

پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۲ چگالی تندی و انرژی همگی از کمیت های فرعی می باشند.

۲ گزینه ۴ دما، جریان الکتریکی و جرم از کمیت های اصلی در SI هستند.

۳ گزینه ۲ یکای فشار در SI با نام مختصر پاسکال Pa معرفی شده که برحسب یکاهای اصلی SI به صورت زیر است:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{ma}{A} \rightarrow [P] = \frac{kg \cdot \frac{m}{s^2}}{m^2} \rightarrow [P] = \frac{kg}{m \cdot s^2}$$

۴ گزینه ۲ «جرم»، «شدت جریان الکتریکی» و «مقدار ماده» کمیت های اصلی در SI هستند که یکای آنها در SI به صورت کیلوگرم، آمپر و مول است.

۵ گزینه ۳ با استفاده از روش تبدیل زنجیره ای داریم:

$$M = ۲۰۰ \text{ قیراط} = ۲۰۰ \text{ قیراط} \times \frac{۲۰۰ \text{ گرم}}{۱ \text{ قیراط}} \times \frac{۱۰^{-۳} \text{ گرم}}{۱ \text{ میلی گرم}} = ۴۰ g$$

۶ گزینه ۱

برای تبدیل ۲۱۶ کیلومتر بر ساعت برحسب مایل بر دقیقه به صورت تبدیل یکای زنجیره ای داریم:

$$1 \text{ mile} = 1.6 \text{ km} \\ ۲۱۶ \frac{\text{km}}{\text{h}} = ۲۱۶ \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ mile}}{1.6 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{۶۰ \text{ min}} = ۲ \frac{\text{mile}}{\text{min}}$$

۷ گزینه ۴ در تبدیل یکا به روش زنجیره ای داریم:

$$1 \text{ قیراط} = ۲۰۰ \text{ mg} \\ ۱۸۲ \text{ قیراط} = ۱۸۲ \text{ قیراط} \times \frac{۲۰۰ \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{1 \text{ kg}}{۱۰^۶ \text{ mg}} \Rightarrow ۱۸۲ \text{ قیراط} = ۳.۶۴ \times ۱۰^{-۲} \text{ kg}$$

۸ گزینه ۱

$$۴۵ \frac{\cancel{\text{دقیقه}}}{\cancel{\text{دور}}} \times \frac{(۲\pi) \text{ rad}}{1 \cancel{\text{دور}}} \times \frac{1 \cancel{\text{دقیقه}}}{۶۰ \text{ s}} = \frac{۹۰\pi}{۶۰} = \frac{۳\pi}{۲} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

۹ گزینه ۴

$$q = ۱۶۰ \times ۱۰^{-۱۰} \mu C = ۱۶۰ \times ۱۰^{-۱۰} \times ۱۰^{-۶} C \Rightarrow q = ۱.۶ \times ۱۰^{-۱۴} C$$

۱۰ گزینه ۱

$$V = ۲۶,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ L \Rightarrow V = ۲.۶ \times ۱۰^{۱۰} L$$

۱۱ گزینه ۱ در خط کش (الف) دقت اندازه گیری 1 cm است.

در خط کش (ب) دقت اندازه گیری 1 mm است.

۱۲ گزینه ۱ این ابزار به ریزسنج نام دارد و دقت آن ۰.۰۰۱ میلی متر است.

۱۳ گزینه ۱ گام اول: جرم جسم $۱۱.۵ g$ است.

$$m = ۱۱.۵ g = ۱۱.۵ \times ۱۰^{-۳} \text{ kg}$$

گام دوم: حجم جسم برابر مقدار افزایش حجم مایع بالا آمده درون اُستوانه می باشد:

$$V = 23,1 mL - 18,5 mL = 4,6 mL = 4,6 \times 10^{-3} L = 4,6 \times 10^{-6} m^3$$

گام سوم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{11,5 \times 10^{-3} kg}{4,6 \times 10^{-6} m^3} = 2500 \frac{kg}{m^3}$$

۱۴ گزینه ۱

$$\rho = 1,05 \frac{g}{cm^3} = 1,05 \frac{kg}{L}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = 1,05 \times 5 = 5,25 kg$$

۱۵ گزینه ۱ ابتدا حجم مخروط را محاسبه می‌کنیم:

$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h = \frac{1}{3} \times 3 \times 10^2 \times 20 = 2000 cm^3$$

حال داریم:

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{5,4}{2000 \times 10^{-6}} = 2700 \frac{kg}{m^3}$$

۱۶ گزینه ۴

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{m}{\frac{4}{3} \pi r^3} = \frac{1,7 \times 10^{-27}}{\frac{4}{3} \times \pi \times (8,4 \times 10^{-16})^3} = 7,17 \times 10^{17} \frac{kg}{m^3} \xrightarrow{\times 10^{-27}} \rho = 7,17 \times 10^{14} \frac{g}{cm^3}$$

۱۷ گزینه ۴

$$m = \rho V \Rightarrow 4 \times 10^{-2} \times 10^3 = \frac{30}{\pi} \times \frac{4}{3} \pi ((2a)^3 - a^3)$$

$$\Rightarrow 40 = \frac{10 \times 4}{\pi} \times \pi a^3 \Rightarrow a^3 = 1 \Rightarrow a = 1 cm$$

$$40 a^3 = 4 \times 10^{-2} kg = 40 g \Rightarrow a^3 = 1 \Rightarrow a = 1$$

۱۸ گزینه ۴

$$V = \pi(R^2 - r^2)h = \pi((1,1a)^2 - a^2)(10a) = 2,1\pi a^3$$

$$m = \rho V = \frac{\lambda}{\pi} \times 2,1\pi a^3 = \lambda \times 2,1a^3 \xrightarrow{m=2,1kg=2100g} \lambda \times 2,1a^3 = 2100$$

$$\Rightarrow \lambda a^3 = 1000 \Rightarrow a = 5 cm$$

۱۹ گزینه ۲

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \xrightarrow{V = \frac{4}{3} \pi r^3} \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{4}{3}\right)^3 \simeq 1,185$$

$$\frac{\rho_A - \rho_B}{\rho_B} \times 100 \simeq 18,5 \%$$

۲۰ گزینه ۲ (R_B و R'_B به ترتیب شعاع خارجی و داخلی استوانه B هستند).

$$R_A = 2R_B, R_B = 2R'_B, m_A = 3m_B, h_A = 3h_B$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = 3 \times \frac{h_B \times (\pi R_B^2 - \pi R'^2_B)}{h_A \times (\pi R_A^2)} = 3 \times \frac{4R'^2_B - R'^2_B}{3 \times 16R'^2_B} = \frac{3}{16}$$

۲۱ گزینه ۳ در ابتدا رابطه چگالی مخلوط را می نویسیم:

$$\rho_{mix} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \xrightarrow{m=\rho V} \rho_{mix} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

حال معلومات سؤال را جایگزین می کنیم تا مقدار مجهول را بیابیم.

$$\text{آب: } \begin{cases} V_1 = 1L \\ \rho_1 = 1 \frac{g}{cm^3} \end{cases}$$

$$\text{الکل: } \begin{cases} V_2 = ? \\ \rho_2 = 0.8 \frac{g}{cm^3} \end{cases}$$

چگالی مخلوط ۱۰ درصد از چگالی الکل بیشتر است. یعنی:

$$\rho_{mix} = \rho_2 + 0.1\rho_2 = 1.1\rho_2 = 1.1 \times 0.8 \Rightarrow \rho_{mix} = 0.88$$

$$\rho_{mix} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow 0.88 = \frac{1 \times 1 + 0.8V_2}{1 + V_2} \Rightarrow V_2 = 1.5L = 1500cm^3$$

(دقت کنید که در رابطه تعیین چگالی مخلوط، یکای حجم برای همه یکسان و یکای چگالی نیز برای همه یکسان است.)

۲۲ گزینه ۲ ابتدا به کمک نمودار، چگالی هر ماده را محاسبه می کنیم و سپس چگالی مخلوط را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m}{v} \begin{cases} \rho_A = \frac{12}{10} = 1.2 \frac{g}{cm^3} \\ \rho_B = \frac{12}{5} = 2.4 \frac{g}{cm^3} \end{cases}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m}{\frac{m}{\rho_A} + \frac{m}{\rho_B}} = \frac{2}{\frac{1}{1.2} + \frac{1}{2.4}} = \frac{2}{\frac{2}{3}} = 1.6 \frac{g}{cm^3}$$

۲۳ گزینه ۲

طلا را با اندیس (۱) و نقره را با اندیس (۲) نشان می دهیم و داریم:

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = 68g \\ V_1 + V_2 = 5cm^3 \end{cases} \xrightarrow{m=\rho V} \begin{cases} 19V_1 + 10V_2 = 68 \\ V_1 + V_2 = 5cm^3 \end{cases}$$

با حل دو معادله دومجهولی، داریم:

$$V_1 = 2cm^3 \text{ و } V_2 = 3cm^3$$

بنابراین جرم نقره برابر است با:

$$m = \rho V = 10 \times 3 = 30g$$

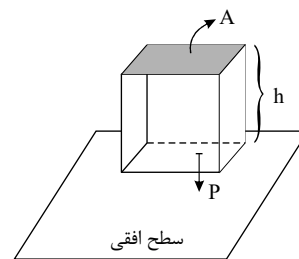
۲۴ گزینه ۲ به محل تماس لوله ها و سطح مایع درون ظرف هم توجه داشته باشیم!

۲۵ گزینه ۱ سطح جیوه درون لوله موئین، پایین تر از سطح جیوه در ظرف و به صورت برآمده (محدب) قرار می گیرد.

۲۶ گزینه ۴ از قبل می دانیم، برای اجسامی مانند مکعب یا مکعب مستطیل و ... برای تعیین فشار وارد بر سطح افقی از طرف جسم، علاوه بر رابطه $P = \frac{W}{A}$

می توان از رابطه $P = \rho gh$ نیز استفاده کرد. در اینجا که با هر گونه قرارگیری جسم روی سطح افقی، چگالی جسم تغییر نمی کند، بدیهی است که بیشترین فشار وارد بر سطح متناسب با بیشترین ارتفاع است، یعنی داریم:

$$\Rightarrow \begin{cases} P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh \\ \rho = \frac{m}{v} \rightarrow m = \rho v = \rho Ah \end{cases}$$



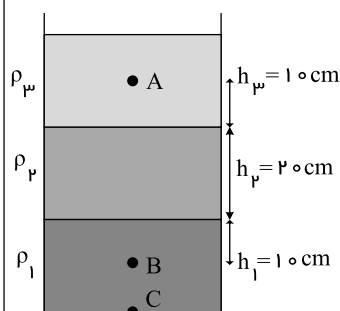
if : $h = h_{\max} \rightarrow P = P_{\max} = \rho gh_{\max} = (8 \times 10^3)(10)(5 \times 10^{-2}) \rightarrow P = P_{\max} = 4 \times 10^3 Pa$

۲۷ گزینه ۴ فشار پیمانه‌ای بخار داخل دیگ زودپز با فشار ناشی از وزن روی روزنه برابر است. یعنی:

$$P = P_0 + \frac{mg}{A} \Rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = P - P_0 = \frac{mg}{A}$$

$$\frac{P_{\text{پیمانه‌ای}} = 1.5}{A = 5 \times 10^{-6} m^2} \rightarrow 1.5 = \frac{m \times 10}{5 \times 10^{-6}} \Rightarrow m = 5 \times 10^{-2} kg \Rightarrow m = 50 g$$

۲۸ گزینه ۴ باتوجه به اطلاعات عددی در مورد عمق‌ها مشخص می‌شود که A در وسط عمق مایع با چگالی ρ_3 و B در وسط عمق مایع با چگالی ρ_1 قرار دارد.



$$\begin{cases} P_B - P_A = \rho_1 g \frac{h}{2} + \rho_2 gh + \rho_3 g \frac{h}{2} = 20000 \times \frac{1}{10} + 10000 \times \frac{2}{10} + 8000 \times \frac{1}{10} \Rightarrow \Delta P_{AB} = 2000 \\ h = 20 cm = 0.2 m \\ + 2000 + 800 = 4800 Pa \end{cases}$$

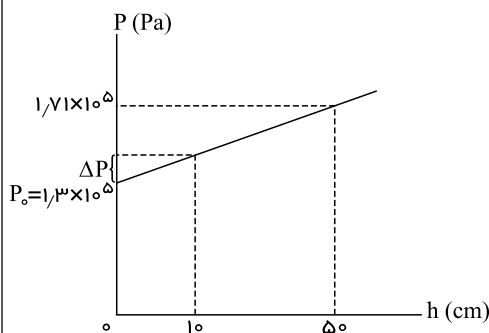
۲۹ گزینه ۳ اختلاف فشار دو نقطه در مایع به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_2 - P_1 = \rho gh \Rightarrow (105 - 101) \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0.2$$

$$\Rightarrow \rho = 2000 \frac{kg}{m^3} = 2000 \frac{g}{L}$$

(دقت کنید که یکای $\frac{kg}{m^3}$ و $\frac{g}{L}$ یکسان هستند.)

۳۰ گزینه ۴ فشار پیمانه‌ای با اختلاف فشار کل و فشار هوای محیط یعنی $\Delta P = \rho gh$ برابر است. بنابراین داریم:



$$\Rightarrow \frac{\Delta P}{(1.71 - 1.3) \times 10^5} = \frac{10}{50}$$

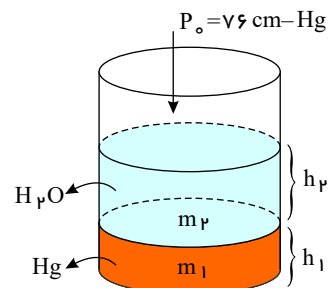
$$\Delta P = 1.36 \times 10^4 \text{ Pa}$$

۳۱ گزینه ۱ با توجه به اصل پاسکال، تغییر فشار ایجاد شده برای همه نقاط یکسان است. اگر افزایش نیرویی که ظرف به سطح افقی وارد می‌کند را F_1 و نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند را F_2 بنامیم، داریم:

$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{W_1}{A_1} \Rightarrow F_2 = \frac{A_2}{A_1} W_1 = \frac{10 \times 10}{2} W_1 \Rightarrow F_2 = 50 W_1, F_1 = W_1$$

۳۲ گزینه ۴ چون ظرف استوانه‌ای است، F وارد بر کف ظرف:

$$\begin{cases} F = (m_1 + m_2)g = 2.72 \text{ N} \\ P = \frac{F}{A} + P_0 = \frac{2.72}{5 \times 10^{-4}} + 1.0336 \times 10^5 \text{ Pa} \end{cases}$$



$$76(\text{cm} - \text{Hg}) \xrightarrow{\times 1360} 1.0336 \times 10^5 \text{ Pa} \Rightarrow P = 5440 + 1.0336 \times 10^5 = 1.088 \times 10^5 \text{ Pa}$$

۳۳ گزینه ۳ قبل از هر چیز می‌دانیم که چون ظرف استوانه (منشور قائم) است؛ نیروی وارده از طرف مایع به کف ظرف با وزن مایع برابر است. بنابراین:

$$P_1 = P_0 + \frac{W_1}{A}$$

و در حالت دوم:

$$\begin{aligned} P_2 &= P_0 + \frac{W_1 + W_2}{A} = 1.02 P_1 = 1.02 \left(P_0 + \frac{W_1}{A} \right) \Rightarrow P_0 + \frac{W_1}{A} + \frac{W_2}{A} = 1.02 P_0 + 1.02 \frac{W_1}{A} \Rightarrow \frac{2}{100} P_0 \\ &= \frac{W_2}{A} - \frac{2}{100} \frac{W_1}{A} \quad (*) \end{aligned}$$

از طرفی داریم:

$$\frac{W_1}{A} = \frac{m_1 g}{A} = \rho_1 g h_1 = 1250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10 \times \frac{1}{10} = 1250 \text{ Pa}$$

حال اگر فشار هوا را بر حسب پاسکال بنویسیم، با توجه به معادله (*) داریم:

$$\begin{aligned} \frac{W_2}{A} &= \frac{\rho V_2 g}{A} = \frac{8000 V_2}{20 \times 10^{-4}} \text{ و } P_0 = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} = 75 \times 1350 \text{ Pa} = 1.0125 \times 10^5 \text{ Pa} \xrightarrow{(*)} \frac{2}{100} \times 1.0125 \times 10^5 \\ &= \frac{8000 V_2}{20 \times 10^{-4}} - \frac{2}{100} \times 1250 \Rightarrow 2025 = 4 \times 10^6 V_2 - 25 \Rightarrow V_2 = \frac{2050}{4} \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 512.5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

۳۴ گزینه ۳ به طور کلی می دانیم که فشار در عمق h از مایعی با چگالی ρ به صورت زیر محاسبه می شود. با قرار دادن مقادیر داده شده در رابطه داریم: (دقت کنید که همه یکاهای در SI باشند).

$$\begin{cases} p = p_0 + \rho gh \\ h_1 = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}, P_1 = P_0 + \rho gh_1 = 100 \text{ kPa} \quad (1) \\ h_2 = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}, P_2 = P_0 + \rho gh_2 = 106 \text{ kPa} \quad (2) \end{cases}$$

$$(1) \rightarrow P_0 + \rho g(0.05) = 10^5 \text{ Pa} \quad (1)$$

$$(2) \rightarrow P_0 + \rho g(0.2) = 1.06 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (2)$$

$$(2) - (1) \Rightarrow 0.06 \times 10^5 = 0.15 \times \rho \times 10 \Rightarrow \rho = \frac{6 \times 10^3}{1.5} = 4000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\xrightarrow{(2)} P_0 = 1.06 \times 10^5 - 0.08 \times 10^5$$

$$\Rightarrow P_0 = 98 \times 10^3 \text{ Pa} = 98 \text{ KPa} \rightarrow P_0 = 98 \text{ KPa}$$

۳۵ گزینه ۳ در محلی که فشار هوای محیط P_0 است، می دانیم فشار کل در عمق h درون مایعی با چگالی ρ برابر است با: $P = P_0 + \rho gh$

در این رابطه بسیار دقت کنیم اگر: ρ بر حسب $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و h بر حسب m باشد $(\frac{N}{kg} \rightarrow g \text{ هست!})$ ، آنگاه ρgh بر حسب Pa محاسبه خواهد شد:

$$\rho gh \rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{N}{kg} \times m = \frac{N}{\text{m}^2}$$

$$P_0 = 1.026 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$h_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m} \rightarrow P_1 = P_0 + \rho gh_1$$

$$h_2 = 53 \text{ cm} = 0.53 \text{ m} \rightarrow P_2 = P_0 + \rho gh_2$$

$$P_2 = 1.5 P_1 \rightarrow \rho \times 10 \times (0.53) + 1.026 \times 10^5 = 1.5 [\rho \times 10 \times 0.1 + 1.026 \times 10^5]$$

$$\rightarrow \rho = 13500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 13.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۳۶ گزینه ۳ برای تعیین ارتفاع ستون جیوه ای که فشاری معادل فشار داده شده را تامین می کند داریم:

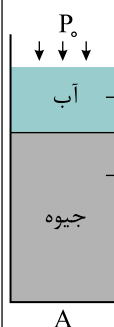
$$P = \rho gh \rightarrow 68 \times 10^3 = 13600 \times 10 \times h \rightarrow h = 0.5 \text{ m} \rightarrow h = 50 \text{ cm}$$

که در این ارتفاع ستون جیوه تقریباً فشاری معادل cmHg را تامین می کند یعنی:

$$P_{\text{cmHg}} = 50 \text{ cmHg}$$

۳۷ گزینه ۳

با توجه به شکل، فشار کل وارد بر کف ظرف استوانه ای برابر است با:



$$P = P_0 + \frac{mg + m'g}{A}$$

$$\xrightarrow{P_0 = 75 \times 1360 \text{ Pa}} P = 75 \times 1360 + \frac{(544 + 272) \times 10^{-3} \times 10}{20 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow P = 102000 + 4080 \Rightarrow P = 106080 \text{ Pa}$$

۳۸ گزینه ۳ با توجه به رابطه بین فشار و نیروی وارد بر سطح داریم:

$$P_{\text{کل}} = \frac{F}{A} \xrightarrow{P_{\text{کل}} = P_0 + \rho gh} P_0 + \rho gh = \frac{F}{A}$$

$$\Rightarrow 10^5 + 1020 \times 10 \times h = \frac{73200}{1200 \times 10^{-4}}$$

$$10^3 + 102h = 61 \times 10^2 \Rightarrow h = 50m$$

۳۹ گزینه ۴ در حالت اول فشار در ته لوله برابر است با:

$$P_1 = P_0 + \rho_1 gh_1$$

و در حالت دوم:

$$P_2 = P_0 + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2$$

اختلاف فشار در این دو حالت برابر است با:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho_2 gh_2 \xrightarrow{\Delta P = 0.1 P_1} \rho_2 gh_2 = 0.1 (P_0 + \rho_1 gh_1)$$

$$\Rightarrow 1060 \times 10 \times h_2 = 0.1 (75 \times 1360 + 2000 \times 10 \times 0.2) \Rightarrow h_2 = 1m$$

در آخر داریم:

$$V_2 = Ah_2 = 15 \times 10^{-4} \times 1 = 15 \times 10^{-4} m^3 = 1.5L$$

۴۰ گزینه ۳

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow 0.2 \times 10^5 = \rho \times 10 \times 1.6$$

$$\rho = \frac{10^4}{1} \frac{kg}{m^3} = \frac{10}{1} \frac{g}{cm^3} = 1.25 \frac{g}{cm^3}$$

$$\text{فشار پیمانه‌ای} = \rho gh = 1250 \times 10 \times 1 = 12500 Pa$$

۴۱ گزینه ۱ جرم مایع را m در نظر می‌گیریم و داریم:

$$A_{\text{ستوانه}} = \pi r^2 = 3 \times 0.1^2 = 3 \times 10^{-2} m^2$$

$$P_{\text{ستوانه}} = P_0 + \frac{mg}{A} = 10^5 + \frac{10m}{3 \times 10^{-2}} = 106000$$

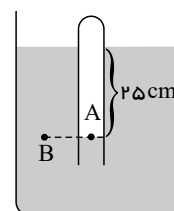
$$\Rightarrow \frac{10m}{3 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^3 \Rightarrow m = 18kg$$

$$P_{\text{مکعب}} = P_0 + \frac{mg}{A} = 10^5 + \frac{18 + 10}{(0.3)^2} = 102000 Pa \Rightarrow P_{\text{مکعب}} = 102kPa$$

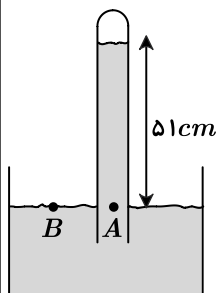
۴۲ گزینه ۳ مطابق شکل، در ابتدا نقاط هم‌تراز که دارای فشار مساوی هستند را تعیین می‌کنیم، سپس به صورت زیر فشار گاز محبوس را محاسبه می‌کنیم:

$$P_A = P_B = P_0 + \rho gh = 10^5 + 2000 \times 10 \times \frac{1}{4} \Rightarrow P_A = 10^5 + 5000 = 105000 Pa$$

$$= 105kPa$$



۴۳ گزینه ۴



$$P_A = P_B$$

$$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho gh = P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 - \rho gh$$

$$P_0 = 75.5 \text{ cmHg} = 13600 \times 10 \times 75.5 \times 10^{-2} = 102680 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{گاز}} = 102680 - 2800 \times 10 \times 0.51 = 88400 \text{ Pa}$$

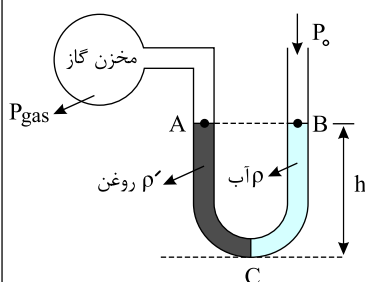
۴۴ گزینه ۴ بدیهی است که فشار گاز محفظه A به اندازه ۴۵ cmHg بیشتر از فشار هوای محیط و فشار گاز محفظه B، ۳۵ cmHg کمتر از فشار هوای محیط است. بنابراین:

$$P_A = P_0 + 45(\text{cmHg}) = 75 + 45 = 120(\text{cmHg})$$

$$P_B + 35(\text{cmHg}) = 75(\text{cmHg}) \rightarrow P_B = 40(\text{cmHg})$$

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{120}{40} = 3$$

۴۵ گزینه ۳



در نگاه اول ممکن است تصور شود گزینه «۴» درست است. اگر چنین بود و گاز با هوای بیرون هیچ اختلاف فشاری نداشت به نظر شما با توجه به یکسان بودن حجم آنها، این گونه سطح بالای دو مایع هم تراز بود؟

$$P_C = P_A + \rho' gh = P_0 + \rho gh$$

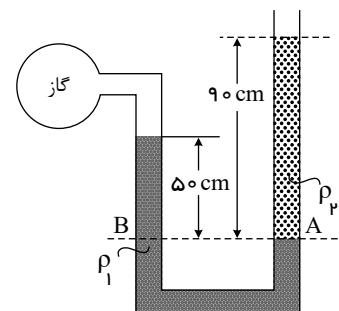
$$P_A - P_0 = (\rho - \rho') gh \Rightarrow P_A - P_0 = \left[\left(1 - \frac{0.8}{1.2} \right) \times 10^3 \right] (10) \left(\frac{68}{100} \right) = 20 \times 68 \text{ Pa}$$

برای تبدیل فشار بر حسب پاسکال به سانتی متر جیوه و بالعکس می توان از رابطه زیر کمک گرفت:

$$\rho_{\text{cmHg}} = \frac{20 \times 68}{1360} = 1 \text{ cmHg} = 10(\text{mmHg})$$

۴۶ گزینه ۱ دو نقطه هم تراز A و B را مشخص می کنیم و فشار این نقاط را مساوی قرار می دهیم:

$$\begin{cases} \rho_1 = 1.2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ \rho_2 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \end{cases}$$



$$P_B = P_A \Rightarrow P_{\text{gas}} + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2$$

$$P_{\text{gas}} - P_0 = \rho_2 gh_2 - \rho_1 gh_1 \Rightarrow P_{\text{gas}} - P_0 = 1000 \times 10 \times 0.9 - 1200 \times 10 \times 0.5$$

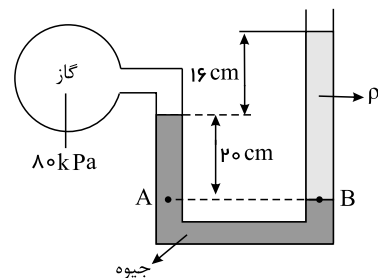
$$\Rightarrow P_{gas} - P_o = 9000 - 6000 = 3000 Pa$$

۴۷ گزینه ۳ دو نقطه هم تراز A و B را مشخص می کنیم و فشار آن ها را مساوی قرار می دهیم. یعنی:

$$P_A = P_B \rightarrow \rho gh_{(جیوه)} + P_{(گاز)} = \rho gh_{(مایع)} + P_o$$

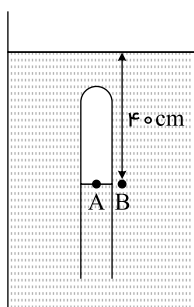
$$\rightarrow 13600 \times 10 \times 0.2 + 80 \times 10^3 = \rho \times 10 \times (0.36) + 10^5$$

$$\rightarrow \rho = 2000 \frac{kg}{m^3}$$



۴۸ گزینه ۱

در ابتدا ارتفاع ستون جیوه ای که فشاری معادل ارتفاع ۴۰ سانتی متری مایع با چگالی $\rho = 1.7 \frac{g}{cm^3}$ ایجاد می کند را می یابیم.

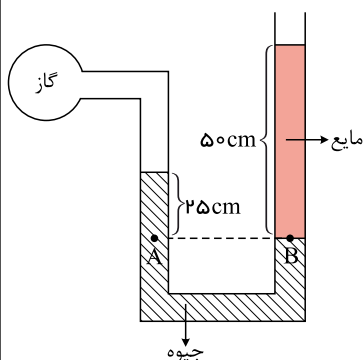


$$(\rho h)_{Hg} = (\rho h)_{مایع} \Rightarrow 13.6 \times h_{Hg} = 1.7 \times 40 \Rightarrow h_{Hg} = 5 cm$$

و با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم تراز A و B در یک مایع در حال تعادل داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{گاز} = P_o + h_{Hg} \Rightarrow P_{پیمانه ای} = P_{گاز} - P_o = h_{Hg} \Rightarrow P_{پیمانه ای} = 5 cm Hg$$

۴۹ گزینه ۳ با توجه به نقاط هم تراز A و B داریم:



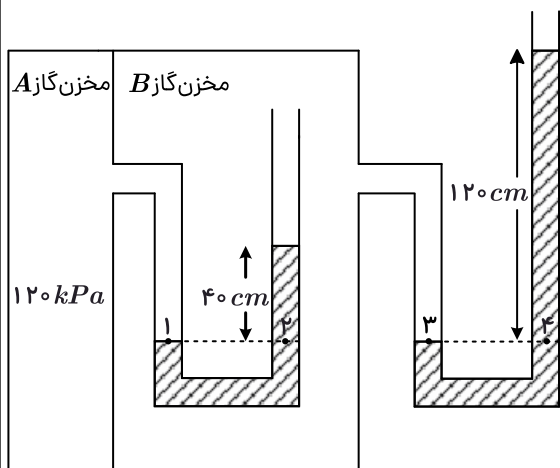
$$P_A = P_B \Rightarrow P_{گاز} + (\rho gh)_{جیوه} = P_o + (\rho gh)_{مایع}$$

$$\Rightarrow P_{پیمانه ای} = P_{گاز} - P_o = (\rho gh)_{مایع} - (\rho gh)_{جیوه}$$

$$\Rightarrow -25 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0.5 - 13600 \times 10 \times 0.25$$

$$\Rightarrow \rho = 1800 \frac{kg}{m^3}$$

۵۰ گزینه ۲ کافی است دو خط هم تراز رسم کنیم:



$$P_1 = P_2 \Rightarrow 120000 = P_B + \rho \times 10 \times 0.4$$

$$P_3 = P_4 \Rightarrow P_B = \rho \times 10 \times 1.2 + 100000$$

$$120000 = 100000 + \rho \times 10 \times 0.4 + \rho \times 10 \times 1.2$$

$$20000 = 16\rho \rightarrow \rho = 1250 \frac{kg}{m^3} = 1250 \frac{g}{L}$$

۵۱ گزینه ۳

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \rightarrow$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{1 \times 400 + 1.2 \times 600}{400 + 600} = 1.12 \frac{g}{cm^3} \xrightarrow{\times 1000} \rho_{\text{مخلوط}} = 1120 \frac{kg}{m^3}$$

$$P_g = \rho gh = 1120 \times 10 \times \frac{50}{100} = 5600 Pa \xrightarrow{\div 1000} P_g = 5.6 kPa$$

۵۲ گزینه ۴

$$P_{\text{گاز}} = P_0 + \rho gh \rightarrow 108.8 \times 10^3 = \rho \times 10 \times \frac{34}{100} + 75 \times 1360$$

$$\rightarrow \rho = 2000 \frac{kg}{m^3} = 2 \frac{g}{cm^3}$$

۵۳ گزینه ۲ فشار پیمانه‌ای در کف ظرف، همان فشار ناشی از وزن مایع است.

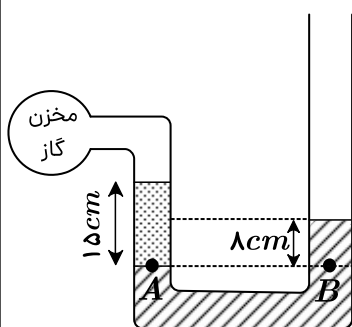
$$P_{\text{مایع}} = \frac{mg}{A} \xrightarrow{m=\rho V} P_{\text{مایع}} = \frac{1200 \times 2.5 \times 10^{-3} \times 10}{50 \times 10^{-4}} = 6000 Pa$$

حال این فشار را به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم.

$$P = 1360 \times h \rightarrow h = \frac{6000}{1360} = 4.4 cmHg$$

۵۴ گزینه ۲ فشار در یک عمق معین از مایع در تمام جهات به یک اندازه وارد می‌شود.

۵۵ گزینه ۱ ابتدا فشار ناشی از هر یک از مایع‌ها را به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم:



$$\rho_1 h_1 = \rho_{\text{جیوه}} h'_1 \Rightarrow 1.2 \times 15 = 13.6 h'_1 \Rightarrow h'_1 = \frac{18}{13.6} cmHg$$

$$\rho_2 h_2 = \rho_{\text{جیوه}} h'_2 \Rightarrow 1.57 \times 8 = 13.6 h'_2 \Rightarrow h'_2 = \frac{12.56}{13.6} cmHg$$

حال با کمک نقاط هم‌تراز A و B داریم:

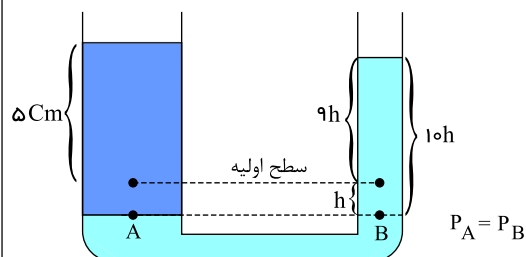
$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2$$

$$\Rightarrow P_g = P_{\text{گاز}} - P_0 = \frac{12.56}{13.6} - \frac{18}{13.6} = -\frac{5.44}{13.6} \times 10 = -4 mmHg$$

۵۶ گزینه ۲ اگر قطر قاعده یکی از دهانه‌ها، سه برابر دیگری باشد، سطح مقطع آن ۹ برابر دیگری است، یعنی:

$$D_A = 3D_{A'} \rightarrow A_A = 9A_{A'} \quad (1)$$

$$\Delta V_A = \Delta V_{A'} \Rightarrow A_A \times h_A = A_{A'} \times h_{A'} \xrightarrow{(1)} h_{A'} = 9h_A \quad (2)$$



حال جابه‌جایی سطح مایع در هر شاخه را می‌یابیم:

دقت کنید، در حالت ثانویه ارتفاع آب در لوله چپ به اندازه h پایین می‌آید که برابر با مقدار $9h$

اضافه‌شده به لوله سمت راست است. (در مجموع ارتفاع آب در لوله راست به $10h$ می‌رسد).

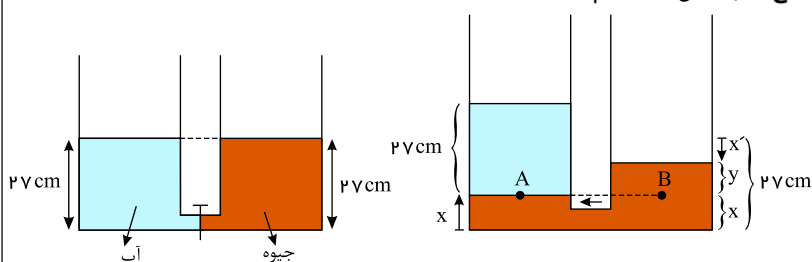
$$\rho_{\text{نفت}}gh = \rho_{\text{آب}}g(9h + h) \Rightarrow 0.8 \times 10 \times 5 = 1 \times 10 \times h_{\text{آب}} \times 10$$

در ادامه با مساوی قرار دادن فشار در نقاط هم‌تراز A و B داریم:

$$h_{\text{آب}} = 0.4 \text{ cm} \xrightarrow{(2)} 9h_A = 9 \times 0.4 = 3.6 \text{ cm}$$

↓
مقدار بالا رفتن سطح
نسبت به حالت اول

۵۷ گزینه ۳ هنگامی که شیر رابط را باز کنیم، چون جیوه دارای چگالی بیشتری از آب است، جیوه جابه‌جا شده و مطابق شکل در زیر آب قرار می‌گیرد. حال اگر نقاط هم‌تراز با فشار یکسان A و B را معلوم کنیم، برای تعیین جابه‌جایی سطح جیوه یعنی x' داریم:



$$P_A = P_B \rightarrow (\rho h)_{\text{آب}} = (\rho y)_{\text{جیوه}} \rightarrow 1 \times 27 \text{ cm} = 13.5 y \rightarrow y = 2 \text{ cm}$$

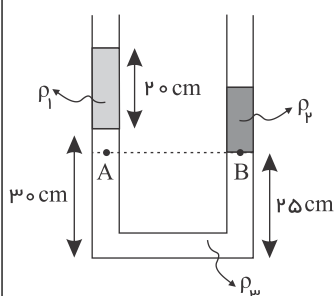
حال می‌دانیم که چون قطر لوله رابط ناچیز فرض شده، مجموع ارتفاع ستون‌های آب و جیوه، باید برابر 54 cm باشد. بنابراین داریم:

$$27 + x + x + y = 54 \xrightarrow{y=2 \text{ cm}} x = 12.5 \text{ cm}$$

و در نهایت، در لوله شامل ستون جیوه داریم:

$$x' = 27 - (x + y) = 27 - (12.5 + 2) \rightarrow x' = 12.5 \text{ cm}$$

۵۸ گزینه ۱



$$P_A = P_B$$

$$P_A = P_o + \rho_1 g h_1 + \rho_3 g h_3$$

$$P_B = P_o + \rho_2 g h_2$$

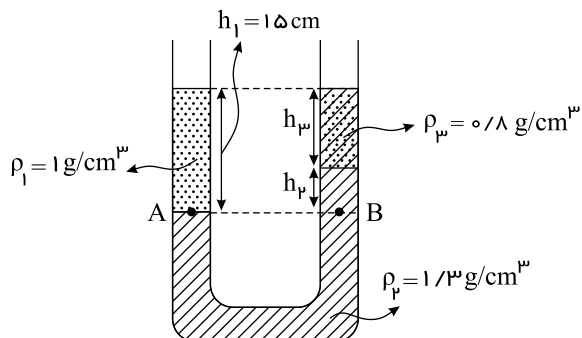
$$\rho_1 h_1 + \rho_3 h_3 = \rho_2 h_2$$

$$\Rightarrow 0.8 \times 20 + 2.4 \times (30 - 25) = \rho_2 h_2$$

$$m_2 = \rho_2 V_2 = \rho_2 h_2 A_2 = 28 A_2 = 28 \times 2 = 56 gr$$

۵۹ گزینه ۳

بعد از اضافه کردن مایع در سمت راست لوله و بعد از تعادل برای نقاط هم تراز A و B داریم:



$$P_A = P_B \rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3 \rightarrow 1 \times 15 = 1.3 h_2 + 0.8 h_3 \rightarrow 15 = 1.3 h_2 + 0.8 h_3 \xrightarrow{h_2 + h_3 = 15 cm}$$

$$\begin{cases} h_2 = 6 cm \\ h_3 = 9 cm \end{cases}$$

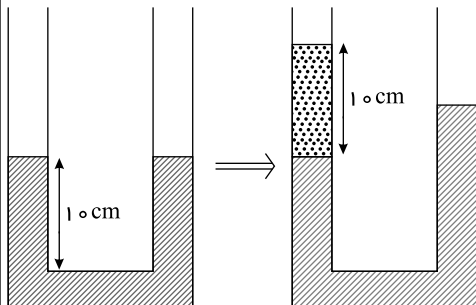
و برای تعیین حجم مایع اضافه شده داریم:

$$V_3 = A h_3 = 1 \times 9 \rightarrow V_3 = 9 cm^3$$

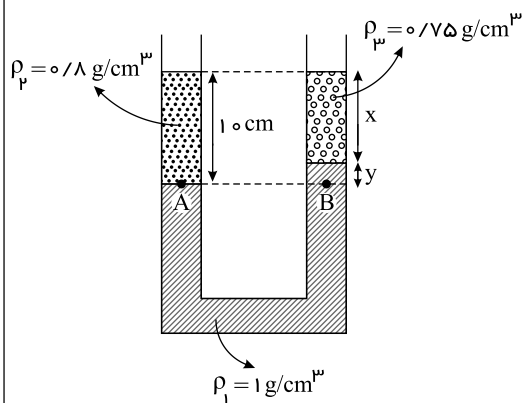
۶۰ گزینه ۴ در ابتدا ارتفاع ستون مایع اضافه شده را می یابیم:

$$h = \frac{V}{A} = \frac{20}{2} \rightarrow h = 10 cm$$

حال شکل مایعات را بعد از اضافه کردن آب می یابیم.



و در حالت بعدی؛ با اضافه کردن مایع در طرف دیگر:



با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم تراز A و B داریم:

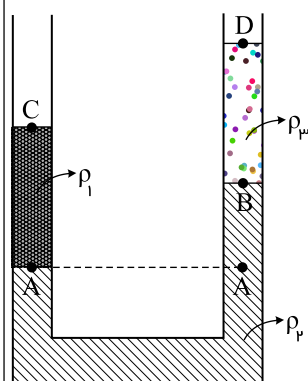
$$P_A = P_B \rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_3 h_3 + \rho_1 h_1 \Rightarrow 0.75 \times 10 = 1 \times y + 0.75 \times x \Rightarrow y + 0.75x = 10 \xrightarrow{x+y=10}$$

$$\begin{cases} y + 0.75x = 10 \\ y + x = 10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 8 \text{ cm} \\ y = 2 \text{ cm} \end{cases}$$

و برای تعیین حجم مایع با چگالی ρ_3 داریم:

$$V = Ax = 2 \times 8 \Rightarrow V = 16 \text{ cm}^3$$

۶۱ گزینه ۱

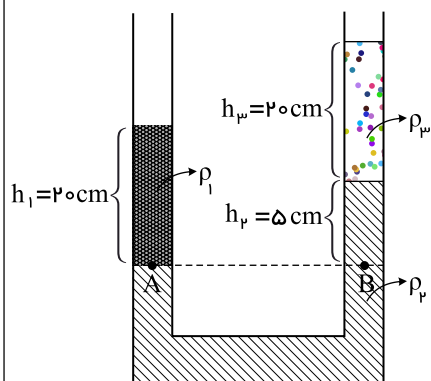


با توجه به شکل، فشار نقاط C و D با فشار هوای محیط برابر است، یعنی $P_C = P_D = P_0$

از طرفی فشار نقطه B بیشتر از نقطه D است و با توجه به شکل، فشار نقطه A نیز بیشتر از B است؛ بنابراین داریم:

$$P_A > P_B > P_C = P_D$$

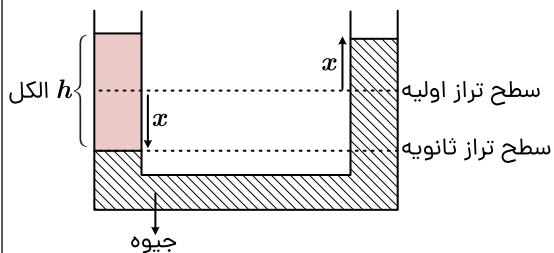
۶۲ گزینه ۲



با توجه به اینکه فشار نقاط A و B برابر است داریم:

$$\begin{aligned} P_A = P_B &\Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3 \\ \xrightarrow{\rho_3 = \frac{1}{2} \rho_1} &\rho_1 \times 20 = \rho_2 \times 5 + \frac{1}{2} \rho_1 \times 20 \\ \Rightarrow \frac{1}{2} \rho_1 \times 20 &= \rho_2 \times 5 \Rightarrow \rho_2 = 2 \rho_1 \\ \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} &= 2 \end{aligned}$$

۶۳ گزینه ۳



$$\rho_{\text{الکل}} \times h = \rho_{\text{جیوه}} \times 2x$$

$$0.8 \times h = 13.6 \times 2 \times 0.5 \rightarrow h = 17 \text{ cm}$$

$$v_{\text{الکل}} = Ah = 2 \times 17 = 34 \text{ cm}^3$$

۶۴ گزینه ۱ فشار در کف ظرف و در انتهای هر سه لوله یکسان است:

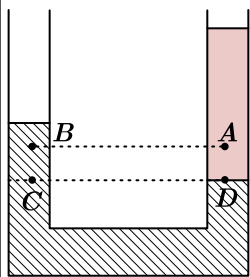
$$P_1 = P_2 = P_3$$

$$\rho_g h_A + \frac{mg}{A_A} = \rho_g h_B + \frac{mg}{A_B} = \rho_g h_C + \frac{mg}{A_C}$$

با توجه به این رابطه، هر پیستون که سطح مقطع بزرگتری دارد، باید h بزرگتری نیز داشته باشد تا تساوی برقرار شود؛ در نتیجه:

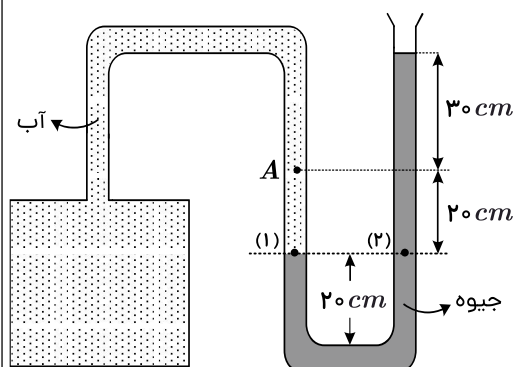
$$h_C > h_B > h_A$$

۶۵ گزینه ۱ با استفاده از برابر فشار در نقاط هم تراز، داریم:



$$P_C = P_D \rightarrow \rho_2 gh + P_B = \rho_1 gh + P_A \xrightarrow{\rho_2 = 3\rho_1} P_A - P_B = 3\rho_1 gh - \rho_1 gh = 2\rho_1 gh$$

۶۶ گزینه ۱ مطابق شکل، نقطه (۱) و (۲) هم تراز هستند.



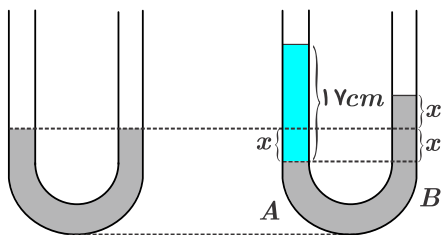
$$\begin{aligned} P_1 = P_2 &\Rightarrow P_A + (\rho gh)_{\text{آب}} = P_0 + (\rho gh)_{\text{جیوه}} \\ \Rightarrow P_A - P_0 &= 13600 \times 10 \times 0.5 - 1000 \times 10 \times 0.2 \\ &= 66000 \text{ Pa} = 66 \text{ kPa} \end{aligned}$$

۶۷ گزینه ۳ بعد از باز شدن شیر، مایع در لوله سمت چپ پایین و در لوله سمت راست بالا می‌رود:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \rightarrow 1 \times h_1 = 0.8 \times 15$$

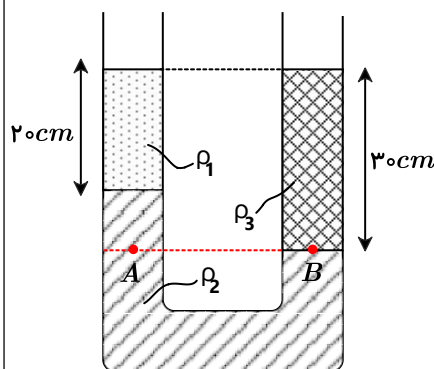
$$\rightarrow h_1 = 12 \text{ cm} \rightarrow |h_2 - h_1| = 15 - 12 = 3 \text{ cm}$$

۶۸ گزینه ۱



$$\rightarrow \rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} \times 2x \rightarrow 2 \times 17 = 13.6 \times 2x \rightarrow x = \frac{34}{13.6 \times 2} = 1.25 \text{ cm}$$

۶۹ گزینه ۴



$$P_A = P_B$$

$$P_0 + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = P_0 + \rho_3 g h_3$$

$$\Rightarrow \rho_1 20 + \rho_2 10 = \rho_3 30$$

$$\xrightarrow{\rho_2 = 2\rho_1} 2\rho_1 + 1 \times 2\rho_1 = \rho_3 \times 3$$

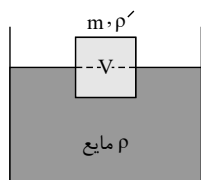
$$\Rightarrow 4\rho_1 = 3\rho_3 \Rightarrow \frac{\rho_3}{\rho_1} = \frac{4}{3}$$

۷۰ گزینه ۳ نکات مورد توجه:

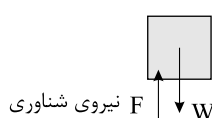
نکته (۱): در حالت اول نیروی شناوری برابر مجموع وزن چوب و ظرف است که با قرار گرفتن چوب درون ظرف تغییری نمی‌کند، پس حجم مایع جابه‌جا شده تغییر نمی‌کند (وزن مایع جابه‌جا شده F_b) بنابراین ارتفاع مایع درون ظرف و در نتیجه فشار وارد بر کف ظرف $(P = P_0 + \rho g h)$ تغییر نمی‌کند و گزینه‌های (۱) و (۲) رد می‌شود.

نکته (۲): یک روش عجیب! فکر کنید وزنه در کف ظرف از جنس یک ستاره با چگالی بسیار بسیار بالاست. پس حجم آن را مثلاً $\frac{1}{1000000}$ برابر کنید. ولی وقتی درون ظرف قرار می‌گیرد، تأثیر وزن آن همچنان مشهود خواهد بود و نیروی شناوری وارد بر ظرف و در نتیجه حجم مایع جابه‌جا شده و به تبع آن ارتفاع مایع درون ظرف افزایش خواهد یافت. و طبق رابطه $P = P_0 + \rho g h$ با افزایش h شاهد افزایش P نیز خواهیم بود. اینطور نیست؟!

۷۱ گزینه ۲



یک جسم شناور بر سطح مایع را در نظر بگیریم؛ به فرض: جرم جسم m ، چگالی جسم ρ' ، حجم کل جسم V و حجمی از جسم که داخل مایع قرار می‌گیرد V_x است. چون جسم در حال تعادل است:



$$\rightarrow F = \underbrace{\rho' V g}_{\text{جسم}} \Rightarrow \rho V_x g \Rightarrow \rho V_x = \rho' V \Rightarrow \frac{V_x}{V} = \frac{\rho'}{\rho}$$

↑ جسم
↓ مایع (که ثابت است)

هرچه جسم بیشتر در مایع فرو رفته باشد، نسبت $\frac{V_x}{V}$ (حجم فرو رفته در مایع / کل حجم جسم) آن بیشتر شده؛ در نتیجه $\frac{\rho'}{\rho}$ نیز بیشتر خواهد شد. (چون ρ ثابت است؛ با افزایش کسر $\frac{\rho'}{\rho}$ ، صورت کسر یعنی چگالی جسم (ρ') بیشتر خواهد بود.) طبق شکل داده شده، از نظر مقدار فرو رفتگی در مایع: $a_1 > a_3 > a_2$ پس: $\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$ (مقدار فرو رفتگی هر جسم نسبت به کل حجم همان جسم در نظر گرفته می شود).

۷۲ گزینه ۴

$$P_1 = P_0 \text{ و } P_A - P_B = P_0 \Rightarrow \text{قبل از دمیدن هوا} \quad (1)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} P'_A = P_B = P_r + \rho gh \\ P'_A = P_A = P_0 \end{cases} \Rightarrow P_0 = P_r + \rho gh \quad (2) \text{ هنگام دمیدن هوا}$$

$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow P_r < P_0 = P_1$$

فشار هوای داخل نی قائم کاهش می یابد.



۷۳ گزینه ۱ با استفاده از معادله پیوستگی داریم: (D قطر مقطع لوله است)

$$v_A A_A = v_B A_B \xrightarrow{A = \frac{\pi D^2}{4}} v_A D_A^2 = v_B D_B^2 \xrightarrow{D_A = 2 D_B} 4 v_A D_B^2 = v_B D_B^2 \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{4}$$

۷۴ گزینه ۱ با استفاده از معادله پیوستگی داریم:

$$\begin{matrix} \text{سرعت شاره} & & \text{سرعت شاره} \\ A_A & \uparrow & A_B \\ v_A & = & v_B \end{matrix} \xrightarrow{A_A > A_B} v_A < v_B$$

↓ ↓
سطح مقطع در سطح مقطع در
محل نقطه A محل نقطه B

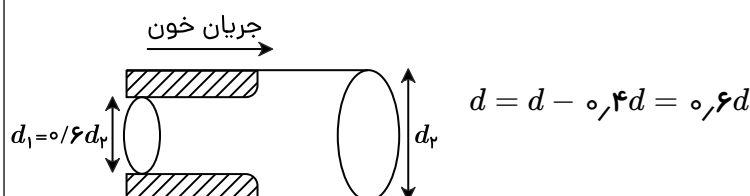
طبق اصل برنولی هرچه سرعت شاره بیشتر باشد، فشار در محل شاره کمتر است.

$$v_A < v_B \rightarrow \boxed{P_A > P_B}$$

۷۵ گزینه ۴ در یک سیال تراکم ناپذیر و در یک جریان لایه ای لوله افقی، آهنگ شارش سیال در همه مقاطع یکسان است.

۷۶ گزینه ۱

اگر قطر رگ ۴۰٪ کاهش یابد، داریم:



حال از معادله پیوستگی استفاده می کنیم:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = (0.6)^2 = 0.36 \Rightarrow V_2 = 0.36 V_1$$

در نتیجه تندی خون ۶۴٪ کاهش می یابد.

۷۷ گزینه ۳

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 2.1 \times 10^4 \times (8000)^2 \rightarrow K = 32 \times 2.1 \times 10^{10} J$$

حال با یک تناسب ساده داریم:

$$\frac{1 \text{ Ton TNT}}{x = ?} \mid \frac{4.2 \times 10^9 J}{32 \times 2.1 \times 10^{10} J} \rightarrow x = \frac{3.2 \times 2.1 \times 10^{18}}{4.2 \times 10^9} \rightarrow x = 160 \text{ ton}$$

۷۸ گزینه ۲ با توجه به رابطه انرژی جنبشی برای یک جسم داریم:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \xrightarrow{m: \text{ثابت}} \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 9 \Rightarrow K_2 = 9 K_1$$

از طرفی داریم:

$$\Delta K = K_2 - K_1 \Rightarrow 4 = K_2 - K_1 \xrightarrow{K_2 = 9 K_1} 8 K_1 = 4 \Rightarrow K_1 = \frac{1}{2} J$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times m (2)^2 \Rightarrow m = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ Kg} \Rightarrow m = 250 \text{ g}$$

۷۹ گزینه ۲ برای تعیین انرژی جنبشی داریم:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (2.5 \times 10^3)^2 \Rightarrow K = 6.25 \times 10^2 \times 10^6 J \Rightarrow K = 6.25 \times 10^2 \text{ MJ}$$

۸۰ گزینه ۳ با استفاده از رابطه مربوط به انرژی جنبشی داریم:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} \times 1000 (25^2 - 18^2) = \frac{1}{2} \times 1000 (25 - 18)(25 + 18)$$

$$\Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} \times 1000 \times 7 \times 43$$

$$\Rightarrow \Delta K = 150500 J \Rightarrow \Delta K = 1.50500 \times 10^{-1} \text{ MJ}$$

۸۱ گزینه ۳

$$\frac{K_2}{K_1} = 1 \xrightarrow[k = \frac{1}{2} m v^2]{v_2 = \frac{5}{4} v_1} \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{5}{4}\right)^2 = 1 \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{16}{25}$$

$$\left(\frac{m_2}{m_1} - 1\right) \times 100 = \left(\frac{16}{25} - 1\right) \times 100 = \frac{-9}{25} \times 100 = -36\%$$

یعنی جرم موشک ۳۶٪ کاهش یافته است.

۸۲ گزینه ۳

$$K_{\text{پدر}} = \frac{1}{2} K_{\text{پسر}} \rightarrow \frac{1}{2} \times 2m \times v_{\text{پدر}}^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times m \times v_{\text{پسر}}^2 \rightarrow v_{\text{پسر}} = 2v_{\text{پدر}}$$

$$K'_{\text{پدر}} = K'_{\text{پسر}} \rightarrow \frac{1}{2} \times 2m \times (v_{\text{پدر}} + 2)^2 = \frac{1}{2} \times m \times (2v_{\text{پدر}})^2$$

$$\rightarrow \sqrt{2}(v_{\text{پدر}} + 2) = 2v_{\text{پدر}} \rightarrow v_{\text{پدر}} + 2 = \sqrt{2}v_{\text{پدر}} \rightarrow v_{\text{پدر}}(\sqrt{2} - 1) = 2$$

$$\rightarrow v_{\text{پدر}} = \frac{2}{\sqrt{2} - 1} \times \frac{\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2} + 1} = 2\sqrt{2} + 2 \frac{m}{s}$$

۸۳ گزینه ۳ ابتدا سرعت اتومبیل را در لحظه‌های خواسته شده به دست می‌آوریم:

$$v = at + v_0 \xrightarrow{a=3 \frac{m}{s^2}, v_0=0} v = 3t \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{ثانیه دوم } (1-2)s \left\{ \begin{array}{l} v_1 = 3 \frac{m}{s} \\ v_2 = 6 \frac{m}{s} \\ v_0 = 0 \\ v_1 = 3 \frac{m}{s} \end{array} \right. \\ \text{ثانیه اول } (0-1)s \end{array} \right.$$

$$\Delta K = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) \rightarrow \frac{\Delta K(1-2)s}{\Delta K(0-1)s} = \frac{6^2 - 3^2}{3^2 - 0} = 3$$

۸۴ گزینه ۳

$$K_2 = K_1 + \frac{25}{100} K_1 \Rightarrow K_2 = \frac{125}{100} K_1 = \frac{5}{4} K_1$$

$$v_2 = v_1 + \frac{25}{100} v_1 \Rightarrow v_2 = \frac{125}{100} v_1 = \frac{5}{4} v_1$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{5}{4}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{4}{5} \Rightarrow m_2 = \frac{4}{5} \times 5 = 4 \text{ kg}$$

$$m_2 - m_1 = 4 - 5 = -1 \text{ kg}$$

۸۵ گزینه ۳

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{\frac{K_2 = K_1 + 0.6K_1}{v_2 = v_1 + 6}} \frac{1.6K_1}{K_1} = \left(\frac{v_1 + 6}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_1 + 6}{v_1} = \frac{13}{10}$$

$$\Rightarrow 13v_1 = 10v_1 + 60$$

$$\Rightarrow v_1 = 20 \frac{m}{s} \xrightarrow{\times 3.6} v_1 = 72 \frac{km}{h}$$

۸۶ گزینه ۱

$$W = F_x \times \Delta x \Rightarrow W = 30 \times 6 = 180 \text{ J}$$

۸۷ گزینه ۲

$$W = Fd \cos \theta$$

در حرکت دو بعدی: $W = F_x d_x + F_y d_y = 40 \times 10 = 400 \text{ J}$

گزینه ۲ ۸۸

$$W_{mg} = mgh \rightarrow W_{mg} = 2 \times 10 \times 10 = 200 J$$

گزینه ۴ ابتدا نیروی خالص وارد بر جعبه را محاسبه می‌کنیم:

$$F_{net} = F_1 \cos 30^\circ + F_2 - f_k = 150 \frac{\sqrt{3}}{2} + 60 - 30 = 157.5 N$$

حال، کار نیروی خالص (یا همان کار کل) را محاسبه می‌کنیم:

$$W = Fd \cos \theta = 157.5 \times 10 \times \cos 0^\circ = 1575 J$$

گزینه ۳ با استنباط از متن تست داده‌شده چنین برمی‌آید W_2 و W_1 کار نیروی خالص وارد بر جسم است که تغییرات سرعت جسم منوط به انجام این کار است.

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \rightarrow \begin{cases} W_1 = \frac{1}{2}m(v^2 - 0^2) = \frac{1}{2}mv^2 \\ W_2 = \frac{1}{2}m((3v)^2 - v^2) = 4mv^2 \end{cases} \rightarrow \frac{W_2}{W_1} = 8$$

گزینه ۱ با توجه به اینکه نیروی باد (که در اینجا کار انجام می‌دهد) و جابه‌جایی قایق‌ها یکسان است، کار کل انجام‌شده روی آنها یکسان، پس طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، تغییر انرژی جنبشی آنها نیز یکسان است. بنابراین داریم:

$$W_t = \Delta K = K_f - K_i \xrightarrow{K_i=0} W_t = K_f \Rightarrow \frac{W_{t2}}{W_{t1}} = \frac{(\frac{1}{2}mv_f^2)_2}{(\frac{1}{2}mv_f^2)_1} \xrightarrow{W_{t2}=W_{t1}} \frac{m_2}{m_1} \left(\frac{v_{f2}}{v_{f1}}\right)^2 = 1$$

$$\xrightarrow{m_2=4m_1} 4 \times \left(\frac{v_{f2}}{v_{f1}}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{v_{f1}}{v_{f2}}\right)^2 = 4 \Rightarrow \frac{v_{f1}}{v_{f2}} = 2$$

گزینه ۴ با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) \Rightarrow \begin{cases} 120 = \frac{1}{2}m(v_1^2 - 0) \\ W_t = \frac{1}{2}m((4v_1)^2 - v_1^2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 120 = \frac{1}{2}mv_1^2 \\ W_t = \frac{1}{2}m(15v_1^2) \end{cases} \Rightarrow \frac{120}{W_t} = \frac{1}{15} \Rightarrow W_t = 1800 J$$

گزینه ۳ ۹۳

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$W_t = \frac{1}{2} \times 0.45(256 - 400) = -32.4 J$$

گزینه ۳ ۹۴

$$W_t = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \Rightarrow 87500 = \frac{1}{2} \times 1000 \times (v_B^2 - 225) \Rightarrow v_B = 20 \frac{m}{s} = 72 \frac{km}{h}$$

۹۵ گزینه ۴

$$v_A = 126 \frac{km}{h} \xrightarrow{\div 3.6} 35 \frac{m}{s}$$

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2} m (v_B^2 - v_A^2) \rightarrow 24000 = \frac{1}{2} \times 60 (v_B^2 - (35)^2)$$

$$\rightarrow 800 = v_B^2 - 1225 \rightarrow v_B^2 = 2025 \rightarrow v_B = 45 \frac{m}{s} \xrightarrow{\times 3.6} v_B = 162 \frac{km}{h}$$

۹۶ گزینه ۲

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} \times 20 \times (25^2 - 5^2) = 6000 J = 6 kJ$$

۹۷ گزینه ۲

$$W_T = \Delta K = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} \times 450 \times 10^{-3} \times (16^2 - 20^2) = -32.4 J$$

۹۸ گزینه ۴

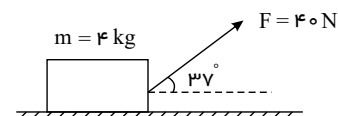
$$W_t = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \xrightarrow{W_t = W_f} -f_k d = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\Rightarrow -f_k \times 4 = \frac{1}{2} \times 2000 (0 - 10^2) \Rightarrow f_k = 25000 N$$

۹۹ گزینه ۲ در اینجا دو نیروی F و اصطکاک در جابه‌جایی جسم به اندازه ۱٫۶ متر، روی آن کار انجام می‌دهند، بنابراین با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$d = 1.6 m$$

$$v_1 = 0, v_2 = 4 m/s$$



$$W_t = \Delta K \rightarrow W_F + \underbrace{W_{F_N}}_{\text{صفر}} + \underbrace{W_{mg}}_{\text{صفر}} + W_{f_k} = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\rightarrow Fd \cos 37^\circ + f_k d \cos 180^\circ = \frac{1}{2} m (v_f^2 - 0^2)$$

$$\rightarrow 40 \times 1.6 \times \frac{4}{5} + f_k \times 1.6 \times (-1) = \frac{1}{2} \times 4 \times (4^2) = 32$$

$$\rightarrow 51.2 - 1.6 f_k = 32 \rightarrow \boxed{f_k = 12 N}$$

۱۰۰ گزینه ۲ طبق فرض سؤال گلوله افقی حرکت می‌کند، پس کار نیروی وزن صفر است:

$$W_{mg} = (mg)(d)(\cos 90^\circ) = 0$$

$$W_F = Fd \underbrace{\cos 180^\circ}_{-1} = -Fd$$

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_F = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2) \Rightarrow W_F = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{100} \right) (0^2 - 300^2) \Rightarrow W_F = \frac{-2}{100} \times 9 \times 10^4$$

$$= -1800J \Rightarrow W_F = -1800J$$

۱۰۱ گزینه ۳ در اینجا دو نیروی F و f_k بر روی جسم کار انجام می‌دهند. با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\Delta K = W_t \Rightarrow K_2 - K_1 = W_F + W_{f_k} \Rightarrow \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = F \cdot d \cdot \cos 60^\circ - f_k d$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}(8)((2.5)^2 - 0) = 40 \times 5 \times \frac{1}{2} - f_k \times 5 \Rightarrow f_k = 15N$$

۱۰۲ گزینه ۱ چون سورتمه روی سطح افقی حرکت می‌کند، کار نیروی وزن آن در این جابه‌جایی صفر است؛ پس در اینجا فقط دو نیروی F و f_k بر روی سورتمه کار انجام می‌دهند. با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_T = \Delta K \xrightarrow{W_T=W_F+W_{f_k}} W_F + W_{f_k} = \Delta K \Rightarrow F \cdot d \cos 37^\circ + f_k \cdot d \cdot \cos 180^\circ = \Delta K$$

$$\Rightarrow \Delta K = 6000 \times 5 \times 0.8 - 4000 \times 5 \Rightarrow \Delta K = 24000 - 20000 \Rightarrow \Delta K = 4000J$$

۱۰۳ گزینه ۴ به چتر باز در حین حرکت دو نیروی وزن و مقاومت هوا وارد می‌شود.



$$\begin{cases} W_t = W_{mg} + W_{f_D} = \Delta K \Rightarrow mgd \cos 0 + W_{f_D} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \\ \Rightarrow 1000 \times 500 \times (1) + W_{f_D} = \frac{1}{2}(100)(4.5^2 - 1.5^2) \Rightarrow W_{f_D} = 50(\underbrace{20.25 - 2.25}_{18}) - 5 \times 10^5 \\ \Rightarrow W_{f_D} = 900 - 500000 = -499100J = -499.1kJ \end{cases}$$

۱۰۴ گزینه ۳ چون مقاومت هوا ناچیز است، در این حرکت تنها نیرویی که بر روی گلوله کار انجام می‌دهد، نیروی وزن است. در مرحله اول با به کارگیری قضیه کار و انرژی جنبشی، انرژی جنبشی لحظه پرتاب را می‌یابیم.

$$\begin{aligned} & \begin{array}{c} \text{K}_2 \\ \vdots \\ h=42m \\ \text{K}_1 \end{array} \quad W_t = \Delta K \xrightarrow{W_t=W_{mg}} \\ & -mgh = K_2 - K_1 \xrightarrow{K_2=0.3K_1} \\ & -mgh = 0.3K_1 - K_1 = -0.7K_1 \xrightarrow{h=42m} mg \times 42 = 0.7K_1 \Rightarrow \boxed{K_1 = 140mg} \end{aligned}$$

حال برای پیدا کردن ارتفاع اوج داریم:

$$\begin{aligned} & \begin{array}{c} \text{K}'_2=0 \\ \vdots \\ h_s \\ \text{K}_1 \end{array} \quad W_t = \Delta K \Rightarrow -mgh_s = K'_2 - K_1 \xrightarrow{K'_2=0, K_1=140mg} -mgh_s = 0 - 140mg \Rightarrow h_s = 140m \end{aligned}$$

۱۰۵ گزینه ۴ در اینجا دو نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا بر روی جسم کار انجام می‌دهند. با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی (اگر نیروی مقاوم هوا را با f_D نمایش دهیم) داریم:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{f_D} = K_2 - K_1 \Rightarrow mgh + W_{f_D} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Rightarrow 0.2 \times 10 \times 15 + W_{f_D} = \frac{1}{2} \times 0.2(18^2 - 10^2) \Rightarrow W_{f_D} = -7.6J$$

گزینه ۳

۱۰۶

در اینجا تنها نیرویی که کار انجام می‌دهد، نیروی وزن است. بنابراین با استفاده از به کارگیری قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \rightarrow W_{mg} = K_2 - K_1$$

$$\rightarrow mgh = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \rightarrow 55 - 30 = 25m \rightarrow 10 \times 25 = \frac{1}{2}(v_2^2 - 20^2) \rightarrow v_2 = 30 \frac{m}{s}$$

۱۰۷ گزینه ۲ با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\Delta K = W_{\text{کل}} \xrightarrow{W_{\text{کل}} = W_{mg} + W_f} K_2 - K_1 = W_{mg} + W_f$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m(20^2 - 10^2) = -mgh + W_f = -m \times 10 \times 236 + W_f$$

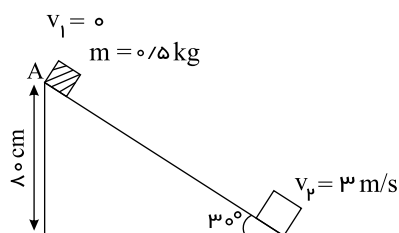
$$\Rightarrow W_f = -640m$$

و در آخر داریم:

$$\frac{W_f}{K_1} = \frac{-640m}{\frac{1}{2}m(10)^2} = 0.2 \rightarrow \frac{W_f}{K_1} \times 100 = 20\%$$

۱۰۸ گزینه ۱

در اینجا دو نیروی وزن و نیروی اصطکاک کار انجام می‌دهند. کار نیروی وزن به صورت زیر محاسبه می‌شود.



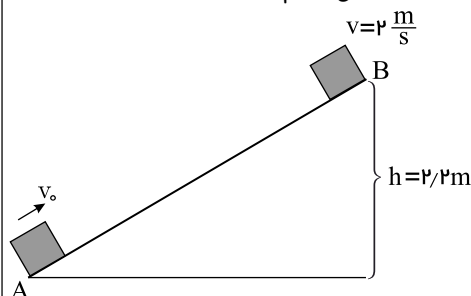
$$W_{mg} = mgh = (0.5)(10)(0.8) \rightarrow W_{mg} = 4J$$

و با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \rightarrow W_{fk} + W_{mg} = K_2 - K_1 \rightarrow W_{fk} + W_{mg} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \rightarrow W_{fk} + 4 = \left(\frac{1}{2}\right)(0.5)(3^2 - 0)$$

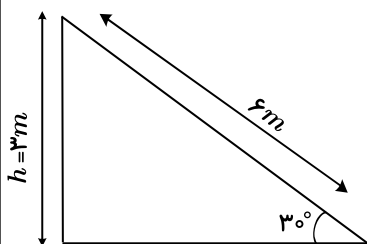
$$\rightarrow W_{fk} = -1.75J$$

۱۰۹ گزینه ۳ در این جابه‌جایی، دو نیروی وزن و اصطکاک بر روی جسم کار انجام می‌دهند. با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:



$$\begin{aligned} W_t = \Delta K &\Rightarrow W_f + W_{mg} = K_B - K_A \xrightarrow{W_f = -\frac{1}{4}K_A} \\ -\frac{1}{4}K_A + W_{mg} &= K_B - K_A \Rightarrow W_{mg} = K_B - \frac{3}{4}K_A \\ \Rightarrow -mgh &= \frac{1}{2}m(v_B^2 - \frac{3}{4}v_A^2) \Rightarrow -10 \times 2/3 = \frac{1}{2}(4 - \frac{3}{4}v_A^2) \\ \Rightarrow \frac{3}{4}v_A^2 &= 48 \Rightarrow v_A^2 = 4 \times 16 \Rightarrow v_A = 8 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

۱۱۰ گزینه ۲



$$\Delta K = W_t \rightarrow K_2 - K_1 = W_{mg} + W_f \xrightarrow{W_{mg} = -mgh}$$

$$-\frac{1}{2} \times m \times 10^2 = -m \times 10 \times 3 + W_f \Rightarrow W_f = -20m \Rightarrow \left| \frac{W_f}{K_1} \right| = \frac{20m}{50m} = 0.4 \rightarrow 40\%$$

۱۱۱ گزینه ۱

(تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی) (*) $W_{mg} = -\Delta U_g$: می‌دانیم

برای هر سه گلوله:

$$\Delta U_g = U_{2g} - U_{1g}$$

اگر سطح زمین را مبنای پتانسیل گرانشی فرض کنیم:

$$U_{2g} = 0 \rightarrow \Delta U_g = -U_{1g} - mgh \quad (**)$$

$$\xrightarrow{*, **} W_{mg} = -(-mgh) = mgh$$

چون m و h برای هر سه گلوله یکسان است:

$$(W_{mg})_1 = (W_{mg})_2 = (W_{mg})_3$$

طبق رابطه $W_{mg} = mgh$ ، با توجه به مشابه بودن توپ‌ها و ارتفاع یکسان آنها تا زمین، کار نیروی وزن بر روی هر سه توپ یکسان است.

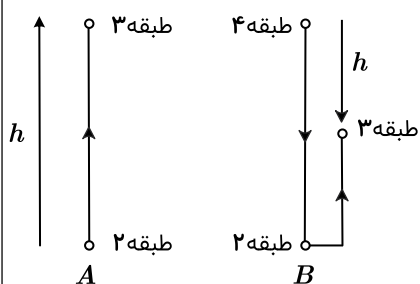
۱۱۲ گزینه ۴ کار نیروی وزن وقتی جسم به طرف بالا جابه‌جا می‌شود، به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$W_{mg} = -mg(\Delta h) = -2 \times 10(1.5 - 1)$$

$$\Rightarrow W_{mg} = -10J$$

۱۱۳ گزینه ۴ بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف) درست است $U = mgh \Rightarrow$ انرژی پتانسیل گرانشی در طبقه سوم



$$\begin{cases} W_{mg_A} = -mgh \\ W_{mg_B} = +mgh \end{cases} \Rightarrow \text{عبارت (ب) و عبارت (ت) نادرست و عبارت (پ) درست است}$$

۱۱۴ گزینه ۲

$$E_A = E_C \Rightarrow mgh_A + \frac{1}{2}mV_A^2 = U_e$$

$$\Rightarrow 2 \times 10 \times (0.2 + x \sin 30^\circ) + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 10$$

$$20(0.2 + \frac{x}{2}) + 4 = 10 \Rightarrow x = 0.2m = 20 \text{ cm}$$

۱۱۵ گزینه ۱

اگر زمین را مبدأ پتانسیل گرانشی در نظر بگیریم، با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_2 = E_1 \Rightarrow U_2 + K_2 = U_1 + K_1 \Rightarrow mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow 10 \times 3 + \frac{1}{2} \times 25$$

$$= 10 \times h_1 + \frac{1}{2} \times 36 \xrightarrow{\times 2} 60 + 25 = 20h_1 + 36 \Rightarrow 20h_1 = 85 - 36 = 49 \Rightarrow h_1 = \frac{49}{20} = 2.45m$$

۱۱۶ گزینه ۴ گام اول: می‌دانیم کار نیروی وزن:

$$W_{\text{وزن}} = -mg\Delta h = -(60 \times 10^3)(10)(600) = -36 \times 10^7 J \Rightarrow W_{\text{وزن}} = -3.6 \times 10^8 J$$

گام دوم: تغییر انرژی مکانیکی هواپیما با مجموع تغییر انرژی جنبشی و پتانسیل آن برابر است. بنابراین داریم:

$$E = U + K \Rightarrow \Delta E = \Delta U + \Delta K = mg\Delta h + \frac{1}{2}m(160^2 - 80^2)$$

$$\Rightarrow \Delta E = 3.6 \times 10^8 + \frac{1}{2} \times (60 \times 10^3) \times \underbrace{(25600 - 6400)}_{19200} \Rightarrow \Delta E = 3.6 \times 10^8 + \underbrace{576 \times 10^6}_{5.76 \times 10^8}$$

$$= 9.36 \times 10^8 J \Rightarrow \Delta E = 9.36 \times 10^8 J$$

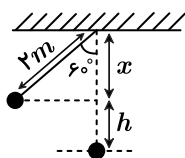
۱۱۷ گزینه ۳ چون سطح بدون اصطکاک است، تنها نیرویی که در جابه‌جایی جسم بین نقاط A و B، C کار انجام می‌دهد، نیروی وزن است. بنابراین قضیه کار و انرژی جنبشی را یک بار بین دو نقطه A و B و بار دیگر بین دو نقطه A و C می‌نویسیم.

$$W_t = \Delta K = K_2 - K_1 \Rightarrow \begin{cases} mg(h_B - h_A) = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \\ mg(h_C - h_A) = \frac{1}{2}m(v_C^2 - v_A^2) \end{cases}$$

$$\text{با حذف } m \text{ از طرفین رابطه‌ها} \begin{cases} g(3.4 - 5) = \frac{1}{2}(v_B^2) \\ g(1.8 - 5) = \frac{1}{2}(v_C^2) \end{cases} \xrightarrow{\text{با تقسیم رابطه‌ها به هم}} \frac{-1.6}{-3.2} = \left(\frac{v_B}{v_C}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_C}{v_B} = \sqrt{2}$$

۱۱۸ گزینه ۱ چون از مقاومت هوا صرف‌نظر شده، انرژی مکانیکی پایسته است و با توجه به اینکه هر سه توپ با تندی یکسان از یک نقطه پرتاب شده‌اند، با تندی یکسانی نیز به زمین می‌رسند. با توجه به جهت پرتاب، بدیهی است که حرکت توپ‌های (۱) و (۳) تندشونده است. پس گزینه‌های «الف» و «پ» صحیح هستند.

۱۱۹ گزینه ۴ چون انرژی پایسته است، بیشترین انرژی جنبشی گلوله در طول مسیر با بیشترین انرژی پتانسیل گرانشی آن (یعنی انرژی پتانسیل در لحظه رها شدن) برابر است.



$$x = 2 \times \cos 60^\circ = 2 \times \frac{1}{2} = 1m \rightarrow h = 2 - 1 = 1m$$

$$K_{\text{max}} = U_{\text{max}} = mgh = 200 \times 10^{-3} \times 10 \times 1 = 2J$$

۱۲۰ گزینه ۴

سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم:

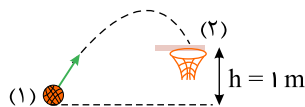
$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}m(20)^2 = m \times 10h_2 + \frac{1}{2}m(12)^2$$

$$= 200J = 10Jh_2 + 72J \Rightarrow 10h_2 = 200 - 72 \Rightarrow h_2 = 12.8$$

۱۲۱ گزینه ۱ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی با ثابت ماندن تندی جسم، انرژی جنبشی نیز ثابت مانده، پس تغییر انرژی جنبشی، همینطور کار نیروی خالص وارد بر آن صفر است.
گزینه ب صحیح نیست چون ممکن است در اثر یک نیروی ناپایدار مانند اصطکاک و ... جسم با تندی ثابت حرکت کند (یا روی سطح شیبدار حرکت کند و ...) که در این صورت انرژی مکانیکی آن ثابت نمی ماند.
گزینه پ صحیح نیست چون ممکن است جسم روی مسیر خمیده حرکت کند که در اینصورت حرکت به دلیل تغییر جهت سرعت و در نتیجه به دلیل تغییر سرعت، یک حرکت شتابدار است و طبق قانون دوم نیوتون، نیروی خالص وارد بر آن صفر نیست.

۱۲۲ گزینه ۴



در اینجا دو نیروی وزن و مقاومت هوا کار انجام می دهند، بنابراین با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \rightarrow W_{mg} + W_{fk} = K_2 - K_1 \xrightarrow{W_{fk} = -\frac{1}{\lambda} K_1} -mgh - \frac{1}{\lambda} K_1 = K_2 - K_1 \rightarrow -mgh = K_2 - \frac{\lambda}{\lambda} K_1$$

$$\rightarrow -mgh = \frac{1}{\lambda} m(v_2^2 - \frac{\lambda}{\lambda} v_1^2) \rightarrow -10 \times 1 = \frac{1}{\lambda} (v_2^2 - \frac{\lambda}{\lambda} (8)^2) \rightarrow v_2^2 = 36 \rightarrow v_2 = 6 \frac{m}{s}$$

۱۲۳ گزینه ۱ با بررسی گزاره ها، تعداد موارد درست را تعیین می کنیم. قبل از آن، می دانیم که چون جسم با تندی ثابت در امتداد سطح شیبدار به پایین می لغزد، نیروی اصطکاک جلوی شتاب گرفتن جسم را می گیرد، پس نیروی اصطکاک داریم. از طرف دیگر می دانیم که در حرکت در امتداد یک سطح، نیروی سطح دارای دو مؤلفه، یکی عمود بر سطح و دیگری در امتداد سطح (نیروی اصطکاک) است که چون کار نیروهای عمود بر جابه جایی صفر است، کار نیروی سطح با کار نیروی اصطکاک برابر است. بنابراین داریم:
الف) نادرست. در اینجا کار نیروی سطح با کار نیروی اصطکاک برابر است و کار نیروی اصطکاک نیز در اینجا صفر نیست.
ب) درست. به دلیل وجود نیروی اصطکاک که در اینجا کار انجام می دهد، انرژی مکانیکی به اندازه کار نیروی اصطکاک، کاهش می یابد.
پ) نادرست. چون جسم با تندی ثابت حرکت می کند، طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، کار کل (کار نیروی خالص) صفر است.
ت) نادرست. همان گونه که در مورد «ب» توضیح دادیم، انرژی مکانیکی کاهش می یابد.

۱۲۴ گزینه ۴ راه حل اول:

$$W_f = E_2 - E_1 = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1)$$

$$\rightarrow W_f = (\frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 100) - (\frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 16 + \frac{1}{10} \times 10 \times 10) = -5.8 J$$

راه حل دوم (قضیه کار و انرژی جنبشی):

$$W_F + W_{mg} = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2)$$

$$W_f + 0.1 \times 10 \times 10 = \frac{1}{2} \times 0.1 (100 - 16)$$

$$W_f = 4.2 - 10 = -5.8 J$$

۱۲۵ گزینه ۴ جرم توپی به وزن ۸ نیوتون برابر ۰.۸ kg است.

$$\Delta E = W_f \rightarrow$$

$$(U_2 + K_2) - (U_1 + K_1)$$

$$= W_f \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} \times 0.8 \times v_2^2 - 0.8 \times 10 \times 22 = -16 \Rightarrow v_2 = 20 \frac{m}{s}$$

۱۲۶ گزینه ۱

$$W_f = E_f - E_1 = (K_f + U_f) - (K_1 + U_1)$$

$$\rightarrow W_f = \left(\frac{1}{2} \times 20 \times 35^2\right) - \left(\frac{1}{2} \times 20 \times 5^2 + 20 \times 10 \times 100\right) = -8000 J$$

$$\Rightarrow W_f = -8 kJ$$

۱۲۷ گزینه ۱ طبق رابطه توان داریم:

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow [P] = \frac{J}{s} = \frac{kg \frac{m^2}{s^2}}{s} = \frac{kg m^2}{s^3}$$

۱۲۸ گزینه ۳

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} \Rightarrow 300 = \frac{60 \times 10 \times h}{60} \Rightarrow h = 30 m$$

اگر n تعداد پله‌ها و L ارتفاع هر پله باشد، داریم:

$$h = nL \Rightarrow 30 = n \times 0.25 \Rightarrow n = 120$$

۱۲۹ گزینه ۴ در اینجا کار مفید پمپ معادل کار انجام شده بر روی وزن آب است. بنابراین اگر بازده را با Ra نمایش دهیم، داریم:

$$Ra = \frac{mgh}{Pt} \Rightarrow \frac{80}{100} = \frac{252000 \times 10 \times 12}{P \times 3600} \Rightarrow P = 108 kW$$

۱۳۰ گزینه ۲

ابتدا جرم آب، سپس توان مفید یا خروجی را محاسبه می‌کنیم و در ادامه بازده پمپ را به دست می‌آوریم.

$$\left\{ \begin{array}{l} Ra = \frac{P_{خروجی}}{P_{ورودی}} \Rightarrow \rho = 1000 \frac{kg}{m^3} = \frac{m}{v} = \frac{m}{3m^3} \Rightarrow m = 3000 kg \\ P_{ورودی} = 20 kW \text{ و } P_{خروجی} = \frac{mgh}{t} = \frac{(3000 \times 10 \times 24) J}{60 s} = 50 \times 240 W \end{array} \right. \Rightarrow P_{خروجی} = 12 kW$$

$$\Rightarrow Ra = \frac{12 kW}{20 kW} = \frac{6}{10} \text{ درصد } 60\%$$

۱۳۱ گزینه ۴ گام اول: چون شرایط خلأ است، انرژی مکانیکی جسم هنگام رسیدن به سطح زمین با انرژی مکانیکی وزنه در ارتفاع h از سطح زمین برابر است، پس:

$$E = mgh = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 8^2 = 1600 J$$

تندی جسم هنگام برخورد به زمین

گام دوم: این بالابر $2000 J$ انرژی مصرف کرده و در عوض به جسم $1600 J$ انرژی تزریق کرده و احتمالاً مابقی آن تلف شده!

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100 = \frac{1600 J}{2000 J} \times 100 = 80\%$$

۱۳۲ گزینه ۱ برای تعیین بازده تلمبه داریم: (هر لیتر آب معادل یک کیلوگرم آب است)

$$\%Ra = \frac{P_{مفید}}{P_{ورودی}} = \frac{\frac{mgh}{t}}{P_{ورودی}} \times 100 = \frac{mgh}{P_{ورودی} \times t} \times 100$$

$$\xrightarrow{m=1200 kg, h=15 m, P_{ورودی}=5000 W, t=1 min=60 s} Ra = \frac{1200 \times 10 \times 15}{5000 \times 60} \Rightarrow$$

$$\%Ra = \frac{1200 \times 10 \times 15}{5000 \times 60} \times 100 \Rightarrow \%Ra = 60 \text{ درصد}$$

۱۳۳ گزینه ۲

$$۱۲۲ = \frac{9}{5}\theta + ۳۲ \rightarrow \theta = ۵۰^{\circ}C, \quad T = ۳۲۳K$$

۱۳۴ گزینه ۳ رابطه بین درجه فارنهایت و سلسیوس به صورت زیر است:

$$F = 1,8\theta + ۳۲ \xrightarrow{F=5\theta} 5\theta = 1,8\theta + ۳۲$$

$$\Rightarrow ۳,۲\theta = ۳۲ \Rightarrow \theta = ۱۰^{\circ}C$$

و این دما برحسب کلون برابر است با:

$$K = \theta + ۲۷۳ = ۱۰ + ۲۷۳ \Rightarrow K = ۲۸۳$$

۱۳۵ گزینه ۴ ابتدا اختلاف دما را برحسب سلسیوس محاسبه می کنیم:

$$\Delta\theta = ۴۰ - (-۱۰) \Rightarrow \Delta\theta = ۵۰^{\circ}C$$

حال برای تعیین این اختلاف دما برحسب درجه فارنهایت داریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times ۵۰ \Rightarrow \Delta F = ۹۰^{\circ}F$$

۱۳۶ گزینه ۱

۱۳۷ گزینه ۴

$$\Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 = (\ell_1\alpha\Delta\theta)_{cu} + (\ell_1\alpha\Delta\theta)_{Al}$$

$$\Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 = ۱۰۰,۴cm - ۲(۵۰cm) = ۰,۴cm$$

$$\Rightarrow (\ell_1\alpha\Delta\theta)_{Cu} + (\ell_1\alpha\Delta\theta)_{Al} = ۰,۴cm$$

$$\Rightarrow (۵۰cm \times ۱,۷ \times ۱۰^{-۵} \times \Delta\theta) + (۵۰cm \times ۲,۳ \times ۱۰^{-۵} \times \Delta\theta) = ۰,۴cm$$

$$\Rightarrow (۸۵ + ۱۱۵)(۱۰^{-۵} \times \Delta\theta) = ۰,۴cm \rightarrow \Delta\theta = \frac{۰,۴cm}{۰,۰۰۰۲cm} = ۲۰۰^{\circ}C$$

$$\Delta T = \Delta\theta \rightarrow \boxed{\Delta T = ۲۰۰K}$$

۱۳۸ گزینه ۳ با استفاده از رابطه مربوط به انبساط طولی میله ها داریم:

$$\ell_0 + (\ell_0\alpha\Delta T)$$

$$\ell = \ell_0 + \ell_0\alpha(\Delta T) \rightarrow \begin{cases} \text{آلومینیم} = \ell_{\text{آلومینیم}} + [\ell_0\alpha(\Delta T)]_{\text{آلومینیم}} \\ \text{فولاد} = \ell_{\text{فولاد}} + [\ell_0\alpha(\Delta T)]_{\text{فولاد}} \end{cases} \xrightarrow{\ell_{\text{فولاد}} = \ell_{\text{آلومینیم}}}$$

$$\ell_{\text{آلومینیم}} - \ell_{\text{فولاد}} = \ell_0(\alpha_{\text{آلومینیم}} - \alpha_{\text{فولاد}})(\Delta T) \xrightarrow{\ell_0 = ۴m = ۴۰۰۰mm} ۲,۳ = ۴۰۰۰(۲۳ - ۱۱,۵) \times ۱۰^{-۶} \times \Delta T$$

$$\rightarrow \Delta T = ۵۰^{\circ}C$$

۱۳۹ گزینه ۲ رابطه تغییر طول میله ها را نوشته و اختلاف آنها را معادل $۰,۳mm$ قرار می دهیم. دقت کنید که در رابطه تغییر طول میله ها، طول اولیه را نیز برحسب

میلی متر می نویسیم:

$$\Delta \ell = \ell_0 (\alpha) (\Delta \theta) \rightarrow \begin{cases} \Delta \ell_{Cu} = \ell_0 \alpha_{Cu} (\Delta \theta) \\ \Delta \ell_{Fe} = \ell_0 \alpha_{Fe} (\Delta \theta) \end{cases} \rightarrow \Delta \ell_{Cu} - \Delta \ell_{Fe} = \ell_0 (\Delta \theta) (\alpha_{Cu} - \alpha_{Fe})$$

$$\rightarrow 0,3 = (500) (\Delta \theta) (1,8 \times 10^{-5} - 1,2 \times 10^{-5}) \rightarrow \Delta \theta = 100^\circ C$$

۱۴۰ گزینه ۱ با توجه به یکای ضریب انبساط طولی، باید تغییر دما را بر حسب کلون یا سلسیوس بیایم.

$$\Delta \theta = \frac{5}{9} \Delta F = \frac{5}{9} (122 - (-58)) \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ C$$

و برای تعیین تغییر طول پل داریم:

$$\Delta l = \ell_0 \cdot \alpha \Delta \theta = 1158 \times 1,3 \times 10^{-5} \times 100 \Rightarrow \Delta l \simeq 1,5 m$$

۱۴۱ گزینه ۲ در اینجا انبساط طولی پل معلق فولادی بررسی شده است، پس با استفاده از رابطه مربوط به انبساط طولی داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha (\Delta T) \xrightarrow[\alpha = 1,25 \times 10^{-5} K^{-1}]{\Delta L = 900,9 - 900 m} 0,9 = 900 \times 1,25 \times 10^{-5} (\Delta T)$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{10^4}{125} \Rightarrow \Delta T = 80 K = 80^\circ C$$

۱۴۲ گزینه ۱ با استفاده از رابطه مربوط به انبساط طولی میله داریم:

$$\Delta l = l_0 \alpha (\Delta T) \xrightarrow[\Delta T = \Delta \theta = 50 K]{\Delta l = 3 \times 10^{-3} m} 3 \times 10^{-3} = l_0 (1,2 \times 10^{-5}) (50) \Rightarrow l_0 = 5 m$$

۱۴۳ گزینه ۴

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$$

$$\Delta L = 20 \times 1,4 \times 10^{-5} \times 30 = 8,4 \times 10^{-3} m = 8,4 mm$$

۱۴۴ گزینه ۴

$$A_2 = A_1 (1 + 2 \alpha \Delta \theta)$$

$$A_2 = 50 (1 + 2 \times 2,3 \times 10^{-5} \times 80)$$

$$A_2 = 50,184 cm^2$$

۱۴۵ گزینه ۳ در ابتدا تغییر دمای میله‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم، از آنجا که جرم، جنس و گرمای داده‌شده به میله‌ها، یکسان است، پس تغییر دمای آن‌ها نیز یکسان خواهد بود.

$$Q = m C \Delta \theta \xrightarrow[c_A = c_B]{Q_A = Q_B, m_A = m_B} \Delta \theta_A = \Delta \theta_B$$

از طرفی با توجه به این که جرم و جنس میله‌ها یکسان است، حجم آن‌ها نیز یکسان بوده، پس طول و سطح مقطع آن‌ها، نسبت عکس با یکدیگر دارند، زیرا:

$$V = \frac{m}{\rho} \xrightarrow[\rho_A = \rho_B]{m_A = m_B} V_A = V_B \rightarrow A_A \ell_B = A_B \ell_B \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{\ell_B}{\ell_A} \xrightarrow{\ell_A = \frac{3}{4} \ell_B} \frac{A_A}{A_B} = \frac{\ell_B}{\frac{3}{4} \ell_B} \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{4}{3}$$

در نهایت برای مقایسه تغییر سطح مقطع آن‌ها داریم:

$$\Delta A = A_0 (2 \alpha) \Delta \theta \xrightarrow[\Delta \theta_A = \Delta \theta_B]{\alpha_A = \alpha_B} \frac{(\Delta A)_A}{(\Delta A)_B} = \frac{A_{0A}}{A_{0B}} = \frac{4}{3}$$

۱۴۶ گزینه ۳

$$\Delta A = A_1 \alpha \Delta \theta$$

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{4} \xrightarrow{D=2cm=20mm} A_1 = \frac{3 \times (20)^2}{4} = 300mm^2$$

$$\Delta A = 300 \times 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 150 = 1.8mm^2$$

۱۴۷ گزینه ۴

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\lambda}{10000} = \lambda \times 10^{-4} = (3\alpha)\Delta\theta = 3\alpha \times 80 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

$$\frac{\Delta A}{A_1} = (2\alpha)\Delta\theta = 2\left(\frac{1}{3} \times 10^{-5}\right)(60) = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ C} \Rightarrow (4 \times 10^{-4})(100) = 0.04\% \text{ درصد}$$

۱۴۸ گزینه ۲ می‌دانیم که درصد افزایش حجم به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$\Delta V = V_0(3\alpha)\Delta T \rightarrow \% \frac{\Delta V}{V_0} = (3\alpha)(\Delta T) \times 100 \rightarrow \% \frac{\Delta V}{V_0} = 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 250 \times 100 \rightarrow \% \frac{\Delta V}{V_0} = 1.5\%$$

۱۴۹ گزینه ۳ با توجه به این که ضریب انبساط طولی میله بر حسب $\frac{1}{K}$ بیان شده، باید تغییر دمای میله را بر حسب K یا $^\circ C$ بیابیم. یعنی:

$$\Delta^\circ F = \frac{9}{5}(\Delta^\circ C) \xrightarrow{\theta_1=122^\circ F, \theta_2=194^\circ F} 72 = \frac{9}{5}(\Delta^\circ C) \rightarrow \Delta\theta = 40^\circ C$$

حال، حجم اولیه میله و پس از آن، تغییر حجم میله را محاسبه می‌کنیم.

$$V_1 = A \cdot \ell = 5 \times 50 \rightarrow V_1 = 250cm^3$$

$$\Delta V = V_1(3\alpha)(\Delta\theta) = 250 \times (3 \times 17 \times 10^{-6})(40) \rightarrow \Delta V = 0.51cm^3$$

۱۵۰ گزینه ۲ در انبساط حجمی، درصد تغییر حجم به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$\Delta V = V_1(3\alpha)(\Delta T) \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = (3\alpha)(\Delta T) \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = (3\alpha)(\Delta T) \times 100 \xrightarrow{\alpha=3 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}, \Delta\theta=200^\circ C}$$

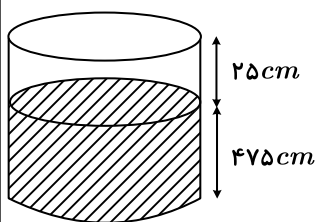
$$\text{درصد تغییر حجم} = 3 \times 3 \times 10^{-5} \times 200 \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییر حجم} = 1.8\%$$

۱۵۱ گزینه ۲ با استفاده از رابطه مربوط به تغییر حجم در اثر انبساط گرمایی داریم:

$$\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta T \xrightarrow{\Delta V=1.7cm^3, V_1=1000cm^3, \Delta T=120K} 1.7 = (1000)(3\alpha)(120) \Rightarrow 3\alpha = 4.75 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$\Rightarrow \alpha = 1.58 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

۱۵۲ گزینه ۱



$$\text{حجم خالی} = \frac{25}{500} V_1 = \frac{5}{100} V_1$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta T \Rightarrow \frac{5}{100} V_1 = V_1 \times 10^{-3} \times \Delta T$$

$$\rightarrow \Delta T = 50 \text{ K} \rightarrow T_r = 263 + 50 = 313 \text{ K} \Rightarrow \theta_r = 313 - 273 = 40^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow F_r = \frac{9}{5} \theta_r + 32 = 104^\circ \text{F}$$

۱۵۳ گزینه ۲

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

$$\rightarrow \Delta V = 500 \times (40 - 20) \times (5 \times 10^{-4} - 3 \times 23 \times 10^{-6}) = 473 \text{ cm}^3$$

۱۵۴ گزینه ۳

$$\rho_r = \frac{m}{V_r} = \frac{m}{V_1(1 + \beta \Delta T)} = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T} \simeq \rho_1(1 - \beta \Delta T)$$

$$\rho_r = \rho_1 - \rho_1 \beta \Delta T \rightarrow \Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta T = -\rho_1(\alpha \Delta T)$$

$$\rightarrow \Delta \rho = -\left(\frac{44 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\left(\frac{4}{3}\right)(3)(10^{-2})^3}\right)(3 \times 3 \times 10^{-5})(100) \rightarrow \Delta \rho = -99 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\left(99 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ کاهش می یابد.}\right)$$

۱۵۵ گزینه ۱

$$\rho_A = 2\rho_B \xrightarrow{m=\rho V, V_A=V_B} m_A = 2m_B$$

$$Q_A = Q_B$$

$$m_A c_A \Delta \theta_A = m_B c_B \Delta \theta_B$$

$$2m_B \times 2c_B \times \Delta \theta_A = m_B \times c_B \times \Delta \theta_B$$

$$4\Delta \theta_A = \Delta \theta_B \Rightarrow \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = \frac{1}{4}$$

۱۵۶ گزینه ۲

$$F = 1.8\theta + 32 \rightarrow \Delta F = 1.8\Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = \frac{\Delta F}{1.8} \rightarrow \Delta \theta = \frac{9}{1.8} = 5^\circ \text{C}$$

$$Q = mc\Delta \theta = 1 \times 4200 \times 5 = 21000 \text{ J} = 21 \text{ (kJ)}$$

گزینه ۴

$$\begin{cases} m_A = m_B \text{ و } c_A = \frac{1}{2} c_B \text{ و } \alpha_A = \frac{1}{2} \alpha_B \\ V_{1B} = 4V_{1A} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta \\ Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_A = Q_B \Rightarrow \frac{1}{2}m_A c_A \Delta\theta_A = \frac{1}{2}m_B c_B \Delta\theta_B \end{cases}$$

$$\Delta\theta_A = 2\Delta\theta_B$$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \left(\frac{V_{1A}}{V_{1B}}\right) \left(\frac{3\alpha_A}{3\alpha_B}\right) \left(\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}\right) = \left(\frac{1}{4}\right) \left(\frac{1}{2}\right) (2) = \frac{1}{4}$$

۱۵۸ گزینه ۱

$$\begin{cases} Q = 5600J \\ \Delta\theta = 10^\circ C \\ m = 500g = 0.5kg \end{cases} \Rightarrow Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 5600J = 0.5kg \times c \times 10^\circ C \Rightarrow c = 140 \left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}\right)$$

۱۵۹ گزینه ۳ می‌دانیم که رابطه بین ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه به صورت زیر است:

$$C = mc \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{c_2}{c_1}$$

با تغییر جرم، گرمای ویژه تغییر نمی‌کند، یعنی $C_2 = C_1$ است. پس:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{m_2}{m_1} \frac{C_2 = 0.8C_1}{m_2 = m_1 - 1} \frac{1}{10} = \frac{m_1 - 1}{m_1} \Rightarrow m_1 = 5kg$$

و در حالت اول داریم:

$$C_1 = mc \xrightarrow{C_1 = 2100 \frac{J}{K}, m_1 = 5kg} 2100 = 5c \Rightarrow c = 420 \frac{J}{kg \cdot K}$$

۱۶۰ گزینه ۴ ابتدا نسبت جرم دو کره را حساب می‌کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \frac{Q_B}{Q_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{c_B}{c_A} \times \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} \Rightarrow \frac{20}{5} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = 8$$

با توجه به اینکه جنس هر دو کره یکسان است، نسبت حجم B به A هم برابر ۸ است.

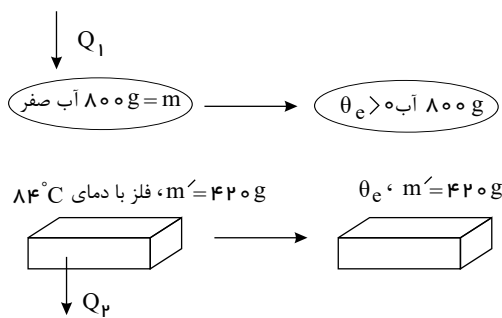
$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3 \Rightarrow \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3 = 8 \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 2$$

۱۶۱ گزینه ۳

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

$$\left. \begin{aligned} C_A &= \frac{1800}{2 \times 2} = 450 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \\ C_B &= \frac{1200}{1 \times 2} = 600 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \\ C_c &= \frac{3000}{1.5 \times 4} = 500 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \end{aligned} \right\} \Rightarrow c_A < c_C < c_B$$

۱۶۲ گزینه ۴ تمام گزینه‌ها دمای بالای صفر درجه دارند. بنابراین:



$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow \theta_e = \frac{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \theta_1 + m' c_{\text{فلز}} \theta_1}{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} + m' c_{\text{فلز}}} \Rightarrow \theta_e = \frac{420 \times 400 \times 84}{800 \times 4200 + 420 \times 400} = \frac{420 \times 400 \times 84}{420 \times 400 (20 + 1)}$$

$$= \frac{84}{21} = 4$$

۱۶۳ گزینه ۴ مجموع گرمای مبادله شده بین آب و آلومینیم صفر است. اگر دمای تعادل را θ_e بنامیم، داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{آلومینیم}} = 0 \Rightarrow (mc(\theta_e - \theta_1))_{\text{آب}} + (mc(\theta_e - \theta_1))_{\text{آلومینیم}} = 0 \xrightarrow{m_{\text{آب}} = 4,5kg, \theta_{\text{آب}} = 50^\circ C, \theta_{\text{آلومینیم}} = 94^\circ C, \theta_e = 52^\circ C}$$

$$4,5 \times 4200(52 - 50) + m \times 900(52 - 94) = 0 \Rightarrow m = 1kg$$

۱۶۴ گزینه ۲ مجموع گرمای مبادله شده برابر صفر است بنابراین داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + C(\theta - \theta_3) = 0$$

$$\Rightarrow 0,52 \times 4200(20 - 15) + 0,1 \times 400(20 - 50) + C(20 - 60) = 0 \Rightarrow C = 243 \frac{J}{kg}$$

۱۶۵ گزینه ۴ برای پیدا کردن دمای تعادل θ داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta - \theta_3) = 0$$

$$\Rightarrow 80 \times 4200(\theta - 20) + 20 \times 4200(\theta - 80) + 300 \times 400(\theta - 32) = 0 \Rightarrow \theta = 32^\circ C$$

۱۶۶ گزینه ۳ برای دو جسم آب و ظرف داریم:

$$\text{ظرف } 20^\circ C \xleftarrow{Q_2} \text{آب } 70^\circ C \xrightarrow{Q_1}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow 300 \times 4200(\theta - 70) + 120 \times 900 \times (\theta - 20) = 0$$

$$\Rightarrow \theta = 66^\circ C \xrightarrow{T = \theta + 273} T = 339K$$

۱۶۷ گزینه ۲

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0 \xrightarrow{c_1 = c_2 = c_{\text{آب}}}$$

حالت اول)

$$m_1 \phi(50 - 40) + 1 \times \phi(50 - 80) = 0$$

$$\Rightarrow 10m_1 = 30 \Rightarrow m_1 = 3kg$$

حالت دوم)

$$\begin{aligned} (4)\theta(\theta - 50) + 1 \times \theta(\theta - 80) &= 0 \\ \Rightarrow 4(\theta - 50) + (\theta - 80) &= 0 \Rightarrow 4\theta - 200 + \theta - 80 = 0 \\ \Rightarrow 5\theta = 280 \Rightarrow \theta &= 56^\circ \end{aligned}$$

۱۶۸ گزینه ۲ با توجه به اینکه مجموع گرمای مبادله شده صفر است، داریم:

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 + Q_3 &= 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + C_2 (\theta - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta - \theta_3) = 0 \\ \text{آب } 20^\circ C \quad \text{گرماسنج } 20^\circ C \quad \text{آب } 80^\circ C \\ \Rightarrow 0.6 \times 4200 (36 - 20) + C_2 (36 - 20) + 0.4 \times 4200 (36 - 80) &= 0 \\ \Rightarrow C_2 = 2100 \frac{J}{K} \end{aligned}$$

۱۶۹ گزینه ۳ چون در نهایت یخ صفر درجه هم باقی مانده بنابراین دمای تعادل صفر درجه سلسیوس خواهد بود. گرمایی که آب $20^\circ C$ هنگام تبدیل به آب صفر درجه از دست می دهد سبب ذوب $\frac{2}{3}$ جرم قطعه یخ صفر درجه خواهد شد. بنابراین:

$$0.8 \times 4200 \times 20 = \frac{2}{3} m \times 336000 \Rightarrow 0.8 \times 21 \times 2 = 112m \Rightarrow m = 0.3kg = 300g$$

۱۷۰ گزینه ۲

$$Q = \frac{9}{10} (mc_{\text{آب}} \Delta\theta) = \frac{9}{10} \times \frac{8}{10} \times 4200 \times 50 = 151200J$$

$$151200J = mL_F = m \times 336000 \rightarrow m = \frac{151200}{336000} = 0.45kg = 450g$$

۴۵۰g یخ صفر را می تواند ذوب کند.

۱۷۱ گزینه ۴

$$Q_1 = m C \Delta\theta = \frac{2}{10} \times 2100 \times 10 \quad \text{یخ } 10^\circ \xrightarrow{Q_1} \text{ صفر}$$

$$\rightarrow Q_1 = 4200J \rightarrow \text{زمان } \Delta t_1 = \frac{4200J}{210 \frac{J}{s}} = 20s : (2), (1) \text{ رد گزینه های}$$

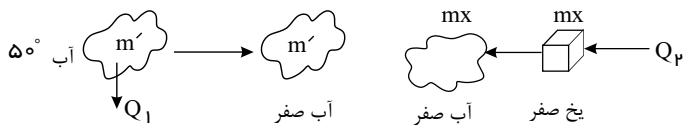
$$Q_2 = mL_f = \frac{2}{10} \times 336000 = 67200J \quad \text{آب صفر } \xrightarrow{Q_2} \text{ یخ صفر}$$

$$\text{از } t = 0 \text{ تا پایان تغییر حالت } \Delta t_2 = \frac{67200}{210} = 320s \rightarrow$$

یخ صفر به آب صفر مجموعاً: $320 + 20 = 340s$ زمان می برد که در گزینه (۴) مشاهده می شود.

۱۷۲ گزینه ۴ فرض کنیم m' گرم آب اولیه $50^\circ C$ داشته ایم که موفق شده m_x گرم یخ صفر درجه را ذوب کند:

$$m' + m_x = 520g \text{ (آب صفر درجه)} \quad (1)$$



$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m'c\Delta\theta + m_x L_F = 0 \Rightarrow m' \times 4200 \times (0 - 50) + m_x \times 336000 = 0 \xrightarrow{\div 4200} -50m' + 800m_x = 0 \Rightarrow m_x = \frac{5}{8}m' \quad (2)$$

$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow m' + \frac{5}{8}m' = 520 \Rightarrow \frac{13}{8}m' = 520 \Rightarrow m' = 320g$$

۱۷۳ گزینه ۳ گام اول: کل گرمای داده شده را محاسبه می کنیم:

$$Q = 1075 \frac{kJ}{min} \times 20 min = 21500 kJ$$

گام دوم: برویم سراغ یخ:

$$m = 0.5 \text{ kg}$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 0.5 \times 2100 \times 20 = 21000 = 21 kJ$$

یخ صفر درجه

$$Q_2 = mL_f = 0.5 \times 33600 = 16800 kJ$$

گام سوم: مقایسه کنیم:

$$Q = 21500 kJ$$

$$Q' = Q_1 + Q_2 = 21 + 168 = 189 kJ \quad Q > Q'$$

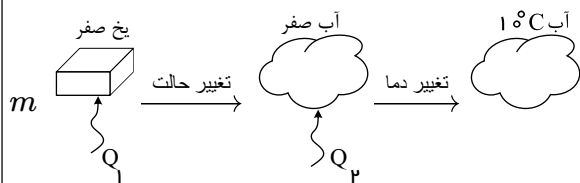
پس دمای آب حاصل از ذوب یخ $-20^\circ C$ ، بالاتر از صفر درجه خواهد شد و گرمایی که صرف افزایش دمای آب صفر درجه می شود معادل ۲۱ کیلوژول است.

$$Q_3 = 21500 J = 0.5 \times 4200 \times \Delta\theta = 2100 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 10^\circ C \Rightarrow \theta - 0 = 10^\circ C \Rightarrow \theta = 10^\circ C$$

۱۷۴ گزینه ۴ گام اول: تبدیل دمای درجه فارنهایت به درجه سلسیوس:

$$F_{\circ F} = \frac{9}{5}\theta_{\circ C} + 32 \rightarrow 50^\circ F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow \theta = 10^\circ C$$

گام دوم: یخ صفر درجه سلسیوس ابتدا با گرفتن گرمای Q_1 به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شده، سپس آب صفر درجه سلسیوس به آب $10^\circ C$ (با گرفتن گرمای Q_2) تبدیل می شود:



$$Q_1 = mL_F = 20g \times 336 \frac{J}{g} = 6720 J$$

$$Q_2 = mc\Delta\theta = 20g \times 4,20 \frac{J}{g \cdot ^\circ C} \times (10 - 0)(^\circ C) = 840 J$$

$$Q_{\text{کل}} = 6720 + 840 = 7560 J$$

۱۷۵ گزینه ۲ توجه: دقت کنیم که: $336000 = 80 \times 4200$

$$Q_1 = mL_F = m \times 336000 = 80 \times 4200 \times m$$

$$Q_2 = mc\Delta\theta = m \times 4200 \times 20$$

مقدار گرمای لازم برای تبدیل یخ صفر به آب صفر Q_1

کل گرمای داده شده به یخ صفر تا به آب $20^\circ C$ تبدیل شود. $Q_1 + Q_2$

$$\text{درصد خواسته شده} = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} = \frac{80 \times 4200m}{(80 + 20) \times 4200m} = \frac{80}{100} = 0,8 \rightarrow 0,8 \times 100 = 80\%$$

۱۷۶ گزینه ۴ مجموع گرمای مبادله شده برابر صفر است، پس با توجه به مسیر فرایند تبادل گرما داریم:

$$1 kg \text{ آب } 5^\circ C \xrightarrow{Q_2} 1 kg \text{ آب صفر درجه} \xrightarrow{Q_1} 1 kg \text{ یخ } -10^\circ C$$

$$m \text{ کیلوگرم آب } 5^\circ C \xrightarrow{Q_4} m' \text{ کیلوگرم آب } 20^\circ C$$

$$\sum Q = 0 \rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$\underbrace{1 \times 2100(0 - (-10))}_{Q_1} + \underbrace{1 \times 336000}_{Q_2} + \underbrace{1 \times 4200(5 - 0)}_{Q_3} + \underbrace{m' \times 4200 \times (5 - 20)}_{Q_4} = 0 \rightarrow m' = 6 kg$$

۱۷۷ گزینه ۳ مراحل تغییر حالت و دمای یخ به صورت زیر است:

$$-10^\circ \text{ یخ} \xrightarrow{Q_1} \text{ یخ صفر} \xrightarrow{Q_2} \text{ آب صفر} \xrightarrow{Q_3} 10^\circ \text{ آب}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = (mc\Delta\theta)_{\text{یخ}} + mL_F + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow Q_T = 0,5 \times 2100(0 - (-10)) + 0,5 \times 336000 + 0,5 \times 4200(10 - 0)$$

$$\Rightarrow Q_T = 199,5 \times 1000 J = 199,5 kJ$$

۱۷۸ گزینه ۴

$$Q_{\text{یخ}(-10 \rightarrow 0)} + Q_{\text{ذوب}} + Q_{\text{آب}(0 \rightarrow 15)} = Q_{\text{آب}(10 \rightarrow 60)}$$

$$mc_{\text{یخ}} \times 10 + mL_f + mc_{\text{آب}} \times 15 = m'c_{\text{آب}} \times 50$$

$$\frac{mc_{\text{آب}} \times \frac{1}{2}}{L_f = 80 \text{ cal/g}} \rightarrow m \times \frac{1}{2} \times 10 + m \times 80 + m \times 1 \times 15 = m' \times 1 \times 50$$

$$\rightarrow 100m = 50m' \Rightarrow m' = 2m$$

۱۷۹ گزینه ۱

$$Q = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta + mL_f + mc_{\text{آب}}\Delta\theta$$

$$Q = 2 \times 2100 \times 20 + 2 \times 336000 + 2 \times 4200 \times 100 = 1596000 J = 1596 kJ$$

۱۸۰ گزینه ۲

$$100^\circ C \xrightarrow{Q_1} 100^\circ C \xrightarrow{Q_2} 0^\circ C \xleftarrow{Q_3} \text{یخ } 0^\circ C$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + 6540 = 0$$

$$-mL_V + mc\Delta\theta + m'L_F + 6540 = 0$$

$$-m \times 2256 + m \times 4.2 \times (-100) + 100 \times 336 + 6540 = 0 \rightarrow 2676m = 40140$$

$$\Rightarrow m = \frac{40140}{2676} = 15g$$

۱۸۱ گزینه ۱

$$mL_V = Pt \rightarrow 2 \times 2256 \times 10^3 = 3 \times 10^3 \times t$$

$$\rightarrow t = 1500s \xrightarrow{\div 60} t = 25 \text{ min}$$

۱۸۲ گزینه ۱

$$Q = Pt = mL_V$$

$$2 \times t = 4 \times 2256 \Rightarrow t = 4512s \xrightarrow{\div 60} t = 75.2 \text{ min}$$

۱۸۳ گزینه ۲ سایر گزینه‌ها همرفت واداشته را نشان می‌دهند.

۱۸۴ گزینه ۲ تف‌سنج برخلاف سایر دماسنج‌ها بدون تماس با جسم که دمای آن را اندازه می‌گیرد.

۱۸۵ گزینه ۱ فرایند ذوب فرایندی گرماگیر است.