محمد گنجی

تاریخ آزمون: ۱۳۹۸/۰۱/۰۳

زمان برگزاری: ۱۵۰۰۰ دقیقه

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: دهم متوسط

۱ ☆ یک گلوله‌ی سربی به جرم ۲۰ گرم با سرعت $۴۰۰\frac{m}{s}$ به یک قطعه چوب برخورد می‌کند و درون آن متوقف می‌شود. اگر ۵۰ درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود و گرمای ویژه سرب $۱۲۵\frac{J}{kg\cdot K}$ باشد، دمای گلوله چند کلوین افزایش می‌یابد؟

۱) ۳۲۰ ۲) ۵۹۳ ۳) ۶۴۰ ۴) ۹۱۳

پاسخ: گزینه ۱ نصف انرژی جنبشی گلوله موقع برخورد، صرف گرم کردنِ خودِ گلوله می‌شود. پس:

$$\frac{۱}{۲}K = Q \Rightarrow \frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۲}\cancel{m}V^۲ = \cancel{m}c\Delta\theta \Rightarrow \frac{۱}{۴}\times ۴۰۰^۲ = ۱۲۵\times\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = ۳۲۰^\circ C = ۳۲۰K$$

۲ ☆ یک سر میله‌ی آلومینیومی به قطر مقطع ۴cm و طول ۱۸cm روی یک قالب یخ صفر درجه به جرم ۱۰۰ گرم قرار دارد. سر دیگر میله درون آب با دمای ثابت $۱۰۰^\circ C$ است. چند ثانیه طول می‌کشد تا یخ کاملًا ذوب شود؟ (از مبادله‌ی گرمای یخ و میله با محیط صرف نظر شود.) ($k_{Al} = ۲۴۰\frac{W}{m\cdot K}, \pi = ۳, L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg}$)

۱) ۲۱ ۲) ۵۲ ۳) ۲۱۰ ۴) ۵۲۰

پاسخ: گزینه ۳

$$A = \pi r^۲ = ۳(۲\times ۱۰^{-۲})^۲ = ۱۲\times ۱۰^{-۴}m^۲$$

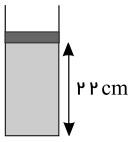
گرمایی که یخ می‌گیرد تا ذوب شود، از طریق رسانش در میله‌ی آلومینیومی به آن منتقل می‌شود.

$$\text{گرمایی که یخ می‌گیرد تا ذوب شود} = Q = mL_F = \frac{۱۰۰}{۱۰۰۰}\times ۳۳۶ = ۳۳٫۶kJ = ۳۳۶۰۰J$$

$$\text{گرمایی که از طریق رسانش در میله منتقل می‌شود} = Q = k\frac{At\Delta\theta}{L} \Rightarrow ۳۳۶۰۰ = ۲۴۰\times\frac{۱۲\times ۱۰^{-۴}t\times ۱۰۰}{\frac{۱۸}{۱۰۰}}$$

$$\Rightarrow ۳۳۶۰۰ = ۲۴۰\times ۱۲\times\frac{۱۰^{-۴}\times ۱۰۰\times ۱۰۰t}{۱۸} \Rightarrow t = ۲۱۰s$$

۳ ☆ مطابق شکل زیر، پیستون بدون اصطکاک، گاز کاملی با دمای $۵۷^\circ C$ محبوس است. دمای گاز را به تدریج به $۲۷^\circ C$ می‌رسانیم. در این صورت پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟



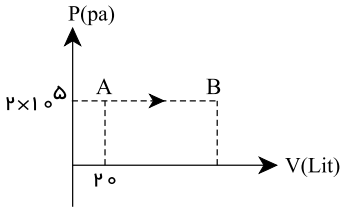
۱) ۰٫۵ ۲) ۲ ۳) ۲٫۵ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۲ پیستون در هر دو حالت در تعادل است. یعنی فشار گاز زیر پیستون با مجموع فشارهایی که از بالا به سطح پایینی پیستون وارد می‌شود، برابر است. از آنجا که مجموع این فشارها در هر دو حالت یکی است پس فشار گاز در حالت اول با فشار گاز در حالت دوم برابر است.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲}$$

$$\frac{۲۲A}{۵۷+۲۷۳} = \frac{h'A}{۲۷+۲۷۳} \Rightarrow \frac{۲۲}{۳۳۰} = \frac{h'}{۳۰۰} \Rightarrow h' = ۲۰cm \Rightarrow \Delta h = ۲۲ - ۲۰ = ۲cm$$

۴ ☆ یک گاز کامل تک اتمی، فرایند AB را مطابق شکل طی می‌کند. اگر انرژی درونی گاز طی این فرایند ۹kJ تغییر کند، حجم گاز در حالت B چند لیتر است؟ $(C_V = \frac{۳}{۲}R \text{ و } C_P = \frac{۵}{۲}R)$



۱) ۳۰
۲) ۳۸
۳) ۴۵
۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۴

$$\begin{cases} \Delta U = \frac{۳}{۲}nR\Delta T \\ PV = nRT \Rightarrow P\Delta V = nR\Delta T \end{cases} \Rightarrow \Delta U = \frac{۳}{۲}P\Delta V \Rightarrow ۹۰۰۰ = \frac{۳}{۲}(۲\times ۱۰^۵)\times \Delta V$$

$$\Rightarrow V_۲ - ۲۰ = \frac{۳}{۱۰۰}m^۳ = ۳۰Lit \Rightarrow V_۲ = ۵۰Lit$$

نکته: $m^۳ \xrightarrow{\times ۱۰^۳} Lit$

۵ ☆ حجم اولیه ی گاز کاملی در دمای ۲۷°C برابر ۲ لیتر است. اگر درفشار ثابت $۱/۵\times ۱۰^۵$ پاسکال ، دمای آن را به ۱۲۷°C برسانیم. کاری که گاز روی محیط انجام می دهد، چند ژول است؟

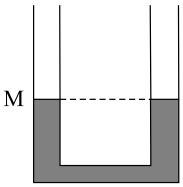
۱) ۱
۲) $\frac{۲۰۰}{۳}$
۳) ۱۰۰
۴) ۳۰۰

پاسخ: گزینه ۳

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲}{۳۰۰} = \frac{V_۲}{۴۰۰} \Rightarrow V_۲ = \frac{۸}{۳}Lit$$

$$\text{کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد} = W' = -W = P\Delta V = (۱/۵\times ۱۰^۵)\times[(\frac{۸}{۳} - ۲)\times ۱۰^{-۳}] = ۱۰۰J$$

۶ ☆ در شکل روبه رو در لوله‌ی U شکل آب ریخته شده و نقطه‌ی M روی لوله نشانه گذاری شده است. اگر در قسمت سمت راست لوله، روی آب به ارتفاع ۵ سانتی متر نفت بریزیم، در لوله‌ی مقابل، سطح آب چند سانتی متر از نقطه‌ی M بالاتر می‌رود؟ (چگالی نفت و آب به ترتیب ۰/۸ و ۱ گرم بر سانتی متر مکعب است.)

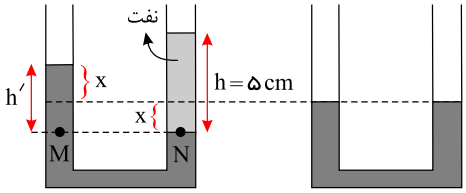


۱) ۱
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

$$P_M = P_N \Rightarrow P_۰ + \rho gh = P_۰ + \rho' gh' \Rightarrow \rho h = \rho' h' \Rightarrow ۵\times ۰/۸ = ۱\times h' = h' = ۴cm$$

با فرض آنکه سطح مقطع لوله در طرفین یکسان باشد:



$$h' = ۲x \Rightarrow x = \frac{h'}{۲} = ۲cm$$

۷ ☆ از ۵۰۰ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس در فشار یک اتمسفر، ۱۰۰٫۸kJ گرما می‌گیریم. اگر گرمای نهان ذوب یخ $۳۳۶\frac{kJ}{kg}$ باشد، چند درصد آب، منجمد می‌شود؟

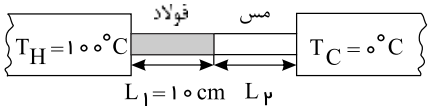
۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۶۰

پاسخ: گزینه ۴

$$Q_F = mL_F \Rightarrow ۱۰۰٫۸ = m \times ۳۳۶ \Rightarrow m = \frac{۱۰۰٫۸}{۳۳۶} = ۰٫۳kg = ۳۰۰g$$

$$\frac{\text{جرم ذوب شده}}{\text{جرم کل}} = \frac{۳۰۰}{۵۰۰} = ۰٫۶ = \%۶۰$$

۸ ☆ دو میله‌ی فولادی و مسی به طول‌های $L_۱$ و $L_۲$ بین دو منبع حرارتی قرار دارند. اگر رسانندگی گرمایی فولاد و مس به ترتیب $۵۰\frac{J}{m \cdot s \cdot K}$ ، $۴۰۰\frac{J}{m \cdot s \cdot K}$ و دمای سطح مشترک دو میله ۲۰ درجه‌ی سلسیوس باشد، طول $L_۲$ چند سانتی‌متر است؟



۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۳۰

پاسخ: گزینه ۲

آهنگ عبور گرما از فلزاتی که پشت سر هم وصل شده اند برابر است $(\frac{Q_۱}{t_۱} = \frac{Q_۲}{t_۲})$

$$\frac{Q_۱}{t_۱} = \frac{Q_۲}{t_۲} \Rightarrow \frac{K_۱A_۱(\Delta\theta)_۱}{L_۱} = \frac{K_۲A_۲(\Delta\theta)_۲}{L_۲}$$

$$\frac{۵۰ \times A(۱۰۰ - ۲۰)}{۱۰} = \frac{۴۰۰A(۲۰ - ۰)}{L_۲} \Rightarrow \frac{۵۰ \times ۸۰}{۱۰} = \frac{۴۰۰ \times ۲۰}{L_۲} \Rightarrow L_۲ = ۲۰cm$$

۹ ☆ دو مول گاز تک اتمی به حجم ۱٫۷۵ متر مکعب را در فشار ثابت منبسط کرده ایم. اگر دمای اولیه‌ی گاز ۳۵۰ کلوین باشد و در این فرایند $۱۰^۴$ ژول گرما مبادله شده باشد، دمای ثانویه چند کلوین و حجم ثانویه چند متر مکعب است؟ $(R = ۸\frac{J}{mol \cdot K})$

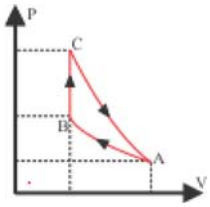
۱) ۶۰۰ و ۳ ۲) ۷۶۶ و ۳ ۳) ۷۶۶ و ۳٫۸ ۴) ۶۰۰ و ۳٫۸

پاسخ: گزینه ۱

$$Q = nC_P(T_۲ - T_۱) \Rightarrow ۱۰^۴ = ۲ \times \frac{۵}{۲} \times ۸(T_۲ - ۳۵۰) \Rightarrow T_۲ = ۶۰۰k$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۱٫۷۵}{۳۵۰} = \frac{V_۲}{۶۰۰} \Rightarrow V_۲ = ۳m^۳$$

۱۰ ☆ یک گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای شامل سه فرایند متوالی هم دما، هم حجم و بی‌دررو را مطابق شکل روبه‌رو، طی می‌کند. 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 هم دما
۳) کار انجام شده در فرایند هم دما
۴) گرمای مبادله شده در فرایند هم حجم

پاسخ: گزینه ۴ در یک چرخه‌ی کامل تغییر انرژی درونی صفر است و فرایند AB هم دما است.

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow \underbrace{Q_{AB} + W_{AB}}_{۰} + \underbrace{Q_{CA}}_{۰} + W_{CA} + Q_{BC} + \underbrace{W_{BC}}_{۰} = ۰$$

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

۱۱ ☆ قطعه یخی به جرم m و دمای صفر درجه‌ی سلسیوس را درون همان جرم آب ۹۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. اگر از اتلاف گرما صرف نظر کنیم، دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس خواهد شد؟

$(L_F = ۸۰ \times ۴۲۰۰ \frac{J}{kg}$ و $c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K})$

۱) ۰ ۲) ۲٫۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

پاسخ: گزینه ۳ چون گرمایی که آب $۹۰^\circ C$ از دست می‌دهد تا دمایش به صفر درجه سلسیوس برسد برابر است با $(mc \times ۹۰)$ و گرمایی که همان مقدار یخ $۰^\circ C$ لازم دارد تا بطور کامل ذوب شود، برابر است با $mL_f = mc \times ۸۰$، دمای تعادل بالای صفر است. پس داریم:

$$mL_F + mc(\Delta\theta) = mc(\Delta\theta)' \Rightarrow L_F + c\Delta\theta = c(\Delta\theta)'$$

$$\Rightarrow (۸۰ \times ۴۲۰۰) + ۴۲۰۰(\theta - ۰) = ۴۲۰۰ \times (۹۰ - \theta)$$

$$۸۰ + \theta = ۹۰ - \theta \Rightarrow ۲\theta = ۱۰ \Rightarrow \theta = ۵^\circ C$$

۱۲ ☆ یک خانه را از دیوارهای آجری به ضخامت $۳۰cm$ ساخته‌اند و از داخل با روکش چوبی به ضخامت $۱cm$ پوشانده شده است. اگر دمای سطح داخلی روکش (سمت داخل خانه) $۲۰^\circ C$ و دمای سطح خارجی دیوار $-۱۰^\circ C$ باشد، دمای سطح مشترک چوب با آجر تقریبا چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (رسانندگی گرمایی آجر و چوب به ترتیب $۰٫۶ \frac{W}{m \cdot K}$، $۰٫۰۸ \frac{W}{m \cdot K}$ است.)

۱) ۲ ۲) ۱۰ ۳) ۱۴ ۴) ۱۸

پاسخ: گزینه ۳

گرمای عبوری از دیوار آجری و روکش چوبی برابر است، پس:

$$|Q_{آجر}| = |Q_{چوب}| \Rightarrow \frac{kAt \cdot \Delta\theta}{L} = \frac{k'A't'\Delta\theta'}{L'}, (A = A', t = t')$$

$$\frac{۰٫۶ \times (\theta + ۱۰)}{۳۰} = \frac{۰٫۰۸ \times (۲۰ - \theta)}{۱} \Rightarrow \theta = ۱۴^\circ C$$

۱۳ ☆ یک ماشین که با چرخه‌ی کارنو کار می کند به اندازه $۱٫۲۶ \times ۱۰^۷$ ژول گرما از منبع گرم با دمای ۶۲۷ درجه‌ی سلسیوس گرفته و مقداری از آن را به منبع سرد با دمای ۲۷ درجه‌ی سلسیوس می دهد، کار انجام شده توسط ماشین و گرمایی را که به چشمه‌ی سرد داده است، به ترتیب از راست به چپ هر کدام چند ژول است؟

۱) $|Q_L| = ۸٫۴ \times ۱۰^۶, |W| = ۴٫۲ \times ۱۰^۶$
۲) $|Q_L| = ۴٫۲ \times ۱۰^۶, |W| = ۸٫۴ \times ۱۰^۶$
۳) $|Q_L| = ۶ \times ۱۰^۵, |W| = ۱۲ \times ۱۰^۶$
۴) $|Q_L| = ۱۲ \times ۱۰^۶, |W| = ۶ \times ۱۰^۵$

پاسخ: گزینه ۲

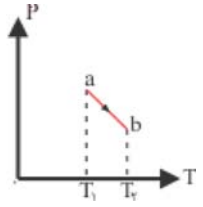
$$\eta_{max} = ۱ - \frac{T_L}{T_H} = ۱ - \frac{۲۷ + ۲۷۳}{۶۲۷ + ۲۷۳} = ۱ - \frac{۳۰۰}{۹۰۰} = \frac{۲}{۳}$$

$$\eta_{max} = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow \frac{۲}{۳} = \frac{|W|}{۱٫۲۶ \times ۱۰^۷} \Rightarrow |W| = ۰٫۸۴ \times ۱۰^۷ = ۸٫۴ \times ۱۰^۶ J$$

$$Q_H = |Q_L| + |W| \Rightarrow |Q_L| = Q_H - |W| = ۱٫۲۶ \times ۱۰^۷ - ۰٫۸۴ \times ۱۰^۷$$

$$= ۰٫۴۲ \times ۱۰^۷ = ۴٫۲ \times ۱۰^۶ J$$

۱۴ ☆ نمودار $(P - T)$ یک مول گاز کامل مطابق شکل مقابل است. کدام عبارت در خصوص فرآیند ab درست است؟



۱) حجم گاز افزایش یافته است.
۲) گاز گرما از دست داده است.
۳) انرژی درونی گاز کاهش یافته است.
۴) کار انجام شده روی گاز مثبت است.

پاسخ: **گزینه ۱** با توجه به شکل فشار کاهش یافته و دما افزایش یافته است و انرژی درونی افزایش یافته و طبق $PV = nRT$ می‌توان گفت حجم زیاد شده است.

$V = \frac{nRT}{P}$ ، $nRT \rightarrow$ زیاد ، $P \rightarrow$ کم

۱۵ ☆ کدام عبارت درباره‌ی تبخیر سطحی یک مایع، نادرست است؟

۱) تبخیر سطحی مایع در هر دمایی اتفاق می‌افتد.
۲) با افزایش دما، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
۳) با افزایش فشار هوا، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
۴) با افزایش سطح آزاد مایع، تبخیر سطحی آن نیز افزایش می‌یابد.

پاسخ: **گزینه ۳** با افزایش فشار هوا آهنگ تبخیر سطحی کاهش می‌یابد بنابراین گزینه‌ی «۳» نادرست است.

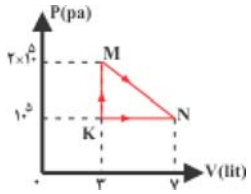
۱۶ ☆ حداکثر بازده ماشین حرارتی که بین دماهای جوش و انجماد آب (۱۰۰ و صفر درجه‌ی سلسیوس) کار می‌کند، تقریباً چند درصد است؟

۱) ۱۵
۲) ۲۷
۳) ۴۰
۴) ۳۳

پاسخ: **گزینه ۲**

$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{0 + 273}{100 + 273} = 1 - \frac{273}{373} = \frac{100}{373} \Rightarrow \eta_{max} = 0/27 = 27\%$$

۱۷ ☆ مطابق شکل مقابل، گاز دو اتمی، از طریق دو مسیر از K به N رسیده است. گرمایی که گاز در مسیر KMN گرفته، چند ژول است؟ $(C_{mV} = \frac{5}{2}R, C_{mP} = \frac{7}{2}R)$



۱) ۶۰۰
۲) ۸۰۰
۳) ۱۶۰۰
۴) ۱۲۰۰

پاسخ: **گزینه ۳**

$$\Delta U_{KMN} = \Delta U_{KN} \Rightarrow Q_{KMN} + W_{KM} + W_{MN} = Q_{KN} + W_{KN} \quad , \quad (W_{KM} = 0)$$

$$\Rightarrow Q_{KMN} = Q_{KN} + W_{KN} - W_{MN} \Rightarrow Q_{KMN} = \frac{7}{2}P \cdot \Delta V - P \cdot \Delta V - (-S_{MN})$$

$$= \frac{5}{2} \times 10^5 \times (4 \times 10^{-3}) + \frac{3 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{2} = 1600J$$

۱۸ ☆ در ظرفی ۱۰۰ گرم آب ۱۰۰°C و ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه می‌ریزیم. در صورتی که ظرفیت گرمایی ظرف ناچیز باشد و از مبادله‌ی گرما با محیط صرف نظر شود، دمای نهایی سیستم چند درجه سلسیوس می‌شود؟ $(c_{آب} = 4200 \frac{J}{kg°C}, L_F = 336000 \frac{J}{kg})$

۱) ۰
۲) ۳۰
۳) ۲۰
۴) ۱۰

پاسخ: **گزینه ۴**

اندازه‌ی گرمایی که یخ صفر درجه می‌گیرد = اندازه‌ی گرمایی که آب ۱۰۰°C می‌دهد.

(آب ۱۰۰°C → آب θ) = (آب صفر درجه → یخ صفر درجه)

$$mc(100 - \theta) = ML_F + Mc(\theta - 0)$$

$$0/1 \times 4200(100 - \theta) = 0/1 \times 336000 + 0/1 \times 4200(\theta)$$

$$\Rightarrow 42000 - 420\theta = 33600 + 420\theta \Rightarrow 8400 = 840\theta \Rightarrow \theta = 10°C$$

۱۹ ☆ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به ۸۰ درجه‌ی سلسیوس می‌رسانیم، $12cm^3$ جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $1/8 \times 10^{-4} K^{-1}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟

۱) $1/2 \times 10^{-4}$
۲) 10^{-4}
۳) 10^{-5}
۴) 3×10^{-5}

پاسخ: گزینه ۳

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} \Rightarrow ۱۲ = V_۱(\beta - ۳\alpha)\cdot\Delta\theta$$

$$\Rightarrow ۱۲ = ۱۰۰۰ \times (\beta - ۳\alpha) \times (۸۰ - ۰) \Rightarrow \beta - ۳\alpha = \frac{۱۲}{۱۰۰۰ \times ۸۰} = \frac{۳}{۲} \times ۱۰^{-۴} K^{-۱} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۴} K^{-۱}$$

$$\Rightarrow ۱/۸ \times ۱۰^{-۴} - ۳\alpha = ۱/۵ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow ۳\alpha = ۰/۳ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = ۱۰^{-۵} K^{-۱}$$

۲۰ ☆ در یک فرآیند هم فشار یک لیتر گاز کامل دو اتمی در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس مقداری گرما از دست می‌دهد و حجم آن در فشار یک اتمسفر به ۰/۸ حجم اولیه‌اش می‌رسد. در این فرآیند گاز چند ژول گرما از دست می‌دهد؟ $(۱\,atm = ۱۰^۵ pa, C_P = \frac{۷}{۲}R)$

۱) ۵۰ ۲) ۷۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۴۰

پاسخ: گزینه ۲

$$\begin{cases} Q = nc_P(T_۲ - T_۱) = n \times \frac{۷}{۲}R(T_۲ - T_۱) \\ \frac{PV}{T} = nR \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q = n \times \frac{۷}{۲}R\left(\frac{PV_۲}{nR} - \frac{PV_۱}{nR}\right) = \frac{۷}{۲}P(V_۲ - V_۱) \Rightarrow \frac{۷}{۲} \times ۱۰^۵ \left[(۰/۸ - ۱) \times ۱۰^{-۳}\right] = -۷۰J$$

۲۱ ☆ در یک فرایند روی مقدار معینی گاز کامل، دمای دستگاه بدون دریافت یا انتقال گرما تغییر می‌کند. این فرایند می‌تواند ..... باشد.

۱) هم حجم ۲) هم فشار ۳) هم دما ۴) بی‌دررو

پاسخ: گزینه ۴ می‌دانیم در فرآیند بی‌دررو $Q = ۰$ است.

۲۲ ☆ دمای یک ورقه‌ی فلزی را ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم، مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی آن فلز در SI کدام است؟

۱) ۲×۱۰^{-۴} ۲) ۲×۱۰^{-۵} ۳) ۶×۱۰^{-۴} ۴) ۶×۱۰^{-۵}

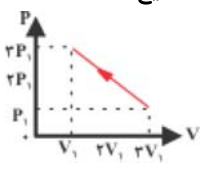
پاسخ: گزینه ۴

$$\Delta A = A_۱ ۲\alpha\Delta\theta \Rightarrow ۰/۰۱A_۱ = A_۱ ۲\alpha \times ۲۵۰ \Rightarrow \frac{۱}{۱۰۰} = ۵۰۰\alpha$$

$$\alpha = \frac{۱}{۵۰۰۰۰} = ۰/۲ \times ۱۰^{-۴} = ۲ \times ۱۰^{-۵}\,^\circ C^{-۱}$$ ضریب انبساط خطی

$۳\alpha = ۳ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} = ۶ \times ۱۰^{-۵}\,^\circ C^{-۱}$: ضریب انبساط حجمی

۲۳ ☆ فرآیند آرمانی گاز کاملی به شکل زیر است، اگر کار و گرمای دریافت شده، به وسیله گاز W و Q باشد کدام رابطه صحیح است؟



۱) $W + Q > ۰$
۲) $W + Q < ۰$
۳) $Q > ۰, W < ۰$
۴) $W + Q = ۰$

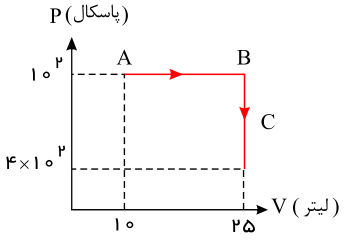
پاسخ: گزینه ۴

(چون انرژی درونی گاز کامل فقط تابع دمای مطلق است)

$$\frac{PV}{T} = nR \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \Rightarrow \begin{cases} T_۱ = \frac{P_۱(۳V_۱)}{nR} \\ T_۲ = \frac{(۳P_۱)(V_۱)}{nR} \end{cases} \Rightarrow T_۱ = T_۲ \Rightarrow \Delta U = ۰$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q + W = ۰$$

۲۴ ☆ گاز کاملی فرآیند آرمانی از A تا C را به شکل زیر طی می‌کند، در این فرآیند اگر کار و گرمای داده شده به گاز را به ترتیب به Q, W نشان دهیم کدام گزینه صحیح است؟



۱) $Q = ۱۵۰J, W = -۱۵۰J$

۲) $Q = ۰, W = ۱۵۰J$

۳) $Q = ۰, W = ۰$

۴) $Q = ۱۵۰J, W = ۰$

پاسخ: گزینه ۱

چون $P_A V_A = P_C V_C \Rightarrow T_A = T_C \Rightarrow \Delta u_{AC} = ۰ \Rightarrow W_{AC} = -Q_{AC}$

$W_{AC} = W_{ABC} < ۰$ (چون حجم افزایش یافته) $\Rightarrow Q_{AC} > ۰$

(نمودار W چنانچه بخواهیم W را محاسبه کنیم $= -S_{P-V} = -(۱۰^۴)(۲۵ - ۱۰) \times ۱۰^{-۳} = -۱۵۰J$)

۲۵ ☆ ضریب عملکرد یخچالی ۲٫۵ و توان الکتریکی آن یک کیلو وات است، وقتی این یخچال کار می‌کند در هر ثانیه چند ژول گرما به محیط خارج می‌دهد؟

۱) ۲۰۰۰ ۲) ۱۵۰۰ ۳) ۳۵۰۰ ۴) ۲۵۰۰

پاسخ: گزینه ۳

$P = \frac{W}{t} \Rightarrow ۱ = \frac{W}{۱} \Rightarrow W = ۱kJ, K = \frac{Q_L}{W} \Rightarrow ۲٫۵ = \frac{Q_L}{۱}$

$\Rightarrow Q_L = ۲٫۵kJ \quad , \quad |Q_H| = ۱ + ۲٫۵ = ۳٫۵kJ = ۳۵۰۰J$

۲۶ ☆ اگر دمای آب از $۲^\circ C$ تا $۱۰^\circ C$ به تدریج افزایش یابد حجم آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) به تدریج کاهش می‌یابد.

۲) به تدریج افزایش می‌یابد.

۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به قانون انبساط غیر عادی، آب از $۰^\circ C$ تا $۴^\circ C$ کاهش حجم خواهد داشت و از $۴^\circ C$ به بعد افزایش حجم داریم.

۲۷ ☆ حجم گاز کاملی در دمای $۱۲^\circ C$ و فشار ۷۵ سانتیمتر جیوه برابر $V_۱$ است. دمای گاز را $۹۵^\circ C$ افزایش می‌دهیم. فشار گاز برابر ۸۰ سانتیمتر جیوه و حجم آن برابر $V_۲$ می‌شود. نسبت $\frac{V_۲}{V_۱}$ کدام است؟

۱) $\frac{۵}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۵}$ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۴}$

پاسخ: گزینه ۴

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۷۵ \times V_۱}{۱۲ + ۲۷۳} = \frac{۸۰V_۲}{۹۵ + (۲۷۳ + ۱۲)}$$

$$\Rightarrow \frac{۷۵V_۱}{۲۸۵} = \frac{۸۰V_۲}{۳۸۰} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۷۵ \times ۳۸۰}{۲۸۵ \times ۸۰} = \frac{۵}{۴}$$

۲۸ ☆ چند گرم بخار آب ۱۰۰ درجه را در ۵۹۰ گرم آب ۱۰ درجه‌ی سلسیوس وارد کنیم تا دمای تعادل به ۵۰ درجه‌ی سلسیوس برسد؟ (گرمای نهان ویژه تبخیر آب $۲۲۶۸J/g$ و ظرفیت گرمایی ویژه آب $۴٫۲J/g.^\circ C$ است.)

۱) ۳۵ ۲) ۴۰ ۳) ۴۵ ۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۲

بخار آب $۱۰۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱}$ آب $۱۰۰^\circ C \xrightarrow{Q_۲}$ آب $۵۰^\circ C \xleftarrow{Q_۳}$ آب ۱۰°

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \Rightarrow \overbrace{ML_V + MC(\Delta\theta)_1}^{\text{بخار آب }100^\circ C} = \overbrace{mc(\Delta\theta)_2}^{\text{آب }10^\circ C}$$
$$M \times 2268 + M \times 4/2(100 - 50) = 590 \times 4/2(50 - 10)$$

از تقسیم طرفین بر ۴٫۲ $\Rightarrow 540M + 50M = 590 \times 40 \Rightarrow 590M = 590 \times 40 \Rightarrow M = 40g$

۲۹ ☆ دمای گاز کاملی ۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر دمای آن را در فشار ثابت به ۸۷ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۳۵ ۲) ۳۰ ۳) ۲۵ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۴

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow{P_1=P_2} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{27+273} = \frac{V_2}{87+273} \Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{V_2}{360}$$
$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{360}{300} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{6}{5}$$
$$\Rightarrow \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{6-5}{5} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{1}{5} = 0/2 \Rightarrow \Delta V = 0/2V_1 = \%20V_1$$

۳۰ ☆ قطعه فلزی به جرم ۲٫۵ کیلوگرم با دمای ۶۸ درجه ی سلسیوس را روی یک قطعه یخ بزرگ صفر درجه قرار می دهیم. اگر گرمای نهان ویژه ی ذوب یخ $3/4 \times 10^5 J/kg$ و گرمای ویژه ی فلز $380 J/kg \cdot K$ باشد، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟

۱) ۹۵ ۲) ۱۹۰ ۳) ۳۸۰ ۴) ۵۷۰

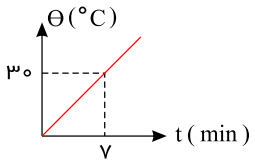
پاسخ: گزینه ۲

$Q_{\text{فلز}} = Q_{\text{ذوب}}$

فلز $68^\circ C \xleftarrow{Q_{\text{فلز}}}$ فلز صفر درجه و آب صفر درجه $\xrightarrow{Q_{\text{ذوب}}}$ یخ صفر درجه

$$mL_F = Mc\Delta\theta$$
$$m \times 3/4 \times 10^5 = 2/5 \times 380(68 - 0) \Rightarrow m = 0/19kg = 190gr$$

۳۱ ☆ یک گرمکن درون ظرفی که محتوی $2kg$ آب است، قرار دارد. نمودار θ دمای آب برحسب t زمان مطابق شکل است. توان گرمکن چند وات است؟ (فرض کنید انرژی مصرفی فقط صرف گرم کردن آب شود) ($c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg^\circ C}$)



۱) ۳۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۳۶۰۰۰

پاسخ: گزینه ۲

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = Pt$$
$$Q = mc(\theta_2 - \theta_1) \Rightarrow Pt = mc(\theta_2 - \theta_1)$$
$$P \times 7 \times 60 = 2 \times 4200(30 - 0) \Rightarrow P \times 420 = 2 \times 4200(30) \Rightarrow P = 600W$$

۳۲ ☆ دو کره‌ی فلزی هم جنس در نظر بگیرید که شعاع‌های مساوی دارند ولی درون یکی از آنها حفره‌ای خالی وجود دارد. اگر به دو کره انرژی گرمایی مساوی بدهیم، شعاع آنها در مقایسه با هم چگونه تغییر می‌کند؟

۱) برای هر دو کره افزایش شعاع برابر است.
۲) برای کره‌ای که حفره دارد افزایش شعاع کمتر است.
۳) برای کره‌ای که حفره دارد افزایش شعاع بیشتراست.
۴) بستگی به محل و شعاع حفره ممکن است افزایش شعاع کره‌ی حفره‌دار بیشتر یا کمتر از کره‌ی توپر باشد.

پاسخ: گزینه ۳

$$Q = mc(\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc}$$

هر دو کره هم جنس‌اند بنابراین c ها برابر است.

کره‌ی تو خالی دارای جرم کمتری است بنابراین تغییرات دما برای آن بیشتر است.

$$\Delta V = V_1 \times ۳ \times \Delta\theta$$

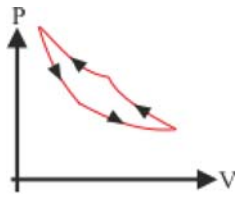
با توجه به فرمول بالا تغییر حجم وابسته به تغییر دماست، بنابراین تغییر حجم کره‌ی توخالی بیشتر است و در نتیجه افزایش شعاع برای کره‌ی توخالی بیشتر می‌باشد.

۳۳ ☆ کدام یک از فرآیندهای زیر گرماگیر است؟

۱) چگالش، تبخیر ۲) انجماد، میعان ۳) ذوب، میعان ۴) تصعید، ذوب

پاسخ: گزینه ۴ فرآیندهای ذوب، تبخیر و تصعید گرماگیر و فرآیندهای انجماد، میعان و چگالش گرماده هستند.

۳۴ ☆ نمودار $P - V$ (فشار برحسب حجم) چرخه ای که دستگاه در یک یخچال فرضی طی می کند مانند شکل زیر است. اگر ضریب عملکرد آن ۴ و مساحت داخل چرخه $۳kJ$ باشد. این یخچال در هر چرخه چند کیلوژول گرما به محیط می‌دهد؟



۱) ۳ ۲) ۹
۳) ۱۲ ۴) ۱۵

پاسخ: گزینه ۴

$$K = \frac{Q_L}{W} \Rightarrow ۴ = \frac{Q_L}{۳} \Rightarrow Q_L = ۱۲kJ$$
$$|Q_H| = Q_L + W = ۱۲ + ۳ = ۱۵kJ$$

۳۵ ☆ چند گرم یخ صفر درجه را درون ۶ کیلوگرم آب ۴۰ درجه‌ی سلسیوس بریزیم تا در نهایت آب با دمای ۱۰ درجه سلسیوس حاصل شود؟ (اتلاف حرارت ناچیز بوده و گرمای ویژه آب $۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}$ و گرمای نهان ذوب یخ $۳۳۶ \frac{kJ}{kg}$ است.)

۱) ۵۰۰ ۲) ۱۰۰۰
۳) ۱۵۰۰ ۴) ۲۰۰۰

پاسخ: گزینه ۴

یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_1}$ آب صفر درجه $\xrightarrow{Q_2}$ آب $۱۰^\circ C$ $\xleftarrow{Q_3}$ آب $۴۰^\circ C$

$$L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg} = ۳۳۶\frac{J}{g}, c = ۴۲۰۰\frac{J}{kg \cdot k} = ۴/۲\frac{J}{gk}$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$
$$mL_F + mc(\Delta\theta) = m'c(\Delta\theta') \Rightarrow m \times ۳۳۶ + m \times ۴/۲ \times (۱۰ - ۰) = ۶۰۰۰ \times ۴/۲ \times (۴۰ - ۱۰)$$
$$۳۳۶m + ۴۲m = ۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲ \Rightarrow ۳۷۸m = ۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲$$
$$\Rightarrow m = \frac{۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲}{۳۷۸} = ۲۰۰۰g$$

۳۶ ☆ یک قطعه‌ی ۱۰۰ گرمی از مس با دمای ۸۱ درجه‌ی سلسیوس را در ظرف عایقی که حاوی ۲۰۰ گرم آب با دمای ۱۵ درجه‌ی سلسیوس است، می‌اندازیم. اگر گرمای ویژه‌ی مس و آب به ترتیب $۴۰۰J/kg \cdot K$ و $۴۲۰۰J/kg \cdot K$ باشد، دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۰
۳) ۲۳ ۴) ۲۸

دهم متوسط

پاسخ: گزینه ۱

$$\theta_e = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2}{m_1c_1 + m_2c_2} = \frac{100 \times 400 \times 81 + 200 \times 4200 \times 15}{100 \times 400 + 200 \times 4200}$$

$$\theta_e = \frac{324 + 1260}{4 + 84} = 18^\circ C$$

۳۷☆ مقداری گاز کامل تک اتمی درفشار P_1، حجم V_1 ودمای مطلق T_1 قراردارد. طی یک فرآیند هم حجم دمای گاز به $T_2 = 2T_1$ می رسد و گازگرمای Q_1 را دریافت می کند. سپس طی یک فرآیند هم فشار دمای گاز به $T_3 = 4T_2$ می رسد و گاز گرمای Q_2 رادریافت می کند. Q_2 چندبرابر Q_1 است؟

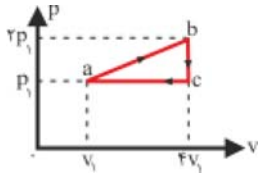
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) $\frac{5}{6}$ ۴) $\frac{10}{3}$

پاسخ: گزینه ۲

$$\left.\begin{array}{l} Q_1 = nC_V(T_2 - T_1) = n \times \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}nR(2T_1 - T_1) \Rightarrow Q_1 = \frac{3}{2}nR(T_1) = \frac{3}{2}nRT_1 \\ Q_2 = nC_P(T_3 - T_2) = n \times \frac{5}{2}R(4T_2 - T_2) = 3 \times \frac{5}{2}nRT_2 \Rightarrow Q_2 = \frac{15}{2}nR(2T_1) = 15nRT_1 \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{15nRT_1}{\frac{3}{2}nRT_1} = 10$$

۳۸☆ یک گازکامل تک اتمی چرخه ای را مطابق شکل می پیماید. تغییر انرژی درونی گاز در فرآیند ab، چند برابر P_1V_1 است؟ ($C_V = \frac{3}{2}R, C_P = \frac{5}{2}R$)



۱) ۴٫۵ ۲) ۸ ۳) ۱۰٫۵ ۴) ۱۵

پاسخ: گزینه ۳

$$\frac{PV}{T} = nR \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \Rightarrow T_a = \frac{P_1V_1}{nR}, T_b = \frac{2P_1 \times 4V_1}{nR} = \frac{8P_1V_1}{nR}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR\left(\frac{8P_1V_1}{nR} - \frac{P_1V_1}{nR}\right) = \frac{3}{2} \times 7P_1V_1 = \frac{21}{2}P_1V_1 = 10/5P_1V_1$$

۳۹☆ دو کره‌ی مسی A و B با شعاع و دمای اولیه‌ی مساوی درنظر بگیرید که درون کره‌ی A حفره‌ای توخالی وجود دارد. اگر دمای آن‌ها را به یک اندازه بالا ببریم، کدام رابطه بین افزایش شعاع کره‌ها و همچنین گرمای گرفته شده توسط کره‌ها برقرار است؟

۱) $Q_B > Q_A$ و $\Delta R_B = \Delta R_A$ ۲) $Q_B > Q_A$ و $\Delta R_B < \Delta R_A$ ۳) $Q_B < Q_A$ و $\Delta R_B > \Delta R_A$ ۴) $Q_B < Q_A$ و $\Delta R_B = \Delta R_A$

پاسخ: گزینه ۱ چون تغییر دما و شعاع‌های دوکره و جنس کره‌ها یکسان می‌باشد، بنابراین تغییر شعاع یکسان است.

$(\Delta R = R\alpha\Delta\theta)$ و چون جرم کره‌ی توپر بیشتراست، بنابراین گرمای بیشتری گرفته است. $(Q = mc\Delta\theta)$

۴۰☆ در یک سیستم گاز کامل، درکدام فرآیند انرژی درونی گاز کاهش می‌یابد؟

۱) انقباض هم دما ۲) انبساط هم دما ۳) انبساط بی دررو ۴) انقباض بی دررو

پاسخ: گزینه ۳ می دانیم انرژی درونی فقط تابع دماست. بنابراین درفرآیند هم دما انرژی درونی گاز تغییری نمی کند. در فرآیند بی در رو $(Q = 0)$ و $(\Delta U = W)$ است. چون در انبساط $W < 0$ است پس $\Delta U < 0$.

۴۱ ☆ یک قطعه‌ی ۵۰۰ گرمی از مس را که دمای آن $۶۷^\circ C$ در ظرفی عایق حرارت که حاوی ۳۸۰ گرم آب در دمای $۲۰^\circ C$ است می اندازیم. دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟ (ظرفیت گرمائی ویژه‌ی آب و مس به ترتیب $۴۲۰۰ J/kg\cdot K$ و $۳۸۰ J/kg\cdot K$ و اتلاف گرما ناچیز است.)

۱) ۲۳ ۲) ۲۴ ۳) ۲۵ ۴) ۲۸

پاسخ: گزینه ۳

$$Q_{\text{مس}} = Q_{\text{آب}}$$

$$m_۱c_۱(۶۷-\theta) = m_۲c_۲(\theta - ۲۰)$$

$$۰/۵ \times ۳۸۰(۶۷-\theta) = ۰/۳۸ \times ۴۲۰۰(\theta - ۲۰) \Rightarrow \theta = ۲۵^\circ C$$

۴۲ ☆ اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ درصد افزایش داده و هم زمان دمای مطلق آن را ۲۰ درصد کاهش دهیم، حجم گاز چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۳۶ درصد کاهش ۲) ۴۰ درصد افزایش ۳) ۶۰ درصد افزایش ۴) ۶۴ درصد کاهش

پاسخ: گزینه ۱

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{۱/۲۵P_۱ \times V_۲}{۰/۸T_۱} \Rightarrow \frac{V_۱}{۱} = \frac{۱/۲۵V_۲}{۰/۸}$$

$$V_۲ = \frac{۰/۸}{۱/۲۵}V_۱ = ۰/۶۴V_۱ \Rightarrow \Delta V = ۰/۳۶V_۱$$

۴۳ ☆ درون ظرفی یک کیلوگرم آب با دمای $۱^\circ C$ وجود دارد، ۰/۵ کیلوگرم یخ $-۱۰^\circ C$ را وارد آن می‌کنیم چگونه تعادل برقرار می‌شود؟ تبادل گرمائی ظرف ناچیز و گرمای ویژه آب و یخ به ترتیب $۴۲۰۰ \frac{J}{kg^\circ C}$ و $۲۱۰۰ \frac{J}{kg^\circ C}$ و گرمای نهان ذوب یخ $۳۳۴ \frac{kJ}{kg^\circ C}$ فرض شود.

۱) دمای تعادل صفر می‌شود و جرم یخ افزایش می‌یابد.
۲) دمای تعادل صفر می‌شود و جرم یخ کاهش می‌یابد.
۳) دمای تعادل صفر می‌شود و جرم یخ تغییر نمی کند.
۴) دمای تعادل صفر و تمام یخ ذوب می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱

گرمایی که آب $۱^\circ C$ می‌دهد تا به آب صفر درجه تبدیل شود:

$$\text{آب } ۱^\circ C \xrightarrow{Q_۱} \text{آب } ۰^\circ C$$

$$Q_۱ = mc(\theta_۲ - \theta_۱) = ۱ \times ۴۲۰۰(۰-۱) = ۴۲۰۰J$$

گرمایی که یخ $-۱۰^\circ C$ می گیرد تا یخ صفر درجه تبدیل شود:

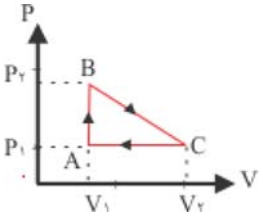
$$\text{یخ } -۱۰^\circ C \xrightarrow{Q_۲} \text{یخ } ۰^\circ C$$

$$Q_۲ = mc(\theta_۲ - \theta_۱) = ۰/۵ \times ۲۱۰۰(۰-(-۱۰)) = ۱۰۵۰۰J$$

شرط تعادل:

$$Q_۱ + Q' + Q_۲ = ۰ \Rightarrow -۴۲۰۰ + Q' + ۱۰۵۰۰ = ۰ \Rightarrow Q' = -۶۳۰۰J$$

۴۴ ☆ مقداری گاز کامل که فشار و حجم آن $P_۱$ و $V_۱$ است چرخه‌ای به شکل زیر انجام می‌دهد، اگر W و Q به ترتیب کار و گرمای دریافتی گاز در این چرخه باشد کدام گزینه صحیح است؟



۱) $Q>۰ , W>۰$
۲) $Q>۰ , W<۰$
۳) $Q<۰ , W<۰$
۴) $Q<۰ , W>۰$

پاسخ: گزینه ۲ چون چرخه ساعتگرد می‌باشد بنابراین کار انجام شده روی دستگاه (W) منفی می‌باشد.

$$W + Q = \Delta U \xrightarrow{(\Delta U = ۰)} W + Q = ۰ \Rightarrow Q = -W > ۰$$ (چون W منفی است)

در یک چرخه $\Delta U = ۰$ است.

۴۵ ☆ مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را با همان مقدار آب با دمای $۹۰^{\circ}C$ مخلوط می‌کنیم. دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس است؟ گرمای نهان ذوب یخ $۳۳۶ kJ/kg$ و ظرفیت گرمایی ویژه آب $۴٫۲ kJ/kg\cdot K$ است.

۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۲٫۵ ۴) ۰

پاسخ: گزینه ۲

آب $۹۰^{\circ}C \xleftarrow{Q_۳}$ آب $\theta \xrightarrow{Q_۲}$ یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_۱}$ یخ صفر درجه

$$|Q_۱| + |Q_۲| = |Q_۳|$$

$$mL_F + mc(\theta - ۰) = mc(۹۰ - \theta) \Rightarrow ۳۳۶ + ۴٫۲(\theta) = ۴٫۲(۹۰ - \theta)$$

$$\Rightarrow ۸۰ + \theta = ۹۰ - \theta \Rightarrow ۲\theta = ۱۰ \Rightarrow \theta = ۵^{\circ}C$$

۴۶ ☆ یک گرمکن با توان گرمایی ثابت، در مدت ۱۰ دقیقه، ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه را به آب صفر درجه تبدیل می‌کند. این گرمکن همین آب را تقریباً در مدت چند دقیقه به بخار آب ۱۰۰ درجه تبدیل می‌کند؟

$$\left(c = ۴٫۲\frac{kJ}{kg\cdot^{\circ}C}\ ,\ L_V = ۲۲۵۶\frac{kJ}{kg}\ ,\ L_F = ۳۳۴\frac{kJ}{kg}\right)$$

۱) ۴۰ ۲) ۲۶ ۳) ۵۶ ۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۴

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = P\cdot t \Rightarrow \begin{cases} (۱) \Rightarrow Pt = mL_F \\ (۲) \Rightarrow Pt' = mc\Delta\theta + mL_V \end{cases}$$

طرفین رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم $\frac{(۱)}{(۲)} \Rightarrow \frac{t}{t'} = \frac{mL_F}{m(c\Delta\theta + L_V)} \Rightarrow \frac{۱۰}{t'} = \frac{۳۳۴}{۴٫۲\times ۱۰۰ + ۲۲۵۶} \Rightarrow t' \simeq ۸۰\,min$

۴۷ ☆ مقداری یخ $-۸^{\circ}C$ را درون ظرفی که محتوی آب صفر درجه است می‌اندازیم، اگر از اتلاف گرما صرف‌نظر کنیم، جرم مقدار آبی که منجمد می‌شود چند برابر جرم یخ اولیه است؟ ($c_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰\frac{J}{kg\cdot K}$ ، $L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg}$)

۱) $\frac{۱}{۲۰}$ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۱}{۱۰}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

پاسخ: گزینه ۱ m' جرم آب منجمد شده و m جرم یخ اولیه است.

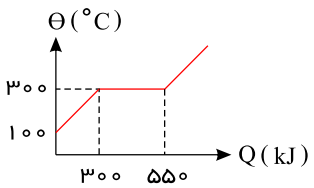
(دمای تعادل صفر درجه است)

$$(m) - ۸^{\circ}C \text{ یخ} \xrightarrow{Q} \text{یخ صفر درجه} \xleftarrow{Q_F} \text{آب صفر درجه } (m')$$

$$Q + Q_F = ۰ \Rightarrow mc\Delta\theta - m'L_F = ۰ \Rightarrow mc\Delta\theta = m'L_F$$

$$\Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{c\Delta\theta}{L_F} = \frac{۲٫۱\,(۰ - (-۸))}{۳۳۶} = \frac{۱}{۲۰}$$

۴۸ ☆ نمودار شکل مقابل مربوط به جسمی است که گرمای ویژه‌ی آن در حالت جامد $۰٫۳\frac{kJ}{kg\cdot K}$ است. گرمای نهان ویژه‌ی ذوب جسم چند $\frac{kJ}{kg}$ است؟



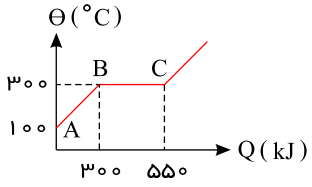
۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) داده‌های مسئله کافی نیست.

پاسخ: گزینه ۲ با توجه به نمودار A از B تا داریم:

$$\Delta Q = mc\Delta\theta \Rightarrow ۳۰۰ = m \times ۰/۳ \times ۲۰۰ \Rightarrow m = ۵kg$$

از نقطه‌ی B تا C که دمای جسم روی $۳۰۰^\circ C$ ثابت مانده است، جسم در حال ذوب است و داریم:

$$Q_F = mL_F \quad \Rightarrow \quad L_F = \frac{Q_F}{m} = \frac{۵۵۰ - ۳۰۰}{۵} = ۵۰\frac{kJ}{kg}$$



۴۹ ☆ مقدار گرمایی که ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه را ذوب می‌کند، ۵۰ گرم یخ $-۲۰^\circ C$ را به آب چند درجه‌ی سلسیوس تبدیل می‌کند؟

$(L_F = ۸۰\, c_{آب} = ۱۶۰\, c_{یخ})$

۱) ۷۵ ۲) ۷۰ ۳) ۶۰ ۴) ۵۵

پاسخ: گزینه ۲ مقدار گرمایی که ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه را ذوب می‌کند برابر است با: $Q_۱ = mL_F = ۱۰۰L_F$

و با توجه به مسیر زیر، مقدار گرمایی که ۵۰ گرم یخ $-۲۰^\circ C$ را به آب $\theta^\circ C$ تبدیل می‌کند برابر است با:

یخ $-۲۰^\circ C \rightarrow$ یخ $۰^\circ C \rightarrow$ آب $۰^\circ C \rightarrow$ آب $\theta^\circ C$

$$Q_۲ = mc'\Delta\theta' + mL_F + mc\Delta\theta = ۵۰ \times c' \times (۰ - (-۲۰)) + ۵۰\, L_F + ۵۰\, c \times (\theta - ۰)$$

اکنون با برابر قراردادن این دو مقدار داریم:

$$۱۰۰\, L_F = ۵۰ \times \frac{L_F}{۱۶۰} \times ۲۰ + ۵۰L_F + ۵۰ \times \frac{L_F}{۸۰} \times \theta \Rightarrow \theta = ۷۰^\circ C$$

۵۰ ☆ اگر دمای یک میله‌ی فلزی به طول L را به اندازه‌ی θ بالا ببریم، ۵ درصد به طول آن اضافه می‌شود. اگر دمای یک صفحه‌ی مربع شکل به ضلع $3L$ از همان جنس را 2θ بالا ببریم، مساحت آن چند درصد اضافه می‌شود؟

۱) ۶۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۰

پاسخ: گزینه ۳

$$\Delta L = L_۱\alpha\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_۱} = \alpha\Delta\theta \Rightarrow \frac{۵}{۱۰۰} = \alpha\theta$$

$$\Delta A = A_۱ ۲\alpha\Delta\theta \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta A}{A_۱} = ۲\alpha\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_۱} = ۲\alpha \times ۲\theta = ۴ \times \frac{۵}{۱۰۰} = ۰/۲$$

درصد افزایش مساحت $\Rightarrow \frac{\Delta A}{A_۱} \times ۱۰۰ = ۲۰\%$

۵۱ ☆ دمای m گرم از ماده‌ی A با گرفتن گرمای Q به اندازه‌ی $۱۰^\circ C$ و دمای $2m$ گرم از ماده‌ی B با گرفتن گرمای $3Q$ به اندازه‌ی $۳۰^\circ C$ افزایش می‌یابد. گرمای ویژه‌ی A چند برابر B است؟

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

پاسخ: گزینه ۴

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \begin{cases} Q = m \times c_A \times ۱۰ \\ ۳Q = ۲m \times c_B \times ۳۰ \end{cases} \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{c_A}{۶c_B} \Rightarrow c_A = ۲c_B$$

دهم متوسط

۵۲ ☆ دو میله‌ی هم طول A و B داریم که ضریب انبساط طولی آن‌ها به ترتیب α_A و α_B است. اگر دمای میله‌ی A را به اندازه‌ی θ درجه‌ی سلسیوس و دمای میله‌ی B را به اندازه‌ی 2θ درجه‌ی سلسیوس بالا ببریم، نسبت افزایش طول آن‌ها $(\frac{\Delta L_A}{\Delta L_B})$ کدام است؟

۱) $\frac{1+\alpha_A}{1+2\alpha_B}$ ۲) $\frac{1+2\alpha_A}{1+2\alpha_B}$ ۳) $\frac{\alpha_A}{2\alpha_B}$ ۴) $\frac{2\alpha_A}{\alpha_B}$

پاسخ: گزینه ۳

$$\Delta L = L\alpha\Delta\theta \ , \ L_A = L_B \ , \ \Delta\theta_A = \theta \ , \ \Delta\theta_B = 2\theta$$
$$\Rightarrow \frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{L_A\alpha_A\Delta\theta_A}{L_B\alpha_B\Delta\theta_B} = \frac{\alpha_A\theta}{\alpha_B \times 2\theta} = \frac{\alpha_A}{2\alpha_B}$$

۵۳ ☆ یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را در ۷۵۰ گرم آب $20^\circ C$ می‌اندازیم. پس از ایجاد تعادل ۳۷٫۵ گرم یخ ذوب نشده باقی می‌ماند. جرم اولیه‌ی یخ چند گرم بوده است؟ $(L_F = 336\frac{kJ}{kg}$ و $c = 4/2\frac{kJ}{kg\cdot k}$ آب)

۱) ۳۷٫۵ ۲) ۲۲۵ ۳) ۱۸۰ ۴) ۱۸۷٫۵

پاسخ: گزینه ۲ چون مقداری از یخ ذوب نشده باقی می‌ماند، پس دمای تعادل صفر درجه سلسیوس خواهد بود.

جرم آب (m) آب $20^\circ C \xleftarrow{Q_2}$ آب صفر درجه $\xrightarrow{Q_1}$ یخ صفر درجه (m') جرم یخ ذوب شده

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m'L_F = mc\Delta\theta$$
$$336m' = 750 \times 4/2 \times 20 \Rightarrow m' = 187/5\ g$$

$m_0 = m'$ یخ ذوب شده $+m$ یخ باقی‌مانده $= 187/5 + 37/5 = 225g$ جرم اولیه‌ی یخ

۵۴ ☆ طول دو میله‌ی فلزی که ضریب انبساط طولی آن‌ها به صورت $\alpha_1 = 0/9 \times 10^{-5}\frac{1}{^\circ C}$ و $\alpha_2 = 2/1 \times 10^{-5}\frac{1}{^\circ C}$ است، در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس برابر ۱۰۰ متر است. در چه دمایی برحسب درجه‌ی سلسیوس، طول یکی ازمیله‌ها $3cm$ از دیگری بیشتر می‌شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۵

پاسخ: گزینه ۴

$$\begin{cases} L_2 = L_1(1+\alpha_2\Delta\theta) \\ L'_2 = L_1(1+\alpha_1\Delta\theta) \end{cases} \Rightarrow L_2 - L'_2 = L_1(\alpha_2 - \alpha_1)\Delta\theta$$
$$3 \times 10^{-2} = 100\,(2/1 - 0/9) \times 10^{-5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 25 = \theta_2 - 0 \Rightarrow \theta_2 = 25^\circ c$$

۵۵ ☆ دو میله‌ی مسی داریم که قطر مقطع اولی ۲ برابر قطر مقطع دومی و طول اولی ۳ برابر طول دومی است. دماهای دو سر میله‌ی اول ۳۰ و ۱۲۰ درجه‌ی سلسیوس و دماهای دو سر میله‌ی دومی ۱۰ و ۱۷۰ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. آهنگ شارش گرما در میله‌ی دوم چند برابر آهنگ شارش گرما در میله‌ی اول است؟

۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{4}{3}$

پاسخ: گزینه ۴ با نوشتن رابطه‌ی مقایسه‌ای در دو حالت خواهیم داشت:

آهنگ شارش گرما : $H = \frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L}$, $A = \frac{\pi D^2}{4}$

$$\frac{\text{آهنگ شارش در دومی}}{\text{آهنگ شارش در اولی}} = \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \times \left(\frac{L_1}{L_2}\right) \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} = \left(\frac{D_2}{2D_2}\right)^2 \times \frac{3L_2}{L_2} \times \frac{170-10}{120-30} = \frac{4}{3}$$

۵۶ ☆ از فلزی به ضریب انبساط حجمی $۱/۵ \times ۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$ ورقه‌ی نازکی ساخته‌ایم که ابعاد آن $۲/۵ \times ۲$ مترمربع است. اگر دمای آن را از $۲۵^\circ C$ به $۴۲۵^\circ C$ افزایش دهیم، بر مساحت آن چند سانتی‌متر مربع افزوده می‌شود؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

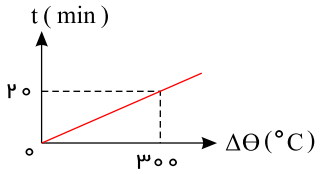
پاسخ: گزینه ۳ ابتدا ضریب انبساط سطحی فلز ۲α را از روی ضریب انبساط حجمی فلز محاسبه می‌نماییم.

ضریب انبساط حجمی: $\beta = ۳\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\beta}{۳} \Rightarrow ۲\alpha = \frac{۲\beta}{۳}$

$\Rightarrow ۲\alpha = \frac{۲}{۳} \times ۱/۵ \times ۱۰^{-۵} = ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$

$\Delta A = A_۱ ۲\alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta A = ۱۰^{-۵} \times (۲ \times ۲/۵) \times (۴۲۵ - ۲۵) = ۲ \times ۱۰^{-۲} m^۲ = ۲۰۰ cm^۲$

۵۷ ☆ نمودار زمان گرمادهی نسبت به تغییر دما برای ۲۰۰ گرم آلومینیوم به شکل زیر است. اگر بازده دستگاه گرماده ۶۰٪ باشد، توان آن چقدر است؟ ($c = ۹۰۰ J/kg^\circ C$ آلومینیوم)



۱) ۲۵W
۲) ۴۵W
۳) ۶۰W
۴) ۷۵W

پاسخ: گزینه ۴

$Q = P_{مفید}\, t \Rightarrow P_{مفید}\, t = mc\Delta\theta \Rightarrow P_{مفید} \times ۲۰ \times ۶۰ = ۲۰۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۹۰۰ \times ۳۰۰ \Rightarrow P_{مفید} = ۴۵W$

$Ra = \frac{P_{مفید}}{P_{کل}} \Rightarrow P_{کل} = \frac{۴۵}{۰/۶} = ۷۵W$ توان دستگاه گرماده

۵۸ ☆ در سطح یک صفحه‌ی نازک فلزی در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس، سوراخی به قطر ۲/۵ سانتی‌متر موجود است. در همان دما قطر یک کره‌ی فلزی ۲/۵۲ سانتی‌متر می‌باشد. دمای صفحه فلزی را به ۴۲۰ درجه سلسیوس می‌رسانیم، در آن دما کره‌ی فلزی می‌تواند از داخل حلقه به سختی عبور کند. ضریب انبساط سطحی صفحه‌ی فلزی چقدر بوده است؟

۱) $۴ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$ ۲) $۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$ ۳) $۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$ ۴) $۵ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C}$

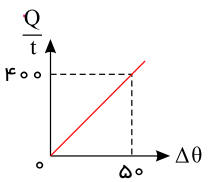
پاسخ: گزینه ۱ برای آن‌که کره‌ی فلزی بتواند از صفحه عبور کند، باید به اندازه‌ی اختلاف قطر اولیه‌ی کره و صفحه افزایش قطر داشته باشد:

$\Delta D = ۲/۵۲ - ۲/۵ = ۰/۰۲ cm$

$\Delta D = D_۱ \alpha \Delta\theta \Rightarrow ۰/۰۲ = \alpha \times ۲/۵ \times (۴۲۰ - ۲۰) \Rightarrow \alpha = ۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$ ضریب انبساط خطی

ضریب انبساط سطحی $= ۲\alpha = ۴ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$

۵۹ ☆ نمودار آهنگ شارش انرژی گرمایی نسبت به اختلاف دمای دو سر میله‌ای به صورت شکل زیر است. اگر حجم میله $۴۰۰۰ cm^۳$ باشد، طول میله برابر است با : $k = ۸۰ \frac{W}{m \cdot K}$ (رسانندگی گرمایی)



۱) ۰/۱m
۲) ۰/۲m
۳) ۰/۴m
۴) ۰/۸m

دهم متوسط

پاسخ: گزینه ۲

$$\frac{Q}{t}=k\frac{A}{L}\Delta\theta \Rightarrow ۴۰۰=۸۰\times\frac{A}{L}\times ۵۰ \Rightarrow \frac{A}{L}=۰/۱ \Rightarrow A=۰/۱\,L$$
$$V=AL \Rightarrow ۴۰۰۰\times ۱۰^{-۶}=۰/۱\,L\times L \Rightarrow L^۲=۴\times ۱۰^{-۲} \Rightarrow L=۰/۲m$$

۶۰ ☆ در درون ظرفی با جرم ناچیز مقداری آب ۸۰ درجه‌ی سلسیوس و مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس ریخته می‌شود. پس از تبادل گرمایی درون ظرف ۳۰ گرم یخ و ۸۰ گرم آب می‌ماند. به ترتیب از راست به چپ جرم آب و یخ اولیه چقدر بوده است؟

($c=۴/۲\times ۱۰^{۳}\frac{J}{kg\cdot C}$ آب و $L_F=۳/۳۶\times ۱۰^{۵}\frac{J}{kg}$ یخ)

۱) ۴۰ گرم و ۷۰ گرم ۲) ۷۰ گرم و ۴۰ گرم ۳) ۳۰ گرم و ۸۰ گرم ۴) ۵۰ گرم و ۶۰ گرم

پاسخ: گزینه ۱

یخ $۰^\circ C$ $\xrightarrow{Q_۱}$ آب $۰^\circ C$ $\xleftarrow{Q_۲}$ آب $۸۰^\circ C$

اگر m' جرم یخ ذوب شده و m جرم آب اولیه در نظر بگیریم:

$$Q_۱=Q_۲ \Rightarrow m'L_F=|mc\Delta\theta| \Rightarrow m'\times ۳/۳۶\times ۱۰^{۵}=m\times ۴/۲\times ۱۰^{۳}\times ۸۰ \Rightarrow m=m'$$

$$m+m'=۸۰ \Rightarrow ۲m=۸۰ \Rightarrow m=۴۰\,g$$ جرم آب اولیه و $m'=۴۰\,g$ جرم یخ ذوب شده

جرم یخ اولیه $=۴۰+۳۰=۷۰\,g$

۶۱ ☆ توان یک دستگاه گرماده ۲۵ وات بوده و بازده آن ۴۰٪ می‌باشد. با آن دستگاه چه مدت به ۲۰ گرم طلا در نقطه‌ی ذوب آن گرما داده شود تا کاملاً ذوب گردد؟ ($L_F=۶/۴۵\times ۱۰^{۴}\frac{J}{kg}$ گرمای نهان ذوب طلا)

۱) ۸۶ s ۲) ۴۳ s ۳) ۱۲۹ s ۴) ۲۵۸ s

پاسخ: گزینه ۳

$$P_{\text{مفید}}=۲۵\times ۰/۴=۱۰\,W$$
$$Q_{\text{دستگاه}}=Q_{\text{ذوب}}$$
$$Pt=mL_F \Rightarrow ۱۰t=۲۰\times ۱۰^{-۳}\times ۶/۴۵\times ۱۰^{۴} \Rightarrow t=۱۲۹\,s$$

۶۲ ☆ اگر ۱۲۰ kJ حرارت از ۴kg آب $۵^\circ C$ بگیریم، دمای نهایی آب برابر می‌شود با: ($L_f=۳۴۰\frac{kJ}{kg}$ و آب $c=۴\frac{kJ}{kg\cdot K}$)

۱) $۲^\circ C$ ۲) ۰ ۳) $۴^\circ C$ ۴) $۱^\circ C$

پاسخ: گزینه ۲

آب ۵° $\xrightarrow{Q_۱}$ آب صفر $\xrightarrow{Q_۲}$ یخ صفر

$$\begin{cases}Q_۱=mc\Delta\theta\\ Q_۱=۴\times ۴\times(۰-۵)=-۸۰kJ\end{cases},\quad \begin{cases}Q_۲=-mL_F\\ Q_۲=-۴\times ۳۴۰=-۱۳۶۰kJ\end{cases}$$

$$\Rightarrow Q=Q_۱+Q_۲=-۸۰-۱۳۶۰=-۱۴۴۰kJ$$

پس از آب باید ۱۴۴۰ kJ گرما بگیریم تا منجمد شود. ولی ما فقط می‌توانیم ۱۲۰ kJ حرارت بگیریم، پس آب $۵^\circ C$ به آب صفر تبدیل می‌شود، اما تمام آب انجماد پیدا نمی‌کند، فقط قسمتی از آب یخ می‌بندد. پس دمای نهایی مجموعه صفر می‌گردد.

۶۳ ☆ ۲۰۰ گرم آب ۲۰° را با ۰/۵kg آب ۳۰° مخلوط می‌کنیم، دمای نهایی $۲۵^\circ C$ می‌شود. سیستم با خارج چه مقدار گرما مبادله کرده است؟ ($c=۴\frac{kJ}{kg\cdot K}$)

۱) ۶kJ وارد سیستم شده ۲) ۶kJ از سیستم خارج شده ۳) صفر ۴) ۱۲kJ به سیستم وارد شده

پاسخ: گزینه ۲ مجموع گرماهای مبادله شده صفر است.

$$\sum Q = ۰ \Rightarrow mc\Delta\theta + m'c'\Delta\theta + Q_{\text{مبادله شده}} = ۰$$
$$\Rightarrow ۰/۲ \times ۴(۲۵ - ۲۰) + ۰/۵ \times ۴(۲۵ - ۳۰) + Q_{\text{مبادله شده}} = ۰ \Rightarrow Q_{\text{مبادله شده}} = -۶\text{kJ}$$

۶۴ ☆ ۱۰ گرم بخار آب ۱۱۰°C را به قطعه یخ بزرگ صفر درجه می‌دهیم. جرم یخ ذوب شده تقریباً چند گرم خواهد شد؟

$$(c = ۴\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\text{ آب و }c = ۲\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\text{ بخار آب و }L_V = ۲۲۵۶\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\text{ آب و }L_F = ۳۳۴\frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

۱) ۸۰ گرم ۲) ۱۰۰ گرم ۳) ۰ ۴) ۸ گرم

پاسخ: گزینه ۱ چون قطعه یخ بزرگ است، بخار آب ۱۱۰°C به آب ۰°C تبدیل می‌شود و طی فرآیندهای زیر حرارت می‌دهد. حرارت‌های حاصل به یخ داده شده و قسمتی از یخ را ذوب می‌کند و قسمتی از یخ باقی می‌ماند و دمای نهایی صفر می‌شود. نهایتاً در ظرف، یخ و آب صفر درجه وجود دارد. قسمتی از آب صفر درجه از میعان بخار آب و قسمت دیگر آن از ذوب یخ به وجود آمده است.

$$۱۱۰^\circ\text{C}\text{ بخار} \xrightarrow{Q_۱} ۱۰۰^\circ\text{C}\text{ بخار} \xrightarrow{Q_۲} ۱۰۰^\circ\text{C}\text{ آب} \xrightarrow{Q_۳} ۰^\circ\text{C}\text{ آب}$$
$$۰^\circ\text{C}\text{ یخ} \xrightarrow{Q_۴} ۰^\circ\text{C}\text{ آب}$$

$$Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ + Q_۴ = ۰$$
$$\Rightarrow ۰/۰۱ \times ۲ \times (۱۰۰ - ۱۱۰) + (-۰/۰۱) \times ۲۲۵۶ + ۰/۰۱ \times ۴ \times (۰ - ۱۰۰) + m' \times ۳۳۴ = ۰$$
$$-۰/۲ - ۲۲/۵۶ - ۴ + ۳۳۴m' = ۰ \Rightarrow m' = \frac{۲۶/۷۶}{۳۳۴} \simeq ۰/۰۸\text{kg} = ۸۰\text{g}$$

۶۵ ☆ قطعه یخی به جرم $۰/۵\text{kg}$ با دمای ۰°C از ارتفاع ۴۰۰ متری رها می‌گردد. پس از برخورد به آب صفر درجه چه مقدار از این یخ ذوب می‌شود؟ $(L_F = ۳۳۴\frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$

۱) $\frac{۱}{۱۶۷}\text{kg}$ ۲) $۰/۵\text{kg}$ ۳) $۰/۲\text{kg}$ ۴) $۰/۰۲\text{kg}$

پاسخ: گزینه ۱ انرژی پتانسیل گرانشی قطعه یخ هنگام برخورد به سطح آب به انرژی جنبشی تبدیل شده و سپس این انرژی به حرارت تبدیل می‌گردد. نهایتاً قطعه یخ صفر در آب صفر قرار داشته و مقداری حرارت در محیط وجود دارد که سبب ذوب مقداری یخ می‌شود. لازم به ذکر است اگر آب و یخ مخلوط داشته باشیم که دمای تعادل صفر باشد، اولویت با تغییر حالت است، یعنی اگر به سیستم حرارت دهیم ابتدا یخ ذوب می‌شود.

$$mgh = Q = ۰/۵ \times ۱۰ \times ۴۰۰ = ۲۰۰۰\text{J}$$
$$Q = m'L_F \Rightarrow ۲۰۰۰ = m' \times ۳۳۴۰۰۰ \Rightarrow m' = \frac{۲}{۳۳۴} = \frac{۱}{۱۶۷}\text{kg}$$

۶۶ ☆ اگر به ۲۰۰ گرم یخ -۱۰°C مقدار $۱۰\,\text{kJ}$ حرارت دهیم. دمای نهایی چند درجه سانتیگراد می‌شود؟

$$(c = ۲\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\text{ ،}L_F = ۳۲۰\frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

۱) ۲ ۲) -۲ ۳) -۸ ۴) ۰

پاسخ: گزینه ۴

$$-۱۰^\circ\text{C}\text{ یخ} \xrightarrow{Q_۱ = mc\Delta\theta} ۰^\circ\text{C}\text{ یخ} \xrightarrow{Q_۲ = mL_F} ۰^\circ\text{C}\text{ آب}$$

برای ذوب کامل یخ، مجموع گرماهای $Q_۱$ و $Q_۲$ را باید به یخ بدهیم:

$$Q_۱ = mc\Delta\theta = ۰/۲ \times ۲ \times (۰ - (-۱۰)) = ۴\text{kJ}$$
$$Q_۲ = mL_F = ۰/۲ \times ۳۲۰ = ۶۴\text{kJ}$$
$$\Rightarrow Q_۱ + Q_۲ = ۶۴ + ۴ = ۶۸\text{kJ}$$

۶۸kJ حرارت برای ذوب کامل یخ نیاز است، اما فقط $۱۰\,\text{kJ}$ حرارت می‌توانیم به یخ بدهیم، پس یخ را می‌توان به صفر رساند ولی تمامی آن را نمی‌توان ذوب نمود، در نتیجه دمای نهایی صفر است و مخلوط آب و یخ داریم.

۶۷ ☆ در گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $16\frac{kJ}{k}$، مقدار ۲۰۰ گرم آب $20^\circ C$ موجود است. چند کیلوژول گرما از مجموعه بگیریم تا ۱۰۰ گرم از جرم آب یخ ببندد؟

$(L_f = 320\frac{kJ}{kg}$ و آب $c = 4\frac{kJ}{kg\cdot k})$

۱) ۳۶۸ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

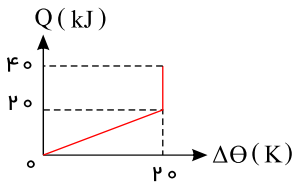
پاسخ: گزینه ۱ دمای نهایی مجموعه صفر می‌شود، چون مقداری از آب به یخ صفر تبدیل شده و بقیه‌ی آن به صورت آب صفر درجه در ظرف باقی می‌ماند.

(توجه کنیم که ابتدا ظرف و آب داخل آن $20^\circ C$ است.)

(ظرف $20^\circ C$) $\xrightarrow{Q_1}$ (ظرف $0^\circ C$) (آب $20^\circ C$) $\xrightarrow{Q_2}$ (آب $0^\circ C$) (یخ $0^\circ C$) $\xrightarrow{Q_3}$ (آب صفر)

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = mc_{ظرف}\Delta\theta + m'c_{آب}\Delta\theta - m''L_f$$
$$= 16 \times ((0 - 20)) + 0/2 \times 4 \times ((0 - 20)) - 0/1 \times 320 = -368kJ$$

۶۸ ☆ نمودار تغییرات دما بر حسب گرمای داده شده به آن به‌صورت شکل مقابل است. اگر جرم ماده برابر $2kg$ باشد ظرفیت گرمای ویژه و گرمای نهان ذوب آن کدام گزینه است؟



۱) $L_F = 20\frac{kJ}{kg}$ و $c = 5\frac{kJ}{kg\cdot K}$

۲) $L_F = 10\frac{kJ}{kg}$ و $c = 0/5\frac{kJ}{kg\cdot K}$

۳) $L_F = 10\frac{kJ}{kg}$ و $c = 10\frac{kJ}{kg\cdot K}$

۴) $L_F = 100\frac{kJ}{kg}$ و $c = 50\frac{kJ}{kg\cdot K}$

پاسخ: گزینه ۲ در مرحله‌ی اول $20kJ$ حرارت داده شده و دمای آن $20k$ بالا رفته است.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 20 = 2 \times c \times (20) \Rightarrow c = 0/5\frac{kJ}{kg\cdot K}$$

در مرحله‌ی دوم $20kJ$ حرارت داده و دما ثابت بوده و تغییر حالت صورت گرفته است.

$$Q = mL_F \Rightarrow 40 - 20 = 2L_f \Rightarrow L_F = 10\frac{kJ}{kg}$$

۶۹ ☆ به ۴۰۰ گرم یخ $-10^\circ C$ چقدر حرارت دهیم تا ۱۰۰ گرم از آن یخ باقی بماند؟ ($c = 4\frac{kJ}{kg\cdot K}$ آب و $c = 2\frac{kJ}{kg\cdot K}$ یخ و $L_F = 320\frac{kJ}{kg}$)

۱) ۴۰ kJ ۲) ۸۰ kJ ۳) ۹۶ kJ ۴) ۱۰۴ kJ

پاسخ: گزینه ۴

چون ۱۰۰ گرم یخ باقی مانده پس در مرحله‌ی ذوب ۳۰۰ گرم از یخ ذوب می‌شود.

$m = 400g$ یخ $-10^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1}$ $m = 300g$ یخ $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2}$ آب $0^\circ C$

$$Q = Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta + m'L_F = 0/4 \times 2 \times (0 - (-10)) + 0/3 \times 320 = 8 + 96 = 104kJ$$

۳۰۰ گرم از جرم یخ ذوب می‌گردد.

۷۰ ☆ انرژی درونی یک کیلوگرم سرب افزایش بیش‌تری پیدا می‌کند یا یک کیلوگرم آب وقتی که افزایش دمای آن دو یکسان است؟

$(c_{\text{سرب}} < c_{\text{آب}})$

۱) سرب
۲) آب
۳) یکسان است.
۴) هر سه مورد می‌تواند درست باشد.

پاسخ: گزینه ۲ چون ظرفیت گرمایی ویژه آب بیش‌تر از سرب است، طبق رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$ گرمای داده شده به آب بیش‌تر از گرمای داده شده به سرب است.

۷۱ ☆ دو گلوله‌ی هم جنس را با هم تماس می‌دهیم. گلوله‌ی سنگین‌تر ابتدا دمای بیش‌تری دارد. بعد از برقراری تعادل گرمایی:

۱) هر دو گلوله به یک اندازه تغییر دما می‌دهند.
۲) تغییر دمای گلوله سنگین‌تر بیش‌تر است.
۳) تغییر دمای گلوله سنگین‌تر کم‌تر است.
۴) انرژی درونی دو گلوله مساوی می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ اندازه‌ی حرارت مبادله شده بین دو گلوله مساوی است:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow Mc\Delta\theta_1 = mc\Delta\theta_2 \xrightarrow{M>m} \Delta\theta_1 < \Delta\theta_2$$

نکته: چون جنس گلوله‌ها یکسان است، پس ظرفیت گرمایی ویژه آنها با هم برابر است. $(c_1 = c_2)$

۷۲ ☆ گلوله‌ای به جرم m و دمای $200^\circ C$ را روی یک قطعه یخ بزرگ صفر قرار می‌دهیم. جرم یخ ذوب شده (m') چقدر است؟

$(c_{\text{گلوله}} = 480 \frac{J}{kg \cdot K}$ و $L_F = 336 \frac{kJ}{kg \cdot K})$

۱) $m' = \frac{2}{7}m$
۲) $m' = \frac{1}{2}m$
۳) $m' = \frac{1}{3}m$
۴) $m' = 8m$

پاسخ: گزینه ۱ توجه کنیم وقتی قطعه یخ بزرگ است، مفهوم آن این است که گلوله مقداری از یخ را ذوب می‌کند، یعنی در نهایت گلوله‌ی صفر درجه و آب ذوب شده صفر درجه و بقیه‌ی یخ صفر درجه در سیستم وجود دارد.

گلوله $200^\circ C \xrightarrow{Q_2} 0^\circ C$ و آب $0^\circ C$ یخ $\xrightarrow{Q_1} 0^\circ C$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m'L_V + mc\Delta\theta = 0 \Rightarrow m' \times 336000 + m \times 480 \times (0 - 200) = 0 \Rightarrow m' = \frac{2}{7}m$$

۷۳ ☆ قطعه یخی به جرم ۲۰۰ g را در داخل آب صفر درجه می‌اندازیم، جرم آن ۲۱۰ g می‌گردد. دمای اولیه‌ی یخ چقدر بوده است؟

$(L_F = 360 \frac{kJ}{kg}$ و $c_{\text{یخ}} = 2 \frac{kJ}{kg \cdot k})$

۱) $-8^\circ C$
۲) $-9^\circ C$
۳) $-10^\circ C$
۴) ۰

پاسخ: گزینه ۲

جرم آب یخ بسته (m') آب صفر درجه $\xleftarrow{Q_2}$ یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_1}$ یخ $(m)\theta$

آب $0^\circ C$ گرما می‌دهد و به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود (Q_1) و یخ $\theta^\circ C$ حرارت می‌گیرد و به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta - m'L_F = 0 \Rightarrow 0/2 \times 2000 \times (0 - (\theta)) - 0/01 \times 360000 = 0$$
$$\Rightarrow -400\theta = 3600 \Rightarrow \theta = -9^\circ C$$

۷۴ ☆ یک گلوله‌ی فلزی به ظرفیت گرمایی $36 \frac{kJ}{K}$ و دمای $100\,C$ چند گرم یخ صفر درجه را می‌تواند ذوب کند؟ $(L_F = 360 \frac{kJ}{kg})$

۱) $2kg$
۲) $1kg$
۳) $10kg$
۴) $8kg$

پاسخ: گزینه ۳

باتوجه به آنکه ظرفیت گرمایی برابر $A = mc$ می باشد، داریم:

$0 =$ گرمایی که یخ می گیرد ذوب شود $+$ گرمایی که فلز از دست می‌دهد

$mc\Delta\theta + m'L_F = ۰ \Rightarrow ۳۶ \times (۰ - ۱۰۰) + m' \times ۳۶۰ = ۰ \Rightarrow m' = ۱۰\,kg$

۷۵ ☆ از دو جسم A و B مقدار یکسانی گرما می‌گیریم. اگر جرم آن‌ها یکسان باشد، کدام‌یک تغییرات دمای کم‌تری پیدا می‌کند؟

۱) آن‌که ظرفیت گرمایی ویژه بیش‌تری دارد.
۲) آن‌که ظرفیت گرمایی ویژه کم‌تری دارد.
۳) آن‌که ظرفیت گرمایی بیش‌تری دارد.
۴) گزینه‌های ۲ و ۳ درست است.

پاسخ: گزینه ۱

$Q_۱ = Q_۲ \Rightarrow mc\Delta\theta = mc'\Delta\theta' \Rightarrow \frac{c'}{c} = \frac{\Delta\theta}{\Delta\theta'}$

چون $c \propto \frac{۱}{\Delta\theta}$ است پس گلوله‌ای که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی بیش‌تری دارد، تغییرات دمای کم‌تری پیدا می‌کند.

۷۶ ☆ ۱۰۰ گرم بخار آب صد درجه را در M گرم آب $۷۶^\circ C$ وارد می‌کنیم. اگر پس از تعادل ۴۰ گرم بخار باقی بماند، M چقدر است؟ ($L_V = ۲۴۰۰ \frac{kJ}{kg}$ ، $۴ \frac{kJ}{kg \cdot K}$)

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

پاسخ: گزینه ۱ جرم بخاری که به آب جوش تبدیل شده: $۱۰۰ - ۴۰ = ۶۰ = m'$

چون بخار $۱۰۰^\circ C$ باقی مانده است، پس آب $۷۶^\circ C$ به آب جوش $۱۰۰^\circ C$ تبدیل شده و مقداری از بخار (m') نیز به آب جوش تبدیل شده و دمای نهایی مجموعه $۱۰۰^\circ C$ است.

آب $۴۶^\circ C \xleftarrow{Q_۲}$ آب $۱۰۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱}$ بخار $۱۰۰^\circ C$

$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow -\frac{۶۰}{۱۰۰۰} \times ۲۴۰۰ + M \times ۴ \times (۱۰۰ - ۷۶) = ۰ \Rightarrow M = \frac{۳}{۲} kg$

۷۷ ☆ به قطعه یخی به جرم ۲kg که دمای آن $-۱۰^\circ C$ است، ۳۷۴kJ حرارت می‌دهیم. کدام گزینه غلط است؟
(آب $c = ۴ \frac{kJ}{kg \cdot K}$ و $L_F = ۳۳۴ \frac{kJ}{kg}$ و یخ $c = ۲ \frac{kJ}{kg \cdot K}$)

۱) دمای نهایی صفر شود.
۲) یک کیلوگرم یخ ذوب می‌گردد.
۳) یک کیلوگرم یخ باقی می‌ماند.
۴) دمای نهایی $-۲^\circ C$ می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

آب $۰^\circ C \xleftarrow{Q_۲}$ یخ $۰^\circ C \xleftarrow{Q_۱}$ یخ $-۱۰^\circ C$

$\Rightarrow \begin{cases} Q_۱ = ۲ \times ۲ \times (۰ - (-۱۰)) = ۴۰\,kJ \\ Q_۲ = mL_F = ۲ \times ۳۳۴ = ۶۶۸\,kJ \end{cases}$

۲۰۰ کیلوژول حرارت نمی‌تواند تمام یخ را ذوب کند، پس دمای نهایی صفر بوده و مقداری از یخ ذوب شده (m') و نهایتاً مخلوط آب و یخ دمای صفر داریم.

$۳۷۴ - ۴۰ = ۳۳۴kJ$

$Q = m'L_F \Rightarrow ۳۳۴ = m' \times ۳۳۴ \Rightarrow m' = ۱kg$

۷۸ ☆ به ۱۰۰ g یخ با دمای $-۳^\circ C$ با توان $۵۰۰ \frac{J}{s}$ گرما می‌دهیم. پس از یک دقیقه دمای مجموعه چقدر می‌گردد؟
(آب $c = ۴ \frac{kJ}{kg \cdot K}$ و یخ $c = ۲ \frac{kJ}{kg \cdot K}$ و $L_F = ۳۴۰ \frac{kJ}{kg}$)

۱) ۰
۲) $-۱٫۵^\circ C$
۳) $۲^\circ C$
۴) $۴٫۲^\circ C$

پاسخ: گزینه ۱ حرارتی که در یک دقیقه به یخ می‌دهیم:

$W = P \cdot t \Rightarrow W = ۵۰۰ \times ۶۰ = ۳۰۰۰۰\,J = ۳۰kJ$

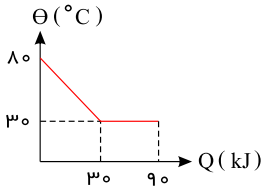
آب $۰^\circ C \xrightarrow{Q_۲}$ یخ $۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱}$ یخ $-۳^\circ C$

$Q_۱ = mc\Delta\theta = ۰٫۱ \times ۲ \times (۰ - (-۳)) = ۰٫۶kJ$

$Q_۲ = mL_F = ۰٫۱ \times ۳۴۰ = ۳۴kJ$

یخ برای ذوب کامل خود $۳۴٫۶\text{kJ}$ حرارت نیاز دارد، پس همه‌ی یخ ذوب نمی‌گردد و دمای تعادل صفر می‌شود.

۷۹ ☆ نمودار گرمای گرفته شده از مایعی به جرم یک کیلوگرم به صورت داده شده است. ظرفیت گرمایی ویژه و گرمای نهان ذوب کدام گزینه است؟



۱) $L_F = ۱۶۰\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و $c = ۰٫۵\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

۲) $L_F = ۸۰\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و $c = ۰٫۶\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

۳) $L_F = ۶۰\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و $c = ۰٫۶\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

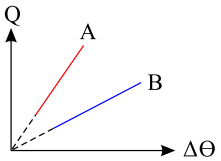
۴) $L_F = ۶۰\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و $c = ۰٫۵\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

پاسخ: گزینه ۳

$$Q_۱ = mc\Delta\theta = ۱ \times c \times (۳۰ - ۸۰) = -۳۰ \Rightarrow c = ۰٫۶\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$Q_۲ = -mL_F \Rightarrow -۶۰ = ۱ \times L_F \Rightarrow L_F = ۶۰\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

۸۰ ☆ نمودار تغییرات دمای دو جسم A و B بر حسب گرمای داده شده به آن‌ها مطابق شکل است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟



۱) $m_A > m_B$

۲) ظرفیت گرمایی A بزرگ‌تر از ظرفیت گرمایی B است.

۳) ظرفیت گرمایی ویژه B بزرگ‌تر از ظرفیت گرمایی ویژه A است.

۴) ظرفیت گرمایی ویژه B کوچک‌تر از ظرفیت گرمایی ویژه A است.

پاسخ: گزینه ۲ طبق رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$، شیب نمودار گرما بر حسب تغییرات دما برابر mc است. طبق نمودارها شیب خط A بزرگ‌تر از B است، پس ظرفیت گرمایی A بیش‌تر از ظرفیت گرمایی B است. ولی نمی‌توان در مورد ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آن اظهار نظر کرد.

$$(mc)_A > (mc)_B$$

۸۱ ☆ قطعه یخی به جرم $۶۶٫۸\,\text{kg}$ و دمای صفر درجه از ارتفاع ۲۰۰m رها می‌گردد و در داخل آب دریاچه صفر درجه فرو می‌رود. چقدر از جرم یخ کم می‌شود؟ $(L_F = ۳۳۴\frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$

۱) $۰٫۲\text{kg}$ ۲) $۰٫۴\text{kg}$ ۳) $۰٫۵\text{kg}$ ۴) ۲kg

پاسخ: گزینه ۲ انرژی مکانیکی قطعه یخ که انرژی پتانسیل گرانشی می‌باشد به حرارت تبدیل شده و سبب ذوب مقداری از یخ می‌گردد. Mجرم اولیه‌ی یخ و m جرم یخ باقیمانده است.

$$Mgh = mL_F \Rightarrow ۶۶٫۸ \times ۱۰ \times ۲۰۰ = ۳۳۴۰۰۰ \times m \Rightarrow m = ۰٫۴\text{kg}$$

۸۲ ☆ مقدار گرمای لازم برای به جوش آوردن مقداری آب ۲۰°C در سطح دریا برابر Q و در قله‌ی کوه $\frac{۳}{۴}Q$ می‌باشد. با فرض ثابت بودن گرمای ویژه آب و صرف نظر کردن از تغییرات آن، اختلاف دمای جوش در دو مکان کدام گزینه است؟

۱) ۶۰°C ۲) ۲۰°C ۳) ۱۰°C ۴) ۵°C

پاسخ: گزینه ۲ θ نقطه‌ی جوش در سطح دریا و θ' نقطه‌ی جوش در قله‌ی کوه است.

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ \frac{۳}{۴}Q = mc\Delta\theta \end{cases} \Rightarrow \frac{Q}{\frac{۳}{۴}Q} = \frac{mc(\theta - ۲۰)}{mc(\theta' - ۲۰)} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \frac{\theta - ۲۰}{\theta' - ۲۰}$$

$$\xrightarrow{\theta_{\text{سطح دریا}} = ۱۰۰^\circ\text{C}} \theta' = ۸۰^\circ\text{C} \Rightarrow \theta - \theta' = ۲۰^\circ\text{C}$$

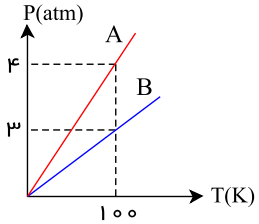
۸۳ ☆ حجم گاز کاملی ۱۲۰ سانتی‌متر مکعب و دمای آن ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد است. دمای این گاز را در فشار ثابت چند درجه‌ی سانتی‌گراد کاهش دهیم تا حجم آن ۱۸ سانتی‌متر مکعب تغییر کند؟

۱) ۳۶ ۲) ۳۸ ۳) ۴۲ ۴) ۴۵

پاسخ: گزینه ۴

$$P=\text{ثابت} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta T}{T_1} \Rightarrow \frac{18}{120}=\frac{\Delta T}{27+273} \Rightarrow \frac{18}{120}=\frac{\Delta T}{300} \Rightarrow \Delta T=45K \xrightarrow{\Delta T=\Delta\theta} \Delta\theta=45^\circ C$$

۸۴ ☆ نمودار $P-T$ برای دو گاز کامل A و B در حجم‌های ثابت به شکل زیر داده شده است. اگر تعداد مول گاز A، ۸ برابر تعداد مول گاز B باشد کدام گزینه صحیح است؟



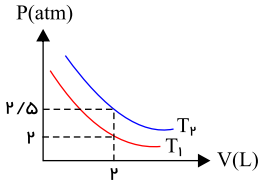
۱) $V_A=\frac{2}{3}V_B$ ۲) $V_A=\frac{3}{2}V_B$

۳) $V_A=\frac{1}{6}V_B$ ۴) $V_A=6V_B$

پاسخ: گزینه ۴ از قانون گازهای کامل رابطه‌ی مقایسه‌ای زیر را می‌توان نوشت:

$$PV=nRT \Rightarrow \frac{P_A}{P_B}\times\frac{V_A}{V_B}=\frac{n_A}{n_B}\times\frac{T_A}{T_B} \Rightarrow \frac{4}{3}\times\frac{V_A}{V_B}=8\times 1 \Rightarrow \frac{V_A}{V_B}=6$$

۸۵ ☆ نمودار $P-V$ برای گاز کاملی در فرآیند هم‌دما در دو جرم متفاوت $m_2=3m_1$ و در دمای متفاوت رسم شده است. کدام رابطه بین دماهای T_1 و T_2 برقرار است؟



۱) $T_2=\frac{15}{4}T_1$ ۲) $T_2=\frac{4}{15}T_1$

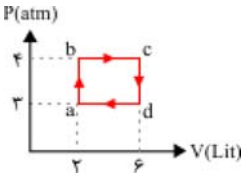
۳) $T_2=\frac{5}{12}T_1$ ۴) $T_2=\frac{12}{5}T_1$

پاسخ: گزینه ۳

از قانون عمومی گازها رابطه‌ی مقایسه‌ای زیر را می‌توان نوشت:

$$PV=\frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{P_2}{P_1}\times\frac{V_2}{V_1}=\frac{m_2}{m_1}\times\frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{2/5}{2}\times\frac{2}{2}=3\times\frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\frac{5}{12}$$

۸۶ ☆ نمودار $P-V$ برای گاز کاملی در چرخه‌ای به شکل زیر داده شده است بیش‌ترین دمای گاز در این چرخه چند برابر کم‌ترین دمای آن است؟ $(R=8)$



۱) ۲ ۲) ۴

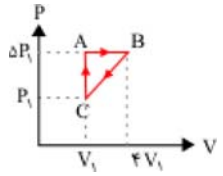
۳) ۶ ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۲ از قانون عمومی گازها دمای مطلق گاز با حاصل‌ضرب $(P\times V)$ در هر نقطه متناسب است. $PV=nRT$

بنابراین بیش‌ترین دمای گاز در نقطه‌ی c و کم‌ترین دمای آن در نقطه‌ی a خواهد بود پس خواهیم داشت:

$$\frac{T_c}{T_a}=\frac{P_cV_c}{P_aV_a}=\frac{4\times 6}{3\times 2}=4$$

۸۷ ☆ گاز کاملی چرخه‌ای مطابق شکل زیر طی می‌کند. کاری که گاز در مسیر AB انجام می‌دهد چند برابر کاری است که در مسیر BC انجام می‌دهد؟



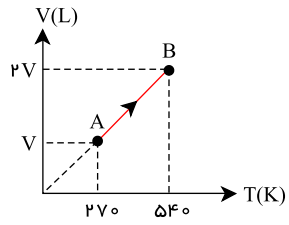
۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) $-\frac{۵}{۳}$

۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $-\frac{۵}{۴}$

پاسخ: گزینه ۲ سطح زیر نمودار $P-V$ کار روی گاز را نشان می‌دهد و چون کار در مسیر AB به علت افزایش حجم گاز منفی و در مسیر BC به علت کاهش حجم گاز مثبت است، نسبت کارها منفی می‌باشد.

$$\frac{W_{AB}}{W_{BC}} = -\frac{۵P_۱ \times ۳V_۱}{\frac{۵P_۱ + P_۱}{۲} \times ۳V_۱} = -\frac{۵}{۳}$$

۸۸ ☆ نمودار زیر تغییر حالت ۲ مول گاز کامل را در فرآیند AB نشان می‌دهد. کار انجام شده در این تحول چند ژول است؟ $(R = ۸\frac{J}{molK})$



۱) ۰

۲) ۴۳۲۰

۳) -۴۳۲۰

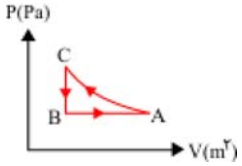
۴) به V بستگی دارد.

پاسخ: گزینه ۳ نمودار $V-T$ در فرآیند هم فشار همواره خطی است که از مبدأ می‌گذرد و شیب آن $\frac{nR}{P}$ است.

$$(PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nR}{P}T \Rightarrow \text{شیب خط} = \frac{nR}{P})$$

$$W = -P \cdot \Delta V = -P(V_۲ - V_۱) = -nR(T_۲ - T_۱) \Rightarrow W = -۲ \times ۸(۵۴۰ - ۲۷۰) = -۴۳۲۰J$$

۸۹ ☆ ۲ مول از یک گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای را طی می‌کند. فرآیند AC بی دررو و کار در مسیر AB برابر ۲۰۰J بوده و گاز ۸۰۰J گرما از دست داده است. کار در فرآیند AC چند ژول است؟



۱) ۱۰۰J ۲) ۲۰۰J

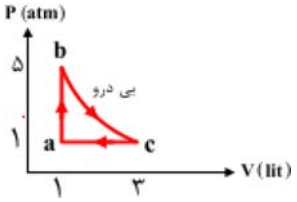
۳) ۸۰۰J ۴) ۱۰۰۰J

پاسخ: گزینه ۴

در هر چرخه $\Delta U = ۰$ می باشد.

$$\Delta U_{ACBA} = ۰ \Rightarrow \underbrace{Q_{CB} + Q_{BA}}_{-۸۰۰} + W_{BA} + W_{AC} = ۰ \Rightarrow -۸۰۰ - ۲۰۰ + W_{CA} = ۰ \Rightarrow W_{CA} = ۱۰۰۰\,J$$

۹۰ ☆ گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای مطابق شکل را طی می‌کند. در این چرخه محیط چه مقدار کار روی گاز انجام داده است؟



۱) $+۲۰۰\,J$

۲) $+۱۰۰\,J$

۳) $-۱۰۰\,J$

۴) $-۲۰۰\,J$

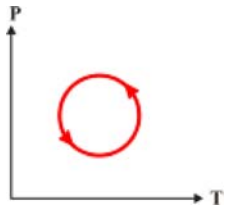
پاسخ: گزینه ۳

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow \underline{W_{ac}} + Q_{ac} + \underbrace{W_{ab}}_{۰} + Q_{ab} + \underline{W_{bc}} + \underbrace{Q_{bc}}_{۰} = ۰ \Rightarrow \underbrace{W_{ac} + W_{bc}}_{W_{کل}} + Q_{qc} + Q_{qb} = ۰$$

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow W_{کل} + Q_{ca} + Q_{ab} = ۰ \Rightarrow W + nC_V\Delta T + nC_P\Delta T = ۰ \Rightarrow W + \frac{۳}{۲}V\Delta P + \frac{۵}{۲}P\Delta V = ۰$$

$$\Rightarrow W = -\frac{۳}{۲} \times ۱ \times (۵ - ۱) \times ۱۰^۲ + \left(-\frac{۵}{۲}\right) \times ۱ \times (۱ - ۳) \times ۱۰^۲ = -۶۰۰ + ۵۰۰ = -۱۰۰\ J$$

۹۱ ☆ نمودار $P - T$ برای گاز کاملی در یک چرخه مطابق شکل است، در یک چرخه چند مرتبه حجم گاز به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد؟

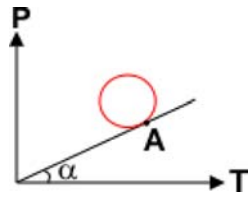


۱) ۲ مرتبه
۲) ۳ مرتبه
۳) ۱ مرتبه
۴) ۴ مرتبه

پاسخ: گزینه ۳ با توجه به معادله حالت گاز کامل داریم:

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} \Rightarrow \frac{۱}{V} = \frac{P}{nRT}$$

بنابراین شیب نمودار $P - T$ با $\frac{۱}{V}$ رابطه مستقیم دارد. بنابراین در نقطه ای که شیب نمودار کمترین است V بیشترین است که آن هم تنها در نقطه A است. و تنها در یک نقطه شیب تا این اندازه کم و V تا این اندازه زیاد است.

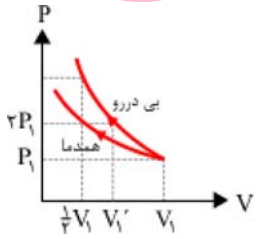


۹۲ ☆ حجم گازی در طی یک فرآیند هم دما نصف می‌گردد، در فرآیند بی‌دروی آن میزان کاهش حجم گاز چقدر می‌گردد در صورتی که در دو فرآیند فشار ثانویه گاز یکسان باشد؟

۱) بیش‌تر از نصف کم می‌گردد.
۲) کم‌تر از نصف کم می‌گردد.
۳) نصف می‌گردد.
۴) هر سه مورد می‌تواند درست باشد.

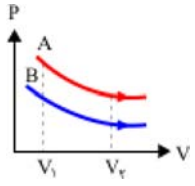
پاسخ: گزینه ۲

$$V_۱ > V'_۱ > \frac{۱}{۲}V_۱$$



در فرآیند بی‌درو حجم گاز کم‌تر می‌گردد ولی نصف مقدار اولیه نمی‌گردد.

۹۳ ☆ نمودار $P - V$ گاز کاملی در دو فرآیند هم دمای A و B مطابق شکل داده شده است. در کدام فرآیند گاز گرمای بیش‌تری دریافت می‌کند؟ (در هر دو مرحله حجم گاز از $V_۱$ به $V_۲$ می‌رسد.)



۱) A
۲) B
۳) در هر دو یکسان است.
۴) به طور قطع نمی‌توان اظهار نظر کرد.

پاسخ: گزینه ۱

سطح زیر نمودار $P - V$ برابر کار می باشد. چون سطح زیر نمودار A بزرگتر از B است در نتیجه $|W_A| > |W_B|$

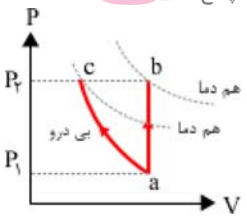
$$\begin{cases} \Delta U_A = ۰ \\ \Delta U_B = ۰ \end{cases} \Rightarrow Q_A + W_A = Q_B + W_B$$

$$|W_A| > |W_B| \Rightarrow Q_A > Q_B$$

۹۴ ☆ فشار مقدار معینی از یک گاز کامل (P_1) را از یک حالت معینی یک بار تحت فرآیند هم حجم و بار دیگر تحت فرآیند بی دررو تا فشار P_2 به طور آرمانی افزایش می‌دهیم. کدام گزینه درباره‌ی انرژی درونی گاز در پایان تحول درست است؟

۱) بی‌دررو $U > U$ هم حجم
۲) بی‌دررو $U < U$ هم حجم
۳) بی‌دررو $U = U$ هم حجم
۴) هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

پاسخ: گزینه ۱

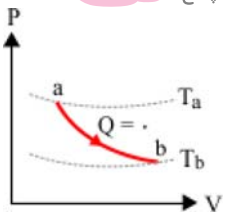


$T_b > T_c \Rightarrow U_b > U_c$

۹۵ ☆ در یک فرآیند بی دررو که در آن انبساط صورت گرفته است دمای گاز:

۱) تغییر نمی‌کند.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

پاسخ: گزینه ۳



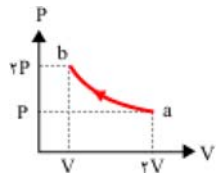
$\Delta U_{ab} = Q_{ab} + W_{ab} = 0 + W_{ab}$

کار در مسیر ab منفی است. دو سر یک نمودار بی دررو روی دو نمودار هم دما است. $T_a > T_b$

روش دوم: تناسب زیر در فرآیند بی دررو برقرار است: $(V \propto \frac{1}{P} \propto \frac{1}{T})$

انبساط بی دررو $T \downarrow \leftarrow V \uparrow$

۹۶ ☆ شکل داده شده فرآیند گازی را در تراکم نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد این فرآیند قطعاً درست است؟

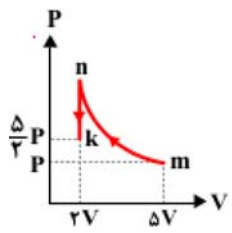


۱) فرآیند هم دما است.
۲) فرآیند بی‌دررو است.
۳) انرژی درونی در طول فرآیند ثابت است.
۴) انرژی درونی و دما در حالت a و b برابر است.

پاسخ: گزینه ۴

$\frac{P_a V_a}{T_a} = \frac{P_b V_b}{T_b} \Rightarrow T_a = T_b, U_a = U_b$

۹۷ ☆ نمودار $P - V$ گاز کاملی که از نقطه‌ی m به n و سپس به k رفته مطابق شکل است کدام گزینه درست است؟



۱) $T_m = T_n$
۲) $T_n > T_m$
۳) $T_k = T_n$
۴) $T_m < T_k$

دهم متوسط

پاسخ: گزینه ۲

$$\frac{P_m V_m}{T_m} = \frac{P_k V_k}{T_k} \Rightarrow T_k = T_m \ , \ T_n > T_k \Rightarrow T_n > T_m$$

۹۸ ☆ انرژی درونی دستگاهی متشکل از یک گاز کامل در فشار ثابت $۱۰^۵ Pa$ به اندازه‌ی $۱۷۵۰ J$ افزایش می‌یابد و دستگاه $۱۳۵۰ J$ گرما جذب می‌کند، حجم گاز چند مترمکعب تغییر می‌کند؟

۱) $۱۰^{-۳}$ ۲) ۲×۱۰^{-۳} ۳) ۴×۱۰^{-۳} ۴) ۳×۱۰^{-۳}

پاسخ: گزینه ۳

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow ۱۷۵۰ = ۱۳۵۰ + W \Rightarrow W = ۴۰۰ = -P\Delta V$$

$$\Rightarrow ۴۰۰ = -۱۰^۵ \Delta V \Rightarrow \Delta V = -\frac{۴۰۰}{۱۰^۵} = -۴ \times ۱۰^{-۳} m^۳$$

۹۹ ☆ ۶۰۰ ژول گرما از دو مول گاز کامل تک اتمی گرفته می‌شود، افت دما در حجم ثابت چند درجه‌ی کلوین می‌باشد؟ $(R = ۸ \frac{J}{mol})$

۱) $۲۰K$ ۲) $۵۰K$ ۳) $۱۰۰K$ ۴) $۲۵K$

پاسخ: گزینه ۴

$$Q_V = nC_V \Delta T \Rightarrow -۶۰۰ = ۲ \times \frac{۳}{۲} R \Delta T \Rightarrow -۶۰۰ = ۳ \times ۸ \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = -۲۵$$

۱۰۰☆ وقتی یک گاز کامل تک اتمی در فشار ثابت $۲ \times ۱۰^۵ Pa$ منبسط می‌گردد، حجم گاز $۵ \times ۱۰^{-۳} m^۳$ زیاد می‌گردد. گرمای داده شده به گاز چند ژول است؟

۱) $۴۵۰۰ J$ ۲) $۱۵۰۰ J$ ۳) $۲۵۰۰ J$ ۴) $۱۸۰۰ J$

پاسخ: گزینه ۳

$$W = -P\Delta V = -۲ \times ۱۰^۵ (۵ \times ۱۰^{-۳}) = -۱۰^۳ J$$

$$Q_P = nC_P \Delta T = \frac{۵}{۲} P\Delta V = \frac{۵}{۲} \times ۱۰^۳ = ۲۵۰۰ J$$

۱۰۱☆ در یک فرآیند هم فشار برای گاز تک‌اتمی، حجم گاز افزایش یافته و محیط روی گاز $-۱۰۰۰ J$ کار انجام داده است، چقدر گرما می‌تواند از محیط به سیستم وارد شده باشد؟

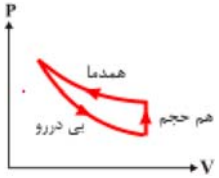
۱) $۲۵۰۰ J$ ۲) $-۲۵۰۰ J$ ۳) $۸۰۰ J$ ۴) باید دمای اولیه گاز را بدانیم.

پاسخ: گزینه ۱

$$W = -P\Delta V \, , Q_P = nC_P \Delta T = \frac{۵}{۲} P\Delta V$$

$$\Rightarrow W = -۱۰۰۰ \Rightarrow Q_P = +\frac{۵}{۲} \times ۱۰۰۰ = ۲۵۰۰ J$$

۱۰۲☆ در چرخه‌ی داده شده چه رابطه‌ای بین $Q_۱$ و $Q_۲$ وجود دارد؟ ($Q_۱$ گرمایی است که گاز در فرآیند هم حجم دریافت می‌کند و $Q_۲$ گرمایی است که در فر آیند هم دما مبادله می‌گردد.)



۱) $Q_۱ > |Q_۲|$ ۲) $Q_۱ < |Q_۲|$ ۳) $Q_۱ = |Q_۲|$ ۴) $|Q_۱| \geq |Q_۲|$

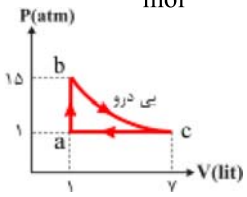
پاسخ: گزینه ۲ کار در چرخه مثبت است چون چرخه پادساعتگرد است.

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow W + Q_۱ + Q_۲ = ۰$$

در فرآیند هم حجم گرما مثبت است. $Q_۱ > ۰$

W و Q_1 مثبت است پس Q_2 منفی است و از نظر مقدار، اندازه‌ی Q_2 برابر است مجموع اندازه‌های Q_1 و W پس $|Q_1| > |Q_2|$

۱۰۳☆ گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای مطابق شکل را طی می‌کند. در این چرخه محیط روی گاز چقدر کار انجام داده است؟ $(R = 8\frac{J}{mol})$



۱) ۶۰۰J

۲) −۶۰۰J

۳) باید دماهای b و c معلوم باشد.

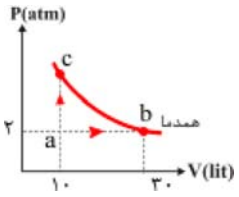
۴) باید تعداد مول‌های گاز معلوم باشد.

پاسخ: گزینه ۲

در هر چرخه $\Delta U_{abca} = 0$ می باشد.

$$\Delta U_{abca} = 0 \Rightarrow Q_{ab} + Q_{ca} + W_{کل} = 0$$
$$\Rightarrow \frac{3}{2}V\Delta P + \frac{5}{2}P\Delta V + W_{کل} = 0$$
$$\Rightarrow \frac{3}{2} \times 1 \times (15-1)10^2 + \frac{5}{2} \times 1 \times (1-7)10^2 + W_{کل} = 0$$
$$2100 - 1500 + W_{کل} = 0 \Rightarrow W_{کل} = -600\,J$$

۱۰۴☆ گاز کاملی از مسیرهای ab و ac از نقطه‌ی a به نقاط c و b می‌رسد. اگر گرمای مبادله شده در مسیر ac برابر ۳۰۰۰J باشد، گرمای مبادله شده در مسیر ba چقدر است؟



۱) ۳۰۰J

۲) −۷۰۰۰J

۳) ۸۰۰۰J

۴) باید تعداد اتم‌های یک مولکول آن مشخص باشد.

پاسخ: گزینه ۲ دو نقطه‌ی b و c دو نقطه هم دما است، پس تغییرات انرژی درونی گاز در مسیر ab و ac یکسان است چون تغییرات دما در این مسیر یکسان است.

$$\Delta U_{ac} = \Delta U_{ab} \Rightarrow Q_{ac} + W_{ac} = Q_{ab} + W_{ab}$$
$$\Rightarrow 3000 = Q_{ab} - 2 \times (30-10) \times 10^{+2} \Rightarrow Q_{ab} = +7000J \Rightarrow Q_{ba} = -7000J$$

۱۰۵☆ در یک ماشین گرمایی کارنو اختلاف دماهای چشمه‌های گرم و سرد ۱٫۵ برابر دمای چشمه‌ی سرد است. بازده این ماشین گرمایی برابر است با:

۱) ٪۴۰ ۲) ٪۳۰ ۳) ٪۴۵ ۴) ٪۶۰

پاسخ: گزینه ۴

$$\Delta T = 1{,}5T_C \quad \Rightarrow \quad T_H - T_C = 1{,}5T_C \quad \Rightarrow \quad T_H = 2{,}5T_C$$

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} = \frac{\Delta T}{T_H} = \frac{1{,}5T_C}{2{,}5T_C} = 0{,}6 = \%60$$

۱۰۶☆ در یک ماشین گرمایی کارنو با ثابت نگه داشتن دمای چشمه‌ی گرم، دمای چشمه‌ی سرد را ۸۰ درجه سلسیوس کاهش می‌دهیم. بازده آن ٪۲۰ تغییر می‌کند. دمای چشمه گرم چند درجه سلسیوس بوده است؟

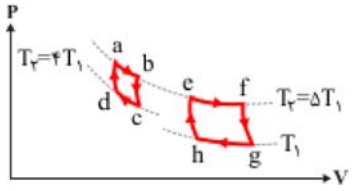
۱) ۸۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۱۲۷ ۴) ۵۲۷

پاسخ: گزینه ۳ وقتی دمای چشمه‌ی گرم ثابت نگه داشته می‌شود با کاهش دمای چشمه سرد بازده افزایش می‌یابد.

$$\eta = \frac{\Delta T}{T_H} \quad , \quad \eta_2 - \eta_1 = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{T_H} \Rightarrow 0{,}2 = \frac{80}{T_H} \Rightarrow T_H = 400K$$

$T_H = ۲۷۳ + \theta_H \Rightarrow ۴۰۰ = ۲۷۳ + \theta_H \Rightarrow \theta_H = ۱۲۷\,^\circ C$

۱۰۷☆ نمودار $P - V$ برای دو ماشین گرمایی کارنو به ترتیب چرخه‌ی اولی abcd و چرخه‌ی دومی efgh است، به شکل زیر داده شده است. بازده ماشین گرمایی ۱ چند برابر بازده ماشین گرمایی ۲ است؟



۱) $\frac{۴}{۵}$ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ بازده ماشینی گرمایی کار نو از رابطه‌ی $\eta = ۱ - \frac{T_L}{T_H}$ به دست می‌آید. بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\eta_۱}{\eta_۲} = \frac{۱ - \frac{T_L}{T_{H_۱}}}{۱ - \frac{T_{L_۲}}{T_{H_۲}}} \Rightarrow \frac{\eta_۱}{\eta_۲} = \frac{۱ - \frac{۴T_۱}{۵T_۱}}{۱ - \frac{T_۱}{۵T_۱}} = \frac{\frac{۱}{۵}}{\frac{۴}{۵}} = \frac{۱}{۴}$$

۱۰۸☆ در یک ماشین گرمایی کارنو دمای چشمه‌ی سرد ۲۰۰ درجه کلوین است. با ثابت نگه داشتن دمای چشمه‌ی گرم دمای چشمه‌ی سرد را ۵۰ درجه کلوین افزایش می‌دهیم، در نتیجه بازده آن به $\frac{۳}{۴}$ بازده قبلی می‌رسد. بازده قبلی آن چقدر بوده است؟

۱) ۵۰% ۲) ۴۰% ۳) ۷۵% ۴) ۲۵%

پاسخ: گزینه ۱

$$\eta = ۱ - \frac{T_L}{T_H} \Rightarrow T_L = (۱ - \eta)T_H$$

$$\frac{T_{L_۲}}{T_{L_۱}} = \frac{۱ - \eta_۲}{۱ - \eta_۱} \Rightarrow \frac{۲۰۰ + ۵۰}{۲۰۰} = \frac{۱ - \frac{۳}{۴}\eta_۱}{۱ - \eta_۱} \Rightarrow \frac{۵}{۴} = \frac{۱ - \frac{۳}{۴}\eta_۱}{۱ - \eta_۱} \Rightarrow \eta_۱ = ۰/۵ = ۵۰\%$$

۱۰۹☆ در یک ماشین گرمایی کارنو بر دماهای چشمه‌های سرد و گرم ۵۰ درجه سلسیوس می‌افزاییم، در نتیجه بازده آن به ۰/۹ بازده قبلی می‌رسد. دمای اولیه چشمه‌ی گرم چند درجه سلسیوس بوده است؟

۱) ۴۵۰ ۲) ۴۵ ۳) ۱۷۷ ۴) ۳۲۸

پاسخ: گزینه ۳ با افزایش یکسان دماهای چشمه‌های سرد و گرم بازده ماشینی گرمایی کارنو کاهش می‌یابد.

$$\eta_۱ = \frac{\Delta T}{T_{H_۱}},\ \eta_۲ = \frac{\Delta T}{T_{H_۲}},\ \Delta T = T_H - T_L \text{ و } \eta_۲ = ۰/۹\,\eta_۱$$

ΔT در هر دو حالت ثابت می‌ماند:

$$\frac{\eta_۲}{\eta_۱} = \frac{T_{H_۱}}{T_{H_۲}} \Rightarrow ۰/۹ = \frac{T_{H_۱}}{T_{H_۱} + ۵۰} \Rightarrow T_{H_۱} = ۰/۹T_H + ۴۵ \Rightarrow T_{H_۱} = ۴۵۰K$$

$$۲۷۳ + \theta_H = ۴۵۰ \Rightarrow \theta_H = ۱۷۷\,^\circ C$$

۱۱۰☆ قطعه یخی به جرم ۳/۶kg با دمای صفر درجه از ارتفاع ۲۰۰m رها شده و در داخل آب صفر درجه می‌شود. پس از توقف در آب صفر درجه چقدر یخ ذوب می‌گردد؟ $(L_f = ۳۶۰kJ/kg, g = ۱۰)$

۱) ۰/۵kg ۲) ۰/۴kg ۳) ۱kg ۴) ۰/۰۲kg

پاسخ: گزینه ۴

$$Q_{\text{ذوب}} = Q_{\text{یخ می‌گیرد}}$$
$$mgh = m'L_f$$
$$۳/۶ \times ۱۰ \times ۲۰۰ = ۳۶۰۰۰۰ \times m' \Rightarrow m' = ۰/۰۲kg$$

۱۱۱☆ دمای یک میله‌ی مسی را $100^\circ C$ افزایش می‌دهیم، طول آن ۰٫۱۷ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک ورقه‌ی مسی را $100^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می‌شود؟

۱) ۱.۰۰۱۷ ۲) ۰٫۰۰۳۴ ۳) ۰٫۳۴۰۰ ۴) ۱٫۰۰۳۴

پاسخ: گزینه ۴ برای حل این سؤال به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\begin{cases} \Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \\ \frac{\Delta L}{L_1} = 0/17\% \Rightarrow \Delta L = \frac{17}{10000} L_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{17}{10000} L_1 = L_1 \alpha \times 100 \Rightarrow \alpha = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

$$\Delta A = A_1 2\alpha \Delta\theta = A_1 \times (2 \times 17 \times 10^{-6}) \times 100 \Rightarrow \Delta A = 0/0034 A_1$$

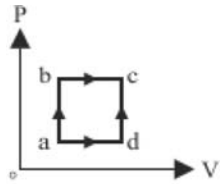
$$A_2 = A_1 + \Delta A = A_1 + 0/0034 A_1 = 1/0034 A_1$$

توضیح بیشتر:می‌دانیم ضریب انبساط سطحی برای اجسام دو برابر ضریب انبساط خطی است.از این گونه می‌توان نتیجه گرفت که در صورتی که در اثر مقدار معینی افزایش دما طول یک جسم x درصد افزایش یابد، درصد افزایش سطح جسمی از همان ماده تحت همان افزایش دما برابر 2x است.در این سوال طول میله‌ی مسی با افزایش دمای $100^\circ C$ ، ۰٫۱۷ درصد (۰٫۰۰۱۷ مقدار اولیه) افزایش یافته است.

بنابراین افزایش سطح یک ورقه ی مسی تحت همان افزایش دما برابر ۰٫۳۴ درصد (۰٫۰۰۳۴ برابر مقدار اولیه) است و می توان نوشت:

$$A_2 = A_1 + \Delta A = A_1 + 0/0034 A_1 = 1/0034 A_1$$

۱۱۲☆ یک گاز کامل تک اتمی از دو مسیر abc و adc از حالت a به حالت c می‌رود. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



۱) گرمایی که گاز در هر دو مسیر می‌گیرد، یکسان است.

۲) گرمایی که گاز درمسیر abc می‌گیرد، بیشتر از گرمایی است که در مسیر adc می‌گیرد.

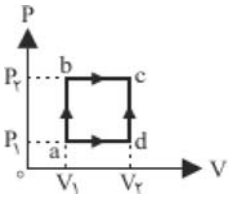
۳) کار انجام شده توسط گاز در مسیر adc، بیش تر از کار انجام شده در مسیر abc است.

۴) تغییر انرژی درونی گاز در مسیر abc بیش تر از تغییر انرژی درونی گاز در مسیر adc است.

پاسخ: گزینه ۲ برای پاسخ به این سؤال، به موارد زیر توجه کنید:

۱ – با توجه به این که در مسیرهای abc و adc، نقطه ی آغاز و پایان یکسان است. بنابراین تغییر انرژی درونی در دو مسیر یکسان است.

$$\Delta U = \frac{3}{2}(P_c V_c - P_a V_a) \Rightarrow \Delta U_{abc} = \Delta U_{adc}$$



۲ – در فرایندهای ab و cd کار صفر است (زیرا فرآیند هم حجم است.) و در فرآیندهای bc و ad که انبساط هم فشار هستند، کار انجام شده منفی است.

$$W_{abc} = W_{ab} + W_{bc} = 0 + (-P_2(V_2 - V_1)) = -P_2(V_2 - V_1)$$

$$W_{adc} = W_{ad} + W_{dc} = W_{ad} + 0 = -P_1(V_2 - V_1)$$

۳ – گرمای داده شده به گاز در مسیر abc از adc بیش تر است، محاسبات زیر این موضوع را تأیید می کند (دقت شود که ΔU در دو مسیر یکسان است)

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

$$\begin{cases} Q_{abc} = \Delta U + P_2(V_2 - V_1) \\ Q_{adc} = \Delta U + P_1(V_2 - V_1) \end{cases} \xrightarrow{P_2 > P_1} Q_{abc} > Q_{adc}$$

۱۱۳☆ توان مصرفی یک کولر گازی ۱۰۰۰ وات و ضریب عملکرد آن ۲٫۵ است. این کولر در هر ساعت، چند مگاژول گرما به فضای بیرون می‌دهد؟

۱) ۹٫۶ ۲) ۱۲٫۶ ۳) ۹۶۰۰ ۴) ۱۲۶۰۰

پاسخ: گزینه ۲ با توجه به محاسبات زیر داریم:

$$W = Pt = 1000 \times 3600 = 36 \times 10^5 J$$ (محاسبه‌ی کار انجام شده در یک ساعت)

$$K = \frac{Q_L}{W} \Rightarrow Q_L = KW = 2/5 \times 36 \times 10^5 J = 90 \times 10^5 J$$ (محاسبه‌ی گرمای گرفته شده از داخل اتاق در یک ساعت)

$$Q_H = Q_L + W = ۹۰ \times ۱۰^۵ + ۳۶ \times ۱۰^۵ J = ۱۲٫۶ MJ$$

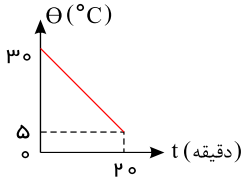
۱۱۴☆ جرم یک گلوله‌ی آهنی ۳۹۰۰ گرم و چگالی آن $۷۸۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ است. اگر گلوله‌ی آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو بریم و چگالی الکل ۸۰۰ گرم بر لیتر باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۳۹۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۴۰۰۰

پاسخ: **گزینه ۱** حجم الکلی که بیرون می‌ریزد دقیقاً برابر حجم گلوله‌ی آهنی است بنابراین می‌توان نوشت:

$$V_{\text{آهن}} = V_{\text{الکل}} \Rightarrow \frac{m_{\text{آهن}}}{\rho_{\text{آهن}}} = \frac{m_{\text{الکل}}}{\rho_{\text{الکل}}} \Rightarrow \frac{۳۹۰۰}{۷۸۰۰} = \frac{m_{\text{الکل}}}{۸۰۰} \Rightarrow m_{\text{الکل}} = ۴۰۰ g$$

۱۱۵☆ از جسمی به جرم ۳۰۰ گرم که در یک وسیله‌ی سرمازا قرار گرفته است، با آهنگ ثابت ۳ وات گرما گرفته‌ایم. اگر نمودار تغییرات دما بر حسب زمان به صورت شکل مقابل باشد، گرمای ویژه‌ی این جسم چند $\frac{J}{kg \cdot K}$ است؟



۱) ۰٫۴۸ ۲) ۸ ۳) ۴۰۰ ۴) ۴۸۰

پاسخ: **گزینه ۴** با توجه به نمودار، در طی ۲۰ دقیقه، دمای جسم از $۳۰^\circ C$ به $۵^\circ C$ رسیده و میزان گرمای از دست داده توسط جسم برابر است با:

$$|Q| = |mc(\theta_۲ - \theta_۱)| = |۰٫۳ \times c \times (۵ - ۳۰)| = ۷٫۵c \quad (۱)$$

این گرما در مدت ۲۰ دقیقه و با توان ۳ وات از جسم گرفته شده و مقدار آن برابر است با:

$$Q = Pt = ۳ \times ۲۰ \times ۶۰ \quad (۲)$$

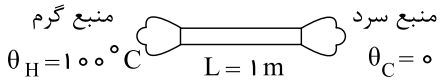
و با توجه به روابط (۱) و (۲) داریم:

$$۷٫۵c = ۳ \times ۲۰ \times ۶۰ \Rightarrow c = ۴۸۰ \frac{J}{kg \cdot K}$$

۱۱۶☆ یک میله‌ی فلزی استوانه‌ای شکل به طول یک متر وسطح مقطع ۴ سانتی‌متر مربع را از یک طرف درون آب در حال جوش $۱۰۰^\circ C$ و از طرف دیگر در ۳۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس قرار می‌دهیم و پس از ۶۰ دقیقه تمام یخ ذوب شده و به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل می‌شود. اگر $L_F = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg}$ باشد، رسانندگی گرمایی این فلز در SI چقدر است؟

۱) ۷ ۲) ۱۴ ۳) ۷۰ ۴) ۱۴۰

پاسخ: **گزینه ۳** پس از ۶۰ دقیقه کل یخ ذوب شده و گرمای لازم جهت این کار، با گرمای رسانش یافته از میله برابر است:



$$Q = \frac{kAt\Delta\theta}{L} \Rightarrow mL_f = \frac{kAt\Delta\theta}{L}$$

$$۳۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۳۳۶۰۰۰ = \frac{k \times ۴ \times ۱۰^{-۴} \times ۶۰ \times ۶۰ \times ۱۰۰}{۱} \Rightarrow k = ۷۰ \frac{W}{m \cdot K}$$

۱۱۷☆ دمای مقداری گاز کامل را از $۲۷^\circ C$ به $۵۷^\circ C$ و حجم آن را از ۸ لیتر به ۱۱ لیتر می‌رسانیم. در این عمل، فشار گاز ۱۰ سانتی‌متر جیوه کم می‌شود. فشار اولیه‌ی گاز چند سانتی‌متر جیوه بوده است؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: **گزینه ۳** با توجه به قانون گازها می‌توان نوشت:

$$T_۱ = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰ K \ , \ T_۲ = ۵۷ + ۲۷۳ = ۳۳۰ K$$
$$V_۱ = ۸ Lit \ , \ V_۲ = ۱۱ Lit \ , \ P_۲ = P_۱ - ۱۰$$
$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{P_۱ \times ۸}{۳۰۰} = \frac{(P_۱ - ۱۰) \times ۱۱}{۳۳۰} \Rightarrow P_۱ = ۵۰ cm\,Hg$$

۱۱۸☆ یک شمش آلومینیوم به حجم $۲۰۰\text{cm}^۳$ و چگالی $۲٫۷\frac{\text{g}}{\text{cm}^۳}$ را که دمایش ۱۰۰°C است، درون $۵۴۰\text{cm}^۳$ آب ۲۰°C می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل حرارتی، دمای آب تقریباً به چند درجه‌ی سلسیوس می‌رسد؟ (از مبادله‌ی گرمای بین آب و ظرف صرف‌نظر شود.

(چگالی آب $۱\frac{\text{g}}{\text{cm}^۳}$ و گرمای ویژه آب و آلومینیوم به ترتیب $۴٫۲\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$, $۰٫۹\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$ است.)

۱) ۲۸ ۲) ۳۴ ۳) ۴۶ ۴) ۵۳

پاسخ: گزینه ۲

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\begin{cases}m_۱=\rho_۱\cdot V_۱=۲٫۷\times۲۰۰=۵۴۰\text{g}\\ m_۲=\rho_۲\cdot V_۲=۱\times۵۴۰=۵۴۰\text{g}\end{cases}$$

$$\sum Q=۰\Rightarrow Q_۱+Q_۲=۰\Rightarrow m_۱c_۱(\theta-\theta_۱)+m_۲c_۲(\theta-\theta_۲)=۰$$

$$\xrightarrow{m_۱=m_۲}۰٫۹(\theta-۱۰۰)=-۴٫۲(\theta-۲۰)$$

$$۰٫۹\theta-۹۰=-۴٫۲\theta+۸۴\Rightarrow ۵٫۱\theta=۱۷۴\Rightarrow\theta=\frac{۱۷۴}{۵٫۱}\simeq ۳۴^\circ\text{C}$$

۱۱۹☆ یک کیلوگرم یخ و ۴ کیلوگرم آب در فشار یک جوّ در تعادل حرارتی قرار دارند. به این مجموعه ۵۴۶ کیلوژول گرما می‌دهیم. بعد از رسیدن به تعادل، دمای آب به چند درجه‌ی سلسیوس می‌رسد؟ $\left(L_F=۳۳۶\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c=۴۲۰۰\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\right)$

۱) ۰ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: گزینه ۲ در ابتدا آب و یخ در حال تعادل هستند و در نتیجه دمای آن‌ها صفر درجه‌ی سلسیوس است.

یخ $۰^\circ\text{C}\rightarrow$ آب ۰°C

$Q_۱=m_۱L_F=۱\times۳۳۶=۳۳۶\text{kJ}$ (گرمای لازم برای ذوب یخ)

$Q_۲=Q-Q_۱=۵۴۶-۳۳۶=۲۱۰\text{kJ}$ (گرمای باقی مانده)

$$Q_۲=(m_۱+m_۲)c\Delta\theta\Rightarrow ۲۱۰=(۱+۴)\times۴٫۲\times(\theta-۰)\Rightarrow ۲۱۰=۵\times۴٫۲\times\theta\Rightarrow\theta=۱۰^\circ\text{C}$$

۱۲۰☆ یک سر میله‌ی آهنی به طول ۳۰ سانتی‌متر در یک منبع گرما به دمای ۱۵۰°C و سر دیگر آن در مخلوط آب و یخ صفر درجه قرار دارد. در هر دقیقه ۷۳۸J گرما در میله شارش می‌کند. قطر مقطع میله چند سانتی‌متر است؟ $\left(k=۸۲\frac{\text{J}}{\text{s}\cdot\text{m}\cdot\text{K}}, \pi\simeq ۳\right)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۲ اگر گرمای Q در مدت t از یک سر میله‌ای به طول L و سطح مقطع A که اختلاف دمای دو سر آن برابر $\Delta\theta$ است، به سر دیگر شارش کند، داریم:

$$Q=k\frac{At\Delta\theta}{L}\Rightarrow ۷۳۸=۸۲\frac{A\times۶۰\times(۱۵۰-۰)}{۰٫۳}\Rightarrow A=۳\times۱۰^{-۴}\text{m}^۲=۳\text{cm}^۲$$

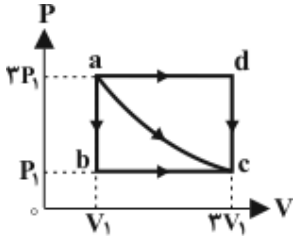
$$A=\pi r^۲\Rightarrow ۳=۳\times r^۲\Rightarrow r=۱\text{cm}\Rightarrow d=۲\text{cm}$$

۱۲۱☆ در یک انبساط هم فشار گاز کامل، کدام کمیت‌ها مثبت‌اند؟ (W : کار انجام شده روی گاز، Q : گرمای داده شده به گاز و ΔU : تغییر انرژی درونی گاز است.)

۱) $\Delta U, Q$ ۲) $W, Q, \Delta U$ ۳) Q, W ۴) $\Delta U, W$

پاسخ: گزینه ۱ چون در این فرایند حجم گاز افزایش یافته است پس کار انجام شده روی گاز منفی است. از طرفی بنابر رابطه‌ی $V=\left(\frac{nR}{p}\right)T$ در فشار ثابت اگر حجم گازی افزایش یابد، دمای آن نیز افزایش می‌یابد ($\Delta U>۰$). در نتیجه بنابر قانون اول ترمودینامیک ($\Delta U=Q+W$). چون $\Delta U>۰$ و $W<۰$ است، می‌توان نتیجه گرفت که $Q>۰$ است.

۱۲۲☆ مطابق شکل روبه‌رو، مقداری گاز کامل تک اتمی طی سه فرآیند ac،abc و adc از حالت a به حالت c می‌رود. در این خصوص، کدام بیان نادرست است؟



۱) تغییر انرژی درونی گاز در هر سه فرآیند یکسان است.
۲) تغییر انرژی درونی گاز در هر سه فرآیند برابر صفر است.
۳) در هر سه فرآیند گاز گرمای یکسانی دریافت کرده است.
۴) کار در فرآیند adc، ۳ برابر کار در فرآیند abc است.

پاسخ: گزینه ۳

$$\Delta U = \frac{۳}{۲}nR\Delta T$$

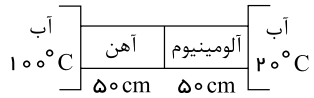
$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \Rightarrow \begin{cases} T_a = \frac{۳P_۱V_۱}{nR} \\ T_c = \frac{۳P_۱V_۱}{nR} \end{cases} \Rightarrow T_c - T_a = ۰ \Rightarrow \Delta U = ۰ \Rightarrow \Delta U_{adc} = \Delta U_{ac} = \Delta U_{abc}$$

$$W_{adc} = W_{ad} + W_{dc} = ۳P_۱ \times (۳V_۱ - V_۱) + ۰ = ۶P_۱V_۱$$
$$W_{abc} = W_{ab} + W_{bc} = ۰ + P_۱ \times (۳V_۱ - V_۱) = ۲P_۱V_۱$$

بنابر قانون اول ترمودینامیک داریم:

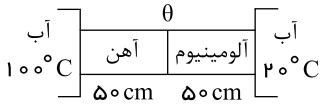
$$\Delta U = Q + W$$
$$\Rightarrow \begin{cases} ۰ = Q_{adc} + W_{adc} \Rightarrow Q_{adc} = -W_{adc} \\ ۰ = Q_{abc} + W_{abc} \Rightarrow Q_{abc} = -W_{abc} \end{cases} \Rightarrow$$ یعنی گرمای دریافت شده در فرایند abc و adc یکسان نمی باشد

۱۲۳☆ درشکل روبه‌رودو میله به طول ۵۰ سانتی‌متربا سطح مقطع یکسان به هم متصل‌اند. درصورتی که رسانندگی آلومینیوم سه برابر رسانندگی آهن باشد، دمای محل اتصال دو میله چند درجه‌ی سلسیوس است؟



۱) ۸۰
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۳۰

پاسخ: گزینه ۲ با استفاده ازرابطه‌ی رسانندگی گرما درجامدات و این نکته که بعد از به تعادل رسیدن، آهنگ انتقال گرما در میله‌ها یکسان است، می توان نوشت:



$$\frac{Q}{t} = \frac{k_{Al}A\Delta\theta}{L} \Rightarrow (\frac{Q}{t})_{Fe} = (\frac{Q}{t})_{Al}$$
$$k_{Fe}(۱۰۰ - \theta) = k_{Al}(\theta - ۲۰)$$
$$\xrightarrow{k_{Al}=۳k_{Fe}} ۱۰۰ - \theta = ۳(\theta - ۲۰) \Rightarrow \theta = ۴۰^\circ C$$

۱۲۴☆ اگر دمای چشمه‌ی سرد یک ماشین گرمایی را که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند ۱۰۰ کلوین کاهش دهیم، بازده آن از η به $\eta + ۲۰\%$ تبدیل می‌شود. دمای چشمه‌ی گرم این ماشین چند درجه‌ی سلسیوس است؟

۱) ۵۰۰
۲) ۳۲۷
۳) ۳۰۰
۴) ۲۲۷

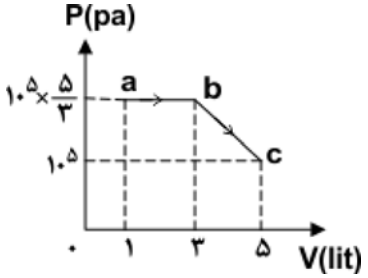
پاسخ: گزینه ۴ با استفاده از رابطه‌ی بازده‌ی ماشین گرمایی که چرخه‌ی کارنو را طی می کند، می توان نوشت:

$$\eta_{max} = ۱ - \frac{T_L}{T_H} \qquad (I)$$

در حالت دوم: با کاهش دمای چشمه‌ی سرد، بازده‌ی ماشین ۲۰٪ یا $\frac{۱}{۵}$ افزایش می‌یابد، بنابراین داریم:

$$\eta'_{max} = ۱ - \frac{T'_L}{T_H} \Rightarrow \eta_{max} + \frac{۱}{۵} = ۱ - \frac{T_L - ۱۰۰}{T_H}$$
$$\xrightarrow{(I)} ۱ - \frac{T_L}{T_H} + \frac{۱}{۵} = ۱ - \frac{T_L}{T_H} + \frac{۱۰۰}{T_H} \Rightarrow T_H = ۵۰۰K \Rightarrow \theta_H = ۲۲۷^\circ C$$

۱۲۵☆ نمودار $(P-V)$ی یک گاز کامل تک اتمی مطابق شکل زیر است. گرمایی که گاز در فرایند abc با محیط مبادله می‌کند، چند ژول است؟ $(R=۸\frac{A}{mol\cdot K})$

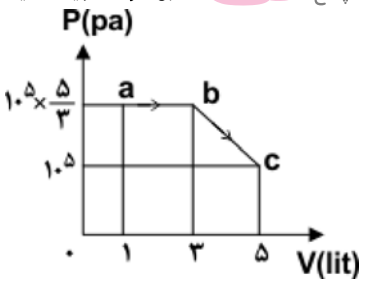


۱) ۱۱۰۰
۲) ۳۳۰۰
۳) $\frac{۱۷۰۰}{۳}$
۴) $\frac{۲۳۰۰}{۳}$

پاسخ: گزینه ۱ مطابق نمودار، فرایند ab یک فرایند هم فشار است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$Q_{ab}=nC_P(T_b-T_a)\xrightarrow[C_P=\frac{۵}{۲}R]{PV=nRT}Q_{ab}=\frac{۵}{۲}P_{ab}(V_b-V_a)$$

$$\Rightarrow Q_{ab}=\frac{۵}{۲}\times\frac{۵}{۳}\times۱۰^۵\times(۳-۱)\times۱۰^{-۳}\Rightarrow Q_{ab}=\frac{۲۵۰۰}{۳}J$$



از طرفی داریم:

$$P_aV_a=P_cV_c\Rightarrow T_b=T_c\Rightarrow U_b=U_c\Rightarrow\Delta U_{bc}=۰$$

بنابراین با استفاده از قانون اول ترمودینامیک داریم:

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

$$\Rightarrow Q_{bc}=\frac{۱}{۲}\times(۵-۳)\times۱۰^{-۳}\times(۱+\frac{۵}{۳})\times۱۰^۵\Rightarrow Q_{bc}=\frac{۸۰۰}{۳}J$$

$$Q_{ac}=Q_{ab}+Q_{bc}=\frac{۲۵۰۰}{۳}+\frac{۸۰۰}{۳}\Rightarrow Q_{ac}=۱۱۰۰J$$

۱۲۶☆

دمای چشمه‌ی سرد در یک ماشین گرمایی کارنو، ۷ درجه‌ی سلسیوس و بازده آن ۵۰ درصد است. اگر با ثابت ماندن دمای چشمه‌ی گرم، بازده ماشین به ۴۰ درصد رسیده باشد، دمای چشمه‌ی سرد چند درجه افزایش یافته است؟

۱) ۴۲
۲) ۴۹
۳) ۵۶
۴) ۶۳

پاسخ: گزینه ۳

$$\eta=۱-\frac{T_L}{T_H}\Rightarrow\begin{cases}۰/۵=۱-\frac{۲۷۳+۷}{T_H}\\ ۰/۴=۱-\frac{T_L}{T_H}\Rightarrow ۰/۴=۱-\frac{T_L}{۵۶۰}\\ \Rightarrow T_L=۳۳۶K\Rightarrow\theta_L=۳۳۶-۲۷۳=۶۳^\circ C\\ \Rightarrow\Delta\theta_C=۶۳-۷=۵۶^\circ C\end{cases}$$

در نتیجه دمای چشمه‌ی سرد، ۵۶ درجه‌ی سلسیوس افزایش یافته است.

۱۲۷☆ ظرفی حاوی ۱۰۰g یخ صفر درجه‌ی سلسیوس است. حداقل چند گرم آب $۵۰^\circ C$ باید داخل آن بریزیم تا تمام یخ ذوب شود؟ $(L_F=۳۳۴۰۰۰\frac{J}{kg}$ و $c_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg\cdot K}$ و از مبادله‌ی گرمای آب و یخ با محیط صرف‌نظر کنید.)

۱) ۸۰
۲) ۱۰۰
۳) ۱۴۰
۴) ۱۶۰

پاسخ: گزینه ۴ با توجه به این که از مبادله‌ی گرمای آب و یخ با محیط صرف نظر می‌شود، پس گرمایی که یخ صفر درجه‌ی سلسیوس می‌گیرد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود برابر است با گرمایی که آب $۵۰^\circ C$ می‌دهد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود.

یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_1}$ آب صفر درجه $\xleftarrow{Q_2}$ آب $۵۰^\circ C$

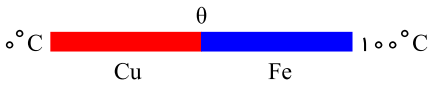
$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow mL_F + m'c\Delta\theta = 0 \Rightarrow 0/1 \times 334000 = m' \times 4200 \times 50 \Rightarrow m' \simeq 160g$$

۱۲۸☆ یک سر میله‌ی آهنی به طول $16cm$ را به یک سر میله‌ی مسی به طول $20cm$ جوش داده‌اند. سر آزاد میله‌ی آهنی را در آب جوش $100^\circ C$ و سر دیگر میله‌ی مسی را در مخلوط آب و یخ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس قرار می‌دهند. دمای نقطه‌ی اتصال دو میله چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (سطح مقطع هر دو میله یکسان است و سطح جانبی هر دو میله عایق پوش است.) ($k_{\text{مس}} = 400\frac{W}{m\cdot K}$ و $k_{\text{آهن}} = 80\frac{W}{m\cdot K}$)

۱) ۳۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

پاسخ: گزینه ۳ آهنگ شارش گرما در هر دو میله یکسان است:

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L}k_{Fe}\frac{\Delta\theta_{Fe}}{L_{Fe}} = k_{Cu}\frac{\Delta\theta_{Cu}}{L_{Cu}}$$
$$\Rightarrow 80 \times \frac{100-\theta}{16} = 400 \times \frac{\theta - 0}{20} \Rightarrow \theta = 20^\circ C$$



۱۲۹☆ در یک فرایند هم فشار، یک لیتر گاز کامل دو اتمی مقداری گرما از دست می دهد و در فشار یک جو حجم آن ۲۵ درصد کاهش می یابد. کار انجام شده روی گاز چند ژول است؟ (یک جوّ برابر 10^5 پاسکال است.)

۱) ۲۵ ۲) ۷۵ ۳) ۲۵۰ ۴) چنین فرایندی امکان ندارد.

پاسخ: گزینه ۱

$$W = -P\Delta V \Rightarrow W = -10^5 \times \left[\left(1 - \frac{1}{4}\right) - 1\right] \times 10^{-3} = 25J$$

۱۳۰☆ به مقداری یخ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس گرما می‌دهیم تا تبدیل به آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس شود. چند درصد گرمای داده شده صرف ذوب یخ شده است؟ ($L_F = 336\frac{J}{g}$, $C_{\text{آب}} = 4/2\frac{J}{g^\circ C}$)

۱) ۵۵ ۲) ۶۰ ۳) ۷۵ ۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۴ مراحل تغییر یخ صفر درجه‌ی سلسیوس به آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس و رابطه مربوط برای هر تغییر به شرح زیر است:

$$0^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow[Q_1 = mL_F]{} 0^\circ C \text{ آب} \xrightarrow[Q_2 = mc\Delta\theta]{} 20^\circ C$$

$$\begin{cases} Q_1 = mL_F = 336m \\ Q_2 = mc\Delta\theta = m \times 4/2 \times 20 = 84m \end{cases} \Rightarrow \frac{336m}{336m + 84m} = \frac{336}{336 + \frac{1}{4}336} = \frac{4}{5} = 80\%$$

۱۳۱☆ اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ در صد افزایش داده و حجم آن را ۳۶ در صد کم کنیم، دمای مطلق آن ..... درصد ..... می‌یابد.

۱) ۲۰ ، کاهش ۲) ۲۰ ، افزایش ۳) ۲۵ ، کاهش ۴) ۲۵ ، افزایش

پاسخ: گزینه ۱

$$P_2 = P_1 + 0/25P_1 = 1/25P_1$$

$$V_2 = V_1 - 0/36V_1 = 0/64V_1$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{1/25P_1 \times 0/64V_1}{T_2}$$

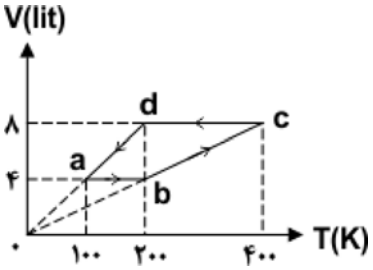
$$\Rightarrow T_۲ = ۱٫۲۵ \times \frac{۶۴}{۱۰۰}T_۱ = \frac{۵}{۴} \times \frac{۶۴}{۱۰۰}T_۱ = \frac{۸۰}{۱۰۰}T_۱$$

$$\text{درصد تغییرات دمای مطلق} = \frac{\Delta T}{T_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۰٫۸T_۱ - T_۱}{T_۱} \times ۱۰۰ = -۲۰\%$$

یعنی دمای مطلق گاز ۲۰ درصد کاهش یافته است.

۱۳۲☆ یک مول گاز کامل تک‌اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل را طی می‌کند. گاز در کل چرخه چند ژول گرما از محیط می‌گیرد؟

$$(R = ۸\ \frac{J}{mol \cdot K})$$



۱) ۲۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۸۰۰

پاسخ: گزینه ۴

در یک چرخه $\Delta U = ۰$ می‌باشد.

فرآیند bc و ad که هم فشار می‌باشد. $(W = -P\Delta V = -nR\Delta T)$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow ۰ = Q + W \Rightarrow Q = -W$$
$$W = W_{ab} + W_{bc} + W_{cd} + W_{da} = ۰ + W_{bc} + ۰ + W_{da} = W_{bc} + W_{da}$$
$$W = -nR(T_c - T_b) - nR(T_a - T_d)$$
$$= -۱ \times ۸ \times (۴۰۰ - ۲۰۰) - ۱ \times ۸(۱۰۰ - ۲۰۰) = -۸۰۰J \Rightarrow Q = ۸۰۰J$$

۱۳۳☆ یک قطعه یخ با دمای ۲۰ - درجه‌ی سلسیوس را درون ۲۵۰ گرم آب با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟

$$(c_{آب} = ۴٫۲\ \frac{J}{g \cdot K}\ ،\ c_{یخ} = ۲٫۱\ \frac{J}{g \cdot K}\ ،\ L_F = ۳۳۶\ \frac{J}{g}$$ و تبادل گرما فقط بین آب و یخ بوده است.)

۱) ۵۰
۲) ۱۰۰
۳) ۲۵۰
۴) ۳۰۰

پاسخ: گزینه ۲ وقتی گفته می‌شود که بخشی از یخ آب نمی‌شود بدین معناست که دمای تعادل صفر درجه سانتی گراد است.

$$(m) - ۲۰^\circ C \text{ یخ} \rightarrow \text{یخ صفر درجه } (m - ۵۰) \rightarrow \text{آب صفر درجه} \leftarrow ۲۰^\circ C \text{ آب}, m' = ۲۵۰g$$

$$Q_۱ + Q_۲ = |Q_۳|$$

گرمای افزایش — گرمای ذوب — گرمای تبدیل

دمای یخ از -۲۰° به ۰° — قسمتی از یخ — آب ۲۰° به آب ۰°

$$m \times ۲٫۱ \times ۲۰ + (m - ۵۰) \times ۳۳۶ = ۲۵۰ \times ۴٫۲ \times ۲۰$$

توجه شود که ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی می‌ماند.

$$۴۲ \times m + ۳۳۶m - ۱۶۸۰۰ = ۲۱۰۰۰$$
$$۳۷۸m = ۳۷۸۰۰ \Rightarrow m = ۱۰۰g$$

۱۳۴☆ یک قطعه فلز را که چگالی آن $۲٫۷\ \frac{g}{m^۳}$ است کاملاً در ظرفی پر از الکل به چگالی $۰٫۸\ \frac{g}{m^۳}$ وارد می‌کنیم و به اندازه‌ی ۱۶۰ گرم الکل از ظرف بیرون می ریزد، جرم قطعه فلز چند گرم است؟

۱) ۵۴۰
۲) ۴۵۰
۳) ۴۳۲
۴) ۲۰۰

پاسخ: گزینه ۱ حجم مایع بیرون ریخته شده از ظرف دقیقا برابر حجم قطعه فلز است.

$$V_{الکل} = V_{فلز} \Rightarrow \frac{m_{الکل}}{\rho_{الکل}} = \frac{m_{فلز}}{\rho_{فلز}} \Rightarrow \frac{۱۶۰g}{۰٫۸} = \frac{m_{فلز}}{۲٫۷} \Rightarrow m_{فلز} = \frac{۲٫۷ \times ۱۶۰}{۰٫۸} = ۵۴۰g$$

۱۳۵☆ درون یک کیلوگرم آب با دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس، چند گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس بیاندازیم، تا پس از تعادل گرمایی، آب با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس حاصل شود؟ ($C_{H_2O} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}$ ، $L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}$، تبادل گرمایی فقط بین آب و یخ انجام می‌شود)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۱۷۵

پاسخ: گزینه ۱

بنا بر اصل پایستگی انرژی داریم:

$$\text{یخ } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{آب } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_2} \text{آب } ۲۰^\circ C \xleftarrow{Q_3} \text{آب } ۳۰^\circ C$$

$$\sum Q = ۰ \Rightarrow m_{یخ} L_F + m_{یخ} c(۲۰ - ۰) + m_{آب} c(۲۰ - ۳۰) = ۰$$

$$\Rightarrow m(۳۳۶) + m \times ۴/۲ \times ۲۰ + ۱ \times ۴/۲ \times (-۱۰) = ۰$$

$$\Rightarrow ۳۳۶m + ۸۴m - ۴۲ = ۰ \Rightarrow ۴۲۰m = ۴۲ \Rightarrow m = \frac{۱}{۱۰} kg = ۱۰۰g$$

۱۳۶☆ یک انتهای میله‌ی آلومینیومی در دمای $۲۰۰^\circ C$ و انتهای دیگر آن در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس نگه داشته شده و دور میله عایق بندی است. اگر طول میله برابر با یک متر و قطر مقطع آن $۲cm$ باشد، آهنگ رسانش گرما در میله چند وات است؟ ($k_{Al} = ۲۴۰ \frac{J}{s \cdot m \cdot K}$ ، $\pi = ۳$)

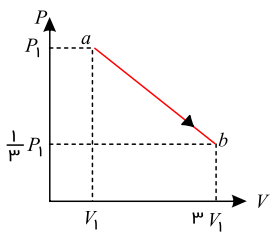
۱) ۵۷/۶ ۲) ۱۴/۴ ۳) ۷/۲ ۴) ۴/۸

پاسخ: گزینه ۲ ابتدا سطح مقطع میله را محاسبه می‌کنیم: $A = \pi r^2 \Rightarrow A = ۳ \times (۱ \times ۱۰^{-۲})^۲ = ۳ \times ۱۰^{-۴} m^۲$

رابطه‌ی مربوط با آهنگ رسانش گرمایی را نوشته و داریم:

$$Q = \frac{kA\Delta\theta}{L} t \xrightarrow[\Delta\theta = ۲۰۰ \ , \ L = ۱m]{K = ۲۴۰ \frac{W}{m \cdot K} \ , \ A = ۳ \times ۱۰^{-۴} m^۲} \frac{Q}{t} = \frac{۳ \times ۱۰^{-۴} \times ۲۴۰ \times ۲۰۰}{۱} \Rightarrow \frac{Q}{t} = ۱۴/۴ W$$

۱۳۷☆ نمودار $(P - V)$ یک گاز کامل، مطابق شکل رو به رو است. در فرایند ab، .....



۱) دمای گاز در طول فرایند ثابت می‌ماند.

۲) کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد منفی است.

۳) انرژی درونی گاز ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

۴) گرمایی که گاز می‌گیرد برابر کاری است که گاز روی محیط انجام می‌دهد.

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا انرژی درونی را در ابتدا و انتهای فرایند بررسی می‌نماییم.

$$U \propto P \cdot V \qquad \left.\begin{array}{l} U_a = P_۱ V_۱ \\ U_b = \frac{۱}{۳} P_۱ \cdot ۳V_۱ \end{array}\right\} \Rightarrow U_a = U_b$$

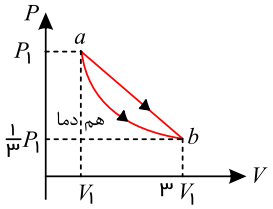
حال تک تک گزینه‌ها را بررسی می‌نمائیم:

گزینه‌ی (۱): با توجه به یکسان بودن انرژی درونی در ابتدا و انتهای فرایند اگر نمودار هم‌دمای گذرنده از a و b را ترسیم کنیم متوجه می‌شویم که دمای گاز در ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد بنابراین گزینه‌ی (۱) نادرست است. (نمودار هم دما زیر این نمودار قرار می‌گیرد.)

گزینه‌ی (۲): در طول فرایند حجم گاز افزایش یافته است بنابراین کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد و گزینه‌ی (۲) هم نادرست است.

گزینه‌ی (۳): با توجه به آن چه در شرح گزینه‌ی (۱) بیان کردیم دمای گاز ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد بنابراین این گزینه نیز نادرست است.

گزینه‌ی (۴): $\Delta U = U_b - U_a \xrightarrow{U_b = U_a} \Delta U = ۰ \Rightarrow Q + W = ۰ \Rightarrow Q = |W|$



دهم متوسط

۱۳۸☆ چگالی مخلوط دو مایع A و B با حجم‌های اولیه‌ی V_A و V_B برابر ۰٫۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اگر چگالی مایع A برابر $۶۰۰\frac{g}{Lit}$ و چگالی مایع B $۸۰۰\frac{g}{Lit}$ باشد، V_A چند برابر V_B است؟

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

پاسخ: گزینه ۳

می‌دانیم $\frac{g}{cm^۳}=\frac{kg}{Lit}$ و $\frac{kg}{m^۳}=\frac{g}{Lit}$ است. در نتیجه داریم:

$$\left.\begin{matrix} m=\rho V \\ \rho_{مخلوط}=\frac{m_A+m_B}{V_A+V_B} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \rho_{مخلوط}=\frac{\rho_A V_A+\rho_B V_B}{V_A+V_B}$$

$$\xrightarrow[\rho_B=۸۰۰\frac{g}{Lit}\ ,\ \rho_A=۶۰۰\frac{g}{Lit}]{\rho=۰٫۷۵\frac{g}{cm^۳}=۷۵۰\frac{g}{Lit}} ۷۵۰=\frac{۶۰۰V_A+۸۰۰V_B}{V_A+V_B}\Rightarrow \frac{V_A}{V_B}=\frac{۱}{۳}$$

۱۳۹☆ چند لیتر آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس را با چند لیتر آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس مخلوط کنیم تا ۶۰ لیتر آب با دمای ۴۰ درجه‌ی سلسیوس داشته باشیم؟

۱) ۲۰ و ۴۰ ۲) ۳۵ و ۲۵ ۳) ۴۰ و ۲۰ ۴) ۳۵ و ۳۵

پاسخ: گزینه ۳

$$Q_۱+Q_۲=۰\rightarrow m_۱c_۱(\theta-\theta_۱)+m_۲c_۲(\theta-\theta_۲)=۰$$
$$m_۱(۴۰-۵۰)+m_۲(۴۰-۲۰)=۰\rightarrow m_۱=۲m_۲$$

باتوجه به اینکه جرم یک لیتر آب برابر یک کیلوگرم است، داریم:

$$m_۱+m_۲=۶۰kg\rightarrow ۳m_۲=۶۰kg\rightarrow m_۲=۲۰kg\rightarrow V_۲=۲۰Lit$$
$$m_۱=۴۰kg\rightarrow V_۱=۴۰Lit$$

۱۴۰☆ دمای گاز کاملی ۱۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر فشار آن را ۲۵ درصد افزایش دهیم و حجم آن در این فرایند ۳۶ درصد کاهش یابد، دمای گاز چند درجه‌ی سلسیوس خواهد شد؟

۱) ۴۰ ۲) ۴۷ ۳) ۵۶ ۴) ۶۵

پاسخ: گزینه ۲

$$V_۲=V_۱-\frac{۳۶}{۱۰۰}V_۱=\frac{۶۴}{۱۰۰}V_۱$$
$$P_۲=P_۱+\frac{۱}{۴}P_۱=\frac{۵}{۴}P_۱$$
$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\rightarrow \frac{P_۱V_۱}{۲۷۳+۱۲۷}=\frac{۱٫۲۵P_۱\times ۰٫۶۴V_۱}{T_۲}\rightarrow T_۲=۳۲۰K=۴۷^\circ C$$

۱۴۱☆ چند گرم یخ $-۱۰^\circ C$ را با $۲kg$ آب $۲۳^\circ C$ مخلوط کنیم تا دمای تعادل $۵^\circ C$ شود؟

$$c_{آب}=۴\frac{J}{g\cdot K}, c_{یخ}=۲\frac{J}{g\cdot K}, L_F=۳۲۰\frac{J}{g}$$

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۴۵۰ ۴) ۴۰۰

پاسخ: گزینه ۴

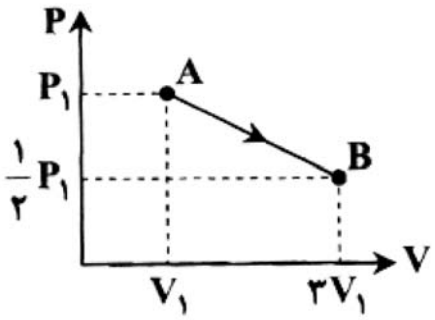
$$\text{یخ } -۱۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱} \text{یخ } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۲} \text{آب } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۳} \text{آب } ۵^\circ C \xleftarrow{Q_۴} \text{آب } ۲۳^\circ C$$

$$\sum Q=۰\ \Rightarrow mc_{یخ}\Delta\theta+mL_F+mc_{آب}\Delta\theta+m'c_{آب}\Delta\theta'=۰$$

$$(m \times ۲ \times ۱۰) + (m \times ۳۲۰) + (m + ۴ \times ۵) + (۲۰۰۰ \times ۴ \times (-۱۸)) = ۰$$

$$۳۶۰m = ۲۰۰۰ \times ۴ \times ۱۸ \Rightarrow m = \frac{۲۰۰۰ \times ۴ \times ۱۸}{۳۶۰} = ۴۰۰g$$

۱۴۲☆ مقداری گاز کامل فرآیند AB را می پیماید. در این فرآیند .....



۱) روی گاز کار انجام می شود و گاز گرما دریافت می کند.
۲) گاز گرما دریافت می کند و کار انجام می دهد.
۳) گاز کار انجام می دهد و گرما از دست می دهد.
۴) روی گاز کار انجام می شود و گاز گرما از دست می دهد.

پاسخ: گزینه ۲ این فرآیند انبساط است، پس گاز کار انجام می دهد. $(W < ۰)$

$$P_B V_B > P_A V_A \Rightarrow T_B > T_A \Rightarrow \text{دما و انرژی درونی گاز زیاد شده است} \Rightarrow \Delta U > ۰$$

$$\left.\begin{array}{l} W + Q = \Delta U \\ W < ۰ \ , \ \Delta U > ۰ \end{array}\right\} \Rightarrow Q > ۰ \Rightarrow \text{گاز گرما دریافت می کند}$$

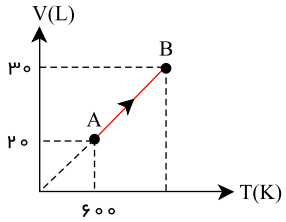
۱۴۳☆ در یک ماشین کارنو (ماشینی که چرخه ی آن چرخه ی کارنو است) دمای چشمه ی سرد $۱۷^\circ C$ و دمای چشمه ی گرم $۵۹۷^\circ C$ است. این ماشین با دریافت ۶۰۰ کیلوژول گرما چند کیلوژول گرما به چشمه ی سرد می‌دهد؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

پاسخ: گزینه ۲

$$\left.\begin{array}{l} \eta_{max} = ۱ - \frac{T_L}{T_H} \\ \frac{|Q_L|}{Q_H} = ۱ - \eta = \frac{T_L}{T_H} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{|Q_L|}{۶۰۰} = \frac{۱۷ + ۲۷۳}{۵۹۷ + ۲۷۳} = \frac{۲۹۰}{۸۷۰} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow |Q_L| = \frac{۱}{۳} \times ۶۰۰ = ۲۰۰kJ$$

۱۴۴☆ در فرآیند AB شکل مقابل، ۰٫۵ مول گاز کامل تک اتمی چند ژول کار انجام می دهد؟ $(R \simeq ۸ \frac{J}{mol \cdot K})$



۱) ۱۲۰۰
۲) ۱۸۰۰
۳) ۳۰۰۰
۴) ۲۵۰۰

پاسخ: گزینه ۱ باتوجه به این که نمودار $V - T$ از مبدا می گذرد، این یک فرآیند هم فشار است.

$$\frac{P_۱ V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲ V_۲}{T_۲} \xrightarrow{P_۱ = P_۲} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲۰}{۶۰۰} = \frac{۳۰}{T_۲} \Rightarrow T_۲ = ۹۰۰K$$

$$W = -P\Delta V = -nR\Delta T = -۰٫۵ \times ۸ \times ۳۰۰ = -۱۲۰۰J$$

۱۴۵☆ ۲۷۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را درون مقداری آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. بعد از رسیدن به تعادل گرمایی ۲۰ گرم یخ صفر درجه باقی می‌ماند. با صرف‌نظر کردن از اتلاف انرژی، جرم آب اولیه چند گرم بوده است؟

$$(c_{\text{آب}} = ۴٫۲ \frac{kJ}{kg^\circ C}, L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg})$$

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۴۳۲

دهم متوسط

پاسخ: گزینه ۳ ابتدا واحدها را ساده می‌کنیم:

$$L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg} \div ۴٫۲ = ۸۰\frac{cal}{g} \quad , \quad c_{آب} = ۴٫۲\frac{kJ}{kg°C} \div ۴٫۲ = ۱\frac{cal}{g°C}$$

آب ۵۰° ← آب صفر → یخ صفر

$$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow mL_F + mc\Delta\theta = ۰ \Rightarrow (۲۷۰ - ۲۰) \times ۸۰ = m \times ۱ \times (۵۰ - ۰) \Rightarrow m = ۴۰۰g$$

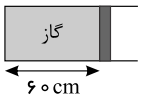
۱۴۶☆ یک گرمکن برقی با توان $۱۰۰۰W$ و بازده ۸۴% در چند ثانیه می‌تواند ۵۰۰ گرم آب ۲۰° را به دمای ۷۰° برساند؟ ($c_{آب} = ۴۲۰۰\frac{kJ}{kg.^\circ C}$ و ازاتلاف صرف‌نظر شود.)

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۱۰۰۰

پاسخ: گزینه ۱

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{۸۴}{۱۰۰} \times Pt = ۰٫۵ \times ۴۲۰۰ \times (۷۰ - ۲۰) \Rightarrow ۸۴۰t = ۲۱۰۰ \times ۵۰ \Rightarrow t = ۱۲۵s$$

۱۴۷☆ در شکل مقابل، اصطکاک پیستون با دیواره‌ی استوانه ناچیز است. اگر دمای گاز داخل مخزن را به تدریج $۲۰۰^\circ C$ تغییر دهیم، پیستون ۲۰ سانتی‌متر به طرف چپ حرکت می‌کند. دمای اولیه‌ی گاز چند درجه‌ی سانتی گراد بوده است؟



۱) ۴۲۷ ۲) ۴۷۷
۳) ۳۲۷ ۴) ۲۷۷

پاسخ: گزینه ۳

چون سطح مقطع پیستون ثابت است می‌توان طول محفظه پیستون را با حجم پیستون هم‌ارز در نظر گرفت، پس داریم:

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۴۰}{۶۰} \quad , \quad \frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow{\text{فشار گاز ثابت است.}} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{۴۰}{۶۰} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow T_۲ < T_۱ \ , \ T_۱ = \frac{۳}{۲}T_۲$$

اختلاف $T_۱$ و $T_۲$ برابر $۲۰۰K$ است و $T_۲$ کمتر است، پس: $T_۲ = T_۱ - ۲۰۰$

$$T_۲ + ۲۰۰ = \frac{۳}{۲}T_۲ \Rightarrow T_۲ = ۴۰۰K \ , \ T_۱ = ۶۰۰K \Rightarrow \theta_۱ = ۶۰۰ - ۲۷۳ = ۳۲۷^\circ C$$

۱۴۸☆ مساحت جانبی یک استوانه‌ی فلزی توپُر ۰٫۶ متر مربع و ضریب انبساط خطی فلز $۵ \times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}$ است. اگر دمای این استوانه را ۲۰۰ درجه‌ی سانتی گراد بالا ببریم، مساحت جانبی آن تقریباً چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟

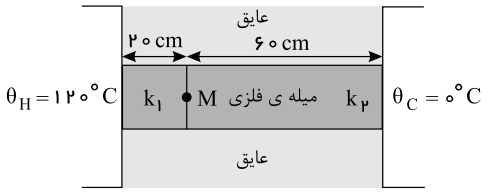
۱) ۶۱۸۰ ۲) ۶۰۶۰ ۳) ۶۱۲۰ ۴) ۶۲۴۰

پاسخ: گزینه ۳

$$۰٫۶m^۲ = ۰٫۶ \times ۱۰^۴cm^۲ = ۶۰۰۰cm^۲$$
$$\Delta A = A_۱ ۲\alpha\Delta\theta = ۶۰۰۰ \times ۲ \times ۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۲۰۰ = ۱۲۰cm^۲$$
$$A_۲ = A_۱ + \Delta A = ۶۰۰۰ + ۱۲۰ = ۶۱۲۰cm^۲$$

توجه کنید: انبساط سطحی مورد نظر است نه انبساط حجمی.

۱۴۹☆ دماهای θ_H و θ_C ثابت هستند و میله‌ی رسانا از دو قسمت با رسانندگی گرمایی k_1 و $k_2 = 2k_1$ ساخته شده است. پس از برقراری تعادل، دمای محل اتصال دو قسمت به یکدیگر (نقطه‌ی M) چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟



۱) ۴۸
۲) ۶۰
۳) ۹۰
۴) ۷۲

پاسخ: گزینه ۴

$$\frac{k_1 A(\theta_H - \theta_M)}{L_1} = \frac{k_2 A(\theta_M - \theta_C)}{L_2} \Rightarrow \frac{۱۲۰ - \theta_M}{۲۰} = \frac{۲(\theta_M - ۰)}{۶۰} \Rightarrow ۱۲۰ - \theta_M = \frac{۲\theta_M}{۳}$$

$$۱۲۰ = \frac{۵}{۳}\theta_M \Rightarrow \theta_M = ۷۲^\circ C$$

۱۵۰☆ ظرفی با ضریب انبساط طولی $۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}$ را از مایعی به ضریب انبساط حجمی $۱۵ \times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}$ پر می‌کنیم و دمای مجموعه را $۵۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم. اگر حجم اولیه‌ی مایع $۲lit$ باشد، چند $cm^۳$ مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟

۱) ۱۴
۲) ۱۲
۳) ۱۴۰
۴) ۱۲۰

پاسخ: گزینه ۲

$$\Delta V = V_1(\beta - ۳\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \Delta V = ۲۰۰۰(۱۵ \times ۱۰^{-۵} - ۳ \times ۱۰^{-۵}) \times ۵۰$$

$$\Rightarrow \Delta V = ۲۰۰۰ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۵۰ = ۱۲cm^۳$$

پاسخنامه تشریحی

۱ ☆ **گزینه ۱** نصف انرژی جنبشی گلوله موقع برخورد، صرف گرم کردنِ خودِ گلوله می‌شود. پس:

$$\frac{۱}{۲}K = Q \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲}\cancel{m}V^۲ = \cancel{m}c\Delta\theta \Rightarrow \frac{۱}{۴} \times ۴۰۰^۲ = ۱۲۵ \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = ۳۲۰^\circ C = ۳۲۰K$$

۲ ☆ **گزینه ۳**

$$A = \pi r^۲ = ۳(۲ \times ۱۰^{-۲})^۲ = ۱۲ \times ۱۰^{-۴} m^۲$$

گرمایی که یخ می‌گیرد تا ذوب شود، از طریق رسانش در میله‌ی آلومینیومی به آن منتقل می‌شود.

گرمایی که یخ می‌گیرد تا ذوب شود $= Q = mL_F = \frac{۱۰۰}{۱۰۰۰} \times ۳۳۶ = ۳۳٫۶kJ = ۳۳۶۰۰J$

گرمایی که از طریق رسانش در میله منتقل می‌شود $= Q = k\frac{At\Delta\theta}{L} \Rightarrow ۳۳۶۰۰ = ۲۴۰ \times \frac{۱۲ \times ۱۰^{-۴} t \times ۱۰۰}{\frac{۱۸}{۱۰۰}}$

$$\Rightarrow ۳۳۶۰۰ = ۲۴۰ \times ۱۲ \times \frac{۱۰^{-۴} \times ۱۰۰ \times ۱۰۰t}{۱۸} \Rightarrow t = ۲۱۰s$$

۳ ☆ **گزینه ۲** پیستون در هر دو حالت در تعادل است. یعنی فشار گاز زیر پیستون با مجموع فشارهایی که از بالا به سطح پایینی پیستون وارد می‌شود، برابر است. از آنجا که مجموع این فشارها در هر دو حالت یکی است پس فشار گاز در حالت اول با فشار گاز در حالت دوم برابر است.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲}$$

$$\frac{۲۲A}{۵۷ + ۲۷۳} = \frac{h'A}{۲۷ + ۲۷۳} \Rightarrow \frac{۲۲}{۳۳۰} = \frac{h'}{۳۰۰} \Rightarrow h' = ۲۰cm \Rightarrow \Delta h = ۲۲ - ۲۰ = ۲cm$$

۴ ☆ **گزینه ۴**

$$\begin{cases} \Delta U = \frac{۳}{۲}nR\Delta T \\ PV = nRT \Rightarrow P\Delta V = nR\Delta T \end{cases} \Rightarrow \Delta U = \frac{۳}{۲}P\Delta V \Rightarrow ۹۰۰۰ = \frac{۳}{۲}(۲ \times ۱۰^۵) \times \Delta V$$

$$\Rightarrow V_۲ - ۲۰ = \frac{۳}{۱۰۰}m^۳ = ۳۰Lit \Rightarrow V_۲ = ۵۰Lit$$

نکته: $m^۳ \xrightarrow{\times ۱۰^۳} Lit$

۵ ☆ **گزینه ۳**

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲}{۳۰۰} = \frac{V_۲}{۴۰۰} \Rightarrow V_۲ = \frac{۸}{۳}Lit$$

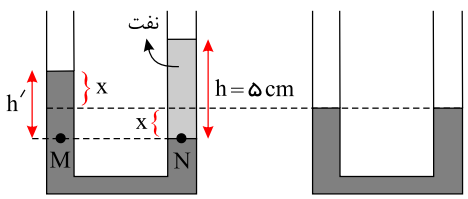
کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد $= W' = -W = P\Delta V = (۱٫۵ \times ۱۰^۵) \times [(\frac{۸}{۳} - ۲) \times ۱۰^{-۳}] = ۱۰۰J$

۶ ☆ **گزینه ۲**

$$P_M = P_N \Rightarrow P_۰ + \rho gh = P_۰ + \rho' gh'$$

$$\Rightarrow \rho h = \rho' h' \Rightarrow ۵ \times ۰٫۸ = ۱ \times h' = h' = ۴cm$$

با فرض آنکه سطح مقطع لوله در طرفین یکسان باشد:



$$h' = ۲x \Rightarrow x = \frac{h'}{۲} = ۲cm$$

۷ ☆ گزینه ۴

$$Q_F = mL_F \Rightarrow ۱۰۰/۸ = m \times ۳۳۶ \Rightarrow m = \frac{۱۰۰/۸}{۳۳۶} = ۰/۳kg = ۳۰۰g$$

$$\frac{\text{جرم ذوب شده}}{\text{جرم کل}} = \frac{۳۰۰}{۵۰۰} = ۰/۶ = \%۶۰$$

۸ ☆ گزینه ۲

آهنگ عبور گرما از فلزاتی که پشت سر هم وصل شده اند برابر است $(\frac{Q_۱}{t_۱} = \frac{Q_۲}{t_۲})$

$$\frac{Q_۱}{t_۱} = \frac{Q_۲}{t_۲} \Rightarrow \frac{K_۱A_۱(\Delta\theta)_۱}{L_۱} = \frac{K_۲A_۲(\Delta\theta)_۲}{L_۲}$$

$$\frac{۵۰ \times A(۱۰۰ - ۲۰)}{۱۰} = \frac{۴۰۰A(۲۰ - ۰)}{L_۲} \Rightarrow \frac{۵۰ \times ۸۰}{۱۰} = \frac{۴۰۰ \times ۲۰}{L_۲} \Rightarrow L_۲ = ۲۰cm$$

۹ ☆ گزینه ۱

$$Q = nC_P(T_۲ - T_۱) \Rightarrow ۱۰^۴ = ۲ \times \frac{۵}{۲} \times ۸(T_۲ - ۳۵۰) \Rightarrow T_۲ = ۶۰۰k$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۱/۷۵}{۳۵۰} = \frac{V_۲}{۶۰۰} \Rightarrow V_۲ = ۳m^۳$$

۱۰ ☆ گزینه ۴ در یک چرخه‌ی کامل تغییر انرژی درونی صفر است و فرایند AB هم دما است.

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow \underbrace{Q_{AB} + W_{AB}}_{۰} + \underbrace{Q_{CA}}_{۰} + W_{CA} + Q_{BC} + \underbrace{W_{BC}}_{۰} = ۰$$

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

۱۱ ☆ گزینه ۳ چون گرمایی که آب $۹۰^\circ C$ از دست می‌دهد تا دمایش به صفر درجه سلسیوس برسد برابر است با $(mc \times ۹۰)$ و گرمایی که همان مقدار یخ $۰^\circ C$ لازم دارد تا بطور کامل ذوب شود، برابر است با $mL_f = mc \times ۸۰$، دمای تعادل بالای صفر است. پس داریم:

$$mL_F + mc(\Delta\theta) = mc(\Delta\theta)' \Rightarrow L_F + c\Delta\theta = c(\Delta\theta)'$$

$$\Rightarrow (۸۰ \times ۴۲۰۰) + ۴۲۰۰(\theta - ۰) = ۴۲۰۰ \times (۹۰ - \theta)$$

$$۸۰ + \theta = ۹۰ - \theta \Rightarrow ۲\theta = ۱۰ \Rightarrow \theta = ۵^\circ C$$

۱۲ ☆ گزینه ۳

گرمای عبوری از دیوار آجری و روکش چوبی برابر است، پس:

$$|Q_{\text{آجر}}| = |Q_{\text{چوب}}| \Rightarrow \frac{kAt \cdot \Delta\theta}{L} = \frac{k'A't'\Delta\theta'}{L'}, (A = A', t = t')$$

$$\frac{۰/۶ \times (\theta + ۱۰)}{۳۰} = \frac{۰/۰۸ \times (۲۰ - \theta)}{۱} \Rightarrow \theta = ۱۴^\circ C$$

۱۳ ☆ گزینه ۲

$$\eta_{max} = ۱ - \frac{T_L}{T_H} = ۱ - \frac{۲۷ + ۲۷۳}{۶۲۷ + ۲۷۳} = ۱ - \frac{۳۰۰}{۹۰۰} = \frac{۲}{۳}$$

$$\eta_{max} = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow \frac{۲}{۳} = \frac{|W|}{۱/۲۶ \times ۱۰^۷} \Rightarrow |W| = ۰/۸۴ \times ۱۰^۷ = ۸/۴ \times ۱۰^۶J$$

$$Q_H = |Q_L| + |W| \Rightarrow |Q_L| = Q_H - |W| = ۱/۲۶ \times ۱۰^۷ - ۰/۸۴ \times ۱۰^۷$$

$$= ۰/۴۲ \times ۱۰^۷ = ۴/۲ \times ۱۰^۶J$$

۱۴ ☆ گزینه ۱ با توجه به شکل فشار کاهش یافته و دما افزایش یافته است و انرژی درونی افزایش یافته و طبق $PV = nRT$ می‌توان گفت حجم زیاد شده است.

$V = \frac{nRT}{P}$ $\begin{matrix} \rightarrow \text{زیاد} \\ \rightarrow \text{کم} \end{matrix}$

۱۵ ☆ گزینه ۳ با افزایش فشار هوا آهنگ تبخیر سطحی کاهش می‌یابد بنابراین گزینه‌ی «۳» نادرست است.

۱۶ ☆ گزینه ۲

$$\eta_{max} = ۱ - \frac{T_L}{T_H} = ۱ - \frac{۰ + ۲۷۳}{۱۰۰ + ۲۷۳} = ۱ - \frac{۲۷۳}{۳۷۳} = \frac{۱۰۰}{۳۷۳} \Rightarrow \eta_{max} = ۰/۲۷ = ۲۷\%$$

۱۷ ☆ گزینه ۳

$$\Delta U_{KMN} = \Delta U_{KN} \Rightarrow Q_{KMN} + W_{KM} + W_{MN} = Q_{KN} + W_{KN} \quad , \quad (W_{KM} = ۰)$$

$$\Rightarrow Q_{KMN} = Q_{KN} + W_{KN} - W_{MN} \Rightarrow Q_{KMN} = \frac{۷}{۲} P \cdot \Delta V - P \cdot \Delta V - (-S_{MN})$$

$$= \frac{۵}{۲} \times ۱۰^۵ \times (۴ \times ۱۰^{-۳}) + \frac{۳ \times ۱۰^۵ \times ۴ \times ۱۰^{-۳}}{۲} = ۱۶۰۰J$$

۱۸ ☆ گزینه ۴

اندازه‌ی گرمایی که یخ صفر درجه می‌گیرد = اندازه‌ی گرمایی که آب $۱۰۰^\circ C$ می‌دهد.

(آب $۱۰۰^\circ C$ $\rightarrow$ آب θ) = (آب صفر درجه $\rightarrow$ یخ صفر درجه) + (آب θ $\rightarrow$ آب صفر درجه)

$$mc(۱۰۰ - \theta) = ML_F + Mc(\theta - ۰)$$

$$۰/۱ \times ۴۲۰۰(۱۰۰ - \theta) = ۰/۱ \times ۳۳۶۰۰۰ + ۰/۱ \times ۴۲۰۰(\theta)$$

$$\Rightarrow ۴۲۰۰۰ - ۴۲۰\theta = ۳۳۶۰۰ + ۴۲۰\theta \Rightarrow ۸۴۰۰ = ۸۴۰\theta \Rightarrow \theta = ۱۰^\circ C$$

۱۹ ☆ گزینه ۳

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} \Rightarrow ۱۲ = V_۱(\beta - ۳\alpha) \cdot \Delta\theta$$

$$\Rightarrow ۱۲ = ۱۰۰۰ \times (\beta - ۳\alpha) \times (۸۰ - ۰) \Rightarrow \beta - ۳\alpha = \frac{۱۲}{۱۰۰۰ \times ۸۰} = \frac{۳}{۲} \times ۱۰^{-۴} K^{-۱} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۴} K^{-۱}$$

$$\Rightarrow ۱/۸ \times ۱۰^{-۴} - ۳\alpha = ۱/۵ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow ۳\alpha = ۰/۳ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = ۱۰^{-۵} K^{-۱}$$

۲۰ ☆ گزینه ۲

$$\begin{cases} Q = nc_P(T_۲ - T_۱) = n \times \frac{۷}{۲} R(T_۲ - T_۱) \\ \frac{PV}{T} = nR \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q = n \times \frac{۷}{۲} R\left(\frac{PV_۲}{nR} - \frac{PV_۱}{nR}\right) = \frac{۷}{۲} P(V_۲ - V_۱) \Rightarrow \frac{۷}{۲} \times ۱۰^۵ \left[(۰/۸ - ۱) \times ۱۰^{-۳}\right] = -۷۰J$$

۲۱ ☆ گزینه ۴ می‌دانیم در فرآیند بی‌دررو $Q = ۰$ است.

۲۲ ☆ گزینه ۴

$$\Delta A = A_۱ ۲\alpha \Delta\theta \Rightarrow ۰/۰۱A_۱ = A_۱ ۲\alpha \times ۲۵۰ \Rightarrow \frac{۱}{۱۰۰} = ۵۰۰\alpha$$

$$\alpha = \frac{۱}{۵۰۰۰۰} = ۰/۲ \times ۱۰^{-۴} = ۲ \times ۱۰^{-۵} {}^\circ C^{-۱}$$ ضریب انبساط خطی

$۳\alpha = ۳ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} = ۶ \times ۱۰^{-۵} {}^\circ C^{-۱}$: ضریب انبساط حجمی

۲۳ ☆ گزینه ۴

(چون انرژی درونی گاز کامل فقط تابع دمای مطلق است)

$$\frac{PV}{T} = nR \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \Rightarrow \begin{cases} T_۱ = \frac{P_۱(۳V_۱)}{nR} \\ T_۲ = \frac{(۳P_۱)(V_۱)}{nR} \end{cases} \Rightarrow T_۱ = T_۲ \Rightarrow \Delta U = ۰$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q + W = ۰$$

۲۴ ☆ گزینه ۱

چون $P_A V_A = P_C V_C \Rightarrow T_A = T_C \Rightarrow \Delta u_{AC} = ۰ \Rightarrow W_{AC} = -Q_{AC}$

$W_{AC} = W_{ABC} < ۰$ (چون حجم افزایش یافته) $\Rightarrow Q_{AC} > ۰$

نمودار W چنانچه بخواهیم W را محاسبه کنیم $= -S_{P-V} = -(۱۰^۴)(۲۵ - ۱۰) \times ۱۰^{-۳} = -۱۵۰J$

۲۵ ☆ گزینه ۳

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow ۱ = \frac{W}{۱} \Rightarrow W = ۱kJ, K = \frac{Q_L}{W} \Rightarrow ۲/۵ = \frac{Q_L}{۱}$$

$$\Rightarrow Q_L = ۲/۵kJ \quad , \quad |Q_H| = ۱ + ۲/۵ = ۳/۵kJ = ۳۵۰۰J$$

۲۶ ☆ گزینه ۳

با توجه به قانون انبساط غیر عادی، آب از $۰^\circ C$ تا $۴^\circ C$ کاهش حجم خواهد داشت و از $۴^\circ C$ به بعد افزایش حجم داریم.

۲۷ ☆ گزینه ۴

$$\frac{P_۱ V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲ V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۷۵ \times V_۱}{۱۲ + ۲۷۳} = \frac{۸۰ V_۲}{۹۵ + (۲۷۳ + ۱۲)}$$

$$\Rightarrow \frac{۷۵V_۱}{۲۸۵} = \frac{۸۰V_۲}{۳۸۰} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۷۵ \times ۳۸۰}{۲۸۵ \times ۸۰} = \frac{۵}{۴}$$

۲۸ ☆ گزینه ۲

$$\text{بخار آب } ۱۰۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱} ۱۰۰^\circ C \text{ آب} \xrightarrow{Q_۲} ۵۰^\circ C \text{ آب} \xleftarrow{Q_۳} ۱۰^\circ \text{ آب}$$

$$Q_۱ + Q_۲ = Q_۳ \Rightarrow \overbrace{ML_V + MC(\Delta\theta)_۱}^{\text{بخار آب } ۱۰۰^\circ C} = \overbrace{mc(\Delta\theta)_۲}^{\text{آب } ۱۰^\circ C}$$

$$M \times ۲۲۶۸ + M \times ۴/۲(۱۰۰ - ۵۰) = ۵۹۰ \times ۴/۲(۵۰ - ۱۰)$$

از تقسیم طرفین بر ۴/۲ $\Rightarrow ۵۴۰M + ۵۰M = ۵۹۰ \times ۴۰ \Rightarrow ۵۹۰M = ۵۹۰ \times ۴۰ \Rightarrow M = ۴۰g$

۲۹ ☆ گزینه ۴

$$\frac{P_۱ V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲ V_۲}{T_۲} \xrightarrow{P_۱ = P_۲} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{۲۷ + ۲۷۳} = \frac{V_۲}{۸۷ + ۲۷۳} \Rightarrow \frac{V_۱}{۳۰۰} = \frac{V_۲}{۳۶۰}$$

$$\Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۳۶۰}{۳۰۰} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۶}{۵}$$

$$\Rightarrow \frac{V_۲ - V_۱}{V_۱} = \frac{۶ - ۵}{۵} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_۱} = \frac{۱}{۵} = ۰/۲ \Rightarrow \Delta V = ۰/۲V_۱ = \%۲۰V_۱$$

۳۰ ☆ گزینه ۲

Q فلز $= Q$ ذوب

$$\text{فلز } ۶۸^\circ C \xleftarrow{Q_{\text{فلز}}} \text{فلز صفر درجه و آب صفر درجه} \xrightarrow{Q_{\text{ذوب}}} \text{یخ صفر درجه}$$

$$mL_F = Mc\Delta\theta$$

$$m \times ۳/۴ \times ۱۰^۵ = ۲/۵ \times ۳۸۰(۶۸ - ۰) \Rightarrow m = ۰/۱۹kg = ۱۹۰gr$$

۳۱ ☆ گزینه ۲

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = Pt$$

$$Q = mc(\theta_۲ - \theta_۱) \Rightarrow Pt = mc(\theta_۲ - \theta_۱)$$

$$P \times ۷ \times ۶۰ = ۲ \times ۴۲۰۰(۳۰ - ۰) \Rightarrow P \times ۴۲۰ = ۲ \times ۴۲۰۰(۳۰) \Rightarrow P = ۶۰۰W$$

۳۲ ☆ گزینه ۳

$$Q = mc(\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc}$$

هر دو کره هم جنس‌اند بنابراین c ها برابر است.

کره‌ی تو خالی دارای جرم کمتری است بنابراین تغییرات دما برای آن بیشتر است.

$$\Delta V = V_{۱} \times ۳ \times \Delta\theta$$

با توجه به فرمول بالا تغییر حجم وابسته به تغییر دماست، بنابراین تغییر حجم کره‌ی توخالی بیشتر است و در نتیجه افزایش شعاع برای کره‌ی توخالی بیشتر می‌باشد.

۳۳ ☆ گزینه ۴ فرآیندهای ذوب، تبخیر و تصعید گرماگیر و فرآیندهای انجماد، میعان و چگالش گرماده هستند.

۳۴ ☆ گزینه ۴

$$K = \frac{Q_L}{W} \Rightarrow ۴ = \frac{Q_L}{۳} \Rightarrow Q_L = ۱۲kJ$$
$$|Q_H| = Q_L + W = ۱۲ + ۳ = ۱۵kJ$$

۳۵ ☆ گزینه ۴

یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_۱}$ آب صفر درجه $\xrightarrow{Q_۲}$ آب $۱۰^\circ C$ $\xleftarrow{Q_۳}$ آب $۴۰^\circ C$

$$L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg} = ۳۳۶\frac{J}{g}, c = ۴۲۰۰\frac{J}{kg \cdot k} = ۴/۲\frac{J}{gk}$$

$$Q_۱ + Q_۲ = Q_۳$$
$$mL_F + mc(\Delta\theta) = m'c(\Delta\theta') \Rightarrow m \times ۳۳۶ + m \times ۴/۲ \times (۱۰ - ۰) = ۶۰۰۰ \times ۴/۲ \times (۴۰ - ۱۰)$$
$$۳۳۶m + ۴۲m = ۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲ \Rightarrow ۳۷۸m = ۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲$$
$$\Rightarrow m = \frac{۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲}{۳۷۸} = ۲۰۰۰g$$

۳۶ ☆ گزینه ۱

$$\theta_e = \frac{m_۱c_۱\theta_۱ + m_۲c_۲\theta_۲}{m_۱c_۱ + m_۲c_۲} = \frac{۱۰۰ \times ۴۰۰ \times ۸۱ + ۲۰۰ \times ۴۲۰۰ \times ۱۵}{۱۰۰ \times ۴۰۰ + ۲۰۰ \times ۴۲۰۰}$$
$$\theta_e = \frac{۳۲۴ + ۱۲۶۰}{۴ + ۸۴} = ۱۸^\circ C$$

۳۷ ☆ گزینه ۲

$$\left.\begin{aligned} Q_۱ = nC_V(T_۲ - T_۱) = n \times \frac{۳}{۲}R(T_۲ - T_۱) = \frac{۳}{۲}nR(۲T_۱ - T_۱) \Rightarrow Q_۱ = \frac{۳}{۲}nR(T_۱) = \frac{۳}{۲}nRT_۱ \\ Q_۲ = nC_P(T_۳ - T_۲) = n \times \frac{۵}{۲}R(۴T_۲ - T_۲) = ۳ \times \frac{۵}{۲}nRT_۲ \Rightarrow Q_۲ = \frac{۱۵}{۲}nR(۲T_۱) = ۱۵nRT_۱ \end{aligned}\right\}$$
$$\Rightarrow \frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{۱۵nRT_۱}{\frac{۳}{۲}nRT_۱} = ۱۰$$

۳۸ ☆ گزینه ۳

$$\frac{PV}{T} = nR \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \Rightarrow T_a = \frac{P_۱V_۱}{nR}, T_b = \frac{۲P_۱ \times ۴V_۱}{nR} = \frac{۸P_۱V_۱}{nR}$$

$$\Delta U = \frac{۳}{۲}nR\Delta T = \frac{۳}{۲}nR\left(\frac{۸P_۱V_۱}{nR} - \frac{P_۱V_۱}{nR}\right) = \frac{۳}{۲} \times ۷P_۱V_۱ = \frac{۲۱}{۲}P_۱V_۱ = ۱۰/۵P_۱V_۱$$

۳۹ ☆ گزینه ۱ چون تغییر دما و شعاع‌های دوکره و جنس کره‌ها یکسان می‌باشد، بنابراین تغییر شعاع یکسان است.

$(\Delta R = R\alpha\Delta\theta)$ و چون جرم کره‌ی توپر بیشتراست، بنابراین گرمای بیشتری گرفته است. $(Q = mc\Delta\theta)$

۴۰ ☆ گزینه ۳ می دانیم انرژی درونی فقط تابع دماست. بنابراین درفرآیند هم دما انرژی درونی گاز تغییری نمی کند. در فرآیند بی در رو $(Q = ۰)$ و $(\Delta U = W)$ است. چون در انبساط $W < ۰$ است پس $\Delta U < ۰$.

۴۱ ☆ گزینه ۳

$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{مس}}$

$m_1 c_1 (۶۷ - \theta) = m_2 c_2 (\theta - ۲۰)$

$۰/۵ \times ۳۸۰ (۶۷ - \theta) = ۰/۳۸ \times ۴۲۰۰ (\theta - ۲۰) \Rightarrow \theta = ۲۵^\circ C$

۴۲ ☆ گزینه ۱

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{۱/۲۵ P_1 \times V_2}{۰/۸ T_1} \Rightarrow \frac{V_1}{۱} = \frac{۱/۲۵ V_2}{۰/۸}$$

$$V_2 = \frac{۰/۸}{۱/۲۵} V_1 = ۰/۶۴ V_1 \Rightarrow \Delta V = ۰/۳۶ V_1$$

۴۳ ☆ گزینه ۱

گرمایی که آب $۱^\circ C$ می‌دهد تا به آب صفر درجه تبدیل شود:

$$\text{آب } ۱^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{آب } ۰^\circ C$$

$$Q_1 = mc(\theta_2 - \theta_1) = ۱ \times ۴۲۰۰ (۰ - ۱) = ۴۲۰۰ J$$

گرمایی که یخ $-۱۰^\circ C$ می‌گیرد تا یخ صفر درجه تبدیل شود:

$$\text{یخ } -۱۰^\circ C \xrightarrow{Q_2} \text{یخ } ۰^\circ C$$

$$Q_2 = mc(\theta_2 - \theta_1) = ۰/۵ \times ۲۱۰۰ (۰ - (-۱۰)) = ۱۰۵۰۰ J$$

شرط تعادل:

$$Q_1 + Q' + Q_2 = ۰ \Rightarrow -۴۲۰۰ + Q' + ۱۰۵۰۰ = ۰ \Rightarrow Q' = -۶۳۰۰ J$$

۴۴ ☆ گزینه ۲ چون چرخه ساعتگرد می‌باشد بنابراین کار انجام شده روی دستگاه (W) منفی می‌باشد.

$$W + Q = \Delta U \xrightarrow{(\Delta U = ۰)} W + Q = ۰ \Rightarrow Q = -W > ۰$$ (چون W منفی است)

در یک چرخه $\Delta U = ۰$ است.

۴۵ ☆ گزینه ۲

$$\text{آب } ۹۰^\circ C \xleftarrow{Q_3} \text{آب صفر درجه } \theta \xrightarrow{Q_2} \text{آب صفر درجه} \xrightarrow{Q_1} \text{یخ صفر درجه}$$

$$|Q_1| + |Q_2| = |Q_3|$$

$$mL_F + mc(\theta - ۰) = mc(۹۰ - \theta) \Rightarrow ۳۳۶ + ۴/۲(\theta) = ۴/۲(۹۰ - \theta)$$

$$\Rightarrow ۸۰ + \theta = ۹۰ - \theta \Rightarrow ۲\theta = ۱۰ \Rightarrow \theta = ۵^\circ C$$

۴۶ ☆ گزینه ۴

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = P \cdot t \Rightarrow \begin{cases} (۱) \Rightarrow Pt = mL_F \\ (۲) \Rightarrow Pt' = mc\Delta\theta + mL_V \end{cases}$$

طرفین رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم $\frac{(۱)}{(۲)} \Rightarrow \frac{t}{t'} = \frac{mL_F}{m(c\Delta\theta + L_V)} \Rightarrow \frac{۱۰}{t'} = \frac{۳۳۴}{۴/۲ \times ۱۰۰ + ۲۲۵۶} \Rightarrow t' \simeq ۸۰ \min$

۴۷ ☆ گزینه ۱ m' جرم آب منجمد شده و m جرم یخ اولیه است.

(دمای تعادل صفر درجه است)

$$\text{یخ } (m) - ۸^\circ C \xrightarrow{Q} \text{یخ صفر درجه} \xleftarrow{Q_F} \text{آب صفر درجه } (m')$$

$$Q + Q_F = ۰ \Rightarrow mc\Delta\theta - m'L_F = ۰ \Rightarrow mc\Delta\theta = m'L_F$$

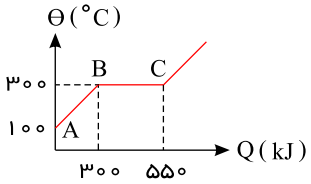
$$\Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{c\Delta\theta}{L_F} = \frac{۲/۱ (۰ - (-۸))}{۳۳۶} = \frac{۱}{۲۰}$$

۴۸ ☆ گزینه ۲ با توجه به نمودار A از B تا داریم:

$$\Delta Q = mc\Delta\theta \Rightarrow ۳۰۰ = m \times ۰/۳ \times ۲۰۰ \Rightarrow m = ۵ kg$$

از نقطه‌ی B تا C که دمای جسم روی $300^\circ C$ ثابت مانده است، جسم در حال ذوب است و داریم:

$$Q_F = mL_F \quad \Rightarrow \quad L_F = \frac{Q_F}{m} = \frac{550 - 300}{5} = 50 \frac{kJ}{kg}$$



۴۹ ☆ گزینه ۲ مقدار گرمایی که ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه را ذوب می‌کند برابر است با: $Q_1 = mL_F = 100L_F$

و با توجه به مسیر زیر، مقدار گرمایی که ۵۰ گرم یخ $-20^\circ C$ را به آب $\theta\ ^\circ C$ تبدیل می‌کند برابر است با:

یخ $-20^\circ C \rightarrow$ یخ $0^\circ C \rightarrow$ آب $0^\circ C \rightarrow$ آب $\theta^\circ C$

$$Q_2 = mc'\Delta\theta' + mL_F + mc\Delta\theta = 50 \times c' \times (0 - (-20)) + 50\, L_F + 50\, c \times (\theta - 0)$$

اکنون با برابر قراردادن این دو مقدار داریم:

$$100\, L_F = 50 \times \frac{L_F}{160} \times 20 + 50 L_F + 50 \times \frac{L_F}{80} \times \theta \Rightarrow \theta = 70^\circ C$$

۵۰ ☆ گزینه ۳

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_1} = \alpha\Delta\theta \Rightarrow \frac{5}{100} = \alpha\theta$$

$$\Delta A = A_1 2\alpha\Delta\theta \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha \times 2\theta = 4 \times \frac{5}{100} = 0/2$$

درصد افزایش مساحت $\Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 20\%$

۵۱ ☆ گزینه ۴

$$Q = mc\Delta\theta \ \Rightarrow \ \begin{cases} Q = m \times c_A \times 10 \\ 3Q = 2m \times c_B \times 30 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{c_A}{6c_B} \ \Rightarrow \ c_A = 2c_B$$

۵۲ ☆ گزینه ۳

$$\Delta L = L\alpha\Delta\theta \ , \ L_A = L_B \ , \ \Delta\theta_A = \theta \ , \ \Delta\theta_B = 2\theta$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{L_A \alpha_A \Delta\theta_A}{L_B \alpha_B \Delta\theta_B} = \frac{\alpha_A \theta}{\alpha_B \times 2\theta} = \frac{\alpha_A}{2\alpha_B}$$

۵۳ ☆ گزینه ۲ چون مقداری از یخ ذوب نشده باقی می‌ماند، پس دمای تعادل صفر درجه سلسیوس خواهد بود.

جرم آب (m) آب $20^\circ C \xleftarrow{Q_2}$ آب صفر درجه $\xrightarrow{Q_1}$ یخ صفر درجه (m') جرم یخ ذوب شده

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m'L_F = mc\Delta\theta$$

$$336m' = 750 \times 4/2 \times 20 \Rightarrow m' = 187/5\ g$$

جرم اولیه‌ی یخ $m_0 = m'$ یخ ذوب شده $+m$ یخ باقی‌مانده $= 187/5 + 37/5 = 225g$

۵۴ ☆ گزینه ۴

$$\begin{cases} L_2 = L_1(1 + \alpha_2\Delta\theta) \\ L'_2 = L_1(1 + \alpha_1\Delta\theta) \end{cases} \Rightarrow L_2 - L'_2 = L_1(\alpha_2 - \alpha_1)\Delta\theta$$

$$3 \times 10^{-2} = 100\,(2/1 - 0/9) \times 10^{-5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 25 = \theta_2 - 0 \Rightarrow \theta_2 = 25^\circ c$$

۵۵ ☆ گزینه ۴ با نوشتن رابطه‌ی مقایسه‌ای در دو حالت خواهیم داشت:

آهنگ شارش گرما : $H = \frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L}$, $A = \frac{\pi D^2}{4}$

$$\frac{\text{آهنگ شارش در دومی}}{\text{آهنگ شارش در اولی}} = \frac{H_۲}{H_۱} = \left(\frac{D_۲}{D_۱}\right)^۲ \times \left(\frac{L_۱}{L_۲}\right) \times \frac{\Delta\theta_۲}{\Delta\theta_۱} = \left(\frac{D_۲}{۲D_۲}\right)^۲ \times \frac{۳L_۲}{L_۲} \times \frac{۱۷۰ - ۱۰}{۱۲۰ - ۳۰} = \frac{۴}{۳}$$

۵۶ ☆ **گزینه ۳** ابتدا ضریب انبساط سطحی فلز ۲α را از روی ضریب انبساط حجمی فلز محاسبه می‌نماییم.

ضریب انبساط حجمی: $\beta = ۳\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\beta}{۳} \Rightarrow ۲\alpha = \frac{۲\beta}{۳}$

$$\Rightarrow ۲\alpha = \frac{۲}{۳} \times ۱/۵ \times ۱۰^{-۵} = ۱۰^{-۵}\,\frac{۱}{^\circ C}$$

$$\Delta A = A_۱ ۲\alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta A = ۱۰^{-۵} \times (۲ \times ۲/۵) \times (۴۲۵ - ۲۵) = ۲ \times ۱۰^{-۲}\,m^۲ = ۲۰۰\,cm^۲$$

۵۷ ☆ **گزینه ۴**

$$Q = P_{\text{مفید}}\, t \Rightarrow P_{\text{مفید}}\, t = mc\Delta\theta \Rightarrow P_{\text{مفید}} \times ۲۰ \times ۶۰ = ۲۰۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۹۰۰ \times ۳۰۰ \Rightarrow P_{\text{مفید}} = ۴۵W$$

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow P_{\text{کل}} = \frac{۴۵}{۰/۶} = ۷۵W$$ توان دستگاه گرمادهٔ

۵۸ ☆ **گزینه ۱** برای آن‌که کره‌ی فلزی بتواند از صفحه عبور کند، باید به اندازه‌ی اختلاف قطر اولیه‌ی کره و صفحه افزایش قطر داشته باشد:

$$\Delta D = ۲/۵۲ - ۲/۵ = ۰/۰۲cm$$

$$\Delta D = D_۱ \alpha \Delta\theta \Rightarrow ۰/۰۲ = \alpha \times ۲/۵ \times (۴۲۰ - ۲۰) \Rightarrow \alpha = ۲ \times ۱۰^{-۵}\,\frac{۱}{^\circ C}$$ ضریب انبساط خطی

$$= ۲\alpha = ۴ \times ۱۰^{-۵}\,\frac{۱}{^\circ C}$$ ضریب انبساط سطحی

۵۹ ☆ **گزینه ۲**

$$\frac{Q}{t} = k\frac{A}{L}\Delta\theta \Rightarrow ۴۰۰ = ۸۰ \times \frac{A}{L} \times ۵۰ \Rightarrow \frac{A}{L} = ۰/۱ \Rightarrow A = ۰/۱\,L$$

$$V = AL \Rightarrow ۴۰۰۰ \times ۱۰^{-۶} = ۰/۱\,L \times L \Rightarrow L^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow L = ۰/۲m$$

۶۰ ☆ **گزینه ۱**

یخ $۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱}$ آب $۰^\circ C \xleftarrow{Q_۲}$ آب $۸۰^\circ C$

اگر m' جرم یخ ذوب شده و m جرم آب اولیه در نظر بگیریم:

$$Q_۱ = Q_۲ \Rightarrow m'L_F = |mc\Delta\theta| \Rightarrow m' \times ۳/۳۶ \times ۱۰^۵ = m \times ۴/۲ \times ۱۰^۳ \times ۸۰ \Rightarrow m = m'$$

$$m + m' = ۸۰ \Rightarrow ۲m = ۸۰ \Rightarrow m = ۴۰\,g$$ جرم آب اولیه و $m' = ۴۰\,g$ جرم یخ ذوب شده

جرم یخ اولیه $= ۴۰ + ۳۰ = ۷۰\,g$

۶۱ ☆ **گزینه ۳**

$$P_{\text{مفید}} = ۲۵ \times ۰/۴ = ۱۰\,W$$

Q ذوب $= Q$ دستگاه

$$Pt = mL_F \Rightarrow ۱۰t = ۲۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۶/۴۵ \times ۱۰^۴ \Rightarrow t = ۱۲۹\,s$$

۶۲ ☆ **گزینه ۲**

یخ صفر $\xrightarrow{Q_۲}$ آب صفر $\xrightarrow{Q_۱}$ آب ۵°

$$\begin{cases} Q_۱ = mc\Delta\theta \\ Q_۱ = ۴ \times ۴ \times (۰ - ۵) = -۸۰kJ \end{cases}, \quad \begin{cases} Q_۲ = -mL_F \\ Q_۲ = -۴ \times ۳۴۰ = -۱۳۶۰kJ \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q = Q_۱ + Q_۲ = -۸۰ - ۱۳۶۰ = -۱۴۴۰kJ$$

پس از آب باید $۱۴۴۰\,kJ$ گرما بگیریم تا منجمد شود. ولی ما فقط می‌توانیم $۱۲۰\,kJ$ حرارت بگیریم، پس آب $۵^\circ C$ به آب صفر تبدیل می‌شود، اما تمام آب انجماد پیدا نمی‌کند، فقط قسمتی از آب یخ می‌بندد. پس دمای نهایی مجموعه صفر می‌گردد.

۶۳ ☆ **گزینه ۲** مجموع گرماهای مبادله شده صفر است.

$$\sum Q = ۰ \Rightarrow mc\Delta\theta + m'c'\Delta\theta + Q_{\text{مبادله شده}} = ۰$$
$$\Rightarrow ۰/۲ \times ۴(۲۵ - ۲۰) + ۰/۵ \times ۴(۲۵ - ۳۰) + Q_{\text{مبادله شده}} = ۰ \Rightarrow Q_{\text{مبادله شده}} = -۶\text{kJ}$$

۶۴ ☆ **گزینه ۱** چون قطعه یخ بزرگ است، بخار آب $۱۱۰\,^\circ\text{C}$ به آب $۰\,^\circ\text{C}$ تبدیل می‌شود و طی فرآیندهای زیر حرارت می‌دهد. حرارت‌های حاصل به یخ داده شده و قسمتی از یخ را ذوب می‌کند و قسمتی از یخ باقی می‌ماند و دمای نهایی صفر می‌شود. نهایتاً در ظرف، یخ و آب صفر درجه وجود دارد. قسمتی از آب صفر درجه از میعان بخار آب و قسمت دیگر آن از ذوب یخ به وجود آمده است.

$$\text{بخار } ۱۱۰\,^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_۱} \text{بخار } ۱۰۰\,^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_۲} \text{آب } ۱۰۰\,^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_۳} \text{آب } ۰\,^\circ\text{C}$$
$$\text{یخ } ۰\,^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_۴} \text{آب } ۰\,^\circ\text{C}$$

$$Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ + Q_۴ = ۰$$
$$\Rightarrow ۰/۰۱ \times ۲ \times (۱۰۰ - ۱۱۰) + (-۰/۰۱) \times ۲۲۵۶ + ۰/۰۱ \times ۴ \times (۰ - ۱۰۰) + m' \times ۳۳۴ = ۰$$
$$-۰/۲ - ۲۲/۵۶ - ۴ + ۳۳۴m' = ۰ \Rightarrow m' = \frac{۲۶/۷۶}{۳۳۴} \simeq ۰/۰۸\text{kg} = ۸۰\text{g}$$

۶۵ ☆ **گزینه ۱** انرژی پتانسیل گرانشی قطعه یخ هنگام برخورد به سطح آب به انرژی جنبشی تبدیل شده و سپس این انرژی به حرارت تبدیل می‌گردد. نهایتاً قطعه یخ صفر در آب صفر قرار داشته و مقداری حرارت در محیط وجود دارد که سبب ذوب مقداری یخ می‌شود. لازم به ذکر است اگر آب و یخ مخلوط داشته باشیم که دمای تعادل صفر باشد، اولویت با تغییر حالت است، یعنی اگر به سیستم حرارت دهیم ابتدا یخ ذوب می‌شود.

$$mgh = Q = ۰/۵ \times ۱۰ \times ۴۰۰ = ۲۰۰۰\text{J}$$
$$Q = m'L_F \Rightarrow ۲۰۰۰ = m' \times ۳۳۴۰۰۰ \Rightarrow m' = \frac{۲}{۳۳۴} = \frac{۱}{۱۶۷}\text{kg}$$

۶۶ ☆ **گزینه ۴**

$$\text{یخ } -۱۰\,^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_۱ = mc\Delta\theta} \text{یخ } ۰\,^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_۲ = mL_F} \text{آب } ۰\,^\circ\text{C}$$

برای ذوب کامل یخ، مجموع گرماهای $Q_۱$ و $Q_۲$ را باید به یخ بدهیم:

$$Q_۱ = mc\Delta\theta = ۰/۲ \times ۲ \times (۰ - (-۱۰)) = ۴\text{kJ}$$
$$Q_۲ = mL_F = ۰/۲ \times ۳۲۰ = ۶۴\text{kJ}$$
$$\Rightarrow Q_۱ + Q_۲ = ۶۴ + ۴ = ۶۸\text{kJ}$$

۶۸kJ حرارت برای ذوب کامل یخ نیاز است، اما فقط ۱۰kJ حرارت می‌توانیم به یخ بدهیم، پس یخ را می‌توان به صفر رساند ولی تمامی آن را نمی‌توان ذوب نمود، در نتیجه دمای نهایی صفر است و مخلوط آب و یخ داریم.

۶۷ ☆ **گزینه ۱** دمای نهایی مجموعه صفر می‌شود، چون مقداری از آب به یخ صفر تبدیل شده و بقیه‌ی آن به صورت آب صفر درجه در ظرف باقی می‌ماند.
(توجه کنیم که ابتدا ظرف و آب داخل آن $۲۰\,^\circ\text{C}$ است.)

$$(\text{آب صفر}) \quad (\text{یخ } ۰\,^\circ\text{C}) \xrightarrow{Q_۳} \quad (\text{آب } ۰\,^\circ\text{C}) \quad (\text{آب } ۲۰\,^\circ\text{C}) \xrightarrow{Q_۲} \quad (\text{ظرف } ۰\,^\circ\text{C}) \quad (\text{ظرف } ۲۰\,^\circ\text{C}) \xrightarrow{Q_۱}$$

$$Q = Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = mc_{\text{ظرف}}\Delta\theta + m'c_{\text{آب}}\Delta\theta - m''L_f$$
$$= ۱۶ \times ((۰ - ۲۰)) + ۰/۲ \times ۴ \times ((۰ - ۲۰)) - ۰/۱ \times ۳۲۰ = -۳۶۸\text{kJ}$$

۶۸ ☆ **گزینه ۲** در مرحله‌ی اول ۲۰kJ حرارت داده شده و دمای آن ۲۰k بالا رفته است.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow ۲۰ = ۲ \times c \times (۲۰) \Rightarrow c = ۰/۵\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

در مرحله‌ی دوم ۲۰kJ حرارت داده و دما ثابت بوده و تغییر حالت صورت گرفته است.

$$Q = mL_F \Rightarrow ۴۰ - ۲۰ = ۲L_f \Rightarrow L_F = ۱۰\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

۶۹ ☆ **گزینه ۴**

چون ۱۰۰ گرم یخ باقی مانده پس در مرحله‌ی ذوب ۳۰۰ گرم از یخ ذوب می‌شود.

$$\underset{\downarrow}{m = ۴۰۰\text{g}} \qquad \underset{\downarrow}{m = ۳۰۰\text{g}}$$
$$\text{یخ } -۱۰\,^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_۱} \text{یخ } ۰\,^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_۲} \text{آب } ۰\,^\circ\text{C}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta + m'L_F = 0/4 \times 2 \times (0 - (-10)) + 0/3 \times 320 = 8 + 96 = 104kJ$$

۳۰۰ گرم از جرم یخ ذوب می‌گردد.

۷۰ ☆ گزینه ۲ چون ظرفیت گرمایی ویژه آب بیش‌تر از سرب است، طبق رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$ گرمای داده شده به آب بیش‌تر از گرمای داده شده به سرب است.

۷۱ ☆ گزینه ۳ اندازه‌ی حرارت مبادله شده بین دو گلوله مساوی است:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow Mc\Delta\theta_1 = mc\Delta\theta_2 \xrightarrow{M>m} \Delta\theta_1 < \Delta\theta_2$$

نکته: چون جنس گلوله‌ها یکسان است، پس ظرفیت گرمایی ویژه آنها با هم برابر است. $(c_1 = c_2)$

۷۲ ☆ گزینه ۱ توجه کنیم وقتی قطعه یخ بزرگ است، مفهوم آن این است که گلوله مقداری از یخ را ذوب می‌کند، یعنی در نهایت گلوله‌ی صفر درجه و آب ذوب شده صفر درجه و بقیه‌ی یخ صفر درجه در سیستم وجود دارد.

$$\text{گلوله } 200^\circ C \xrightarrow{Q_2} \text{گلوله } 0^\circ C \quad \text{و} \quad \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 0^\circ C$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m'L_V + mc\Delta\theta = 0 \Rightarrow m' \times 336000 + m \times 480 \times (0 - 200) = 0 \Rightarrow m' = \frac{2}{7}m$$

۷۳ ☆ گزینه ۲

$$\text{یخ } (m)\theta \xrightarrow{Q_1} \text{یخ صفر درجه} \xleftarrow{Q_2} \text{آب صفر درجه } (m') \text{ جرم آب یخ بسته}$$

آب $0^\circ C$ گرما می‌دهد و به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود (Q_1) و یخ $\theta^\circ C$ حرارت می‌گیرد و به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta - m'L_F = 0 \Rightarrow 0/2 \times 2000 \times (0 - (\theta)) - 0/01 \times 3600000 = 0$$
$$\Rightarrow -400\theta = 3600 \Rightarrow \theta = -9^\circ C$$

۷۴ ☆ گزینه ۳

باتوجه به آنکه ظرفیت گرمایی برابر $A = mc$ می باشد، داریم:

گرمایی که یخ می گیرد ذوب شود $+$ گرمایی که فلز از دست می‌دهد $= 0$

$$mc\Delta\theta + m'L_F = 0 \Rightarrow 36 \times (0 - 100) + m' \times 360 = 0 \Rightarrow m' = 10\,kg$$

۷۵ ☆ گزینه ۱

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow mc\Delta\theta = mc'\Delta\theta' \Rightarrow \frac{c'}{c} = \frac{\Delta\theta}{\Delta\theta'}$$

چون $c \propto \frac{1}{\Delta\theta}$ است پس گلوله‌ای که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی بیش‌تری دارد، تغییرات دمای کم‌تری پیدا می‌کند.

۷۶ ☆ گزینه ۱ جرم بخاری که به آب جوش تبدیل شده: $100 - 40 = 60 = m'$

چون بخار $100^\circ C$ باقی مانده است، پس آب $76^\circ C$ به آب جوش $100^\circ C$ تبدیل شده و مقداری از بخار (m') نیز به آب جوش تبدیل شده و دمای نهایی مجموعه $100^\circ C$ است.

$$\text{آب } 46^\circ C \xleftarrow{Q_2} 100^\circ C \text{ آب} \xrightarrow{Q_1} 100^\circ C \text{ بخار}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow -\frac{60}{1000} \times 2400 + M \times 4 \times (100 - 76) = 0 \Rightarrow M = \frac{3}{2}kg$$

۷۷ ☆ گزینه ۴

$$\text{آب } 0^\circ C \xleftarrow{Q_2} 0^\circ C \text{ یخ} \xleftarrow{Q_1} -10^\circ C \text{ یخ}$$
$$\Rightarrow \begin{cases} Q_1 = 2 \times 2 \times (0 - (-10)) = 40\,kJ \\ Q_2 = mL_F = 2 \times 334 = 668\,kJ \end{cases}$$

۲۰۰ کیلوژول حرارت نمی‌تواند تمام یخ را ذوب کند، پس دمای نهایی صفر بوده و مقداری از یخ ذوب شده (m') و نهایتاً مخلوط آب و یخ دمای صفر داریم.

$$374 - 40 = 334kJ$$

$$Q = m'L_F \Rightarrow 334 = m' \times 334 \Rightarrow m' = 1kg$$

۷۸ ☆ گزینه ۱ حرارتی که در یک دقیقه به یخ می‌دهیم:

$$W = P \cdot t \Rightarrow W = ۵۰۰ \times ۶۰ = ۳۰۰۰۰\,J = ۳۰kJ$$

$$-۳\,^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow{Q_۱} ۰\,^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow{Q_۲} ۰\,^\circ C \text{ آب}$$

$$Q_۱ = mc\Delta\theta = ۰/۱ \times ۲ \times (۰ - (-۳)) = ۰/۶kJ$$

$$Q_۲ = mL_F = ۰/۱ \times ۳۴۰ = ۳۴kJ$$

یخ برای ذوب کامل خود $۳۴/۶kJ$ حرارت نیاز دارد، پس همه‌ی یخ ذوب نمی‌گردد و دمای تعادل صفر می‌شود.

۷۹ ☆ گزینه ۳

$$Q_۱ = mc\Delta\theta = ۱ \times c \times (۳۰ - ۸۰) = -۳۰ \Rightarrow c = ۰/۶\frac{kJ}{kg \cdot K}$$

$$Q_۲ = -mL_F \Rightarrow -۶۰ = ۱ \times L_F \Rightarrow L_F = ۶۰\frac{kJ}{kg}$$

۸۰ ☆ گزینه ۲ طبق رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$، شیب نمودار گرما بر حسب تغییرات دما برابر mc است. طبق نمودارها شیب خط A بزرگ‌تر از B است، پس ظرفیت گرمایی A بیش‌تر از ظرفیت گرمایی B است. ولی نمی‌توان در مورد ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آن اظهار نظر کرد.

$$(mc)_A > (mc)_B$$

۸۱ ☆ گزینه ۲ انرژی مکانیکی قطعه یخ که انرژی پتانسیل گرانشی می‌باشد به حرارت تبدیل شده و سبب ذوب مقداری از یخ می‌گردد. Mجرم اولیه‌ی یخ و m جرم یخ باقیمانده است.

$$Mgh = mL_F \Rightarrow ۶۶/۸ \times ۱۰ \times ۲۰۰ = ۳۳۴۰۰۰ \times m \Rightarrow m = ۰/۴kg$$

۸۲ ☆ گزینه ۲ θ نقطه‌ی جوش در سطح دریا و θ' نقطه‌ی جوش در قله‌ی کوه است.

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ \frac{۳}{۴}Q = mc\Delta\theta \end{cases} \Rightarrow \frac{Q}{\frac{۳}{۴}Q} = \frac{mc(\theta - ۲۰)}{mc(\theta' - ۲۰)} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \frac{\theta - ۲۰}{\theta' - ۲۰}$$

$$\xrightarrow{\theta_{\text{سطح دریا}} = ۱۰۰\,^\circ C} \theta' = ۸۰\,^\circ C \Rightarrow \theta - \theta' = ۲۰\,^\circ C$$

۸۳ ☆ گزینه ۴

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_۱} = \frac{\Delta T}{T_۱} \Rightarrow \frac{۱۸}{۱۲۰} = \frac{\Delta T}{۲۷ + ۲۷۳} \Rightarrow \frac{۱۸}{۱۲۰} = \frac{\Delta T}{۳۰۰} \Rightarrow \Delta T = ۴۵K \xrightarrow{\Delta T = \Delta\theta} \Delta\theta = ۴۵\,^\circ C$$

۸۴ ☆ گزینه ۴ از قانون گازهای کامل رابطه‌ی مقایسه‌ای زیر را می‌توان نوشت:

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} \times \frac{V_A}{V_B} = \frac{n_A}{n_B} \times \frac{T_A}{T_B} \Rightarrow \frac{۴}{۳} \times \frac{V_A}{V_B} = ۸ \times ۱ \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = ۶$$

۸۵ ☆ گزینه ۳

از قانون عمومی گازها رابطه‌ی مقایسه‌ای زیر را می‌توان نوشت:

$$PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} \times \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{m_۲}{m_۱} \times \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{۲/۵}{۲} \times \frac{۲}{۲} = ۳ \times \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{۵}{۱۲}$$

۸۶ ☆ گزینه ۲ از قانون عمومی گازها دمای مطلق گاز با حاصل‌ضرب $(P \times V)$ در هر نقطه متناسب است. $PV = nRT$

بنابراین بیش‌ترین دمای گاز در نقطه‌ی c و کم‌ترین دمای آن در نقطه‌ی a خواهد بود پس خواهیم داشت:

$$\frac{T_c}{T_a} = \frac{P_c V_c}{P_a V_a} = \frac{۴ \times ۶}{۳ \times ۲} = ۴$$

۸۷ ☆ گزینه ۲ سطح زیر نمودار $P - V$ کار روی گاز را نشان می‌دهد و چون کار در مسیر AB به علت افزایش حجم گاز منفی و در مسیر BC به علت کاهش حجم گاز مثبت است، نسبت کارها منفی می‌باشد.

$$\frac{W_{AB}}{W_{BC}} = -\frac{۵P_۱ \times ۳V_۱}{\frac{۵P_۱ + P_۱}{۲} \times ۳V_۱} = -\frac{۵}{۳}$$

۸۸ ☆ گزینه ۳ نمودار $V - T$ در فرآیند هم فشار همواره خطی است که از مبدأ می‌گذرد و شیب آن $\frac{nR}{P}$ است.

$(PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nR}{P}T \Rightarrow \text{شیب خط} = \frac{nR}{P})$

$W = -P \cdot \Delta V = -P(V_۲ - V_۱) = -nR(T_۲ - T_۱) \Rightarrow W = -۲ \times ۸(۵۴۰ - ۲۷۰) = -۴۳۲۰J$

۸۹ ☆ **گزینه ۴**

در هر چرخه $\Delta U = ۰$ می باشد.

$\Delta U_{ACBA} = ۰ \Rightarrow \underbrace{Q_{CB} + Q_{BA}}_{-۸۰۰} + W_{BA} + W_{AC} = ۰ \Rightarrow -۸۰۰ - ۲۰۰ + W_{CA} = ۰ \Rightarrow W_{CA} = ۱۰۰۰\,J$

۹۰ ☆ **گزینه ۳**

$\Delta U = ۰ \Rightarrow \underline{W_{ac}} + Q_{ac} + \cancel{W_{ab}}^{۰} + Q_{ab} + \underline{W_{bc}} + \cancel{Q_{bc}}^{۰} = ۰ \Rightarrow \underbrace{W_{ac} + W_{bc}}_{W_{کل}} + Q_{qc} + Q_{qb} = ۰$

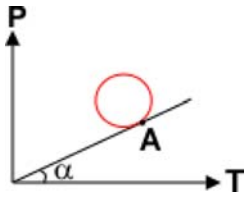
$\Delta U = ۰ \Rightarrow W_{کل} + Q_{ca} + Q_{ab} = ۰ \Rightarrow W + nC_V\Delta T + nC_P\Delta T = ۰ \Rightarrow W + \frac{۳}{۲}V\Delta P + \frac{۵}{۲}P\Delta V = ۰$

$\Rightarrow W = -\frac{۳}{۲} \times ۱ \times (۵ - ۱) \times ۱۰^۲ + \left(-\frac{۵}{۲}\right) \times ۱ \times (۱ - ۳) \times ۱۰^۲ = -۶۰۰ + ۵۰۰ = -۱۰۰\,J$

۹۱ ☆ **گزینه ۳** با توجه به معادله حالت گاز کامل داریم:

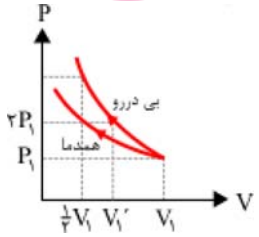
$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} \Rightarrow \frac{۱}{V} = \frac{P}{nRT}$

بنابراین شیب نمودار $P - T$ با $\frac{۱}{V}$ رابطه مستقیم دارد. بنابراین در نقطه ای که شیب نمودار کمترین است V بیشترین است که آن هم تنها در نقطه A است. و تنها در یک نقطه شیب تا این اندازه کم و V تا این اندازه زیاد است.



۹۲ ☆ **گزینه ۲**

$V_۱ > V'_۱ > \frac{۱}{۲}V_۱$



در فرآیند بی‌درو حجم گاز کم‌تر می‌گردد ولی نصف مقدار اولیه نمی‌گردد.

۹۳ ☆ **گزینه ۱**

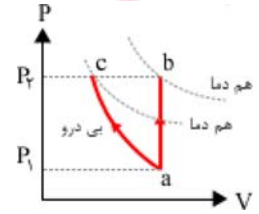
سطح زیر نمودار $P - V$ برابر کار می باشد. چون سطح زیر نمودار A بزرگتر از B است در نتیجه $|W_A| > |W_B|$

$\begin{cases} \Delta U_A = ۰ \\ \Delta U_B = ۰ \end{cases} \Rightarrow Q_A + W_A = Q_B + W_B$

$|W_A| > |W_B| \Rightarrow Q_A > Q_B$

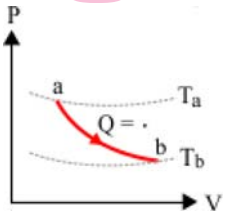
۹۴ ☆ **گزینه ۱**

$T_b > T_c \Rightarrow U_b > U_c$



۹۵ ☆ گزینه ۳

$$\Delta U_{ab} = Q_{ab} + W_{ab} = ۰ + W_{ab}$$



کار در مسیر ab منفی است. دو سر یک نمودار بی درو روی دو نمودار هم دما است. $T_a > T_b$

روش دوم: تناسب زیر در فرآیند بی دررو برقرار است: $(V \propto \frac{۱}{P} \propto \frac{۱}{T})$

$T \downarrow \leftarrow V \uparrow$ انبساط بی دررو

۹۶ ☆ گزینه ۴

$$\frac{P_a V_a}{T_a} = \frac{P_b V_b}{T_b} \Rightarrow T_a = T_b, U_a = U_b$$

۹۷ ☆ گزینه ۲

$$\frac{P_m V_m}{T_m} = \frac{P_k V_k}{T_k} \Rightarrow T_k = T_m \ , \ T_n > T_k \Rightarrow T_n > T_m$$

۹۸ ☆ گزینه ۳

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow ۱۷۵۰ = ۱۳۵۰ + W \Rightarrow W = ۴۰۰ = -P\Delta V$$

$$\Rightarrow ۴۰۰ = -۱۰^{۵}\Delta V \Rightarrow \Delta V = -\frac{۴۰۰}{۱۰^{۵}} = -۴ \times ۱۰^{-۳} m^۳$$

۹۹ ☆ گزینه ۴

$$Q_V = nC_V\Delta T \Rightarrow -۶۰۰ = ۲ \times \frac{۳}{۲}R\Delta T \Rightarrow -۶۰۰ = ۳ \times ۸ \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = -۲۵$$

۱۰۰ ☆ گزینه ۳

$$W = -P\Delta V = -۲ \times ۱۰^{۵}(۵ \times ۱۰^{-۳}) = -۱۰^{۳} J$$

$$Q_P = nC_P\Delta T = \frac{۵}{۲}P\Delta V = \frac{۵}{۲} \times ۱۰^{۳} = ۲۵۰۰ J$$

۱۰۱ ☆ گزینه ۱

$$W = -P\Delta V \, , Q_P = nC_P\Delta T = \frac{۵}{۲}P\Delta V$$

$$\Rightarrow W = -۱۰۰۰ \Rightarrow Q_P = +\frac{۵}{۲} \times ۱۰۰۰ = ۲۵۰۰ J$$

۱۰۲ ☆ گزینه ۲ کار در چرخه مثبت است چون چرخه پادساعتگرد است.

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow W + Q_۱ + Q_۲ = ۰$$

در فرآیند هم حجم گرما مثبت است. $Q_۱ > ۰$

W و $Q_۱$ مثبت است پس $Q_۲$ منفی است و از نظر مقدار، اندازه‌ی $Q_۲$ برابر است مجموع اندازه‌های $Q_۱$ و W پس $|Q_۲| > |Q_۱|$

۱۰۳ ☆ گزینه ۲

در هر چرخه $\Delta U_{abca} = ۰$ می باشد.

$$\Delta U_{abca} = ۰ \Rightarrow Q_{ab} + Q_{ca} + W_{کل} = ۰$$

$$\Rightarrow \frac{۳}{۲}V\Delta P + \frac{۵}{۲}P\Delta V + W_{کل} = ۰$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} \times 1 \times (15-1)10^2 + \frac{5}{2} \times 1 \times (1-7)10^2 + W_{کل} = 0$$

$$2100 - 1500 + W_{کل} = 0 \Rightarrow W_{کل} = -600\,J$$

۱۰۴☆ گزینه ۲ دو نقطه‌ی b و c دو نقطه هم دما است، پس تغییرات انرژی درونی گاز در مسیر ab و ac یکسان است چون تغییرات دما در این مسیر یکسان است.

$$\Delta U_{ac} = \Delta U_{ab} \Rightarrow Q_{ac} + W_{ac} = Q_{ab} + W_{ab}$$

$$\Rightarrow 3000 = Q_{ab} - 2 \times (30-10) \times 10^{+2} \Rightarrow Q_{ab} = +7000J \Rightarrow Q_{ba} = -7000J$$

۱۰۵☆ گزینه ۴

$$\Delta T = 1/5T_C \quad \Rightarrow \quad T_H - T_C = 1/5T_C \quad \Rightarrow \quad T_H = 2/5T_C$$

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} = \frac{\Delta T}{T_H} = \frac{1/5T_C}{2/5T_C} = 0/6 \ = \%60$$

۱۰۶☆ گزینه ۳ وقتی دمای چشمه‌ی گرم ثابت نگه داشته می‌شود با کاهش دمای چشمه سرد بازده افزایش می‌یابد.

$$\eta = \frac{\Delta T}{T_H} \quad , \quad \eta_2 - \eta_1 = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{T_H} \Rightarrow 0/2 = \frac{80}{T_H} \Rightarrow T_H = 400K$$

$$T_H = 273 + \theta_H \Rightarrow 400 = 273 + \theta_H \Rightarrow \theta_H = 127\,^\circ C$$

۱۰۷☆ گزینه ۳ بازده ماشینی گرمایی کار نو از رابطه‌ی $\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$ به دست می‌آید. بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{1 - \frac{T_L}{T_{H_1}}}{1 - \frac{T_{L_2}}{T_{H_2}}} \quad \Rightarrow \quad \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{1 - \frac{4T_1}{5T_1}}{1 - \frac{T_1}{5T_1}} = \frac{\frac{1}{5}}{\frac{4}{5}} = \frac{1}{4}$$

۱۰۸☆ گزینه ۱

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad \Rightarrow \quad T_L = (1-\eta)T_H$$

$$\frac{T_{L_2}}{T_{L_1}} = \frac{1-\eta_2}{1-\eta_1} \Rightarrow \frac{200+50}{200} = \frac{1 - \frac{3}{4}\eta_1}{1-\eta_1} \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{1 - \frac{3}{4}\eta_1}{1-\eta_1} \Rightarrow \eta_1 = 0/5 = 50\%$$

۱۰۹☆ گزینه ۳ با افزایش یکسان دماهای چشمه‌های سرد و گرم بازده ماشینی گرمایی کارنو کاهش می‌یابد.

$$\eta_1 = \frac{\Delta T}{T_{H_1}} \ , \ \eta_2 = \frac{\Delta T}{T_{H_2}} \ , \ \Delta T = T_H - T_L \ \text{ و } \ \eta_2 = 0/9\,\eta_1$$

ΔT در هر دو حالت ثابت می‌ماند:

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{T_{H_1}}{T_{H_2}} \ \Rightarrow \ 0/9 = \frac{T_{H_1}}{T_{H_1} + 50} \ \Rightarrow \ T_{H_1} = 0/9T_H + 45 \ \Rightarrow \ T_{H_1} = 450K$$

$$273 + \theta_H = 450 \Rightarrow \theta_H = 177\,^\circ C$$

۱۱۰☆ گزینه ۴

$$Q_{\text{یخ می‌گیرد}} = Q_{\text{ذوب}}$$

$$mgh = m'L_f$$

$$3/6 \times 10 \times 200 = 360000 \times m' \Rightarrow m' = 0/02kg$$

۱۱۱☆ گزینه ۴ برای حل این سؤال به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\begin{cases}\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \\ \frac{\Delta L}{L_1} = ۰/۱۷\% \Rightarrow \Delta L = \frac{۱۷}{۱۰۰۰۰} L_1\end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۷}{۱۰۰۰۰} L_1 = L_1 \alpha \times ۱۰۰ \Rightarrow \alpha = ۱۷ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K}$$

$$\Delta A = A_1 ۲\alpha \Delta\theta = A_1 \times (۲ \times ۱۷ \times ۱۰^{-۶}) \times ۱۰۰ \Rightarrow \Delta A = ۰/۰۰۳۴ A_1$$

$$A_۲ = A_1 + \Delta A = A_1 + ۰/۰۰۳۴ A_1 = ۱/۰۰۳۴ A_1$$

توضیح بیشتر:می‌دانیم ضریب انبساط سطحی برای اجسام دو برابر ضریب انبساط خطی است.از این گونه می‌توان نتیجه گرفت که در صورتی که در اثر مقدار معینی افزایش دما طول یک جسم x درصد افزایش یابد، درصد افزایش سطح جسمی از همان ماده تحت همان افزایش دما برابر $۲x$ است.در این سوال طول میله‌ی مسی با افزایش دمای $۱۰۰^\circ C$ ، ۰/۱۷ درصد (۰/۰۰۱۷ مقدار اولیه) افزایش یافته است.

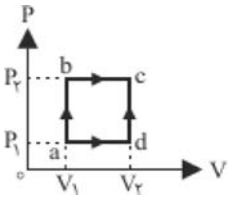
بنابراین افزایش سطح یک ورقه ی مسی تحت همان افزایش دما برابر ۰/۳۴ درصد (۰/۰۰۳۴ برابر مقدار اولیه) است و می توان نوشت:

$$A_۲ = A_1 + \Delta A = A_1 + ۰/۰۰۳۴ A_1 = ۱/۰۰۳۴ A_1$$

۱۱۲☆ گزینه ۲ برای پاسخ به این سؤال، به موارد زیر توجه کنید:

۱ – با توجه به این که در مسیرهای abc و adc، نقطه ی آغاز و پایان یکسان است. بنابراین تغییر انرژی درونی در دو مسیر یکسان است.

$$\Delta U = \frac{۳}{۲}(P_c V_c - P_a V_a) \Rightarrow \Delta U_{abc} = \Delta U_{adc}$$



۲ – در فرایندهای ab و cd کار صفر است (زیرا فرآیند هم حجم است.) و در فرآیندهای bc و ad که انبساط هم فشار هستند، کار انجام شده منفی است.

$$W_{abc} = W_{ab} + W_{bc} = ۰ + (-P_۲(V_۲ - V_۱)) = -P_۲(V_۲ - V_۱)$$

$$W_{adc} = W_{ad} + W_{dc} = W_{ad} + ۰ = -P_۱(V_۲ - V_۱)$$

۳ – گرمای داده شده به گاز در مسیر abc از adc بیش تر است، محاسبات زیر این موضوع را تأیید می کند (دقت شود که ΔU در دو مسیر یکسان است)

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

$$\begin{cases}Q_{abc} = \Delta U + P_۲(V_۲ - V_۱) \\ Q_{adc} = \Delta U + P_۱(V_۲ - V_۱)\end{cases} \xrightarrow{P_۲ > P_۱} Q_{abc} > Q_{adc}$$

۱۱۳☆ گزینه ۲ با توجه به محاسبات زیر داریم:

$$W = Pt = ۱۰۰۰ \times ۳۶۰۰ = ۳۶ \times ۱۰^۵ J$$ (محاسبه‌ی کار انجام شده در یک ساعت)

$$K = \frac{Q_L}{W} \Rightarrow Q_L = KW = ۲/۵ \times ۳۶ \times ۱۰^۵ J = ۹۰ \times ۱۰^۵ J$$ (محاسبه‌ی گرمای گرفته شده از داخل اتاق در یک ساعت)

$$Q_H = Q_L + W = ۹۰ \times ۱۰^۵ + ۳۶ \times ۱۰^۵ J = ۱۲/۶ MJ$$

۱۱۴☆ گزینه ۱ حجم الکلی که بیرون می‌ریزد دقیقاً برابر حجم گلوله‌ی آهنی است بنابراین می‌توان نوشت:

$$V_{\text{آهن}} = V_{\text{الکل}} \Rightarrow \frac{m_{\text{آهن}}}{\rho_{\text{آهن}}} = \frac{m_{\text{الکل}}}{\rho_{\text{الکل}}} \Rightarrow \frac{۳۹۰۰}{۷۸۰۰} = \frac{m_{\text{الکل}}}{۸۰۰} \Rightarrow m_{\text{الکل}} = ۴۰۰ g$$

۱۱۵☆ گزینه ۴ با توجه به نمودار، در طی ۲۰ دقیقه، دمای جسم از $۳۰^\circ C$ به $۵^\circ C$ رسیده و میزان گرمای از دست داده توسط جسم برابر است با:

$$|Q| = |mc(\theta_۲ - \theta_۱)| = |۰/۳ \times c \times (۵ - ۳۰)| = ۷/۵c \quad (۱)$$

این گرما در مدت ۲۰ دقیقه و با توان ۳ وات از جسم گرفته شده و مقدار آن برابر است با:

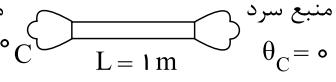
$$Q = Pt = ۳ \times ۲۰ \times ۶۰ \quad (۲)$$

و با توجه به روابط (۱) و (۲) داریم:

$$۷/۵c = ۳ \times ۲۰ \times ۶۰ \Rightarrow c = ۴۸۰ \frac{J}{kg \cdot K}$$

۱۱۶☆ گزینه ۳ پس از ۶۰ دقیقه کل یخ ذوب شده و گرمای لازم جهت این کار، با گرمای رسانش یافته از میله برابر است:

$$Q = \frac{kAt\Delta\theta}{L} \Rightarrow mL_f = \frac{kAt\Delta\theta}{L}$$



$$۳۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۳۳۶۰۰۰ = \frac{k \times ۴ \times ۱۰^{-۴} \times ۶۰ \times ۶۰ \times ۱۰۰}{۱} \Rightarrow k = ۷۰ \frac{W}{m \cdot K}$$

۱۱۷☆ **گزینه ۳** با توجه به قانون گازها می‌توان نوشت:

$$T_۱ = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰K \ , \ T_۲ = ۵۷ + ۲۷۳ = ۳۳۰K$$
$$V_۱ = ۸Lit \ , \ V_۲ = ۱۱Lit \ , \ P_۲ = P_۱ - ۱۰$$
$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{P_۱ \times ۸}{۳۰۰} = \frac{(P_۱ - ۱۰) \times ۱۱}{۳۳۰} \Rightarrow P_۱ = ۵۰cm\,Hg$$

۱۱۸☆ **گزینه ۲**

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \begin{cases} m_۱ = \rho_۱ \cdot V_۱ = ۲/۷ \times ۲۰۰ = ۵۴۰g \\ m_۲ = \rho_۲ \cdot V_۲ = ۱ \times ۵۴۰ = ۵۴۰g \end{cases}$$
$$\sum_{m_۱ = m_۲} Q = ۰ \Rightarrow Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow m_۱c_۱(\theta - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta - \theta_۲) = ۰$$
$$\longrightarrow ۰/۹(\theta - ۱۰۰) = -۴/۲(\theta - ۲۰)$$
$$۰/۹\theta - ۹۰ = -۴/۲\theta + ۸۴ \Rightarrow ۵/۱\theta = ۱۷۴ \Rightarrow \theta = \frac{۱۷۴}{۵/۱} \simeq ۳۴^\circ C$$

۱۱۹☆ **گزینه ۲** در ابتدا آب و یخ در حال تعادل هستند و در نتیجه دمای آن‌ها صفر درجه‌ی سلسیوس است.

یخ $۰^\circ C \rightarrow$ آب $۰^\circ C$

$Q_۱ = m_۱L_F = ۱ \times ۳۳۶ = ۳۳۶kg$ (گرمای لازم برای ذوب یخ)

$Q_۲ = Q - Q_۱ = ۵۴۶ - ۳۳۶ = ۲۱۰kJ$ (گرمای باقی مانده)

$$Q_۲ = (m_۱ + m_۲)\,c\Delta\theta \Rightarrow ۲۱۰ = (۱ + ۴) \times ۴/۲ \times (\theta - ۰) \Rightarrow ۲۱۰ = ۵ \times ۴/۲ \times \theta \Rightarrow \theta = ۱۰^\circ C$$

۱۲۰☆ **گزینه ۲** اگر گرمای Q در مدت t از یک سر میله‌ای به طول L و سطح مقطع A که اختلاف دمای دو سر آن برابر $\Delta\theta$ است، به سر دیگر شارش کند، داریم:

$$Q = k\frac{At\Delta\theta}{L} \Rightarrow ۷۳۸ = ۸۲\frac{A \times ۶۰ \times (۱۵۰ - ۰)}{۰/۳} \Rightarrow A = ۳ \times ۱۰^{-۴}m^۲ = ۳cm^۲$$
$$A = \pi r^۲ \Rightarrow ۳ = ۳ \times r^۲ \Rightarrow r = ۱cm \Rightarrow d = ۲cm$$

۱۲۱☆ **گزینه ۱** چون در این فرایند حجم گاز افزایش یافته است پس کار انجام شده روی گاز منفی است. از طرفی بنابر رابطه‌ی $V = \left(\frac{nR}{p}\right)T$ در فشار ثابت اگر حجم گازی افزایش یابد، دمای آن نیز افزایش می‌یابد ($\Delta U > ۰$). در نتیجه بنابر قانون اول ترمودینامیک ($\Delta U = Q + W$). چون $\Delta U > ۰$ و $W < ۰$ است، می‌توان نتیجه گرفت که $Q > ۰$ است.

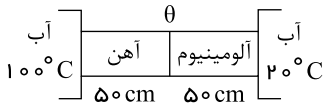
۱۲۲☆ **گزینه ۳**

$$\Delta U = \frac{۳}{۲}nR\Delta T$$
$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \Rightarrow \begin{cases} T_a = \frac{۳P_۱V_۱}{nR} \\ T_c = \frac{۳P_۱V_۱}{nR} \end{cases} \Rightarrow T_c - T_a = ۰ \Rightarrow \Delta U = ۰ \Rightarrow \Delta U_{adc} = \Delta U_{ac} = \Delta U_{abc}$$
$$W_{adc} = W_{ad} + W_{dc} = ۳P_۱ \times (۳V_۱ - V_۱) + ۰ = ۶P_۱V_۱$$
$$W_{abc} = W_{ab} + W_{bc} = ۰ + P_۱ \times (۳V_۱ - V_۱) = ۲P_۱V_۱$$

بنابر قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W$$
$$\Rightarrow \begin{cases} ۰ = Q_{adc} + W_{adc} \Rightarrow Q_{adc} = -W_{adc} \\ ۰ = Q_{abc} + W_{abc} \Rightarrow Q_{abc} = -W_{abc} \end{cases} \Rightarrow$$ یعنی گرمای دریافت شده در فرایند abc و adc یکسان نمی باشد

۱۲۳☆ **گزینه ۲** با استفاده از رابطه‌ی رسانندگی گرما در جامدات و این نکته که بعد از به تعادل رسیدن، آهنگ انتقال گرما در میله‌ها یکسان است، می‌توان نوشت:



$$\frac{Q}{t}=\frac{k_{Al}A\Delta\theta}{L}\Rightarrow(\frac{Q}{t})_{Fe}=(\frac{Q}{t})_{Al}$$
$$k_{Fe}(۱۰۰-\theta)=k_{Al}(\theta-۲۰)$$
$$\xrightarrow{k_{Al}=۳k_{Fe}}\ ۱۰۰-\theta=۳(\theta-۲۰)\Rightarrow\theta=۴۰^{\circ}C$$

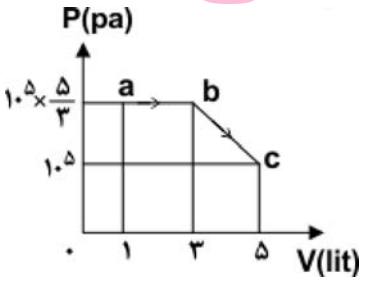
۱۲۴☆ **گزینه ۴** با استفاده از رابطه‌ی بازده‌ی ماشین گرمایی که چرخه‌ی کارنو را طی می‌کند، می‌توان نوشت:

$$\eta_{max}=۱-\frac{T_L}{T_H}\qquad(I)$$

در حالت دوم: با کاهش دمای چشمه‌ی سرد، بازده‌ی ماشین ۲۰٪ یا $\frac{۱}{۵}$ افزایش می‌یابد، بنابراین داریم:

$$\eta'_{max}=۱-\frac{T'_L}{T_H}\Rightarrow\eta_{max}+\frac{۱}{۵}=۱-\frac{T_L-۱۰۰}{T_H}$$
$$\xrightarrow{(I)}\ ۱-\frac{T_L}{T_H}+\frac{۱}{۵}=۱-\frac{T_L}{T_H}+\frac{۱۰۰}{T_H}\Rightarrow T_H=۵۰۰K\Rightarrow\theta_H=۲۲۷^{\circ}C$$

۱۲۵☆ **گزینه ۱** مطابق نمودار، فرایند ab یک فرایند هم فشار است، بنابراین می‌توان نوشت:



$$Q_{ab}=nC_P(T_b-T_a)\xrightarrow[C_P=\frac{۵}{۲}R]{PV=nRT}Q_{ab}=\frac{۵}{۲}P_{ab}(V_b-V_a)$$
$$\Rightarrow Q_{ab}=\frac{۵}{۲}\times\frac{۵}{۳}\times۱۰^{۵}\times(۳-۱)\times۱۰^{-۳}\Rightarrow Q_{ab}=\frac{۲۵۰۰}{۳}J$$

از طرفی داریم:

$$P_aV_a=P_cV_c\Rightarrow T_b=T_c\Rightarrow U_b=U_c\Rightarrow\Delta U_{bc}=۰$$

بنابراین با استفاده از قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U_{bc}=Q_{bc}+W_{bc}=۰\Rightarrow Q_{bc}=-W_{bc}$$
$$\Rightarrow Q_{bc}=\frac{۱}{۲}\times(۵-۳)\times۱۰^{-۳}\times(۱+\frac{۵}{۳})\times۱۰^{۵}\Rightarrow Q_{bc}=\frac{۸۰۰}{۳}J$$
$$Q_{ac}=Q_{ab}+Q_{bc}=\frac{۲۵۰۰}{۳}+\frac{۸۰۰}{۳}\Rightarrow Q_{ac}=۱۱۰۰J$$

۱۲۶☆ **گزینه ۳**

$$\eta=۱-\frac{T_L}{T_H}\Rightarrow\begin{cases}۰/۵=۱-\frac{۲۷۳+۷}{T_H}\\ ۰/۴=۱-\frac{T_L}{T_H}\Rightarrow۰/۴=۱-\frac{T_L}{۵۶۰}\\ \Rightarrow T_L=۳۳۶K\Rightarrow\theta_L=۳۳۶-۲۷۳=۶۳^{\circ}C\\ \Rightarrow\Delta\theta_C=۶۳-۷=۵۶^{\circ}C\end{cases}$$

در نتیجه دمای چشمه‌ی سرد، ۵۶ درجه‌ی سلسیوس افزایش یافته است.

۱۲۷☆ **گزینه ۴** با توجه به این که از مبادله‌ی گرمای آب و یخ با محیط صرف نظر می‌شود، پس گرمایی که یخ صفر درجه‌ی سلسیوس می‌گیرد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود برابر است با گرمایی که آب $۵۰^{\circ}C$ می‌دهد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود.

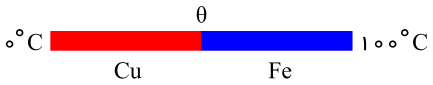
یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_۱}$ آب صفر درجه $\xleftarrow{Q_۲}$ آب $۵۰^{\circ}C$

$$Q_۱+Q_۲=۰\Rightarrow mL_F+m'c\Delta\theta=۰\Rightarrow۰/۱\times۳۳۴۰۰۰=m'\times۴۲۰۰\times۵۰\Rightarrow m'\simeq۱۶۰g$$

۱۲۸☆ **گزینه ۳** آهنگ شارش گرما در هر دو میله یکسان است:

$$\frac{Q}{t}=\frac{kA\Delta\theta}{L}k_{Fe}\frac{\Delta\theta_{Fe}}{L_{Fe}}=k_{Cu}\frac{\Delta\theta_{Cu}}{L_{Cu}}$$

$$\Rightarrow ۸۰\times\frac{۱۰۰-\theta}{۱۶}=۴۰۰\times\frac{\theta-۰}{۲۰}\Rightarrow\theta=۲۰^\circ C$$



۱۲۹☆ گزینه ۱

$$W=-P\Delta V\Rightarrow W=-۱۰^۵\times\left[\left(۱-\frac{۱}{۴}\right)-۱\right]\times۱۰^{-۳}=۲۵J$$

۱۳۰☆ گزینه ۴ مراحل تغییر یخ صفر درجه‌ی سلسیوس به آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس و رابطه مربوط برای هر تغییر به شرح زیر است:

$$۰^\circ C\text{ یخ}\xrightarrow[Q_۱=mL_F]{}۰^\circ C\text{ آب}\xrightarrow[Q_۲=mc\Delta\theta]{}۲۰^\circ C$$

$$\begin{cases}Q_۱=mL_F=۳۳۶m\\Q_۲=mc\Delta\theta=m\times۴٫۲\times۲۰=۸۴m\end{cases}\Rightarrow\frac{۳۳۶m}{۳۳۶m+۸۴m}=\frac{۳۳۶}{۳۳۶+\frac{۱}{۴}۳۳۶}=\frac{۴}{۵}=۸۰\%$$

۱۳۱☆ گزینه ۱

$$P_۲=P_۱+۰٫۲۵P_۱=۱٫۲۵P_۱$$

$$V_۲=V_۱-۰٫۳۶V_۱=۰٫۶۴V_۱$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{۱٫۲۵P_۱\times۰٫۶۴V_۱}{T_۲}$$

$$\Rightarrow T_۲=۱٫۲۵\times\frac{۶۴}{۱۰۰}T_۱=\frac{۵}{۴}\times\frac{۶۴}{۱۰۰}T_۱=\frac{۸۰}{۱۰۰}T_۱$$

$$\text{درصد تغییرات دمای مطلق}=\frac{\Delta T}{T_۱}\times۱۰۰=\frac{۰٫۸T_۱-T_۱}{T_۱}\times۱۰۰=-۲۰\%$$

یعنی دمای مطلق گاز ۲۰ درصد کاهش یافته است.

۱۳۲☆ گزینه ۴

در یک چرخه $\Delta U=۰$ می‌باشد.

فرآیند bc و ad که هم فشار می‌باشد. $(W=-P\Delta V=-nR\Delta T)$

$$\Delta U=Q+W\Rightarrow ۰=Q+W\Rightarrow Q=-W$$
$$W=W_{ab}+W_{bc}+W_{cd}+W_{da}=۰+W_{bc}+۰+W_{da}=W_{bc}+W_{da}$$
$$W=-nR(T_c-T_b)-nR(T_a-T_d)$$
$$=-۱\times۸\times(۴۰۰-۲۰۰)-۱\times۸(۱۰۰-۲۰۰)=-۸۰۰J\Rightarrow Q=۸۰۰J$$

۱۳۳☆ گزینه ۲ وقتی گفته می‌شود که بخشی از یخ آب نمی‌شود بدین معناست که دمای تعادل صفر درجه سانتی گراد است.

$$(m)-۲۰^\circ C\text{ یخ}\rightarrow\text{یخ صفر درجه}\,(m-۵۰)\rightarrow\text{آب صفر درجه}\leftarrow۲۰^\circ C\text{ آب},m'=۲۵۰g$$

$$\underset{\text{گرمای افزایش}}{Q_۱}+\underset{\text{گرمای ذوب}}{Q_۲}=\underset{\text{گرمای تبدیل}}{|Q_۳|}$$

۰° دمای یخ از -۲۰° به ۰° قسمتی از یخ ۰° آب به آب ۲۰°

$$m\times۲٫۱\times۲۰+(m-۵۰)\times۳۳۶=۲۵۰\times۴٫۲\times۲۰$$

توجه شود که ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی می‌ماند.

$$۴۲\times m+۳۳۶m-۱۶۸۰۰=۲۱۰۰۰$$
$$۳۷۸m=۳۷۸۰۰\Rightarrow m=۱۰۰g$$

۱۳۴☆ گزینه ۱ حجم مایع بیرون ریخته شده از ظرف دقیقا برابر حجم قطعه فلز است .

$$V_{\text{کل}} = V_{\text{فلز}} \Rightarrow \frac{m_{\text{کل}}}{\rho_{\text{کل}}} = \frac{m_{\text{فلز}}}{\rho_{\text{فلز}}} \Rightarrow \frac{۱۶۰g}{۰/۸} = \frac{m_{\text{فلز}}}{۲/۷} \Rightarrow m_{\text{فلز}} = \frac{۲/۷ \times ۱۶۰}{۰/۸} = ۵۴۰g$$

۱۳۵☆ گزینه ۱

بنا بر اصل پایستگی انرژی داریم:

$$\text{یخ } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱} \text{آب } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۲} \text{آب } ۲۰^\circ C \xleftarrow{Q_۳} \text{آب } ۳۰^\circ C$$

$$\sum Q = ۰ \Rightarrow m_{\text{یخ}} L_F + m_{\text{یخ}} c(۲۰ - ۰) + m_{\text{آب}} c(۲۰ - ۳۰) = ۰$$

$$\Rightarrow m(۳۳۶) + m \times ۴/۲ \times ۲۰ + ۱ \times ۴/۲ \times (-۱۰) = ۰$$

$$\Rightarrow ۳۳۶m + ۸۴m - ۴۲ = ۰ \Rightarrow ۴۲۰m = ۴۲ \Rightarrow m = \frac{۱}{۱۰}kg = ۱۰۰g$$

۱۳۶☆ گزینه ۲ ابتدا سطح مقطع میله را محاسبه می‌کنیم: $A = \pi r^۲ \Rightarrow A = ۳ \times (۱ \times ۱۰^{-۲})^۲ = ۳ \times ۱۰^{-۴} m^۲$

رابطه‌ی مربوط با آهنگ رسانش گرمایی را نوشته و داریم:

$$Q = \frac{kA\Delta\theta}{L}t \xrightarrow[\Delta\theta=۲۰۰ \ , \ L=۱m]{K=۲۴۰\frac{W}{m\cdot K} \ , \ A=۳\times۱۰^{-۴}m^۲} \frac{Q}{t} = \frac{۳ \times ۱۰^{-۴} \times ۲۴۰ \times ۲۰۰}{۱} \Rightarrow \frac{Q}{t} = ۱۴/۴W$$

۱۳۷☆ گزینه ۴

ابتدا انرژی درونی را در ابتدا و انتهای فرایند بررسی می‌نماییم.

$$U \propto P \cdot V \qquad \left.\begin{array}{l} U_a = P_۱ V_۱ \\ U_b = \frac{۱}{۳} P_۱ \cdot ۳V_۱ \end{array}\right\} \Rightarrow U_a = U_b$$

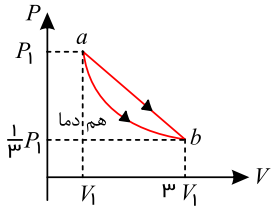
حال تک تک گزینه‌ها را بررسی می‌نمائیم:

گزینه‌ی (۱): با توجه به یکسان بودن انرژی درونی در ابتدا و انتهای فرایند اگر نمودار هم‌دمای گذرنده از a و b را ترسیم کنیم متوجه می‌شویم که دمای گاز در ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد بنابراین گزینه‌ی (۱) نادرست است. (نمودار هم دما زیر این نمودار قرار می‌گیرد.)

گزینه‌ی (۲): در طول فرایند حجم گاز افزایش یافته است بنابراین کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد و گزینه‌ی (۲) هم نادرست است.

گزینه‌ی (۳): با توجه به آن چه در شرح گزینه‌ی (۱) بیان کردیم دمای گاز ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد بنابراین این گزینه نیز نادرست است.

گزینه‌ی (۴): $\Delta U = U_b - U_a \xrightarrow{U_b = U_a} \Delta U = ۰ \Rightarrow Q + W = ۰ \Rightarrow Q = |W|$



۱۳۸☆ گزینه ۳

می‌دانیم $\frac{g}{cm^۳} = \frac{kg}{Lit}$ و $\frac{kg}{m^۳} = \frac{g}{Lit}$ است. در نتیجه داریم:

$$\left.\begin{array}{l} m = \rho V \\ \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \end{array}\right\} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$\xrightarrow[\rho_B=۸۰۰\frac{g}{Lit} \ , \ \rho_A=۶۰۰\frac{g}{Lit}]{\rho=۰/۷۵\frac{g}{cm^۳}=۷۵۰\frac{g}{Lit}} ۷۵۰ = \frac{۶۰۰V_A + ۸۰۰V_B}{V_A + V_B} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{۱}{۳}$$

۱۳۹☆ گزینه ۳

باتوجه به اینکه جرم یک لیتر آب برابر یک کیلوگرم است، داریم:

$$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \rightarrow m_۱ c_۱ (\theta - \theta_۱) + m_۲ c_۲ (\theta - \theta_۲) = ۰$$
$$m_۱(۴۰ - ۵۰) + m_۲(۴۰ - ۲۰) = ۰ \rightarrow m_۱ = ۲m_۲$$

$$m_۱ + m_۲ = ۶۰kg \rightarrow ۳m_۲ = ۶۰kg \rightarrow m_۲ = ۲۰kg \rightarrow V_۲ = ۲۰Lit$$
$$m_۱ = ۴۰kg \rightarrow V_۱ = ۴۰Lit$$

۱۴۰☆ گزینه ۲

$$V_۲ = V_۱ - \frac{۳۶}{۱۰۰}V_۱ = \frac{۶۴}{۱۰۰}V_۱$$

$$P_۲ = P_۱ + \frac{۱}{۴}P_۱ = \frac{۵}{۴}P_۱$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \rightarrow \frac{P_۱V_۱}{۲۷۳ + ۱۲۷} = \frac{۱٫۲۵P_۱ \times ۰٫۶۴V_۱}{T_۲} \rightarrow T_۲ = ۳۲۰K = ۴۷^\circ C$$

۱۴۱☆ گزینه ۴

یخ $-۱۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱}$ یخ $۰^\circ C \xrightarrow{Q_۲}$ آب $۰^\circ C \xrightarrow{Q_۳}$ آب $۵^\circ C \xleftarrow{Q_۴}$ آب $۲۳^\circ C$

$$\sum Q = ۰ \Rightarrow mc_{\text{یخ}}\Delta\theta + mL_F + mc_{\text{آب}}\Delta\theta + m'c_{\text{آب}}\Delta\theta' = ۰$$

$$(m \times ۲ \times ۱۰) + (m \times ۳۲۰) + (m + ۴ \times ۵) + (۲۰۰۰ \times ۴ \times (-۱۸)) = ۰$$

$$۳۶۰m = ۲۰۰۰ \times ۴ \times ۱۸ \Rightarrow m = \frac{۲۰۰۰ \times ۴ \times ۱۸}{۳۶۰} = ۴۰۰g$$

۱۴۲☆ گزینه ۲ این فرآیند انبساط است، پس گاز کار انجام می دهد. $(W < ۰)$

$P_BV_B > P_AV_A \Rightarrow T_B > T_A \Rightarrow$ دما و انرژی درونی گاز زیاد شده است $\Rightarrow \Delta U > ۰$

$$\left.\begin{array}{l} W + Q = \Delta U \\ W < ۰ \ , \ \Delta U > ۰ \end{array}\right\} \Rightarrow Q > ۰ \Rightarrow$$ گاز گرما دریافت می کند

۱۴۳☆ گزینه ۲

$$\left.\begin{array}{l} \eta_{max} = ۱ - \frac{T_L}{T_H} \\ \frac{|Q_L|}{Q_H} = ۱ - \eta = \frac{T_L}{T_H} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{|Q_L|}{۶۰۰} = \frac{۱۷ + ۲۷۳}{۵۹۷ + ۲۷۳} = \frac{۲۹۰}{۸۷۰} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow |Q_L| = \frac{۱}{۳} \times ۶۰۰ = ۲۰۰kJ$$

۱۴۴☆ گزینه ۱ باتوجه به این که نمودار $V - T$ از مبدا می گذرد، این یک فرآیند هم فشار است.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow{P_۱ = P_۲} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲۰}{۶۰۰} = \frac{۳۰}{T_۲} \Rightarrow T_۲ = ۹۰۰K$$

$$W = -P\Delta V = -nR\Delta T = -۰٫۵ \times ۸ \times ۳۰۰ = -۱۲۰۰J$$

۱۴۵☆ گزینه ۳ ابتدا واحدها را ساده می‌کنیم:

$$L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg} \div ۴٫۲ = ۸۰\frac{cal}{g} \ , \ c_{\text{آب}} = ۴٫۲\frac{kJ}{kg^\circ C} \div ۴٫۲ = ۱\frac{cal}{g^\circ C}$$

آب $۵۰^\circ \leftarrow$ آب صفر $\rightarrow$ یخ صفر

$$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow mL_F + mc\Delta\theta = ۰ \Rightarrow (۲۷۰ - ۲۰) \times ۸۰ = m \times ۱ \times (۵۰ - ۰) \Rightarrow m = ۴۰۰g$$

۱۴۶☆ گزینه ۱

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{۸۴}{۱۰۰} \times Pt = ۰٫۵ \times ۴۲۰۰ \times (۷۰ - ۲۰) \Rightarrow ۸۴۰t = ۲۱۰۰ \times ۵۰ \Rightarrow t = ۱۲۵s$$

۱۴۷☆ گزینه ۳

چون سطح مقطع پیستون ثابت است می توان طول محفظه پیستون را با حجم پیستون هم‌ارز در نظر گرفت، پس داریم:

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۴۰}{۶۰} \ , \ \frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow{\text{فشار گاز ثابت است.}} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{۴۰}{۶۰} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow T_۲ < T_۱ \ , \ T_۱ = \frac{۳}{۲}T_۲$$

اختلاف $T_۱$ و $T_۲$ برابر $۲۰۰K$ است و $T_۲$ کمتر است، پس: $T_۲ = T_۱ - ۲۰۰$

$$T_2 + 200 = \frac{3}{2}T_2 \Rightarrow T_2 = 400K\,,\ T_1 = 600K \Rightarrow \theta_1 = 600 - 273 = 327^\circ C$$

۱۴۸☆ گزینه ۳

$$0/6m^2 = 0/6 \times 10^4 cm^2 = 6000cm^2$$
$$\Delta A = A_1 2\alpha\Delta\theta = 6000 \times 2 \times 5 \times 10^{-5} \times 200 = 120cm^2$$
$$A_2 = A_1 + \Delta A = 6000 + 120 = 6120cm^2$$

توجه کنید: انبساط سطحی مورد نظر است نه انبساط حجمی.

۱۴۹☆ گزینه ۴

$$\frac{k_1 A(\theta_H - \theta_M)}{L_1} = \frac{k_2 A(\theta_M - \theta_C)}{L_2} \Rightarrow \frac{120 - \theta_M}{20} = \frac{2(\theta_M - 0)}{60} \Rightarrow 120 - \theta_M = \frac{2\theta_M}{3}$$
$$120 = \frac{5}{3}\theta_M \Rightarrow \theta_M = 72^\circ C$$

۱۵۰☆ گزینه ۲

$$\Delta V = V_1(\beta - 3\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \Delta V = 2000(15 \times 10^{-5} - 3 \times 10^{-5}) \times 50$$
$$\Rightarrow \Delta V = 2000 \times 12 \times 10^{-5} \times 50 = 12cm^3$$

پاسخنامه کلیدی

۱	۱
۲	۳
۳	۲
۴	۴
۵	۳
۶	۲
۷	۴
۸	۲
۹	۱
۱۰	۴
۱۱	۳
۱۲	۳
۱۳	۲
۱۴	۱
۱۵	۳
۱۶	۲
۱۷	۳
۱۸	۴
۱۹	۳
۲۰	۲
۲۱	۴
۲۲	۴
۲۳	۴
۲۴	۱
۲۵	۳
۲۶	۳
۲۷	۴
۲۸	۲
۲۹	۴
۳۰	۲

۳۱	۲
۳۲	۳
۳۳	۴
۳۴	۴
۳۵	۴
۳۶	۱
۳۷	۲
۳۸	۳
۳۹	۱
۴۰	۳
۴۱	۳
۴۲	۱
۴۳	۱
۴۴	۲
۴۵	۲
۴۶	۴
۴۷	۱
۴۸	۲
۴۹	۲
۵۰	۳
۵۱	۴
۵۲	۳
۵۳	۲
۵۴	۴
۵۵	۴
۵۶	۳
۵۷	۴
۵۸	۱
۵۹	۲
۶۰	۱

۶۱	۳
۶۲	۲
۶۳	۲
۶۴	۱
۶۵	۱
۶۶	۴
۶۷	۱
۶۸	۲
۶۹	۴
۷۰	۲
۷۱	۳
۷۲	۱
۷۳	۲
۷۴	۳
۷۵	۱
۷۶	۱
۷۷	۴
۷۸	۱
۷۹	۳
۸۰	۲
۸۱	۲
۸۲	۲
۸۳	۴
۸۴	۴
۸۵	۳
۸۶	۲
۸۷	۲
۸۸	۳
۸۹	۴
۹۰	۳

۹۱	۳
۹۲	۲
۹۳	۱
۹۴	۱
۹۵	۳
۹۶	۴
۹۷	۲
۹۸	۳
۹۹	۴
۱۰۰	۳
۱۰۱	۱
۱۰۲	۲
۱۰۳	۲
۱۰۴	۲
۱۰۵	۴
۱۰۶	۳
۱۰۷	۳
۱۰۸	۱
۱۰۹	۳
۱۱۰	۴
۱۱۱	۴
۱۱۲	۲
۱۱۳	۲
۱۱۴	۱
۱۱۵	۴
۱۱۶	۳
۱۱۷	۳
۱۱۸	۲
۱۱۹	۲
۱۲۰	۲

۱۲۱	۱
۱۲۲	۳
۱۲۳	۲
۱۲۴	۴
۱۲۵	۱
۱۲۶	۳
۱۲۷	۴
۱۲۸	۳
۱۲۹	۱
۱۳۰	۴
۱۳۱	۱
۱۳۲	۴
۱۳۳	۲
۱۳۴	۱
۱۳۵	۱
۱۳۶	۲
۱۳۷	۴
۱۳۸	۳
۱۳۹	۳
۱۴۰	۲
۱۴۱	۴
۱۴۲	۲
۱۴۳	۲
۱۴۴	۱
۱۴۵	۳
۱۴۶	۱
۱۴۷	۳
۱۴۸	۳
۱۴۹	۴
۱۵۰	۲