

پاسخ تشریحی
پرسش‌های کلیدی و
پرسش‌های ویژه
دانش‌آموزان سخت‌کوش

پاسخ تشریحی پرسش‌های کلیدی فصل اول

۴۳ گاز تک اتمی است و فرایند هم‌حجم را طی کرده است. کار انجام‌شده روی گاز در این فرایند صفر است:

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

$$\Rightarrow \Delta U = nC_V \Delta T = n \times \frac{3}{2} R \times \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T$$

$$= \frac{3}{2} V \Delta P = \frac{3}{2} \times 0.08 \times 2/8 \times 10^4 = +3360 \text{ J}$$

۴۵ الف) نمودار P-T از مبدأ مختصات می‌گذرد پس مربوط به فرایند هم‌حجم است. شیب این نمودار $\frac{nR}{V}$ می‌باشد:

$$\frac{1 \times R}{V_{ab}} > \frac{1 \times R}{V_{cd}} \Rightarrow V_{ab} < V_{cd}$$

ب) تغییر دما در هر دو فرایند یکسان است، پس تغییر انرژی درونی در هر دو فرایند برابر است:

$$\Delta T_{ab} = \Delta T_{cd} \Rightarrow \Delta U_{ab} = \Delta U_{cd}$$

۵۱ برای محاسبه‌ی دمای نهایی گاز در فرایند فشار ثابت داریم:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_1 + \frac{1}{10} V_1}{T_2} = \frac{V_1}{273 + 27} \Rightarrow \frac{11}{10} \frac{V_1}{T_2} = \frac{V_1}{300}$$

$$\Rightarrow T_2 = 330 \text{ K}$$

برای محاسبه‌ی کار انجام‌شده روی گاز در فرایند فشار ثابت می‌توان نوشت:

$$W = -P \Delta V \Rightarrow W = -2 \times 10^5 \times \left(\left(1 + \frac{1}{10} \right) - 1 \right) \times 10^{-3} = -20 \text{ J}$$

$$\text{الف) } PV = nRT \Rightarrow P \times 200 \times 10^{-3} = 2 \times 8 \times 300 \Rightarrow P = 16 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{ب) } Q = nC_P \Delta T = \frac{5}{2} nR \Delta T$$

$$= \frac{5}{2} \times 2 \times 8 \times 20 = +800 \text{ J}$$

$$\text{پ) } W = -P \Delta V = -nR \Delta T = -2 \times 8 \times 20 = -320 \text{ J}$$

$$Q = nC_P \Delta T \Rightarrow +50 = n \times \frac{5}{2} R \times \Delta T \Rightarrow nR \Delta T = 20 \text{ J}$$

$$W = -P \Delta V = -nR \Delta T \Rightarrow W = -20 \text{ J}$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = (+50) + (-20) = +30 \text{ J}$$

۵۸ گاز اکسیژن دو اتمی است:

$$\text{الف) } Q = nC_P \Delta T = 0.5 \times \frac{5}{2} \times 8 \times 250 = +3500 \text{ J}$$

$$\text{ب) } W = -nR \Delta T = -0.5 \times 8 \times 250 = -1000 \text{ J}$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = (+3500) + (-1000) = +2500 \text{ J}$$

$$\text{الف) } W = -P \Delta V = -10^5 \times (1/5 \times 10^3 - 1) \times 10^{-6} = -149/9 \text{ J}$$

هر یک سانتی‌متر مکعب معادل 10^{-6} m^3 است.

$$\text{ب) } Q = +mL_V = 1(g) \times 2/25 \times 10^3 (J/g) = +2250 \text{ J}$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = (+2250) + (-149/9) = +2100/9 \text{ J}$$

۷ اگر دمای گاز محبوس درون یک استوانه در نقاط مختلف متفاوت باشد، گرما از نقاط با دمای بالاتر به نقاط با دمای پایین‌تر شارش می‌یابد و اگر فشار گاز در نقاط مختلف گاز درون استوانه متفاوت باشد، مولکول‌های گاز از نقاط پر فشار به نقاط کم فشار شارش می‌یابند. به همین دلیل است که گاز در این وضعیت، در حالت «تعادل ترمودینامیکی» نیست.

۱۱ الف) هر 1 atm معادل 10^5 Pa است:

$$PV = nRT \Rightarrow 40 \times 10^5 \times V = 20 \times 8 \times 300$$

$$\Rightarrow V = 0.012 \text{ m}^3 = 12 \text{ lit}$$

می‌دانیم که هر 1 m^3 معادل 1000 lit است.

ب) جرم گاز هلیوم درون مخزن برابر است با:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = nM = 20 \times 4 = 80 \text{ g}$$

برای محاسبه‌ی حجم هلیوم مایع می‌توان نوشت:

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V = \frac{80 \times 10^{-3}}{125} = 6/4 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 0.64 \text{ lit}$$

۱۳ شرایط متعارفی، فشار 1 atm و دمای 0°C است:

$$\frac{PV}{T} = nR \Rightarrow \frac{10^5 \times 5 \times 4 \times 10^{-3}}{273} = n \times 8/3 \Rightarrow n = 2647/9 \text{ mol}$$

۱۵ تعداد مول اکسیژن درون ظرف برابر است با:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{1}{32} = \frac{1}{4} \text{ mol}$$

$$PV = nRT \Rightarrow P \times 200 \times 10^{-6} = \frac{1}{4} \times 8 \times (273 + 127)$$

$$\Rightarrow P = 40 \times 10^5 \text{ Pa} = 40 \text{ atm}$$

۲۸ وقتی گاز گرما از دست می‌دهد، علامت Q منفی است:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = (-400) + (-500) = -900 \text{ J}$$

انرژی درونی گاز کامل متناسب با دمای مطلق گاز است. هنگامی‌که انرژی درونی گاز کاهش می‌یابد، دمای مطلق گاز نیز کاهش می‌یابد.

۳۰ در یک انبساط، کار انجام‌شده روی گاز (دستگاه) منفی است.

برای Q می‌توان نوشت:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow -20 = Q + (-5) \Rightarrow Q = -15 \text{ J}$$

بنابراین دستگاه ۱۵J گرما از دست داده است.

$$\text{۳۸} \quad Q = nC_V \Delta T \Rightarrow +100 = 0.2 \times 12/5 \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = 40 \text{ K}$$

۴۱ گاز هیدروژن، دو اتمی است. اگر از گاز گرما بگیریم، علامت Q منفی است:

$$Q = nC_V \Delta T = n \times \frac{5}{2} R \times \Delta T = \frac{5}{2} V \Delta P$$

$$\Rightarrow -5000 = \frac{5}{2} \times 20 \times 10^{-3} \times \Delta P \Rightarrow \Delta P = -10^5 \text{ Pa} = -1 \text{ atm}$$

فشار نهایی گاز برابر است با:

$$\Delta P = P_2 - P_1 \Rightarrow -1 = P_2 - 10 \Rightarrow P_2 = 9 \text{ atm}$$

۷۸ در تراکم بی‌دررو گاز کامل $Q = 0$ است و کار انجام‌شده روی گاز

مثبت است:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow{Q=0} \Delta U = W \xrightarrow{W>0} \Delta U > 0$$

وقتی انرژی درونی گاز کامل افزایش یابد، دمای مطلق آن نیز زیاد می‌شود.

۸۴ الف) فرایند (۲)، بی‌دررو و فرایند (۱)، هم‌دما است.

ب) مساحت سطح محصور بین نمودار $P-V$ و محور V در فرایند (۱) کمتر از فرایند (۲) است. پس کار انجام‌شده روی دستگاه در فرایند هم‌دما کمتر است.

پ) گاز متراکم‌شده پس دمای آن افزایش یافته است.

ت) نمودار نشان می‌دهد که تغییر فشار در فرایند بی‌دررو بیش‌تر است.

۸۶

$$\text{الف)} \quad Q = 0 \Rightarrow \Delta U = Q + W = W$$

حجم گاز دو برابر شده پس کار انجام‌شده روی گاز منفی است:

$$\Delta U = W \Rightarrow \Delta U = -300 \text{ J} \Rightarrow nC_V \Delta T = -300$$

$$\Rightarrow 1 \times \frac{3}{2} \times 8 \times \Delta T = -300 \Rightarrow \Delta T = -25 \text{ K}$$

ب) اگر فرایند هم‌دما باشد، برای فشار گاز می‌توان نوشت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_2 \times 2V_1 = P_1 \times V_1 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{2}$$

کاهش فشار در فرایند بی‌دررو متناظر با فرایند هم‌دما با افزایش‌تر از کاهش فشار در آن فرایند هم‌دما است. در نتیجه در فرایند بی‌دررو فشار گاز به کمتر از نصف فشار اولیه می‌رسد.

۹۱ با افزایش آب درون ظرف، فشار در کف ظرف زیاد می‌شود. بنابراین فشار گاز درون سرنگ نیز افزایش می‌یابد.

دمای آب و در نتیجه گاز درون سرنگ ثابت می‌ماند. پس برای حجم گاز درون

سرنگ می‌نویسیم: $T: \text{ثابت} \Rightarrow P \propto \frac{1}{V} \xrightarrow{\text{افزایش}} V$ کاهش می‌یابد:

۹۴ الف) فرایند دما ثابت / ب) فرایند حجم ثابت / پ) فرایند بی‌دررو / ت) فرایند فشار ثابت

۹۸ الف) در این فرایند $Q = 0$ است: فرایند بی‌دررو (فرایند (۳))

ب) در این فرایند $\Delta T = 0$ است: فرایند هم‌دما (فرایند (۲))

پ) در این فرایند $W = 0$ است: فرایند هم‌حجم (فرایند (۴))

ت) در این فرایند قدر مطلق کار انجام‌شده روی گاز، بیش‌ترین مقدار را دارد: فرایند هم‌فشار (فرایند (۱))

۱۰۱ فرایند $A \rightarrow B$ ، هم‌حجم است پس حجم آن تغییری نمی‌کند. نمودار نشان می‌دهد که در این فرایند، دما افزایش می‌یابد پس می‌توان نوشت:

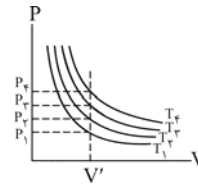
$$A \rightarrow B: P \propto T \xrightarrow{\text{افزایش}} P$$

فرایند $B \rightarrow C$ هم‌فشار است زیرا نمودار $V-T$ در این حالت از مبدأ مختصات می‌گذرد. در این فرایند دما کاهش می‌یابد. در فرایند فشار ثابت داریم:

$$B \rightarrow C: V \propto T \xrightarrow{\text{کاهش}} V$$

۶۶ به کمک نمودار زیر با توجه به حجم مشترک V' و به کمک قانون

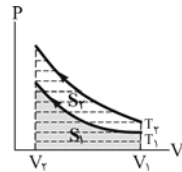
گازهای کامل می‌توان نوشت:



$$\frac{P_1 V'}{T_1} = \frac{P_2 V'}{T_2} = \frac{P_3 V'}{T_3} = \frac{P_4 V'}{T_4}$$

$$\xrightarrow{P_4 > P_3 > P_2 > P_1} T_4 > T_3 > T_2 > T_1$$

می‌بینید که هر چه نمودار $P-V$ فرایند هم‌دما از مبدأ مختصات دورتر باشد، دمای آن بیش‌تر است.



۶۷ با توجه به پرسش قبل می‌دانید

که $T_2 > T_1$ است. شکل روبه‌رو نشان می‌دهد

که مساحت سطح محصور نمودار T_2 بیش‌تر

از مساحت سطح محصور نمودار T_1 است:

$$S_2 > S_1 \xrightarrow{\text{تراکم}} W_2 > W_1$$

۷۱ الف) در دمای ثابت، فشار گاز با حجم آن رابطه عکس دارد:

$$P \propto \frac{1}{V} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{P_2}{1} = \frac{V_1}{\frac{V_1}{2}} \Rightarrow P_2 = 2 \text{ atm}$$

ب) به کمک سطح محصور زیر نمودار، کار انجام‌شده روی گاز را در این تراکم پیدا می‌کنیم:

در فرایند هم‌دما، انرژی درونی گاز تغییر نمی‌کند:

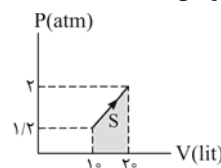
$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q + W = 0 \Rightarrow Q = -W \Rightarrow Q = -600 \text{ J}$$

۷۴ الف) با توجه به معادله‌ی حالت گاز کامل می‌توان دمای حالت‌های a و b را با هم مقایسه کرد:

$$\begin{cases} T_a = \frac{P_a V_a}{nR} = \frac{1/2 \times 10 \times 10^2}{nR} = \frac{1200}{nR} \\ T_b = \frac{P_b V_b}{nR} = \frac{2 \times 20 \times 10^2}{nR} = \frac{4000}{nR} \end{cases} \Rightarrow T_b > T_a$$

می‌توان نتیجه گرفت که در فرایند ab ، دمای گاز افزایش یافته است.

ب) برای محاسبه‌ی کار انجام‌شده روی دستگاه می‌توان از مساحت سطح محصور نمودار $P-V$ استفاده کرد.



ارتفاع $\times$ مجموع دو قاعده $\Rightarrow W = -S = -\frac{(1/2 + 2) \times 10^5}{2}$

$$\Rightarrow W = -\frac{(1/2 + 2) \times 10^5}{2} \times 10 \times 10^{-3} = -1600 \text{ J}$$

پ) برای محاسبه‌ی تغییر انرژی درونی گاز از نتیجه‌ی پرسش ۷۲ استفاده می‌کنیم:

$$\Delta U = nC_V \Delta T = n \times \frac{3}{2} R \times \Delta T = \frac{3}{2} nR \Delta T = \frac{3}{2} (P_b V_b - P_a V_a)$$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} (2 \times 10^5 \times 20 \times 10^{-3} - 1/2 \times 10^5 \times 10 \times 10^{-3})$$

$$= \frac{3}{2} (4000 - 1200) \Rightarrow \Delta U = +4200 \text{ J}$$

گرمای دریافتی توسط گاز برابر است با:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow +4200 = Q + (-1600) \Rightarrow Q = +5800 \text{ J}$$

۱۰۷ الف) فرایند BC، فشار ثابت است:

$$\frac{V_C}{T_C} = \frac{V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{V_C}{500} = \frac{1}{200} \Rightarrow V_C = 2.5 \text{ lit}$$

ب) $Q_{AB} = nC_V \Delta T = 0.3 \times \frac{5}{2} \times 8 \times (200 - 500) = -1080 \text{ J}$

پ) $\Delta U_{BC} = nC_V \Delta T = 0.3 \times \frac{5}{2} \times 8 \times (500 - 200) = +1080 \text{ J}$

۱۱۴ نمودار P - V چرخه پادساعتگرد است پس کار کل انجام شده روی دستگاه در یک چرخه علامت مثبت دارد. در هر چرخه تغییر انرژی درونی گاز صفر است:

$$W > 0, \Delta U = 0 \Rightarrow Q < 0$$

۱۱۵ چرخه‌ی P - V ساعتگرد است، پس کل کار روی دستگاه منفی است.

$$W = -S = -\frac{20 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3}}{2} = -3000 \text{ J}$$

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

$$\Rightarrow Q = +3000 \text{ J}$$

۱۲۲

فرایند / کمیت	W	Q	ΔP	ΔU
M → N		صفر	منفی	
N → P	صفر			منفی
P → M		منفی		صفر

۱۲۸ الف) به دلیل مساحت سطح محصور، قدر مطلق کار انجام شده روی دستگاه در سه فرایند مذکور ترتیب زیر را دارد:

$$S_{AB} > S_{CA} > S_{BC} \Rightarrow |W_{AB}| > |W_{CA}| > |W_{BC}| = 0$$

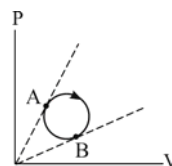
ب) اگر $P_1 V_1 = P_2 V_2$ باشد یعنی $T_A = T_C$ اما واضح است که فرایند CA هم‌دما نیست (زیرا شبیه منحنی P - V هم‌دما نیست!).

شکل روبه‌رو نشان می‌دهد که در فرایند CA، دمای گاز ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد:

$$T' > T \Rightarrow T_D > T_A = T_C$$

۱۲۹ شیب خطی که از مبدأ مختصات P - T

می‌گذرد برابر $\frac{nR}{V}$ است. نقطه‌ی A دارای کم‌ترین حجم (بیش‌ترین شیب) و نقطه‌ی B دارای بیش‌ترین حجم (کم‌ترین شیب) می‌باشد.



۱۳۲

الف) $T_B = \frac{P_B V_B}{nR} \Rightarrow T_B = \frac{3 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{0.5 \times 8} = \frac{1200}{4} = 300 \text{ K}$

ب) $P_C V_C = P_B V_B \Rightarrow 1 \times V_C = 3 \times 4 \Rightarrow V_C = 12 \text{ lit}$

پ) $W_{CA} = -P \Delta V = -10^5 \times (-8 \times 10^{-3}) = +800 \text{ J}$

ت) صفر ΔU_{BC} : فرایند هم‌دما است.

۱۳۵

الف) چرخه پادساعتگرد (الف) $W = +S = +\frac{3 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{2} = +600 \text{ J}$

ب) $Q_{BC} = nC_P \Delta T = \frac{5}{2} P \Delta V = \frac{5}{2} \times 5 \times 10^5 \times (-4 \times 10^{-3}) = -5000 \text{ J}$

پ) $\Delta U_{AB} = nC_V \Delta T = nC_V (T_B - T_A) = \frac{5}{2} (P_B V_B - P_A V_A)$
 $\Rightarrow \Delta U = \frac{5}{2} (5 \times 10^5 \times 8 \times 10^{-3} - 2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3})$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{5}{2} (4000 - 800) = +4800 \text{ J}$$

۱۳۶ کار انجام شده روی گاز در این چرخه برابر است با:

$$W = +S \Rightarrow W = +\frac{4 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{2} = +800 \text{ J}$$

برای محاسبه‌ی گرمای دریافتی توسط گاز می‌توان نوشت:

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q + W = 0 \Rightarrow Q = -W \Rightarrow Q = -800 \text{ J}$$

برای محاسبه‌ی Q_{ca} می‌نویسیم:

$$Q = -800 \text{ J} \Rightarrow Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{ca} = -800$$

$$\Rightarrow \left(\frac{5}{2} P \Delta V\right)_{ab} + \left(\frac{3}{2} V \Delta P\right)_{bc} + Q_{ca} = -800$$

$$\Rightarrow \frac{5}{2} \times 4 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3} + \frac{3}{2} \times 5 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-5} + Q_{ca} = -800$$

$$\Rightarrow 4000 + 3000 + Q_{ca} = -800 \Rightarrow Q_{ca} = -7800 \text{ J}$$

البته به کمک روش دیگری نیز می‌توانید Q_{ca} را به دست آورید.

۱۴۰ تغییر انرژی درونی دستگاه در یک چرخه برابر صفر است:

$$\Delta U = 0 \Rightarrow \Delta U_{abc} + \Delta U_{cd} + \Delta U_{da} = 0$$

$$\Rightarrow (-200) + Q_{cd} + W_{cd} + Q_{da} + W_{da} = 0$$

فرایند da حجم ثابت است، پس کار انجام شده روی آن صفر است:

$$\Rightarrow (-200) + (+180) + W_{cd} + (+80) + 0 = 0 \Rightarrow W_{cd} = -60 \text{ J}$$

۱۴۶ الف) در مسیر ab، در این فرایند فشار ثابت است اما حجم و دمای دستگاه تا حد معینی افزایش می‌یابد.

ب) فرایند cd تراکمی است در نتیجه کار انجام شده روی دستگاه مثبت است.

پ) فرایند bc بی‌دررو است. این فرایند انبساطی است پس با افزایش حجم، دما و در نتیجه انرژی درونی دستگاه کاهش می‌یابد.

۱۵۷

الف) $\eta = \frac{|W|}{Q_H} \times 100 \Rightarrow 25 = \frac{8/2 \times 10^3}{Q_H} \times 100$

$$\Rightarrow Q_H = 32/8 \times 10^3 \text{ J}$$

$$Q_H = |Q_C| + |W| \Rightarrow |Q_C| = Q_H - |W|$$

$$\Rightarrow |Q_C| = 32/8 \times 10^3 - 8/2 \times 10^3 = 24/8 \times 10^3 \text{ J}$$

۱۵۸

الف) $P = \frac{|W|}{t} \Rightarrow 110 = \frac{|W|}{1} \Rightarrow |W| = 110 \text{ kJ}$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{110}{Q_H} \times 100 \Rightarrow Q_H = 550 \text{ kJ}$$