

پاسخنامه تشریحی

۱

الف

$$Pv = nRT \quad 3 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-2} = 1 \times 8 \times T \quad T = \frac{6 \times 10^2}{8} = 75^\circ K$$

ب

$$W = s = 5 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-2} = 1500 J \quad w > 0 \text{ چرخه پادساعتگرد}$$

پ

$$\Delta U = 0 \quad Q = -w = -1500 J$$

۲

$$m_1 c_1 \Delta T_1 + m_2 c_2 \Delta T_2 = 0 \quad 0.2 \times 1400 \times (\theta_c - 90) + 0.4 \times 4200 \times (\theta_c - 20) = 0 \quad Q_1 + Q_2 = 0$$

$$\theta_c - 90 + 6\theta_c - 120 = 0, \quad 7\theta_c = 210, \quad \theta_c = 30$$

۳

$$V_2 = V_1(1 + \beta \Delta T)$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_1'(1 + \beta \Delta T)}{V_1} = 1 + \beta \Delta T = 1 + (1.0 \times 10^{-5} (\frac{1}{K})) (50 K) \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 1 + 0.005 = 1.005$$

۴

الف

نادرست است؛ در فرایند میعان، بخار با از دست دادن گرما به مایع تبدیل شود.

ب

نادرست است؛ در نقطه جوش یا نقطه ذوب، ماده گرما می گیرد ولی دمای آن تغییر نمی کند.

پ

درست است؛ با بالا رفتن فشار، نقطه جوش بالا می رود.

ت

نادرست است؛ در نقطه جوش، دما ثابت است ولی چون ماده گرما می گیرد، انرژی درونی آن افزایش می یابد.

۵

الف

بین این مقیاس دماسنجی و سلسیوس رابطه زیر وجود دارد:

$$x = m\theta + x_0$$

مختصات دو نقطه از این معادله را می دانیم، پس با نوشتن دو معادله و دو مجهول می توانیم a و b را به دست آوریم:

$$1)x_1 = m\theta_1 + x_0 \Rightarrow 451 = 90m + x_0$$

$$2)x_2 = m\theta_2 + x_0 \Rightarrow 521 = 100m + x_0$$

$$\xrightarrow{\text{تفاضل (1) از (2)}} 70 = 10m \Rightarrow m = 7 \Rightarrow 521 = 100 \times 7 + x_0 \Rightarrow x_0 = -179 \Rightarrow x = 7\theta - 179$$

ب

دمای بدن انسان $37^\circ C$ است، پس باید به جای θ ، این عدد را قرار دهیم تا x معلوم شود:

$$x = 7\theta - 179 \xrightarrow{\theta=37^\circ C} x = 7 \times 37 - 179 \Rightarrow x = 80$$

۶

اول داده های سؤال را به زبان ریاضی می نویسیم:

$$\begin{cases} L_1 : \text{طول اولیه میله اول} \\ L_2 : \text{طول اولیه میله دوم} \end{cases}$$

$$L'_1 - L_1 = 10 cm \Rightarrow L'_1 = L_1 + 10$$

$$L'_2 - L_2 = 3.009 m, \Delta\theta = 100^\circ C$$

حالا برای هر میله، رابطه انبساط طولی خودش را می نویسیم:

$$\begin{cases} L_p : L_1(1 + \alpha\Delta\theta) \\ L'_p : L'_1(1 + \alpha\Delta\theta) \end{cases}$$

باید از این داده‌ها به نحو احسن استفاده کنیم؛ برای همین دو معادله را با هم جمع می‌کنیم تا ببینیم چه می‌شود:

$$L_p + L'_p = L_1(1 + \alpha\Delta\theta) + L'_1(1 + \alpha\Delta\theta) = L_1(1 + \alpha\Delta\theta) + (L_1 + 10)(1 + \alpha\Delta\theta) = (1 + \alpha\Delta\theta)(2L_1 + 10) = 300.9$$

$$= (1 + (3 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C})(100^\circ C))(2L_1 + 10) = \begin{cases} L_1 = 145cm \\ L'_1 = 155cm \end{cases}$$

(طول میله‌ها را برحسب cm جای گذاری کردیم.)

۷ با نوشتن رابطه انبساط حجمی و جای گذاری گفته سؤال، به مقصودمان خواهیم رسید:

$$\Delta V_1 = 3\Delta V_p \Rightarrow V_1\beta_1\Delta\theta = 3(2V_1)\beta_p\Delta\theta \Rightarrow \beta_1 = 6\beta_p \Rightarrow 3\alpha_1 = 6(3\alpha_p) \Rightarrow \alpha_1 = 6\alpha_p \Rightarrow (2\alpha_1) = 6(2\alpha_p)$$

یعنی ضریب انبساط سطحی جسم اول، ۶ برابر ضریب انبساط سطحی جسم دوم است.

۸

الف

نادرست - هرچه گرمای ویژه بیشتر باشد، انرژی گرمایی بیشتری برای تغییر دمای یک درجه‌ای لازم است.

ب

نادرست - تمام مواد این گونه نیستند، مثلاً: دمای ذوب یخ با افزایش فشار کاهش می‌یابد.

پ

درست - دقت کنید که گرمای نهان ذوب فقط به جنس جسم بستگی دارد.

ت

نادرست - لزوماً این‌طور نیست!

ث

درست - این سطوح بازتابش بهتری دارند و به خاطر همین تابش بهتری هم خواهند داشت.

۹ قبل از هر چیز، فشار نهایی را باید بدانیم:

$$T_1 = 0 + 273 = 273K$$

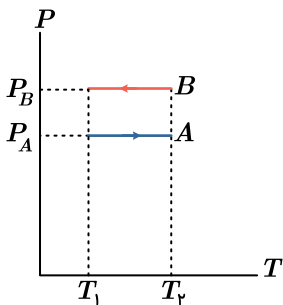
$$T_p = 273 + 273 = 2 \times 273K$$

$$V_1 = V_p \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_p}{T_p} \xrightarrow{P_1=P_0=1atm} \frac{P_0}{273} = \frac{P_p}{2 \times 273} \Rightarrow P_p = 2P_0$$

این فشار ناشی از فشار پیستون و فشار هواست:

$$P_p = \frac{F}{A} + P_0 \Rightarrow 2P_0 = \frac{F}{A} + P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P_0 A \Rightarrow mg = P_0 A \Rightarrow m \times 10 = 10^5 \times 20 \times 10^{-4} \\ \Rightarrow m = 20kg$$

۱۰



با توجه به اینکه امتداد فرایندها در صفحه $V - T$ از مبدأ مختصات می‌گذرد، این دو فرایند هم‌فشار هستند. هر دو فرایند A و B بین دماهای T_1 و T_p انجام می‌شود. جهت فرایند A در جهت زیاد شدن دما و فرایند B در جهت کم شدن دما است. شیب فرایند A بیشتر از فرایند B است؛ در نتیجه فشار دستگاه در فرایند A کمتر از فشار دستگاه در فرایند B است ($P_A < P_B$).

۱۱ دستگاه در حالت d بیشترین حجم و در حالت b کمترین حجم را دارد و نسبت تراکم برابر است با:

$$(r) = \frac{\text{بیشترین حجم}}{\text{کمترین حجم}} = \frac{V_d}{V_b}$$

با توجه به قانون عمومی گاز داریم:

$$\frac{P_b V_b}{T_b} = \frac{P_d V_d}{T_d} \Rightarrow \frac{V_d}{V_b} = \frac{P_b}{P_d} \times \frac{T_d}{T_b} = \frac{15}{2} \times \frac{600}{900} = 5 \Rightarrow r = 5$$

۱۲ شعاع کره $10cm$ است. برای تعیین حجم نهایی کره داریم:

$$\Delta A = A_1 \alpha' (\theta_r - \theta_l) \xrightarrow{\alpha' = \frac{1}{a}} \frac{\Delta A}{A_1} = \frac{1}{100} \rightarrow a \Delta \theta = \frac{1}{200}$$

$$\Delta V = V_1 \alpha \Delta \theta$$

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 10^3 \times \pi \text{ cm}^3$$

$$\rightarrow \Delta V = 4 \times 10^3 \times \pi \times \frac{1}{200} = 60 \text{ cm}^3$$

$$\rightarrow V_r = V_1 + \Delta V = 4000 + 60 = 4060 \text{ cm}^3$$

۱۳ در این حالت فشار گاز ثابت و برابر $P = P_0 + \frac{mg}{A}$ است که P_0 فشار هوا و m جرم پیستون است؛ پس $P_1 = P_r$ است. حال داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_r V_r}{T_r} \xrightarrow{P_1 = P_r} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_r}{T_r} \rightarrow \frac{Ah_1}{T_1} = \frac{Ah_r}{T_r} \rightarrow \frac{T_r}{T_1} = \frac{h_r}{h_1} = \frac{20 \text{ cm}}{16 \text{ cm}} = \frac{5}{4} = 1.25 \rightarrow T_r = 1.25 T_1$$

پس باید دمای گاز را ۲۵ درصد افزایش دهیم. یعنی:

$$\frac{\Delta T}{T_1} \times 100 = 25\%$$

۱۴ از آنجا که قرار است پیستون جابه‌جا نشود، فرایندی که گاز محبوس طی می‌کند، یک فرایند حجم ثابت است، بنابراین با کاهش دما، باید فشار گاز کاهش یابد.

فشار گاز زیر پیستون برابر با مجموع فشار هوا و فشار پیستون‌ها و وزنه‌های روی آن است و با توجه به قانون گازهای کامل با توجه به ثابت بودن حجم آن داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_r V_r}{T_r} \xrightarrow{V_1 = V_r} \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_r}{T_r} \xrightarrow{P_1 = P_0 + \frac{W}{A}} \frac{10^5 + \frac{W}{10 \times 10^{-4}}}{127 + 273} = \frac{10^5 + \frac{W'}{10 \times 10^{-4}}}{27 + 273}$$

W و W' مجموع وزن پیستون و وزنه‌ها در حالت اول و دوم می‌باشند.

$$\frac{W_{\text{زننه‌ها}} = mg = (16 \times 250) \times 10^{-3} \times 10 = 40 \text{ N}}{W_{\text{جس}} = 10 + 40 = 50 \text{ N}} \xrightarrow{\frac{10^5 + \frac{50}{10^{-3}}}{400} = \frac{10^5 + \frac{W'}{10^{-3}}}{300}} \Rightarrow 400 \times 10^5 + 400 \times 10^3 W' = 300 \times 10^5 + 15000 \times 10^3$$

$$4 \times 10^5 W' = 300 \times 10^5 - 400 \times 10^5 + 150 \times 10^5 \xrightarrow{\div 10^5} W' = 12.5 \text{ N}$$

$$\rightarrow m'g = 12.5 \rightarrow m' = 1.25 \text{ kg}$$

$$1.25 = 1 + n(0.25) \rightarrow n = 1$$

یعنی در حالت دوم باید ۱ وزنه بر روی پیستون بماند و ۱۵ وزنه را باید برداریم.

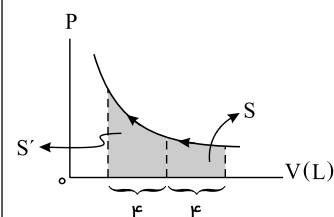
۱۵ (اول) در هر دو حالت تراکم صورت پذیرفته، بنابراین: $W > 0$

(دوم) در هر دو حالت فرآیند هم‌دماست بنابراین:

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

(سوم) برای مقایسه مقدار کارها در دو فرآیند کافی است از نمودار $(P - V)$ کمک بگیریم؛ زیرا سطح بین نمودار $P - V$ و محور V برابر با

اندازه کار انجام شده است، داریم:



$$S' > S \rightarrow W_r > W_l > 0 \rightarrow |Q_r| > |Q_l|$$

۱۶ ۸۰۰- از دست می‌دهد.

در نمودار $P - V$ ، مساحت ایجادشده بین نمودار و محور V ، برابر اندازه کار انجام گرفته توسط گاز است. پس برای محاسبه کار، کافی است مساحت قسمت هاشورخورده را از مساحت مستطیل کم کنیم.

$$|W| = (4 \times 10^5 \times 3.5 \times 10^{-3}) - (600) = 800 \text{ J}$$

در فرایند هم‌دما چون $\Delta U = 0$ است، $Q = -W$ است. در نمودار نشان داده‌شده، چون تراکم رخ داده است، $W > 0$ و در نتیجه $Q < 0$ است؛ یعنی گاز گرما از دست داده است.

۱۷ (۱) چون فرایند خیلی سریع رخ می‌دهد، پس فرایندی بی‌دررو است. با توجه به قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\begin{cases} \Delta U = Q + W \xrightarrow{Q=0} \Delta U = W \rightarrow \Delta U = -30 \text{ J} \\ W < 0 \rightarrow \text{گاز منبسط شده} \end{cases}$$

(۲)

$$\Delta U = U_r - U_l = -30 \text{ J} \rightarrow 210 - U_l = -30 \rightarrow U_l = 240 \text{ J}$$

۳) انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است:

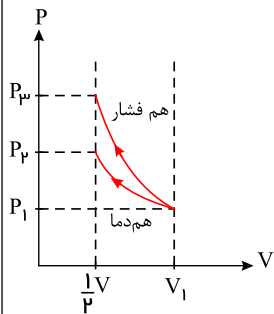
$$\begin{cases} \frac{U_2}{U_1} = \frac{T_2(k)}{T_1(k)} \Rightarrow \frac{210}{240} = \frac{T_2}{400} \\ T_1 = 273 + 127 = 400 K \end{cases}$$

$$\frac{V}{\lambda} = \frac{T_2}{400} \rightarrow T_2 = 350 K$$

۱۸ روش اول: اگر حجم گازی در یک فرآیند هم‌دما نصف شود، داریم:

$$\text{هم‌دما} : P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 \left(\frac{1}{2} V_1\right) \Rightarrow P_2 = 2P_1$$

با توجه به نمودار $P - V$ شکل مقابل در فرآیند بی‌دررو مشابه، فشار گاز بیشتر از دو برابر می‌شود.



$$P' > 2P_1$$

روش دوم: در فرآیند بی‌دررو $Q = 0$ است. با استفاده از قانون اول ترمودینامیک داریم:

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

چون فرآیند تراکمی است بنابراین $W > 0$ است و در نتیجه ΔU نیز مثبت می‌شود. داریم:

$$\Delta U > 0 \rightarrow \Delta T > 0 \rightarrow T_2 > T_1 \rightarrow \frac{P_2 V_2}{nR} > \frac{P_1 V_1}{nR} \rightarrow P_2 \left(\frac{1}{2} V_1\right) > P_1 V_1 \rightarrow P_2 > 2P_1$$

۱۹ فلز B، زیرا تغییر طول آن به‌ازای یک تغییر دمای یکسان، بیشتر است.

۲۰ ابتدا تغییر دمای دوم را برحسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$\Delta F = 1.8 \Delta \theta \Rightarrow 1.8 = 1.8 \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 1^\circ C$$

حال گرمای داده‌شده را در دو حالت مقایسه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{c, m \text{ ثابت هستند}} \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{9000} = \frac{10}{18}$$

$$\Rightarrow Q_2 = 5000 J$$