۱ گزینه ۲

گرمای $Q_۱$ باعث ذوب یخ و گرمای $Q_۲$ باعث افزایش دمای آن تا $۲۰\,^\circ C$ می‌شود. بنابراین:

$$\text{یخ}_{۰\,^\circ C} \xrightarrow{Q_۱} \text{آب}_{۰\,^\circ C} \xrightarrow{Q_۲} \text{آب}_{۲۰\,^\circ C}$$

$$Q_{کل} = Q_۱ + Q_۲ = mL_f + mc\Delta\theta = ۳۳۶۰۰۰m + ۴۲۰۰ \times ۲۰ \times m = ۴۲۰۰۰۰m$$

$$\frac{Q_۱}{Q_{کل}} = \frac{mL_f}{mL_f + mc\Delta\theta} = \frac{۳۳۶۰۰۰m}{۴۲۰۰۰۰m} = ۰/۸$$

$$\text{درصد گرمایی که صرف ذوب شدن یخ شده} = \frac{Q_۱}{Q_{کل}} \times ۱۰۰ = \%۸۰$$

راه‌حل دیگر:

برای محاسبهٔ گرمای داده شده از یکای کالری استفاده می‌کنیم. برای سهولت در محاسبه فرض می‌کنیم جرم یخ $۱\,g$ است:

$$c_{\text{آب}} = ۱\,cal/g^\circ C \;,\; L_F = ۸۰\,cal/g$$

$$Q_۱ = mL_F = ۱ \times ۸۰ = ۸۰cal$$
$$Q_۲ = mc\Delta\theta = ۱ \times ۱ \times ۲۰ = ۲۰cal$$

کل گرمایی که برای این کار لازم است را به دست می‌آوریم:

$$Q = Q_۱ + Q_۲ = ۸۰ + ۲۰ = ۱۰۰\,cal$$

حال درصد گرمایی که صرف ذوب شدن یخ شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد گرما} = \frac{Q_۱}{Q} \times ۱۰۰ = \frac{۸۰}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = \%۸۰$$

۲ گزینه ۲

با استفاده از رابطه مقیاس دمای سلسیوس و فارنهایت و فرض سوال می‌توان نوشت:

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow ۱۲۲ = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow ۹۰ = \frac{۹}{۵}\theta \Rightarrow \theta = ۵۰^\circ C$$

این دما بر حسب کلوین برابر است با:

$$T = \theta + ۲۷۳ = ۵۰ + ۲۷۳ = ۳۲۳\,K$$

۳ گزینه ۱

مخلوط دو گاز هیدروژن و هلیوم در مخزن وجود دارد بنابراین:

$$n_{H_2} + n_{He} = n_{کل}$$

$$n_{H_2} + n_{He} = \frac{PV}{RT} = \frac{2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-2}}{8 \times (273 + 127)}$$

$$\Rightarrow n_{H_2} + n_{He} = 2/5\,mol \Rightarrow \frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} + \frac{m_{He}}{M_{He}} = 2/5$$

$$\Rightarrow \frac{m_{H_2}}{2} + \frac{m_{He}}{4} = 2/5 \Rightarrow 2m_{H_2} + m_{He} = 10\,g$$

طبق صورت سؤال :
$$\left.\begin{matrix} m_{H_2} + m_{He} = 8\,g \\ 2m_{H_2} + m_{He} = 10\,g \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{cases} m_{H_2} = 2\,g \\ m_{He} = 6\,g \end{cases} \Rightarrow \frac{m_{H_2}}{m_{He}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

۴ گزینه ۴

درصد تغییر حجم بر اثر انبساط گرمایی برابر $100 \times \beta\Delta\theta$ است بنابراین:

$$\frac{8}{100} = \beta\Delta\theta \times 100$$

$$\beta = 3\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{1}{3} \times 10^{-5}\,K^{-1}$$

درصد تغییر سطح بر اثر انبساط گرمایی را می‌توان از رابطه $100 \times 2\alpha\Delta\theta$ بدست آورد. بنابراین:

$$\text{درصد تغییرات سطح} = 100 \times 2\alpha\Delta\theta$$

$$= 2 \times \frac{1}{3} \times 10^{-5} \times 60 \times 100 = 4 \times 10^{-2} = 0/04$$

۵ گزینه ۲

چون پیستون جابه‌جا نمی‌شود، حجم گاز ثابت است.

اگر حجم مقدار معینی از گاز کامل ثابت باشد، فشار آن با دما رابطهٔ مستقیم دارد.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_0 + \frac{m_1 g}{A}}{T_1} = \frac{P_0 + \frac{(m_1 + m_2)g}{A}}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{84 \times 10^3 + \frac{36}{10^{-3}}}{273 + 7} = \frac{84 \times 10^3 + \frac{60}{10^{-3}}}{T_2} \Rightarrow \frac{120 \times 10^3}{280} = \frac{144 \times 10^3}{T_2} \Rightarrow T_2 = 336\,K$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 336 - 280 = 56\,K$$

۶ گزینه ۳

با اضافه کردن جیوه در شاخه A، سطح جیوه در شاخه چپ ثابت می‌ماند. بنابراین حجم گاز ثابت است.

$$\frac{P_۱}{T_۱}=\frac{P_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۷۵}{۲۷۳+۲۷}=\frac{P_۲}{۲۷۳+۲۷+۳۰}\Rightarrow P_۲=۱/۱\times۷۵$$

چون سطح جیوه در شاخهٔ سمت چپ ثابت باقی مانده است بنابراین افزایش فشار گاز همان ارتفاع اضافه‌شده به شاخهٔ سمت راست است.

$$\Delta h=P_۲-P_۱=۱/۱\times۷۵-۷۵=۰/۱\times۷۵=۷/۵\,cmHg$$

۷ گزینه ۱

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۱/۸\times۱۰^۵\times۱/۴}{۲۷۳+۷}=\frac{۱۰^۵\times V_۲}{۲۷۳+۲۷}$$

$$\Rightarrow V_۲=۲/۷\,cm^۳\Rightarrow\Delta V=۲/۷-۱/۴=۱/۳\,cm^۳$$

۸ گزینه ۲

گام اول: ابتدا حجم ثانویه گاز را در تغییر اول به دست می‌آوریم.

$$\frac{\cancel{P_۱}V_۱}{T_۱}=\frac{\cancel{P_۲}V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۲}{۲۷۳+۴۷}=\frac{V_۲}{۲۷۳+۴۷+۴۰}\Rightarrow V_۲=۲/۲۵\,L$$

گام دوم: برای تغییر دوم نیز رابطهٔ بالا را می‌نویسیم اما این بار دما ثابت است:

$$\frac{P_۲V_۲}{\cancel{T_۲}}=\frac{P_۳V_۳}{\cancel{T_۳}}\Rightarrow۲\times۱۰^۵\times\cancel{V_۲}=P_۳\times۰/۸\cancel{V_۲}\Rightarrow P_۳=۲/۵\times۱۰^۵\,Pa$$

توجه کنید: می‌توانستیم بدون محاسبهٔ $V_۲$ نیز بین حالت دوم و سوم رابطه را بنویسیم:

$$\frac{P_۲V_۲}{T_۲}=\frac{P_۳V_۳}{T_۳}\xrightarrow[V_۳=۰/۸V_۲]{T_۲=T_۳,\,P_۲=P_۱}۲\times۱۰^۵V_۲=P_۳\times۰/۸V_۲$$

$$\Rightarrow P_۳=۲/۵\times۱۰^۵\,Pa$$

۹ گزینه ۳

اگر فشار گاز ثابت باشد بنا به قانون گازهای کامل ($PV=nRT$) می‌توان نوشت:

$$P\Delta V=nR\Delta T$$

$$۱/۵\times۱۰^۵\times۴\times۱۰^{-۳}=۳\times۸\times\Delta T\Rightarrow\Delta T=۲۵\,K\Rightarrow\Delta\theta=۲۵^\circ C$$

۱۰ گزینه ۲

ابتدا تغییرات دمای آب را برحسب درجهٔ سلسیوس حساب می‌کنیم (تغییرات دما برحسب سلسیوس و کلوین برابرند):

$$\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta \Rightarrow ۹ = \frac{۹}{۵}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۵^\circ C$$

$$Q = mc\Delta\theta = ۱ \times ۴/۲\,(kJ/kg.K) \times ۵^\circ C = ۲۱\,kJ$$

۱۱ گزینه ۴

چون گرما فقط بین آلومینیوم و آب مبادله می‌شود بنابراین گرمای داده‌شده توسط آلومینیوم با گرمای گرفته شده توسط آب از نظر مقدار برابر است. در این صورت داریم:

$$(mc\Delta\theta)_{\text{آب}} = (mc|\Delta\theta|)_{\text{آلومینیوم}} \Rightarrow ۴/۵ \times ۴۲۰۰ \times ۲ = m \times ۹۰۰ \times ۴۲$$
$$\Rightarrow m = ۱\,kg$$

۱۲ گزینه ۴

گرمای فقط بین فلز و آب مبادله می‌شود بنابراین از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\theta_e = \frac{\overset{\text{فلز}}{mc\theta} + \overset{\text{آب}}{m'c'\theta'}}{mc + m'c'}$$

$$\theta_e = \frac{۴۲۰ \times ۴۰۰ \times ۸۴ - ۰}{۴۲۰ \times ۴۰۰ + ۸۰۰ \times ۴۲۰۰} = ۴^\circ C$$

۱۳ گزینه ۲

۹۰ درصد گرمایی که آب می‌دهد (یعنی $\frac{۹۰}{۱۰۰}|Q|$) توسط یخ جذب می‌شود(Q') و آن را ذوب می‌کند:

$$\frac{۹۰}{۱۰۰}|Q| = Q' \Rightarrow \frac{۹۰}{۱۰۰}|(mc\Delta\theta)| = m'L_F \Rightarrow \frac{۹}{۱۰}|(۰/۸ \times ۴/۲ \times ۵۰)| = m' \times ۳۳۶$$

$$\Rightarrow m' = \frac{۴ \times ۴/۲ \times ۹}{۳۳۶} = ۰/۴۵\,kg = ۴۵۰\,g$$

دقت: برای ساده شدن محاسبات

$$c = ۴۲۰۰\,J/kg.K = ۴/۲\,kJ/kg.K$$

$$L_F = ۳۳۶۰۰۰\,J/kg = ۳۳۶\,kJ/kg$$

۱۴ گزینه ۴

مدت زمانی که لازم است تا یخ $-۱۰^\circ C$ به یخ $۰^\circ C$ تبدیل شود را $t_۱$ می‌نامیم و گرمای لازم برای اینکار برابر است با:

یخ صفر $\rightarrow$ یخ $-۱۰^\circ C$

$$Q = mc\Delta\theta = ۰/۲ \times ۲۱۰۰ \times ۱۰ = ۴۲۰۰\,J$$

$$\begin{matrix} ۱\,s & ۲۱۰\,J \\ t_۱ & ۴۲۰۰\,J \end{matrix} \Rightarrow t_۱ = \frac{۴۲۰۰}{۲۱۰} = ۲۰\,s \Rightarrow$$ رد گزینه‌های ۱ و ۲

مدت زمانی که لازم است تا یخ $۰^\circ C$ به آب $۰^\circ C$ تبدیل شود را $t_۲$ می‌نامیم و اندازه آن را به این ترتیب بدست می‌آوریم:

آب صفر $\rightarrow$ یخ صفر

$$Q = mL_F = ۰/۲ \times ۳۳۶۰۰۰ = ۶۷۲۰۰\,J$$

$$\begin{matrix} ۱\,s & ۲۱۰\,J \\ t_۲ & ۶۷۲۰۰\,J \end{matrix} \Rightarrow t_۲ = \frac{۶۷۲۰۰}{۲۱۰} = ۳۲۰\,s$$

$$\Rightarrow t = t_۱ + t_۲ = ۲۰ + ۳۲۰ = ۳۴۰\,s \Rightarrow$$ رد گزینهٔ ۳

بنابراین گزینه ۴ درست است. اما بیایید قسمت سوم نمودار را هم بررسی کنیم.

مدت زمانی که لازم است تا آب $۰^\circ C$ به آب $۱۰^\circ C$ تبدیل شود را $t_۳$ می‌نامیم و اندازه آن را به این ترتیب بدست می‌آوریم:

آب $۰^\circ C$ $\rightarrow$ آب $۱۰^\circ C$

$$Q = mc\Delta\theta = ۰/۲ \times ۴۲۰۰ \times ۱۰ = ۸۴۰۰\,J$$

$$\begin{matrix} ۱\,s & ۲۱۰\,J \\ t_۳ & ۸۴۰۰\,J \end{matrix} \Rightarrow t_۱ = \frac{۸۴۰۰}{۲۱۰} = ۴۰\,s$$

از بین گزینه‌ها تنها گزینه ۴ این ویژگی را دارد و سه گزینه دیگر این زمان را به اشتباه ۲۰ ثانیه نشان می‌دهند.

۱۵ گزینه ۴

دمای نهایی آب برحسب سلسیوس برابر است با:

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow ۵۰ = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow \theta = ۱۰\,^\circ C$$

گرمای موردنظر، ابتدا یخ را کاملاً ذوب کرده و سپس دمای آب حاصل را از صفر به ۱۰° می‌رساند.

$$Q = mL_f + mc\Delta\theta = \underset{g}{\overset{\downarrow}{۲۰}} \times \overset{J/g}{\overset{\uparrow}{۳۳۶}} + ۲۰ \times ۴/۲ \times ۱۰ = ۷۵۶۰\,J$$

۱۶ گزینه ۳

رابطه تقریبی چگالی با دما بصورت $\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T)$ است بنابراین:

$$\Delta T = \Delta\theta \Rightarrow \Delta T = ۱۰۰\,K$$

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T) \Rightarrow \rho_۲ - \rho_۱ = -\rho_۱\beta\Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta\rho = -\frac{m}{V}\beta\Delta T = -\frac{۴۴ \times ۱۰^{-۳}}{\frac{۴}{۳} \times ۳ \times (۱۰^{-۲})^{۳}} \times ۳ \times ۳ \times ۱۰^{-۵} \times ۱۰۰$$

$$\Delta\rho = -۹۹\,kg/m^{۳}$$

بنابراین چگالی به ۹۹ گیلوگرم بر مترمکعب کاهش می‌یابد.

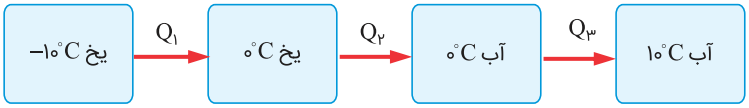
۱۷ گزینه ۲

طول اولیهٔ میله‌ها یکسان است بنابراین برای اینکه اختلاف طول میله‌ها به ۰/۳ میلی‌متر برسد باید اختلاف تغییر طول آن‌ها برابر $۰/۳\,mm$ شود:

$$\Delta L_{Cu} - \Delta L_{Fe} = ۰/۳ \Rightarrow \alpha_۱ L_۱ \Delta\theta - \alpha_۲ L_۲ \Delta\theta = ۰/۳$$
$$\Rightarrow L_۱\Delta\theta(\alpha_۱ - \alpha_۲) = ۰/۳ \Rightarrow ۵۰۰\Delta\theta(۱/۸ \times ۱۰^{-۵} - ۱/۲ \times ۱۰^{-۵}) = ۰/۳$$
$$\Rightarrow ۵۰۰\Delta\theta \times ۰/۶ \times ۱۰^{-۵} = ۰/۳ \Rightarrow ۳ \times ۱۰^{-۳}\Delta\theta = ۰/۳ \Rightarrow \Delta\theta = ۱۰۰\,^{\circ}C$$

۱۸ گزینه ۳

باتوجه‌به تبدیل حالت و تغییر دمای ایجاد شده می‌توان نوشت:



$$Q_t = Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = (mc\Delta\theta)_{\text{یخ}} + mL_f + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow Q_t = ۰/۵ \times ۲۱۰۰ \times ۱۰ + ۰/۵ \times ۳۳۶۰۰۰ + ۰/۵ \times ۴۲۰۰ \times ۱۰$$
$$\Rightarrow Q_t = ۱۹۹۵۰۰\,J = ۱۹۹/۵\,kJ$$

۱۹ گزینه ۱

ابتدا تغییرات دما برحسب درجهٔ سلسیوس را حساب می‌کنیم:

$$\Delta F = ۱۲۲ - (-۵۸) = ۱۸۰\,^\circ F$$
$$\Delta\theta = \Delta T = \frac{۵}{۹}\Delta F = \frac{۵}{۹} \times ۱۸۰ = ۱۰۰\,^\circ C$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ تغییرات طول داریم:

$$\Delta\ell = \ell_۱\alpha\Delta T = ۱۱۵۸ \times ۱/۳ \times ۱۰^{-۵} \times ۱۰۰ = ۱/۵\,m$$

۲۰ گزینه ۴

از رابطهٔ $PV = nRT$ به‌صورت نسبی استفاده می‌کنیم:

* دما ثابت است

$$\frac{P_۱V_۱}{P_۲V_۲} = \frac{\cancel{nRT_۱}^{۱}}{\cancel{nRT_۲}_{۱}} \Rightarrow \frac{۱۰^۵ \times (۳۴ \times A)}{P_۲ \times (۴۰ \times A)} = ۱ \Rightarrow P_۲ = ۸/۵ \times ۱۰^۴\,Pa$$

$$P_۲ = \rho g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۸/۵ \times ۱۰^۴ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h_{\text{جیوه}}$$
$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۰/۶۲۵\,m = ۶۲/۵\,cm$$

۲۱ گزینه ۲

با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ تغییر حجم ایجاد شده می‌توان نوشت:

$$\Delta V = V_۱(۳\alpha)\Delta T \Rightarrow \alpha = \frac{\Delta V}{۳V_۱\Delta T} = \frac{۸/۱}{۳ \times ۱۲۰ \times ۱۰^۳} = \frac{۲۷}{۱۲} \times ۱۰^{-۵}$$
$$\Rightarrow \alpha = ۲/۲۵ \times ۱۰^{-۵}\,1/K$$

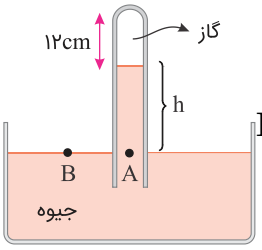
۲۲ گزینه ۲

برای محاسبهٔ درصد تغییرات حجم می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta V}{V_۱} \times ۱۰۰ = \frac{V_۱(۳\alpha)\Delta T}{V_۱} \times ۱۰۰ = ۳ \times ۳ \times ۱۰^{-۵} \times ۲۰۰ = \%۱/۸$$

۲۳ گزینه ۲

ابتدا ارتفاع جیوهٔ درون لوله قبل از تغییر آن را به دست می‌آوریم:

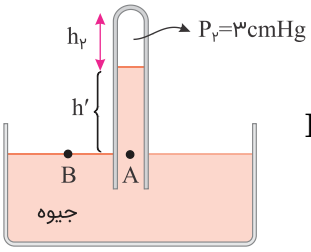


$$P_A = P_B \Rightarrow h + P_{\text{گاز}} = P_۰ \Rightarrow h + ۲ = ۷۶ \Rightarrow h = ۷۴\,cmHg$$

مشخصات گاز قبل از فروبردن لوله در جیوه برابر است با:

$$P_۱ = ۲\,cmHg \;,\; V_۱ = ۱۲A \;,\; T_۱$$

با فروبردن لوله در ظرف، فشار گاز درون لوله به $۳\,cmHg$ رسیده است. در این حالت ارتفاع جیوه درون لوله برابر است با:



$$P_A = P_B \Rightarrow h' + ۳ = P_۰ \Rightarrow h' + ۳ = ۷۶ \Rightarrow h' = ۷۳\,cmHg$$

مشخصات گاز در این حالت را می‌نویسیم:

$$P_۲ = ۳\,cmHg \;,\; V_۲ = h_۲ \times A \;,\; T_۲ = T_۱$$

حالا از تساوی $\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$ استفاده می‌کنیم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲ \times ۱۲\cancel{A}}{\cancel{T_۱}} = \frac{۳ \times h_۲\cancel{A}}{\cancel{T_۲}} \Rightarrow h_۲ = ۸\,cm$$

در حالت اول طول لوله بیرون از جیوه برابر $L_۱ = ۱۲ + ۷۴ = ۸۶\,cm$ و در حالت دوم برابر $L_۲ = ۸ + ۷۳ = ۸۱\,cm$ است. پس لوله $۵\,cm$ درون جیوه فرو برده شده است.

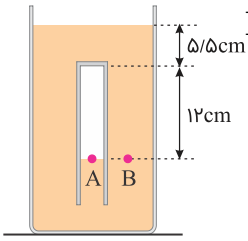
۲۴ گزینه ۳

چون α آلومینیم بیشتر از α فولاد است و طول اولیهٔ آن‌ها یکسان است با افزایش دمای یکسان دو میله، طول میلهٔ آلومینیمی بیشتر از میلهٔ فولادی افزایش می‌یابد. اختلاف تغییر طول دو میله را برابر $۲/۳\,mm$ قرار می‌دهیم.

$$\Delta L_{Al} - \Delta L_{Fe} = L_{Al}\alpha_{Al}\Delta\theta_{Al} - L_{Fe}\alpha_{Fe}\Delta\theta_{Fe}$$
$$= L_۱(\alpha_{Al} - \alpha_{Fe})\Delta\theta = ۴ \times ۱۰^{۳}\,(mm)(۱۱/۵ \times ۱۰^{-۶}) \times \Delta\theta$$
$$\Rightarrow ۲/۳ = ۴ \times ۱۰^{۳}(۱۱/۵ \times ۱۰^{-۶}) \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۵۰\,^{\circ}C$$

۲۵ گزینه ۱

گام اول: فشار دو نقطهٔ هم‌تراز A و B یکسان است. پس می‌توانیم با نوشتن معادلهٔ فشار این دو نقطه، فشار گاز را در حالت اول محاسبه کنیم:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_{\text{جیوه}} + P_{\text{هوا}}$$
$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = ۱۷/۵ + ۷۵ = ۹۲/۵\,\text{cmHg}$$

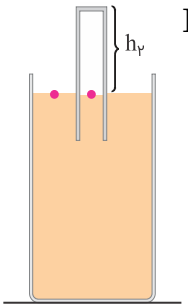
در این حالت حجم گاز $V_۱ = A \times ۱۲$ است.

گام دوم: در حالتی که سطح جیوهٔ داخل لوله و ظرف هم‌تراز است فشار گاز درون لوله برابر فشار هوا است:

$$P_{\text{گاز }۲} = ۷۵\,\text{cmHg}$$

و در این حالت حجم گاز $V_۲ = Ah_۲$ است.

گام سوم: با توجه به ثابت بودن دما از رابطهٔ $P_۱V_۱ = P_۲V_۲$ ارتفاعی از لوله که از جیوه بیرون آمده را به دست می‌آوریم:



$$P_۱V_۱ = P_۲V_۲ \Rightarrow ۹۲/۵ \times A \times ۱۲ = ۷۵ \times A \times h_۲ \Rightarrow h_۲ = ۱۴/۸\,\text{cm}$$

۲۶ گزینه ۲

درصد تغییر حجم بر اثر انبساط را می‌توانیم از رابطهٔ $\text{درصد تغییرات حجم} = ۳\alpha\Delta\theta \times ۱۰۰$ به دست آوریم:

$$\text{درصد تغییرات حجم} = ۳\alpha\Delta\theta \times ۱۰۰ = ۳ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۲۵۰ \times ۱۰۰ = \%۱/۵$$

۲۷ گزینه ۴

جرم آب را m در نظر می‌گیریم. چون درنهایت ۵۲۰ گرم آب $۰^\circ C$ داریم، جرم یخ ذوب‌شده $۵۲۰ - m$ خواهد بود. گرمایی که آب از دست می‌دهد، توسط $(۵۲۰ - m)$ گرم یخ جذب‌شده است تا آن را ذوب کند؛ بنابراین:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ ذوب‌شده}} = ۰$$
$$\Rightarrow mc_{\text{آب}}(\theta_e - \theta_۱) + (۵۲۰ - m)L_F = ۰$$

$$\Rightarrow m \times \cancel{۴۲۰۰}^{۱} \times (۰ - ۵۰) + (۵۲۰ - m) \times \cancel{۳۳۶۰۰۰}^{۸۰} = ۰$$

$$-۵۰m + ۸۰(۵۲۰ - m) = ۰ \Rightarrow -۵m + ۴۱۶۰ - ۸m = ۰$$

$$\Rightarrow ۱۳m = ۴۱۶۰ \Rightarrow m = ۳۲۰\,\text{g}$$

۲۸ گزینه ۴

$$A_۲ = A_۱(۱ + ۲\alpha\Delta\theta)$$

$$A_۲ = ۵۰(۱ + ۲ \times ۲/۳ \times ۱۰^{-۵} \times ۸۰) = ۵۰ + ۰/۱۸۴ = ۵۰/۱۸۴\,cm^۲$$

۲۹ گزینه ۲

فشار اولیه $P_۱$ هوای محبوس در لوله برابر است با:

$$P_۰ = P_{\text{گاز}} + P_{\text{ستون جیوه}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_۰ - P_{\text{ستون جیوه}} = ۷۵ - ۷۲ = ۳\,cmHg$$

از آنجا که ارتفاع لوله و ارتفاع ستون جیوه ثابت باقی می‌ماند. بنابراین حجم گاز ثابت است. پس داریم:

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{P_{۲,}}{۳} = \frac{۲۷۳ + ۴۷}{۲۷۳ + ۲۷} = \frac{۱۶}{۱۵} \Rightarrow P_۲ = ۳/۲\,cmHg$$
$$\Delta P = ۳/۲ - ۳ = ۰/۲\,cmHg = ۲\,mmHg$$

فشار هوا ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.

۳۰ گزینه ۱

در این‌گونه سؤالات باید مشخص کنیم برای یخ چه اتفاقی می‌افتد. برای این منظور ابتدا گرمای داده شده به یخ را حساب می‌کنیم(Q) سپس گرمای لازم برای افزایش دمای یخ به یخ $۰\,^\circ C$ ($Q_۱$) و گرمای لازم برای ذوب یخ ($Q_۲$) را حساب می‌کنیم:

گرمای داده‌شده به یخ : $Q = P \times \Delta t = ۱/۰۵ \times ۱۲ = ۱۲/۶\,kJ$
گرمای لازم برای رسیدن یخ به صفر درجه : $Q_۱ = mc\Delta T = ۰/۲ \times ۲/۱ \times ۱۰ = ۴/۲\,kJ$
گرمای لازم برای ذوب یخ : $Q_۲ = mL_F = ۰/۲ \times ۳۳۶ = ۶۷/۲\,kJ$
$\Rightarrow Q_۱ < Q < Q_۱ + Q_۲$

بنابراین یخ به صفر درجه می‌رسد ولی تمام یخ ذوب نمی‌شود. حالت نهایی آب و یخ صفر درجه است.