

۳ ۷ B

یادآوری: فشار در عمق h یک مایع از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = \rho gh + P_0$$

۱. فشار در عمق 10 cm ، برابر است با:

$$P = P_0 + \rho gh_1 \Rightarrow P_1 = 1.026 \times 10^5 + \rho \times 10 \times \frac{1}{100} \Rightarrow P_1 = 1.026 \times 10^5 + \rho$$

۲. فشار در عمق 53 cm برابر است:

$$\begin{cases} P_2 = P_0 + \rho gh_2 \\ P_2 = 1.026 \times 10^5 + \rho \times 53 \times \frac{1}{100} \Rightarrow P_2 = 1.026 \times 10^5 + 53/\rho \end{cases}$$

۳. با توجه به صورت سؤال $P_2 = 1/\delta P_1$ است:

$$\begin{cases} P_2 = 1/\delta P_1 \Rightarrow 1/\delta P_1 = 1.026 \times 10^5 + 53/\rho \\ P_1 = 1.026 \times 10^5 + \rho \end{cases}$$

۴. رابطه P_1 و P_2 را برهم تقسیم می‌کنیم تا مجهول P_1 از صورت و مخرج حذف

شود و تنها مجهول چگالی باقی بماند:

$$\begin{aligned} \frac{P_2}{P_1} &= \frac{1.026 \times 10^5 + \rho}{1.026 \times 10^5 + 53/\rho} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{1.026 \times 10^5 + \rho}{1.026 \times 10^5 + 53/\rho} \\ \Rightarrow 2(1.026 \times 10^5 + 53/\rho) &= 3(1.026 \times 10^5 + \rho) \Rightarrow 2.052 \times 10^5 + 106/\rho = 3.078 \times 10^5 + 3\rho \\ \rho &= 1350 \text{ kg/m}^3 = 13/5 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

۳ ۸ B

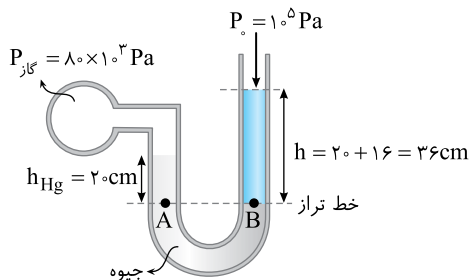
خط فکری: برای حل سؤالاتی که با لوله U سرو کار داریم ابتدا خط تراز را می‌کشیم. خط تراز آخرین جایی است که مایع در دو شاخه یکسان بوده و خطی موازی با سطحی است که لوله روی آن قرار گرفته است. ویژگی خط تراز این است که فشار روی خط تراز یکسان است. مطابق شکل خط تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B با هم برابر است:

$$P_A = P_B$$

فشار در نقطه A برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس

$$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{Hg}} gh_{\text{Hg}}$$

فشار در نقطه B برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس

$$P_B = P_0 + \rho gh$$


$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{Hg}} gh_{\text{Hg}} = P_0 + \rho gh$$

$$8.0 \times 10^3 + 13600 \times 10 \times \frac{20}{100} = 1.0 \times 10^5 + \rho \times 10 \times \frac{36}{100}$$

$$8 \times 10^4 + 27200 = 1.0 \times 10^5 + 36/\rho \Rightarrow 8 \times 10^4 + 27200 - 1.0 \times 10^5 = 36/\rho \Rightarrow 36/\rho = 3 \Rightarrow \rho = 12000 \text{ kg/m}^3$$

۱. این میحث (خطای اندازه‌گیری) از کتاب درسی حذف شده است.

۲. این میحث (رقم‌های بامعنا) از کتاب درسی حذف شده است.

۲ ۳ A یکای فرعی یعنی ارتباط یکای کمیت مورد نظر با یکاهای اصلی (کیلوگرم، ثانیه، متر، ...)، بنابراین باید به کمک تعریف فشار، رابطه بین یکای فشار با یکاهای اصلی SI را به دست بیاورید.

بنا به تعریف فشار خواهیم داشت:

یادآوری:

$$P = \frac{F}{A} \xrightarrow{F=ma} P = \frac{ma}{A} \xrightarrow{\begin{matrix} \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \\ \text{m}^2 \end{matrix}} P = \frac{\text{kgm/s}^2}{\text{m}^2} = \text{kg/m.s}^2$$

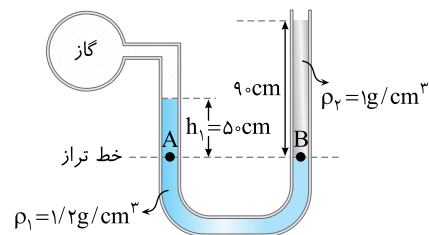
یادآوری: پاسکال یکای SI کمیت فشار است و یکای فرعی آن kg/m.s^2 است.

۴. این مباحث (خطای اندازه‌گیری و ارقام بامعنا) از کتاب درسی حذف شده‌اند.

۱ ۵ B با توجه به خط تراز فشار نقاط A و B برابر است.

$$P_A = P_B$$

$$P_{\text{گاز}} + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2$$



فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار مخزن گاز و فشار هواست، بنابراین:

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho_1 gh_1 - \rho_2 gh_2$$

$$\Rightarrow P_g = 1000 \times 10 \times \frac{90}{100} - 1200 \times 10 \times \frac{50}{100} \Rightarrow P_g = 9000 - 6000 = 3000 \text{ Pa}$$

۳ ۶ B فشار کل در عمق h از یک مایع با چگالی ρ برابر است با:

$$P = P_0 + \rho gh$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$\delta \text{ cm در عمق } P_1 = P_0 + \rho gh_1 \Rightarrow 1.0 \times 10^5 = P_0 + \rho \times 10 \times \frac{\delta}{100} = P_0 + 0.1\rho$$

$$2 \text{ cm در عمق } P_2 = P_0 + \rho gh_2 \Rightarrow 1.06 \times 10^5 = P_0 + \rho \times 10 \times \frac{2}{100} = P_0 + 0.2\rho$$

دو رابطه را از هم کم می‌کنیم:

$$0.6 \times 10^5 = 0.2\rho - 0.1\rho \Rightarrow 0.5\rho = 60000 \Rightarrow \rho = 120000 \text{ kg/m}^3$$

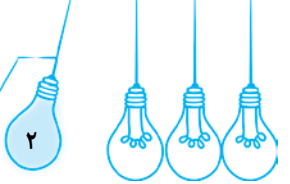
فشار هوا خواهد شد:

$$1.0 \times 10^5 = P_0 + 0.1\rho \Rightarrow 1.0 \times 10^5 = P_0 + 12000$$

$$1.0 \times 10^5 = P_0 + 12000 \Rightarrow P_0 = 88000 \text{ Pa} = 88 \text{ kPa}$$

میانتیر: اختلاف فشار بین دو نقطه از یک مایع از رابطه $\Delta P = \rho g \Delta h$ به دست می‌آید که در آن Δh ، اختلاف ارتفاع نقاط درون مایع است:

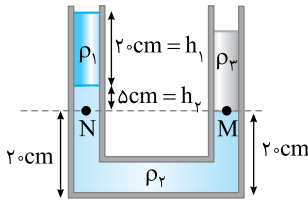
$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow (1.06 - 1.0) \times 10^5 = \rho \times 10 \times \frac{15}{100} \Rightarrow \rho = 40000 \text{ kg/m}^3$$



۱ ۱۲ B

خط فکری برای حل مسائل لوله‌های U شکل، اولین کار رسم خط تراز و برابر قرار دادن فشار نقاط روی خط تراز است.

ابتدا خط تراز را می‌کشیم، فشار روی خط تراز باهم برابر است:



$$P_N = P_M \Rightarrow P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = P_0 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$P = \rho gh \Rightarrow \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 = P_3 + P_4$$

$$\Rightarrow 800 \times 10 \times \frac{20}{100} + 1200 \times 10 \times \frac{20}{100} = P_3 + P_4$$

$$P_3 + P_4 = 1600 + 1200 = 2800 \text{ Pa}$$

برای پیدا کردن جرم مایع P_3 ابتدا وزن این مایع را به کمک تعریف فشار حساب می‌کنیم.

$$P_3 = \frac{W_3}{A} \xrightarrow{A=2\text{cm}^2} 2800 = \frac{W_3}{2 \times 10^{-4}} \Rightarrow W_3 = 0.56 \text{ N}$$

جرم مایع خواهد شد

$$W_3 = m_3 g \Rightarrow 0.56 = m_3 \times 10 \Rightarrow m_3 = 0.056 \text{ kg} = 56 \text{ g}$$

۴ ۱۳ A

کار نیروی وزن وقتی جسم به اندازه h بالا می‌رود، منفی بوده و برابر است با:

$$W_{mg} = -mgh \Rightarrow W_{mg} = -60 \times 10^{-3} \times 10 \times 600 \Rightarrow W_{mg} = -3.6 \times 10^4 \text{ J}$$

افزایش انرژی مکانیکی هواپیما برابر مجموع افزایش انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی آن است.

$$\Delta U = mg\Delta h \Rightarrow \Delta U = 3.6 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} \times 60 \times 10^3 \times (160^2 - 80^2)$$

$$\Rightarrow \Delta K = 30000 \times (160^2 - 80^2) \Rightarrow \Delta K = 5.76 \times 10^8 \text{ J}$$

در این صورت:

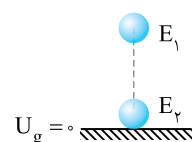
$$\Delta E = \Delta U + \Delta K \Rightarrow \Delta E = 3.6 \times 10^4 + 5.76 \times 10^8 \Rightarrow \Delta E = 9.36 \times 10^8 \text{ J}$$

میانبر البته در این تست می‌توانستید استدلال کنید که کار نیروی وزن منفی است و گزینه‌های (۱) و (۳) نادرست‌اند، از طرفی افزایش انرژی مکانیکی به‌ازای افزایش انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی بوده و از مقدار کار نیروی وزن بیشتر است. بنابراین گزینه (۴) درست است.

۴ ۱۴ B

خط فکری کار مفیدی که ماشین بالا بر انجام داده به‌صورت انرژی پتانسیل گرانش در جسم ذخیره می‌شود و اگر وزنه در شرایط خلأ رها شود تمام این انرژی ذخیره شده بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی به انرژی جنبشی وزنه تبدیل می‌شود. یعنی شما برای یافتن کار مفید ماشین بالا بر کافی است، انرژی جنبشی جسم را هنگام برخورد به زمین به‌دست آورید سپس به کمک آن بازده ماشین را حساب کنید.

۱ انرژی ذخیره شده در جسم در ارتفاع h که توسط ماشین بالا برده شده است را با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی حساب می‌کنیم:

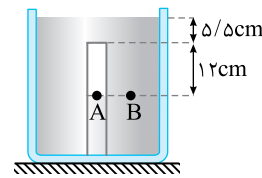


۴ آهنگ شارش سیال از هر مقطع لوله مقدار یکسانی است. از این رو گزینه

(۴) درست است، یعنی نسبت آهنگ شارش سیال در مقطع A به آهنگ شارش در مقطع B برابر یک است.

۱ ابتدا مشخص می‌کنیم که این مسئله ترکیبی از فصل گرما (قانون گازها) و

فصل ویژگی‌های ماده است.



۱ با توجه به خط تراز فشار نقطه A و

B برابر است.

فشار در نقطه A، فشار گاز محبوس (P_1)

بوده و فشار در نقطه B، مجموع فشار هوا و

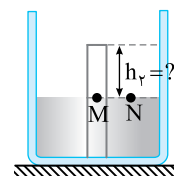
فشار ستون جیوه بالای نقطه B

است. ($P_{Hg} = 5/5 + 12 = 17/5 \text{ cmHg}$)

$$P_A = P_B \Rightarrow P_1 = P_0 + P_{Hg} = 75 + 17/5 \Rightarrow P_1 = 92/5 \text{ cmHg}$$

۲ حجم گاز در حالت اول برابر است با:

$$V_1 = Ah_1 \xrightarrow{h_1 = 20 \text{ cm}} V_1 = 12A$$



۳ وقتی سطح جیوه در لوله و طرف یکی می‌شود، فشار

گاز درون محفظه با فشار هوای بیرون یکسان شده است.

$$P_M = P_N \Rightarrow P_2 = P_0 = 75 \text{ cmHg}$$

۴ حجم گاز در حالت جدید $V_2 = Ah_2$ می‌شود.

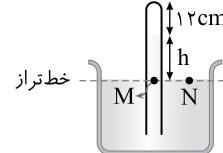
۵ قانون گازها را می‌نویسیم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{T_1 = T_2} 92/5 \times 12A = 75 \times Ah_2 \Rightarrow h_2 = 14/8 \text{ cm}$$

۲ **۱۱** B

در بالای لوله گاز محبوس است و با جابه‌جا کردن لوله چون حجم گاز محبوس در حال تغییر است پس فشار آن نیز تغییر می‌کند.

در حالت اول فشار گاز محبوس 2 cmHg داده شده است. خط تراز را رسم می‌کنیم. در نقاط M و N واقع بر خط تراز خواهیم داشت:

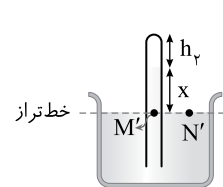


$$P_M = P_N \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_{\text{جیوه}} = P_0 \Rightarrow 2 + h = 76 \Rightarrow h = 74 \text{ cm}$$

حجم گاز محبوس در این حالت برابر است با:

$$V_1 = Ah \xrightarrow{h = 20 \text{ cm}} V_1 = 12A$$

در حالت دوم نیز فشار گاز محبوس 3 cmHg است، بنابراین فشار در نقاط M' و N' روی خط تراز را برابر قرار می‌دهیم:



$$P_{M'} = P_{N'} \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_{\text{جیوه}} = P_0$$

$$\Rightarrow 3 + x = 76 \Rightarrow x = 73 \text{ cm}$$

حجم گاز محبوس در حالت دوم:

$$V_2 = Ah_2$$

در طول فرایند دما ثابت است، با توجه به قانون گازها برای گاز محبوس شده در ته لوله در دو حالت داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{T_1 = T_2} \frac{92/5 \times 12A}{75 \times 3 \text{ cmHg}} = \frac{76 \times Ah_2}{76 \times 3 \text{ cmHg}}$$

$$2(12A) = 3(Ah_2) \Rightarrow h_2 = 8 \text{ cm}$$

بنابراین در حالت اول طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد $12 + h = 12 + 8 = 20 \text{ cm}$

بوده و در حالت دوم طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد $h_2 + x = 8 + 73 = 81 \text{ cm}$

است بنابراین لوله را به اندازه $81 - 20 = 61 \text{ cm}$ بیشتر در جیوه فرو برده‌ایم.



۴ ۱۷ B

خط فکری ابتدا تبدیل دما از فارنهایت به سلسیوس را انجام می‌دهیم. سپس مقدار گرمای لازم را برای تبدیل 20°C یخ به 20°C آب و پس از آن افزایش دمای آب تا دمای خواسته شده را به دست می‌آوریم.

۱ ابتدا دمای نهایی آب را از 50°F به سلسیوس تبدیل می‌کنیم.

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 50 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 18 = \frac{9}{5}\theta \Rightarrow \theta = 10^\circ\text{C}$$

۲ گرمای لازم برای ذوب کامل 20g یخ 20°C را حساب می‌کنیم.

$$Q = mL_F \Rightarrow Q_1 = 20\text{g} \times 336\text{J/g} \Rightarrow Q_1 = 6720\text{J}$$

۳ گرمایی که آب 10°C می‌گیرد تا دمای 10°C شود خواهد شد:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_2 = 20\text{g} \times (4/2\text{J/g}^\circ\text{C}) \times 10 \Rightarrow Q_2 = 840\text{J}$$

۴ گرمای کلی که باید به آب بدهیم برابر است با:

$$Q = 6720 + 840 \Rightarrow Q = 7560\text{J}$$

۳ ۱۸ B در ابتدا بگوییم که در کتاب درسی بیان شده «در مورد گاز آرمانی می‌توان نشان داد که انرژی درونی فقط تابع دمای گاز است» و چگونگی این تابع که درجه اول است یا تابع دیگری است بیان نشده است و این مسئله با اطلاعات کتاب درسی قابل حل نیست. اما به سراغ حل برویم. فشار گاز در حالت اول و دوم خواهد شد:

$$P = P_0 + P_g \Rightarrow P_1 = 1.05 + 0.5 \times 10^5 \Rightarrow P_1 = 1.5 \times 10^5\text{ Pa}$$

$$P_2 = 1.05 + 1.05 \Rightarrow P_2 = 2.1 \times 10^5\text{ Pa}$$

با توجه به قانون گازها، نسبت دمای گاز را دو حالت حساب می‌کنیم:

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \quad V_2 = 2V_1 \rightarrow \frac{2.1 \times 10^5 \times (2V_1)}{T_2} = \frac{1.5 \times 10^5 \times V_1}{T_1}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{4}{3} T_1 \xrightarrow{U \propto T} U_2 = \frac{4}{3} U_1 \Rightarrow U_2 = \frac{4}{3} \times 600 \Rightarrow U_2 = 800\text{J}$$

جمع‌بندی: انرژی درونی با دما رابطه مستقیم دارد:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad \frac{\Delta U}{U_1} = \frac{\Delta T}{T_1}, \quad \frac{\Delta U}{U_2} = \frac{\Delta T}{T_2}$$

۴ ۱۹ B **روش اول:** یخ صفر درجه ابتدا تغییر حالت داده و به آب 0°C تبدیل می‌شود و سپس آب 0°C به آب 20°C تغییر دما می‌دهد:

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

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_{\text{کل}} = mL_F + mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow Q_{\text{کل}} = m \times 336000 + m \times 4200 \times 20$$

$$Q_{\text{کل}} = 336000m + 84000m = 420000m\text{J}$$

سؤال نسبت گرمای ذوب یخ (Q_1) به کل گرمای داده شده به آن ($Q_{\text{کل}}$) را برحسب درصد خواسته است:

$$\frac{Q_{\text{ذوب یخ}}}{Q_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{336000m}{420000m} \times 100 = 80\%$$

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow{K_1=0, U_2=0} E_1 = K_2$$

$$\Rightarrow E_1 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} \times 50 \times 64 = 1600\text{J}$$

۲ بنابراین ماشین 2000J انرژی مصرف کرده اما به جسم 1600J انرژی رسیده است:

$$\frac{1600\text{J انرژی مفید}}{2000\text{J انرژی کل}} \xrightarrow{\text{بالابر}} \frac{2000\text{J انرژی کل}}{\text{مصرفی ماشین}}$$

$$Ra = \frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{کل}}} \times 100 \Rightarrow Ra = \frac{1600}{2000} \times 100 = 80\%$$

۳ ۱۵ A

ابتدا باید انرژی جنبشی جسم را از رابطه آن حساب کنید سپس با یک تناسب ساده مسئله را حل کنید.

۱ انرژی جنبشی جسم برابر است با:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{v=8\text{km/s}=8000\text{m/s}} K = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^4 \times (8 \times 10^3)^2$$

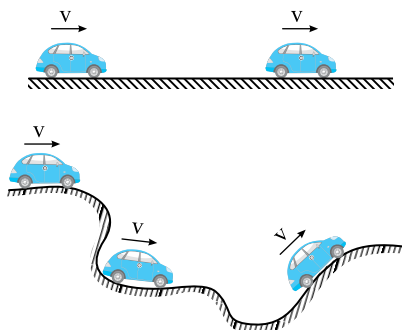
$$K = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^4 \times 64 \times 10^6 \Rightarrow K = 32 \times 2 \times 10^{10} \text{J}$$

۲ با توجه به فرض مسئله انرژی حاصل از انفجار یک تن TNT برابر $4/2 \times 10^9\text{J}$ است، بنابراین می‌توانیم تناسب زیر را بنویسیم:

$$\frac{4/2 \times 10^9\text{J}}{32 \times 2 \times 10^{10}\text{J}} \mid \frac{1\text{ton}}{m} \Rightarrow m = \frac{32 \times 2 \times 10^{10} \times 1}{4/2 \times 10^9} = 160\text{ton}$$

۱ ۱۶ B

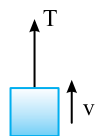
نکته تندی حرکت برابر بزرگی سرعت است، در شکل‌های زیر تندی حرکت جسم ثابت است.



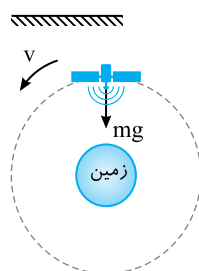
(الف) با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی $W_t = \Delta K$ با ثابت ماندن تندی خواهیم داشت:

$$W_t = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \xrightarrow{v_1=v_2} W_t = 0$$

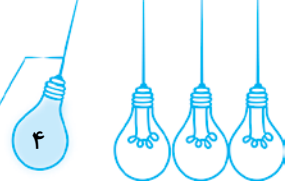
گزاره (الف) درست است.



(ب) فرض کنید در شکل روبه‌رو با تندی ثابت جعبه‌ای را به سمت بالا بکشیم در این صورت با اینکه انرژی جنبشی ثابت می‌ماند، اما انرژی پتانسیل در حال افزایش است، بنابراین در این حرکت با تندی ثابت انرژی مکانیکی ($E = K + U$) افزایش می‌یابد. بنابراین گزاره (ب) نادرست است.



(پ) در حرکت ماهواره به دور زمین تندی حرکت ماهواره ثابت است، اما به ماهواره همواره نیروی خالص mg به سمت مرکز زمین وارد می‌شود: بنابراین گزاره (پ) نادرست است.



روش دوم: برای حل سؤالات بهتر است نسبت L_V و L_F آب را برحسب $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ به خاطر بسپارید:

$$L_F = 336000 = 80 \times 4200 = 80 \times c_{\text{آب}}$$

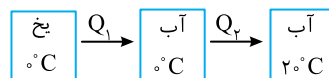
$$L_V = 2268000 = 540 \times 4200 = 540 \times c_{\text{آب}}$$

گرمای نهان ذوب $L_F = 336 \times 10^3 \text{ J/kg}$ ، 80 برابر گرمای ویژه آب $c = 4200 \text{ J/kg.K}$ است بنابراین برای سادگی $L_F = 80 \times c$ می‌گیریم:

صرف افزایش دمای آب صرف ذوب یخ

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = mL_F + mc\Delta\theta$$

$$Q_{\text{کل}} = m(80 \times c) + mc \times 20 = 100 \times mc$$



از $100 \times mc$ گرما، $80 \times mc$ صرف ذوب یخ شده است:

$$\frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{80 \times mc}{100 \times mc} \times 100 = 80\%$$

۱ ۲۰ A

یادآوری: درصد افزایش حجم جسم در اثر افزایش دما خواهد شد:

$$\frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{V_1 3\alpha \Delta\theta}{V_1} \times 100 = 3\alpha \Delta\theta \times 100$$

با توجه به یادآوری بالا مسئله به راحتی قابل حل است.

$$3\alpha \Delta\theta \times 100 = 3 \times (2 \times 10^{-5}) \times (250 - 0) \times 100 = 1500 \times 10^{-5} \times 100$$

$$\Delta L_{Al} - \Delta L_M = 2/3 \text{ mm}$$

بنابراین حجم ۱۵ درصد افزایش می‌یابد.

۳ ۲۱ B

خط فکری: طول اولیه دو میله برابر است. وقتی دمای هر دو میله را به یک اندازه

بالا ببریم افزایش طول میله آلومینیمی از افزایش طول میله فولادی بیشتر است زیرا

ضریب انبساط طولی آلومینیم بزرگ‌تر است. بعد از افزایش دما طول میله آلومینیم

$$\Delta L_{Al} - \Delta L_M = 2/3 \text{ mm}$$

است. اکنون با جایگذاری $\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$ می‌توانید مسئله را حل کنید.

تغییر طول آلومینیم و تغییر طول فولاد را حساب می‌کنیم سپس آن‌ها را از هم کم می‌کنیم:

$$\Delta L_{Al} - \Delta L_M = 2/3 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow L_{Al} \alpha_{Al} \Delta\theta - L_M \alpha_M \Delta\theta = 2/3 \times 10^{-3}$$

$$\frac{L_{Al} = L_M = 4 \text{ m}}{\alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}, \alpha_M = 11.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}} \rightarrow$$

$$(4 \times 23 \times 10^{-6} - 4 \times 11.5 \times 10^{-6}) \Delta\theta = 2/3 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 46 \times 10^{-6} \Delta\theta = 2/3 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{2/3 \times 10^{-3}}{46 \times 10^{-6}} = \frac{2/3 \times 10^3}{46} = 5^\circ \text{C}$$