهش می یابد. یعنی:

$$T_A = T_1, T_1 > T_B \Rightarrow T_A > T_B$$

بنابراین گزینه ی ۴ پاسخ درست است.

۳- مجموع کار و گرمای دریافت شده توسط گاز برابر با تغییر انرژی درونی گاز است. از آنجایی که با توجه به نمودار داریم: [redacted] بنابراین از A تا C دمای گاز تغییر نکرده است پس تغییر انرژی درونی آن صفر خواهد بود بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۴- چون [redacted] است پس دمای دو نقطه A و B یکسان بوده بنابراین انرژی درونی آنها نیز یکسان می باشد $(U_A = U_B)$ و چون [redacted] بنابراین دمای C از دمای A بیشتر بوده پس انرژی درونی آن نیز بیشتر خواهد بود $(U_A < U_C)$ بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{P_A U_A}{T_A} = \frac{P_C U_C}{T_C} = NR, P_A V_A < P_C V_C \Rightarrow T_A < T_C$$

۵- چون جهت چرخه در جهت ساعتگرد است پس چرخه کار انجام داده است و مقدار آن مساحت محصور در چرخه می باشد پس داریم:

$$W = \frac{1}{2} (2/5 \times 10^4 - 10^4)(20 - 8) \times 10^{-3} = 9 \times 10^1 = 90 \text{ J}$$

پس کاری که گاز دریافت کرده 90 J خواهد بود بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۶-
$$\left. \begin{array}{l} Q_C = 60 \text{ kJ} \\ Q_H = 90 \text{ kJ} \end{array} \right\} \Rightarrow P = ? \quad |W| = 90 - 60 = 30 \text{ kJ} \Rightarrow P = \frac{|W|}{t} = \frac{30 \text{ kJ}}{60 \text{ s}} = 500 \text{ وات}$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۷- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_1 = 0^\circ \text{C} \Rightarrow T_1 = 273 + 0 = 273 \text{ K}, V_1 = 3 \text{ lit} \\ \theta_2 = 91^\circ \text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + 91 = 364 \text{ K}, V_2 = ? \end{array} \right.$$

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3}{273} = \frac{V_2}{364} \Rightarrow V_2 = 4 \text{ lit}$$

$$W = \frac{1}{4} Q_H, K = \frac{Q_C}{W} \Rightarrow K = 3$$

پس گزینه ی ۲ پاسخ درست است.

۹- گزینه ی ۴ پاسخ درست است. چون چرخه، ساعت گرد است، کار انجام شده بر روی چرخه، منفی و مقدار آن با مساحت چرخه برابر است که در این مساله:

$$W_{bc} + W_{da} = W_2 + W_3$$

۱۰- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است. از آنجایی که انرژی درونی فقط به دما بستگی دارد، پس با دو برابر شدن دمای مطلق، انرژی درونی نیز دو برابر می شود.

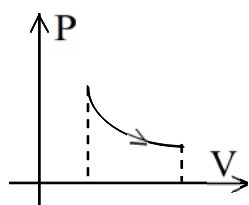
۱۱- چون کار انجام شده بر روی گاز، منفی است، گاز منبسط شده است. همچنین چون در فرآیند بی دررو، $\Delta U = W$ است، پس انرژی درونی آن نیز کاهش یافته است. بنابراین گزینه ی ۱ پاسخ درست است.

$$\left. \begin{aligned} V_2 &= V_1 + \frac{1}{273} V_1 = V_1 \left(\frac{274}{273} \right) \\ \frac{V_2}{V_1} &= \frac{T_2}{T_1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow T_2 = \frac{274}{273} T_1 \Rightarrow T_2 = \left(1 + \frac{1}{273} \right) T_1 \Rightarrow \quad -12$$

$$T_2 = \left(1 + \frac{1}{273} \right) (273 + \theta_0) = (273 + 1) + \left(\theta_0 + \frac{\theta_0}{273} \right) \Rightarrow$$

$$(274 + \theta_0 + 1) = (273 + 1) + \left(\theta_0 + \frac{\theta_0}{273} \right) \Rightarrow \theta_0 = 0^\circ \text{C}$$

بنابراین گزینه ی ۱ پاسخ درست است.



۱۳- در فرآیند بی درو بین محیط و دستگاه گرما مبادله نمی شود ($Q = 0$)

از آنجا که گاز منبسط می شود، کاری که محیط روی دستگاه انجام می دهد منفی خواهد بود ($W < 0$) و با توجه به قانون اول ترمودینامیک ($\Delta U = W + Q$) و روابط بدست آمده ($Q = 0, W < 0$) انرژی درونی گاز کامل و در نتیجه دمای مطلق آن کاهش می یابد.

توجه کنید که انرژی درونی گاز کامل فقط تابع دمای مطلق آن است. بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\eta = 20\%$$

-۱۴

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow 0.2 = \frac{|W|}{|W| + 1600} \Rightarrow |W| = 400 \text{ J}$$

توجه کنید که در ماشین گرمایی، W و Q_C هر دو منفی اند و Q_H مثبت است. بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۱۵- توان موتور یخچال 200 W است، یعنی در هر ثانیه 200 J انرژی (مثلاً الکتریکی) در موتور یخچال به کار مکانیکی تبدیل می‌شود. بنابراین مقدار کار انجام شده در 50 دقیقه ($50 \times 60 = 3000\text{ s}$) برابر خواهد بود با:

$$W = Pt = 200 \times 3000 = 6 \times 10^5 \text{ J}$$

$$|Q_H| = 2/4 \times 10^6 \text{ J} = Q_C + W \Rightarrow Q_C = 24 \times 10^5 - 6 \times 10^5 = 18 \times 10^5 \text{ J}$$

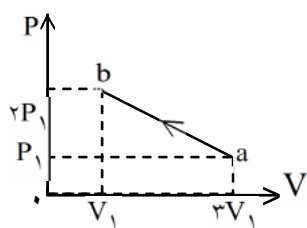
$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{18 \times 10^5}{6 \times 10^5} = 3$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۶- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. جرم هر مول گاز هیدروژن (H_2)، 2 گرم است. پس:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10}{2} = 5 \text{ mol}, \quad T = \theta + 273 = 27 + 273 = 300 \text{ K}, \quad V = 30 \text{ lit} = 30 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{5 \times 8/3 \times 300}{30 \times 10^{-3}} = 41/5 \times 10^4 = 415000 \text{ Pa}$$



۱۷- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در فرآیند ab حجم گاز کاهش یافته است، پس کار انجام شده روی گاز مثبت است ($W > 0$).

$$\frac{P_a V_a}{T_a} = \frac{P_b V_b}{T_b} \Rightarrow \frac{P_1 \times 3V_1}{T_a} = \frac{2P_1 \times V_1}{T_b} \Rightarrow T_a = T_b$$

از آنجا که انرژی درونی یک گاز کامل فقط به دمای گاز بستگی دارد، از یکسان بودن دمای گاز در حالت‌های a و b می‌توان نتیجه گرفت که انرژی درونی گاز در حالت‌های a و b یکسان است. پس:

$$U_a = U_b \Rightarrow \Delta U_{ab} = 0 \Rightarrow W + Q = 0 \Rightarrow Q = -W$$

از آنجا که کار انجام شده روی گاز مثبت است ($W > 0$) تبادل گرمایی گاز منفی خواهد بود ($Q = -W < 0$).

۱۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. فرآیند AB یک فرآیند هم‌فشار و فرآیند BC یک فرآیند هم‌حجم است. با توجه به این که کار انجام شده در هر فرآیند با سطح زیر نمودار $P - V$ فرآیند برابر است، داریم:

$$W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC} = -P\Delta V + 0 = -10^4 \times (25 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-3}) = -150 \text{ J}$$

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_C V_C}{T_C} \Rightarrow \frac{10^4 \times 10 \times 10^{-3}}{T_A} = \frac{4 \times 10^3 \times 25 \times 10^{-3}}{T_C} \Rightarrow T_C = T_A \Rightarrow U_C = U_A$$

$$\Rightarrow \Delta U_{ABC} = 0 \Rightarrow W_{ABC} + Q_{ABC} = 0 \Rightarrow Q_{ABC} = -W_{ABC} = +150 \text{ J}$$

توجه کنید که انرژی درونی یک گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است.

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow 0.2 = \frac{8000}{Q_H} \Rightarrow Q_H = 40000 \text{ J}$$

۱۹- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$Q_H = |W| + |Q_C| \Rightarrow |Q_C| = Q_H - |W| = 40000 - 8000 = 32000 \text{ J}$$

۲۰- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$PV = nRT \Rightarrow \begin{cases} P_2 V_2 = nRT_2 \Rightarrow P_2 \times 20 \times 10^{-3} = nR \times 350 \\ P_1 V_1 = nRT_1 \Rightarrow P_1 \times 40 \times 10^{-3} = nR \times 250 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} \times \frac{1}{2} = \frac{35}{25} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 2/1$$