پاسخنامه تشریحی

۱ . گزینه ۳

۲ . گزینه ۴ از بین کمیت‌های موجود در گزینه‌ها کمیت جرم اصلی و بقیه فرعی هستند، پس گزینه‌های ۱ و ۳ حذف می‌شوند.

از بین کمیت‌های موجود در گزینه‌ها کمیت‌های نیرو، میدان مغناطیسی و شتاب برداری و بقیه نرده‌ای هستند، پس تنها گزینهٔ ۴ صحیح است.

۳ . گزینه ۳

برای پیدا کردن چگالی فلز، با توجه اینکه جرم آن معلوم است، باید حجم فلز را نیز معلوم کنیم. می‌دانیم که حجم آب جابه‌جا شده برابر حجم فلز می‌باشد. بنابراین داریم:

$$V = Ah = ۱۰ \times ۱/۲ = ۱۲cm^۳$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{۹۰}{۱۲} = ۷/۵gr/cm^۳$$

۴ . گزینه ۱ ظرف پر از الکل است، بنابراین با فرو بردن گلولهٔ آهنی در ظرف، حجم الکلی که بیرون می‌ریزد دقیقاً برابر حجم گلوله‌ی آهنی است بنابراین می‌توان نوشت:

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

۵ . گزینه ۲ برای یافتن چگالی گلوله، با توجه به معلوم بودن جرم آن، باید حجم گلوله را نیز داشته باشیم که حجم گلوله برابر با تغییر حجم آب درون لوله‌ی مدرج است:

$$V_{\text{گلوله}} = V_۲ - V_۱ = ۵۴ - ۵۰ = ۴cm^۳$$

با استفاده از تعریف چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۴۲}{۴} \Rightarrow \rho = ۱۰/۵\frac{g}{cm^۳}$$

۶ . گزینه ۱ حجم مایع بیرون ریخته‌شده از ظرف دقیقاً برابر حجم قطعه فلز است .

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

۷ . گزینه ۳ ابتدا حجم کرهٔ توپر به شعاع $۵cm$ را به‌دست می‌آوریم:

$$V = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ \rightarrow V = \frac{۴}{۳} \times \pi \times (۵)^۳ = \frac{۵۰۰}{۳}\pi cm^۳$$

حال با استفاده از رابطهٔ چگالی می‌توانیم جرم کره را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow ۶(\frac{g}{cm^۳}) = \frac{m}{\frac{۵۰۰}{۳}\pi(cm^۳)} \rightarrow m = ۱۰۰۰\pi(g) = \pi(kg) \rightarrow m = ۳/۱۴kg$$

۸ . گزینه ۴ با توجه به اینکه جرم دو استوانه برابر است داریم: (هرگاه بین جرم استوانه‌ها معلوم باشد و بخواهیم رابطهٔ بین ارتفاع یا سطح مقطع یا... را بیابیم، باید جرم را برحسب حاصل‌ضرب چگالی در حجم بنویسیم)

$$m_۱ = m_۲ \Rightarrow \rho_۱V_۱ = \rho_۲V_۲ \Rightarrow \rho_۱A_۱h_۱ = \rho_۲A_۲h_۲$$

$$h_۱ = h_۲ \Rightarrow \rho_۱A_۱ = \rho_۲A_۲ \Rightarrow \rho_۱\pi R_۱^۲ = \rho_۲(\pi R_۱^۲ - \pi R_۲^۲)$$

$$\rho_۱\pi R_۱^۲ = \rho_۲\pi(R_۱^۲ - (\frac{R_۱}{۲})^۲) \Rightarrow \rho_۱R_۱^۲ = \frac{۳}{۴}R_۱^۲ \times \rho_۲ \Rightarrow \rho_۱ = \frac{۳}{۴}\rho_۲ \Rightarrow \rho_A = \frac{۳}{۴}\rho_B$$

۹ . گزینه ۴ به راحتی می‌توان با نوشتن رابطهٔ مقایسه‌ای مربوط به چگالی اجسام، مقدار مجهول را محاسبه کرد. بنابراین داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \begin{cases} \rho_A = \frac{m_A}{V_A} \\ \rho_B = \frac{m_B}{V_B} \end{cases} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{۴}{۵}\rho_B}{\rho_B} = \frac{۸}{۵} \times \frac{V_B}{۱۰} \Rightarrow \frac{۴}{۵} = \frac{۸}{۵} \times \frac{V_B}{۱۰} \Rightarrow V_B = ۵L$$

۱۰ . گزینه ۴ به راحتی، با نوشتن رابطهٔ مقایسه‌ای بین چگالی دو ماده، جرم B را می‌یابیم.

دقت کنید که وقتی رابطهٔ مقایسه‌ای را می‌نویسیم، نیازی نیست که همهٔ یکاها در SI باشند ولی لازم است که یکای مربوط به کمیت‌های مشابه یکسان باشد، در اینجا داریم:

$$\rho_A = \frac{۲}{۳}\rho_B \Rightarrow \rho_B = \frac{۳}{۲}\rho_A \Rightarrow \rho_B = \frac{۳}{۲}(\frac{m_A}{V_A}) = \frac{۳}{۲}(\frac{۷۵۰}{۵۰})$$

$$m_B = \rho_BV_B = (\frac{۳}{۲} \times \frac{۷۵۰}{۵۰}) \times ۶۰ = ۱۳۵۰gr$$

۱۱ . گزینه ۱ به راحتی، با نوشتن رابطهٔ مقایسه‌ای بین چگالی دو ماده، جرم B را می‌یابیم.

دقت کنید که وقتی رابطهٔ مقایسه‌ای را می‌نویسیم، نیازی نیست که همهٔ یکاها در SI باشند ولی لازم است که یکای مربوط به کمیت‌های مشابه یکسان باشد، در اینجا داریم:

با توجه به داده‌های مسأله داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{۲۰۰}{۵۰۰} = ۰/۴g/cm^۳ \xrightarrow{\rho_A = ۱/۵\rho_B} \rho_A = ۰/۶\frac{g}{cm^۳}$$

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow m_A = \rho_AV_A = ۰/۶ \times ۲۰۰ = ۱۲۰g$$

۱۲ . گزینه ۳ ابتدا جرم کره‌ها را برابر قرار می‌دهیم. سپس جرم را به‌صورت حاصل‌ضرب چگالی در حجم می‌نویسیم و...

$$m_A = m_B \qquad R_A = ۳cm, R_B = ۶cm$$
$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{۴}{۳}\pi R^۳} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^۳ = ۱ \times \left(\frac{۶}{۳}\right)^۳ = ۸$$

۱۳ . گزینه ۳ روش اول: چگالی یخ ۰٫۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است، یعنی هر سانتی‌متر مکعب یخ ۰٫۹ گرم جرم دارد و چگالی آب ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. یعنی هر سانتی‌متر مکعب آب، ۱ گرم جرم دارد. درنتیجه اگر ۰٫۹ گرم یخ ذوب شود، تبدیل به ۰٫۹ گرم آب می‌شود که حجم آن ۰٫۹ سانتی‌متر مکعب است یعنی حجم یخ، ۰٫۱ سانتی‌متر مکعب کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان نوشت:

کاهش حجم	ذوب
۰٫۱ سانتی متر مکعب	۰٫۹ گرم یخ
۵ سانتی متر مکعب	x گرم یخ

$$\Rightarrow x = \frac{۰٫۹ \times ۵}{۰٫۱} = ۴۵gr$$

درنتیجه اگر ۴۵ گرم یخ ذوب شود، حجم آن ۵ سانتی‌متر مکعب کاهش می‌یابد.

روش دوم: هنگامی که یخ ذوب می‌شود، جرم آن تغییر نمی‌کند، لذا داریم:

$$m_{\text{یخ}} = m_{\text{آب}} \xrightarrow{m=\rho v} \rho_{\text{یخ}} V_{\text{یخ}} = \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} \xrightarrow[\text{هنگامی که یخ ذوب شده، حجم آن } ۵cm^۳ \text{ کاهش یافته}]{V_{\text{آب}} = v_{\text{یخ}} - ۵} ۰٫۹ \times V_{\text{یخ}} = ۱ \times (V_{\text{یخ}} - ۵) \rightarrow V_{\text{یخ}} = ۵۰cm^۳$$

حال برای تعیین جرم یخ داریم:

$$m_{\text{یخ}} = \rho_{\text{یخ}} V_{\text{یخ}} = ۰٫۹ \times ۵۰ \rightarrow m_{\text{یخ}} = ۴۵g$$

۱۴ . گزینه ۳ با نوشتن رابطهٔ مقایسه‌ای چگالی‌ها، داریم: (دقت کنید که در اینجا «نسبت حجم‌های کره‌ها» همانند نسبت «توان سوم شعاع آن‌ها» است.)

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{m}{\frac{۴}{۳}\pi R^۳} \Rightarrow \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} \times \left(\frac{R_{Cu}}{R_{Al}}\right)^۳ = ۲٫۴ \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^۳ = ۰٫۳$$

۱۵ . گزینه ۴ راه حل اول: اگر جرم ظرف را از جرم مجموعهٔ ظرف و مایع، در هر حالت کم کنیم، جرم مایع در هر حالت به دست می‌آید. از طرفی چون هر بار، مایع و فضای همان ظرف را پر کرده، پس حجم در هر دو حالت یکسان و برابر حجم ظرف است. با این مقدمه داریم:

$$\text{جرم مایع} \; ۵۴۰ - ۳۰۰ = ۲۴۰g \rightarrow \rho_{\text{مایع}} = \frac{m}{V} \rightarrow ۱٫۲ = \frac{۲۴۰}{V} \rightarrow V = ۲۰۰cm^۳$$
$$\text{جرم روغن} \; ۴۶۰ - ۳۰۰ = ۱۶۰g \rightarrow \rho_{\text{روغن}} = \frac{m}{V} \rightarrow \rho_{\text{روغن}} = \frac{۱۶۰}{۲۰۰} = ۰٫۸\frac{g}{cm^۳} = ۸۰۰\frac{gr}{lit}$$

* نکته: تبدیل چگالی برحسب یکاهای $\frac{g}{lit}$ و $\frac{kg}{lit}$ به‌صورت زیر است:

$$۱\frac{g}{cm^۳} = ۱\frac{kg}{lit} \qquad , \qquad ۱\frac{kg}{m^۳} = ۱\frac{g}{lit}$$

راه حل دوم: پس از تعیین جرم مایعات و یکسان بودن حجم آنها، با نوشتن رابطهٔ مقایسه‌ای بین چگالی آنها داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \times V$$
$$\frac{m_{\text{روغن}}}{m_{\text{مایع}}} = \frac{\rho_{\text{روغن}}}{\rho_{\text{مایع}}} \times \frac{V_{\text{روغن}}}{V_{\text{مایع}}} \Rightarrow \frac{۱۶۰}{۲۴۰} = \frac{\rho_{\text{روغن}}}{۱٫۲} \times ۱$$
$$\Rightarrow \rho_{\text{روغن}} = ۰٫۸\frac{g}{cm^۳} = ۸۰۰\frac{kg}{m^۳} = ۸۰۰\frac{g}{lit}$$

۱۶ . گزینه ۳ باتوجه به این‌که جرم مخروط توپُر و مکعب توپر یکسان است، اگر جرم مخروط را $m_۱$ و جرم مکعب توپُر را $m_۲$ بنامیم، با استفاده از رابطهٔ چگالی خواهیم داشت:

$$m_۱ = m_۲ \xrightarrow{\rho = \frac{m}{V}} \rho_۱ V_۱ = \rho_۲ V_۲ \Rightarrow \rho_۱ (\frac{۱}{۳} Ah) = \rho_۲ \times L^۳$$
$$\xrightarrow[\text{شعاع مخروط: } r = \frac{L}{۲}]{\text{ارتفاع مخروط: } h = L} \rho_۱ \times (\frac{۱}{۳}\pi \times \frac{L^۲}{۴} \times L) = \rho_۲ L^۳ \xrightarrow{\pi = ۳} \frac{\rho_۱}{۴} = \rho_۲ \Rightarrow \frac{\rho_۱}{\rho_۲} = ۴$$

۱۷ . گزینه ۱ در اینجا قبل از هرچیز می‌دانیم که اگر حجم کل را V فرض کنیم، $V_۱ = \frac{۱}{۳}V$ و $V_۲ = \frac{۲}{۳}V$ می‌شود. از طرف دیگر چون از جرم حرفی نزده، به جای m از حاصل‌ضرب ρV استفاده می‌کنیم. پس داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_۱ + m_۲}{V_۱ + V_۲} = \frac{\rho_۱ V_۱ + \rho_۲ V_۲}{V_۱ + V_۲} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_۱ \times \frac{۱}{۳}V + \rho_۲ \times \frac{۲}{۳}V}{V} = \frac{۱}{۳}\rho_۱ + \frac{۲}{۳}\rho_۲ = \frac{\rho_۱ + ۲\rho_۲}{۳}$$

۱۸ . گزینه ۳

برای پیدا کردن نسبت V_A به V_B، از رابطهٔ چگالی آلیاژ استفاده می‌کنیم. دقت کنید که در این رابطه، باید یکای همهٔ چگالی‌ها یکسان باشد، بنابراین داریم: (می‌دانیم که $\frac{kg}{m^۳} = \frac{g}{Lit}$ است.)

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

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

۱۹ . گزینه ۲ در اینجا برای پیدا کردن جرم نقرهٔ به کار رفته، باید حجم آن را محاسبه کنیم. برای این منظور به‌صورت زیر عمل می‌کنیم. حجم کل مجموعه، یعنی مجموع حجم نقره و طلا، ۵ سانتی‌متر مکعب است، پس در ابتدا یک معادله به‌صورت زیر می‌سازیم:

$$V_{کل}=۵=V_{Ag}+V_{Au}$$

از طرفی چون چگالی آلیاژ ساخته شده معلوم است، از رابطهٔ مربوط به چگالی آلیاژ، رابطهٔ دومی بین حجم‌های طلا و نقره به‌دست می‌آوریم. درنهایت با حل دستگاه دو معادلهٔ دو مجهولی، حجم نقره را یافته و... بنابراین داریم:

$$V_T=V_{Ag}+V_{Au}=۵cm^۳\Rightarrow V_{Au}=۵-V_{Ag}$$

$$\rho_T=\frac{\rho_{Ag}V_{Ag}+\rho_{Au}V_{Au}}{V_{Ag}+V_{Au}}\Rightarrow ۱۳/۶=\frac{۱۰V_{Ag}+۱۹V_{Au}}{۵}\Rightarrow ۶۸=۱۰V_{Ag}+۱۹V_{Au}$$

$$\Rightarrow ۶۸=۱۰V_{Ag}+۱۹(۵-V_{Ag})\Rightarrow ۶۸=-۹V_{Ag}+۹۵\Rightarrow V_{Ag}=۳cm^۳$$

$$\Rightarrow m_{Ag}=\rho_{Ag}V_{Ag}=۱۰(۳)=۳۰g$$

۲۰ . گزینه ۴ برای اینکه ببینیم در جسم حفره داریم یا نه، باید حجم ظاهری‌اش را با حجم واقعی ماده‌ای که برای ساخت مکعب به کار رفته، مقایسه کنیم.

ابتدا با استفاده از رابطهٔ هندسی تعیین حجم مکعب، حجم ظاهری آن را می‌یابیم. سپس با استفاده از رابطهٔ چگالی و معلوم بودن جرم، حجم واقعی فلزی که برای ساختن مکعب به کار رفته را محاسبه می‌کنیم. درنهایت با مقایسهٔ این دو حجم، حجم حفره را حساب می‌کنیم.

حجم ظاهری $V=a^۳\Rightarrow V=۱۰^۳=۱۰۰۰cm^۳$

حجم واقعی فلز $m=\rho V\Rightarrow ۶۰۰۰=۸V\Rightarrow V=۷۵۰cm^۳$

حجم حفره = حجم ظاهری − حجم واقعی

حجم حفره $=۱۰۰۰-۷۵۰=۲۵۰cm^۳$

۲۱ . گزینه ۲ بدیهی است که برای تعیین حجم حفره، باید حجم واقعی طلایی که برای ساخت قطعه به کار رفته را از حجم ظاهری آن کم کنیم. یعنی:

$$\rho=۱۹۰۰۰\frac{kg}{m^۳}=۱۹\frac{g}{cm^۳}\Rightarrow\rho=\frac{m}{V_{\text{واقعی}}}\Rightarrow ۱۹=\frac{۱۹۹/۵}{V_{\text{واقعی}}}\Rightarrow V_{\text{واقعی}}=\frac{۱۹۹/۵}{۱۹}=۱۰/۵cm^۳$$

حجم حفره = حجم ظاهری − حجم واقعی $\Rightarrow$ حجم حفره $=۱۲-۱۰/۵=۱/۵cm^۳$

۲۲ . گزینه ۳ حجمی که با رابطهٔ چگالی و جرم جسم به‌دست می‌آید، حجم خالص (توپر) کره می‌باشد:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow ۲/۷=\frac{۱۰۸۰}{V}\Rightarrow V=۴۰۰cm^۳$$ حجم واقعی

یعنی اگر کره حفره نداشته باشد، حجم آن $۴۰۰cm^۳$ است، اما حجم کره‌ای که حفره دارد برابر است با:

$$V'=\frac{۴}{۳}\pi r^۳\Rightarrow V'=\frac{۴}{۳}\times ۳\times(۵)^۳\Rightarrow V'=۵۰۰cm^۳$$ حجم ظاهری

بنابراین داریم: حجم واقعی- حجم ظاهری= حجم حفره $\Rightarrow V_{\text{حفره}}=۵۰۰-۴۰۰=۱۰۰cm^۳$

پس: درصد حجم حفره به حجم کره : $\frac{V_{\text{حفره}}}{V'}=\frac{۱۰۰}{۵۰۰}\times ۱۰۰=۲۰\%$

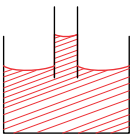
۲۳ . گزینه ۱

۲۴ . گزینه ۴ نیروی بین‌مولکولی در فواصل بسیار کم رانشی و در فاصلهٔ کمی بیشتر ربایشی است.

۲۵ . گزینه ۴ برای مثال اگر یک قطره آب را بر روی یک ظرف شیشه‌ای تمیز و خشک بچکانیم، مشاهده می‌کنیم که قطره روی سطح پهن می‌شود و شیشه را تر می‌کند. علت این موضوع این است که بزرگی نیروهای چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه بیشتر از بزرگی نیروهای چسبندگی بین مولکول‌های آب موجود در قطره است و قطره بر روی سطح شیشه پهن می‌شود.

۲۶ . گزینه ۳ با توجه به شکل می‌دانیم که مادهٔ موردنظر چسبندگی بین‌مولکولی بیشتری نسبت به چسبندگی سطحی بین آن ماده و شیشه دارد؛ بنابراین ماده موردنظر جیوه است.

۲۷ . گزینه ۳ اگر نیروی دگرچسبی بیشتر از نیروی هم‌چسبی باشد، (مایع‌تر) مانند آب، سطح مایع درون لوله از سطح آزاد مایع بالاتر می‌رود (خاصیت موئینگی) و همچنین سطح آن فرورفتگی دارد.



۲۸ . گزینه ۴ اگر چند لوله مویین شیشه‌ای و تمیز را وارد یک ظرف آب کنیم، آب در لوله‌های مویین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد. همچنین هرچه قطر لوله مویین کمتر باشد ارتفاع ستون آب در آن بیشتر است. افزون بر این‌ها سطح آب در بالای لوله‌های مویین فرو رفته است.

۲۹ . گزینه ۳ وقتی سعی کنیم فاصله بین مولکول‌های مایع را کم کنیم نیروی دافعه بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند.

۳۰ . گزینه ۴ نشستن یا راه رفتن برخی حشره‌ها روی آب، شناور ماندن گیره فلزی یا تیغ روی سطح آب و تشکیل حباب‌های آب و صابون تنها نمونه‌هایی از وجود کشش سطحی هستند.

۳۱ . گزینه ۳ وقتی سعی کنیم فاصله بین مولکول‌های مایع را کم کنیم نیروی دافعه بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند. همین‌طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آن‌ها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطره آب آویزان از شاخه درخت دیده می‌شود.

۳۲ . گزینه ۴ با توجه به اثر مویینگی در این مایع می‌توان نتیجه گرفت مایع تمایل به چسبیدن به دیواره‌های شیشه‌ای دارد، زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و مولکول‌های شیشه بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع است.

۳۳ . گزینه ۱ مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به‌صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند.
مولکول‌های مایع بر روی هم می‌لغزند و مایع به راحتی جاری می‌شود و به شکل ظرف خودش درمی‌آید.
*نکته: مولکول‌های مایع حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای به هر سمتی دارند، اما این حرکت با آزادی کامل نیست.

۳۴ . گزینه ۱ در اینجا نیروی وارد بر سطح از طرف شخص برابر وزن شخص است، بنابراین طبق تعریف فشار وارد بر سطح داریم:

$$F = W = ۸۰۰N$$
$$P = \frac{F}{A} = \frac{۸۰۰}{۴۰۰ \times ۱۰^{-۴}} = ۲ \times ۱۰^{۴} = ۲۰۰۰۰Pa = ۲۰kPa$$

۳۵ . گزینه ۴ در اینجا با توجه به اینکه نیروی وارد بر سطح افقی توسط استوانه‌ها، همان وزن آن‌هاست و نیز با توجه به اینکه سطح تماس استوانه‌ها با سطح افقی، همان مساحت قاعدهٔ استوانه است، داریم:

$$A = \pi r^{۲} \Rightarrow \frac{A_B}{A_A} = (\frac{r_B}{r_A})^{۲} \xrightarrow{r_B = ۲r_A} \frac{A_B}{A_A} = ۴$$
$$P = \frac{W}{A} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{W_A}{W_B} \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{W_A = W_B} \frac{P_A}{P_B} = ۱ \times ۴ = ۴$$

۳۶ . گزینه ۳ بیشترین فشار در حالتی است که کمترین سطح یعنی ab روی زمین قرار گیرد پس $A_۱ = ۱ \times ۲ = ۲$ و کمترین فشار در حالتی است که بیشترین سطح یعنی bc روی زمین باشد، پس: $A_۲ = ۲ \times ۳ = ۶$

طبق رابطهٔ فشار $P = \frac{F}{A}$، F همان وزن مکعب مستطیل است که در هر دو حالت یکسان است. پس فشار با سطح رابطهٔ عکس دارد.

$$\frac{P_۱}{P_۲} = \frac{A_۲}{A_۱} \Rightarrow \frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{۶}{۲} = ۳$$

روش دوم: می‌دانیم که برای این مکعب مستطیل که روی سطح افقی قرار دارد، می‌توان فشار را از رابطهٔ $P = \rho gh$ نیز محاسبه کرد. از طرفی چون P و g ثابت هستند، برای این مکعب مستطیل داریم:

$$\frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{h_{max}}{h_{min}} \rightarrow \frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{۳}{۱}$$

۳۷ . گزینه ۴ در ابتدا، با معلوم بودن حداکثر نیروی وارد بر کف از طرف مایع، حداکثر ارتفاع ستون جیوه را محاسبه می‌کنیم. سپس میزان ستونی که مجاز به افزودن است را می‌یابیم:

$$F_{max_{\text{مایع}}} = P_{max_{\text{مایع}}} \times A \Rightarrow F_{max_{\text{مایع}}} = \rho g h_{max} \times A \Rightarrow ۱۳۵ = ۱۳۵۰۰ \times ۱۰ \times h_{max} \times (۲۰ \times ۱۰^{-۴})$$
$$\Rightarrow h_{max} = ۰/۵m = ۵۰cm \Rightarrow \Delta h = ۵۰ - ۴۰ = ۱۰cm$$

۳۸ . گزینه ۴

روش اول: ابتدا ارتفاع مایع را با استفاده از رابطه‌ی $V = A \cdot h$ به‌دست می‌آوریم.

$$A = \pi \frac{D^{۲}}{۴} = \pi \times \frac{(۲^{۲})}{۴} = \pi(cm^{۲}) = ۳/۱۴cm^{۲}$$
$$V = Ah \Rightarrow ۱۵۷ = \pi h \Rightarrow h = \frac{۱۵۷}{۳/۱۴} = ۵۰cm$$
$$P = \rho gh = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵ = ۵۰۰۰Pa$$

روش دوم: می‌دانیم که در یک ظرف استوانه‌ای، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع، برابر با وزن مایع است، بنابراین برای تعیین فشار وارد بر کف از طرف مایع داریم:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{۱۵۷ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰}{۳/۱۴ \times ۱۰^{-۴}} \rightarrow P = ۵۰۰۰Pa$$

۳۹ . گزینه ۴

چون مایعات تراکم‌پذیر نیستند تغییرات فشار در نقاط A و B یکسان و برابر $\frac{\Delta F}{A}$ است. بنابراین: $\Delta P_A = \Delta P_B$

از طرفی داریم:

$$\begin{cases} P_A = \rho g h_A + P_۰ \\ P_B = \rho g h_B + P_۰ \end{cases} \quad , \quad h_B > h_A \Rightarrow P_B > P_A$$

۴۰ . گزینه ۳ فشار ستون جیوه با فشار آب برابر است، بنابراین می‌توان با توجه به رابطه $\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$ ارتفاع جیوه را به معادل آب آن تبدیل کرد:

$$h_۲ = ۱۵۰mm = ۰/۱۵m$$
$$\rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱۰۰۰ \times h_{\text{آب}} = ۱۳۶۰۰ \times ۰/۱۵ \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۲/۰۴m$$

۴۱ . گزینه ۳

وقتی ظرف با شتاب قائم a تند شونده و به طرف پایین حرکت می‌کند، شتاب ظاهری آن (g') برابر است با: $g' = g - a$

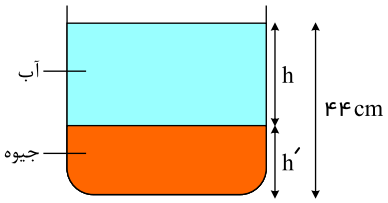
بنابراین داریم:

$$\Delta P = \rho g(\Delta h) \Rightarrow \frac{\Delta P_۱}{\Delta P_۲} = \frac{g}{g'} \Rightarrow \frac{\Delta P_۱}{\Delta P_۲} = \frac{g}{g - \frac{g}{۳}} = \frac{g}{\frac{۲}{۳}g}$$

$$\frac{\Delta P_۱}{\Delta P_۲} = \frac{۳}{۲} \Rightarrow \Delta P_۲ = \frac{۲}{۳}\Delta P_۱$$

۴۲ . گزینه ۱ در این تیپ از سؤال‌ها که دو یا چند مایع مخلوط ناشدنی در یک ظرف استوانه‌ای قرار گرفته‌اند، باید در ابتدا ارتفاع هر مایع را به‌دست بیاوری. به همین منظور، قبل از هر چیزی، رابطهٔ بین جرم‌ها را نوشته، پس جرم را برحسب چگالی و حجم یعنی $m = \rho V = \rho_A h$ می‌نویسیم تا یک معادله برحسب ارتفاع مایعات به‌دست بیاید. سپس با تشکیل یک دستگاه دو معادلهٔ دو مجهولی، ارتفاع مایعات و پس از آن فشار وارد بر کف ظرف را محاسبه می‌کنیم.

بنابراین داریم:



$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = \rho A h$$

جرم آب $= m = \rho A h$ و جرم جیوه $= ۴m = \rho' A h'$

$$\Rightarrow m_{Ag} = ۴M_w \rightarrow \rho' A h' = ۴\rho A h \rightarrow ۱۳٫۶h' = ۴h \rightarrow h = ۳٫۴h' \xrightarrow{h+h'=۴۴cm}$$

$$۳٫۴h' + h' = ۴۴ \Rightarrow h' = ۱۰cm \text{ ارتفاع جیوه} \Rightarrow \text{ارتفاع آب} = h = ۳٫۴ \times ۱۰ = ۳۴cm$$

کل مایع‌ها $P = \rho g h + \rho' g h' \Rightarrow P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۳۴ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۱$

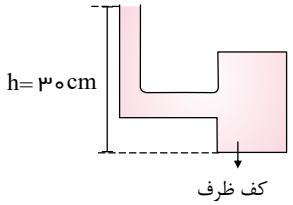
$$\Rightarrow P = ۳۴۰۰ + ۱۳۶۰۰ = ۱۷۰۰۰Pa = ۱۷kPa$$

۴۳ . گزینه ۳ فشار وارد بر ته ظرف به حجم ظرف و سطح مقطع ظرف بستگی ندارد و تنها طبق رابطه‌ی $P = \rho g h$ به ارتفاع مایع درون ظرف بستگی دارد و چون در این دو ظرف جنس و ارتفاع یکسان است پس $P_۱ = P_۲$

اما نیرویی که ظرف‌ها بر سطح افقی وارد می‌کنند برابر مجموع وزن مایع‌ها و ظرف است که در هر دو شکل یکسان است و $F_۱ = F_۲$

۴۴ . گزینه ۳

فشاری که ازطرف مایع برکف ظرف وارد می‌شود، برابراست با:



$$P = \rho g h = ۸۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۳}{۱۰} = ۲۴۰۰Pa$$

برای محاسبه‌ی نیروی ناشی ازمایع، وارد برکف ظرف داریم:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \times A \Rightarrow F = ۲۴۰۰ \times ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}m^۲ = ۲۴N$$

۴۵ . گزینه ۴ ابعاد استوانهٔ B (یعنی شعاع مقطع و ارتفاع)، نصف ابعاد استوانه A است، پس سطح مقطع B، $\frac{۱}{۴}$ سطح مقطع A بوده و داریم: (فشار وارد بر کف ظرف به شکل ظرف و سطح مقطع آن بستگی ندارد.)

$$h_B = \frac{h_A}{۲}$$

$$r_B = \frac{r_A}{۲} \xrightarrow{A=\pi r^۲} A_B = \frac{A_A}{۴}$$

$$P = \rho g h \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{\rho g h_A}{\rho g h_B} = \frac{h_A}{\frac{h_A}{۲}} = ۲$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{P_A A_A}{P_B A_B} = \frac{P_A}{P_B} \times \frac{A_A}{\frac{A_A}{۴}} = ۲ \times ۴ = ۸$$

۴۶ . گزینه ۴ فشار وارد از طرف مایعات به کف ظرف، برابر مجموع فشار ناشی از ستون هریک از مایعات می‌باشد. پس در ابتدا فشار ناشی از مایعات را می‌یابیم:

$$P_T = P_{\text{آب}} + P_{\text{روغن}} \Rightarrow P_T = (\rho g h)_{\text{آب}} + (\rho g h)_{\text{روغن}}$$

$$\Rightarrow P_T = (۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۱) + (۸۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۰۵) \Rightarrow P_T = ۱۰۰۰ + ۴۰۰ \Rightarrow P_T = ۱۴۰۰Pa$$

نیروی وارد بر هر سطحی از رابطهٔ $F = P \cdot A$ قابل محاسبه است، بنابراین داریم:

$F_T = P_T \times A \Rightarrow F_T = ۱۴۰۰ \times ۵۰ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow F_T = ۷(N)$

دقت کنید که سطح مقطع استوانهٔ روغن تأثیری در حل مسئله ندارد، زیرا فشار را روی سطح مقطع $۵۰cm^۲$ می‌خواهیم.

۴۷ . گزینه ۱ در داخل مایعات فشار از رابطه‌ی $P = \rho gh$ به‌دست می‌آید. چون در داخل ظرف استوانه‌ای دو مایع A و B ریخته شده است پس ابتدا لازم است تا چگالی مخلوط دو مایع A و B را به‌دست بیاوریم. در این صورت داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\sum m}{\sum V} = \frac{\rho_۱ V_۱ + \rho_۲ V_۲}{V_۱ + V_۲} = \frac{(۱/۲ \times \frac{۱}{۳}V) + (۰/۶ \times \frac{۲}{۳}V)}{V} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$$

$$P = \rho gh = ۰/۸ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۷۵ \times ۱۰^{-۲} = ۶۰۰۰Pa$$

۴۸ . گزینه ۳ ابتدا فشار ناشی از $۱۰cm$ آب را به دست می‌آوریم.

$$P_۱ = \rho gh \Rightarrow P_۱ = ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۰/۱ \Rightarrow P_۱ = ۱۰۰۰Pa$$

اگر فشار حاصل از دو مایع در کف استوانه ۲۰۰۰ پاسکال باشد، بنابراین باید فشار روغن نیز $۱۰۰۰Pa$ باشد.

$$P_۲ = \frac{m_۲ g}{A} \Rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{m_۲ \times ۱۰}{۲۰ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow m_۲ = ۰/۲kg = ۲۰۰g$$

دقت کنید در اینجا چون ظرف استوانه‌ای بود، از رابطهٔ $P = \frac{mg}{A}$ برای تعیین جرم روغن استفاده کردیم.

۴۹ . گزینه ۱ فشار در هر نقطه‌ای از شاره ساکن از رابطه $P = P_۰ + \rho gh$ به‌دست می‌آید، پس داریم:

$$P_{\text{کف}} = P_۰ + \rho gh \Rightarrow P_{\text{کف}} - P_۰ = \rho gh$$

$$\Delta P = \rho gh = ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۴ = ۴ \times ۱۰^۴ Pa$$

۵۰ . گزینه ۴ اختلاف فشار بین دو نقطه درون یک شاره ساکن از رابطه $\Delta P = \rho g \Delta h$ به‌دست می‌آید، پس داریم:

$$\Delta P = \rho g \Delta h = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱}{۱۰۰} = ۱۰۰Pa$$

۵۱ . گزینه ۳ فشار ناشی از مایع با ارتفاع مایع متناسب است، پس داریم:

$$P_{\text{مایع}} = \rho gh \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{h'}{h} = \frac{۱}{۲}$$

همچنین با توجه به رابطه فشار، در مورد نیرویی که توسط شاره وارد می‌شود، می‌توان گفت:

$$F = PA \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{P'}{P} \times \frac{A'}{A} = \frac{۱}{۲} \times ۲ = ۱$$

۵۲ . گزینه ۲ سطح قاعدهٔ استوانه را A و چگالی مایع را ρ در نظر می‌گیریم. با توجه به شکل روبه‌رو نیروی $F_۱$ برابر است با حاصل‌ضرب فشار بالای استوانه در سطح بالایی و نیروی $F_۲$ برابر است با حاصل‌ضرب فشار زیر استوانه در سطح زیرین، بنابراین می‌توان نوشت:

$$F_۲ - F_۱ = \rho gh_۲ A - \rho gh_۱ A = \rho gA(h_۲ - h_۱) = \rho gAh$$

$$\Rightarrow F_۲ - F_۱ = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۴۰ \times ۱۰^{-۲} = ۸N$$

تذکر: به‌طور کلی برای استوانهٔ مذکور، اختلاف نیروی وارد بر قاعده‌های پایین و بالای استوانه، برابر نیروی وزن استوانه است.

۵۳ . گزینه ۴ می‌دانیم که در ظروفی با دیوارهٔ قائم و یکنواخت (مانند استوانهٔ قائم یا مکعب یا...) برای تعیین فشار وارد بر کف ظرف از طرف مایع (بدون در نظر گرفتن فشار هوا)، علاوه‌بر $P = \rho gh$، از رابطهٔ $P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$ نیز می‌توان استفاده کرد.

در اینجا همهٔ آب از مکعب به استوانه منتقل شده، پس جرم آب در هر دو ظرف یکسان است. بنابراین، اگر اختلافی بین فشارها باشد، باید ناشی از اختلاف سطح قاعدهٔ ظروف باشد ولی در اینجا مساحت کف ظرف‌ها نیز یکسان است.

$$A(\text{مکعب}) = ۶۰ \times ۶۰ = ۳۶۰۰cm^۲$$

$$A(\text{استوانه}) = ۰/۳۶m^۲ = ۳۶۰۰cm^۲$$

بنابراین فشار وارد بر کف هر دو ظرف یکسان است.

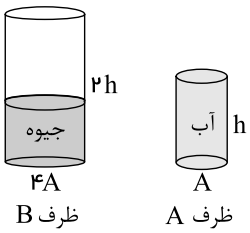
$$P = \frac{mg}{A} \xrightarrow[A_۱ = A_۲]{m_۱ = m_۲} P_۱ = P_۲$$

۵۴ . گزینه ۴ قبل از هر چیز می‌دانیم که اگر شعاع مقطع استوانهٔ B دو برابر شعاع مقطع استوانهٔ A باشد، داریم:

$$\frac{A_B}{A_A} = (\frac{r_B}{r_A})^۲ = ۴$$

چون جرم آب و جیوه ریخته شده در ظرف‌های استوانه‌ای A و B یکسان است پس نیروی وزنی که بر مایع درون ظرف‌ها وارد می‌شود، با هم برابر است. یعنی ($W_{\text{آب}} = W_{\text{جیوه}}$)؛ بنابراین داریم:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{(mg)_A}{(mg)_B} \times \frac{A_B}{A_A} = ۱ \times \frac{۴A}{A} = ۴$$



۵۵ . گزینه ۱ روش اول: می‌دانیم که در ظرف استوانه‌ای، فشار وارد بر کف ظرف مایع (یا مایعات) از رابطهٔ $P=\frac{mg}{A}$ نیز محاسبه می‌شود. در اینجا، در هر دو حالت، نه وزن کل مایعات تغییر می‌کند و نه سطح مقطع ظرف، بنابراین فشار نیز تغییر نمی‌کند.

روش دوم:

حالت اول: $P_۱=\rho_۱ g\frac{h}{۲}+\rho_۲ g\frac{h}{۲}=\frac{۱}{۲}gh(\rho_۱+\rho_۲)$

حالت دوم: $P_۲=\rho_{مخلوط}gh\Rightarrow P_۲=(\frac{m_۱+m_۲}{V_۱+V_۲})gh\Rightarrow P_۲=(\frac{\rho_۱V_۱+\rho_۲V_۲}{V_۱+V_۲})gh$

$$\Rightarrow P_۲=\frac{\rho_۱\frac{\not V}{۲}+\rho_۲\frac{\not V}{۲}}{\not V}gh\Rightarrow P_۲=(\rho_۱+\rho_۲)\frac{۱}{۲}gh\xrightarrow{\text{درنتیجه}}P_۱=P_۲$$

۵۶ . گزینه ۲ فشار کل در عمق h از مایعی با چگالی ρ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$P=\rho gh+P_۰\Rightarrow ۱/۷۶\times ۱۰^۵=۱۰^۵+\rho\times ۱۰\times ۸$$

$$۸۰\rho=۰/۷۶\times ۱۰^۵\Rightarrow\rho=\frac{۷۶۰۰۰}{۸۰}=۹۵۰\frac{kg}{m^۳}=۰/۹۵\frac{g}{cm^۳}$$

۵۷ . گزینه ۳ اختلاف فشار بین کف دریاچه و فشار هوای محیط، فشار آب برحسب $CmHg$ را به‌دست می‌دهد، یعنی:

$$P_{کل}-P_۰=P_{مایع}$$

$$۱۲۵-۷۵=۵۰cmHg$$

با توجه به رابطه‌ی $(\rho_{آب}h_{آب}=\rho_{جیوه}h_{جیوه})$ ارتفاع جیوه را به معادل آب آن تبدیل می‌کنیم.

$$(\rho h)_{جیوه}=(\rho' h')_{آب}\Rightarrow ۵۰\times ۱۳/۶=۱\times h'\Rightarrow h'=۶۸۰cm=۶/۸m$$

۵۸ . گزینه ۳ با استفاده از تعریف فشار به‌صورت بزرگی نیروی عمود بر سطح داریم:

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA\Rightarrow F=۱۰^۵\times(۱\times ۱۰^{-۴})\Rightarrow F=۱۰N$$

۵۹ . گزینه ۴ در اینجا دقت کنید که فشار در هر نقطه از مایع، ناشی از فشار مایع و فشار هوای محیط است، یعنی:

$$P_A=\rho gh+P_۰=(۱۰۰۰\times ۱۰\times ۰/۱)+(۹/۹\times ۱۰^۴)=۱۰^۵Pa$$

$$P_B=(۱۰۰۰\times ۱۰\times ۰/۶)+(۹/۹\times ۱۰^۴)=۱۰/۵\times ۱۰^۴=۱/۰۵\times ۱۰^۵Pa$$

$$\frac{P_B}{P_A}=\frac{۱/۰۵\times ۱۰^۵}{۱۰^۵}=۱/۰۵=\frac{۱۰۵}{۱۰۰}=\frac{۲۱}{۲۰}$$

۶۰ . گزینه ۱ می‌خواهیم ببینیم فشار چه ارتفاعی از آب برابر $۲۵cm\ Hg$ است. $۱۰۰-۷۵=۲۵$

همان‌طور که می‌دانید فشار ۲۵ سانتی‌متر از جیوه برابر فشاری معادل با ستون ۲۵ سانتی‌متر از جیوه است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$(\rho h)_{آب}=(\rho' h')_{جیوه}\Rightarrow ۱\times h=۱۳/۶\times ۲۵$$

$$\Rightarrow h=۱۳/۶\times ۲۵cm=\frac{۱۳/۶\times ۱۰۰}{۴}cm\Rightarrow h=\frac{۱۳/۶}{۴}m=۳/۴m$$

۶۱ . گزینه ۱

فشار در نقاط هم سطح در یک مایع در حال تعادل یکسان است.

۶۲ . گزینه ۱ ابتدا چگالی آب را برحسب یکاهای SI محاسبه می‌کنیم:

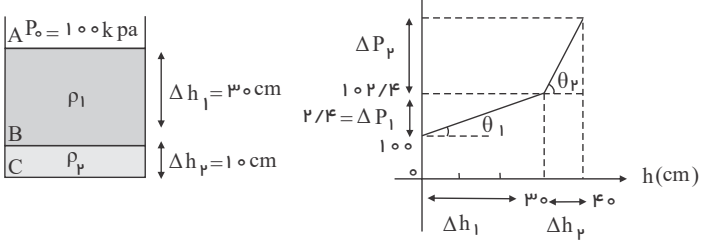
$$\rho_{آب}=۱\frac{g}{cm^۳}=۱\frac{g}{cm^۳}\times(\frac{۱kg}{۱۰^۳g})\times(\frac{۱۰۰cm}{۱m})^۳=۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

بنابراین فشار درعمق ۲ متری آب برابر است با:

$$P=\rho gh+P_۰=(۱۰۰۰\times ۱۰\times ۲)+۱۰^۵=(۱۰^۵+۰/۲)\times ۱۰^۵=۱/۲\times ۱۰^۵Pa$$

۶۳ . گزینه ۴

می‌دانیم که در نمودار تغییرات فشار برحسب عمق مایع، شیب نمودار برابر $\rho\cdot g$ است، پس اگر $\tan\theta_۲=۱۷\tan\theta_۱$ باشد، یعنی $\rho_۲=۱۷\rho_۱$ است. حال در ابتدا $\rho_۱$ را محاسبه می‌کنیم.



$$\tan\theta_۱=\frac{\Delta P_۱}{\Delta h_۱}=\frac{۲/۴}{۳۰}=\frac{۱}{۱۲}$$

$$\tan\theta_۲=\frac{\Delta P_۲}{\Delta h_۲}=\frac{۱۰۲/۴-۱۰۰}{۴۰-۳۰}=\frac{۲/۴}{۱۰}=\frac{۱}{۴}$$

$$\tan\theta_۲=۱۷\tan\theta_۱\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=۱۷\times\frac{۱}{۱۲}\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{۱۷}{۱۲}$$

در نمودار بالا (ΔP_1) اختلاف فشار بین دو نقطهٔ $(A$ و $B)$ سطح مایع و کف مایع (1) می‌باشد. با استفاده از ΔP_1 می‌توانیم ρ_1 را به‌دست آوریم.

$$\Delta P_1 = \rho_1 \cdot g \cdot \Delta h_1 \Rightarrow ۲/۴ \times ۱۰^{۳} = \rho_1 \times ۱۰ \times ۳۰ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow \rho_1 = ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

با توجه به آنچه گفتیم $\rho_۲ = ۱۷\rho_1$ است، بنابراین:

$$\rho_۲ = ۱۷ \times ۸۰۰ \rightarrow \rho_۲ = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

۶۴ . گزینه ۱ ابتدا فشار هوا را برحسب $cmHg$ محاسبه می‌کنیم.

$$P_۰ = (\rho g h)_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱/۰۳۳۶ \times ۱۰^{۵} = ۱۳/۶ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times h$$

$$\Rightarrow h = ۰/۷۶m \Rightarrow P_۰ = ۷۶cmHg$$

اکنون براساس رابطهٔ فشار در ته لولهٔ $P = P_۰ + h_{Hg}$ داریم:

$$\frac{P_۲}{P_1} = ۲ \Rightarrow \frac{۷۶ + h'}{۷۶ + ۴} = ۲ \Rightarrow ۷۶ + h' = ۱۶۰ \Rightarrow h' = ۸۴cm$$

۶۵ . گزینه ۴ اختلاف فشار بین دو نقطه در مایع به چگالی ρ و ارتفاع قائم Δh به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

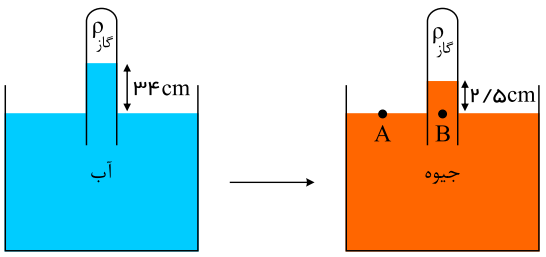
$$\Delta P = \rho g \Delta h = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱}{۱۰۰} = ۱۰۰Pa$$

۶۶ . گزینه ۲ در ابتدا ارتفاع ستون جیوه‌ای که فشاری معادل ستون ۳۴ سانتی‌متری آب ایجاد می‌کند را می‌یابیم.

$$h_{cmHg} = \frac{\rho h}{۱۳/۶}$$

$$h_{cmHg} = \frac{۳۴}{۱۳/۶} = ۲/۵cmHg$$

حال با توجه به نقاط هم‌تراز A و B داریم:



$$P_A = P_B \rightarrow P_۰ = h_{CmHg} + P_{\text{گاز}} \rightarrow P_۰ = ۲/۵ + ۷۲ \rightarrow P_۰ = ۷۴/۵CmHg$$

$$P_{\text{گاز}} = P_{۰\ \text{هوا}} + h_{CmHg}$$

۶۷ . گزینه ۳

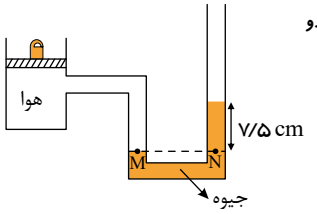
با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم‌تراز A و B، اختلاف فشار مایع و فشار هوای محیط یعنی همان فشار پیمانه‌ای را می‌یابیم.

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{مخزن}} = P_۰ + \rho g h \Rightarrow P_{\text{مخزن}} - P_۰ = \rho g h$$

$$\Rightarrow \Delta P = \rho g h = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۵}{۱۰۰} = ۶۸۰۰Pa$$

۶۸ . گزینه ۳

هنگامی که وزنه را روی پیستون قرار می‌دهیم افزایش فشار حاصل از آن باعث افزایش فشار هوای محبوس شده و آن هم باعث اختلاف ارتفاع جیوه در دو قسمت لوله می‌شود. بنابراین می‌توان نوشت:

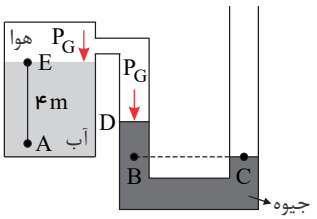


$$\frac{F}{A} = \rho g h \Rightarrow \frac{mg}{A} = \rho g h \Rightarrow \frac{m}{۵۰} = ۱۳/۶ \times ۷/۵$$

$$\Rightarrow m = ۱۳/۶ \times ۷/۵ \times ۵۰ = ۶۸ \times ۷۵ = ۶۸ \times \frac{۳۰۰}{۴}$$

$$= ۱۷ \times ۳۰۰\,(g) = ۱۷ \times ۰/۳\,(kg) = ۵/۱kg$$

۶۹ . گزینه ۲ اگر فشار هوای محبوس در بالای مخزن را P_G بنامیم، باتوجه به برابر بودن فشار در نقاط هم‌سطح از یک مایع، خواهیم داشت: (سعی می‌کنیم که P_G را در معادلات حذف کنیم.)



$P_B = P_C P_G + DB$ فشار ستون $= P_\circ$

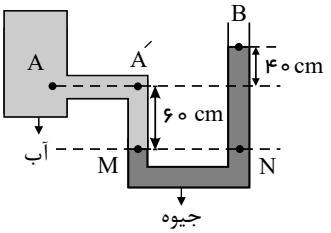
$\rightarrow P_G = P_\circ - \rho_{Hg} g h_{DB}$

$P_A = P_G + \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_{EA} \xrightarrow{(1)} P_A = P_\circ - \rho_{Hg} g h_{DB} + \rho_{H_2O} g h_{EA} \rightarrow$

$P_A = ۱۰^۵ - ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱۵ + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۴$

$P_A = ۱۱۹۶۰۰ Pa = ۱۱۹/۶ kP_a$

۷۰ . گزینه ۳ با انتخاب نقاط هم‌تراز M و N و مساوی قرار دادن فشار این نقاط داریم:



$P_M = P_N \Rightarrow P_{A'} + \rho_{آب} \cdot g \cdot (h_{A'M}) = P_\circ + \rho_{جیوه} \cdot g \cdot (h_{BN})$

$\xrightarrow{P_{A'} = P_A} P_A + \underbrace{(۱۰۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۶}{۱۰})}_{۶۰۰۰ Pa} = P_\circ + \underbrace{(۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۱)}_{۱۳۶۰۰۰ Pa}$

$\Rightarrow P_A - P_\circ = ۱۳۶۰۰۰ - ۶۰۰۰ = ۱۳۰۰۰۰ Pa = ۱۳۰ kPa$

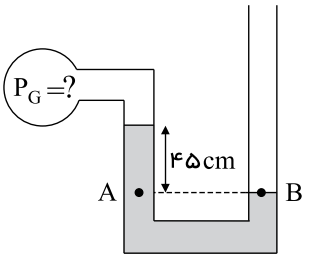
۷۱ . گزینه ۳ دو نقطهٔ هم‌تراز M و N در یک مایع (جیوه) را مشخص می‌کنیم و می‌دانیم، $P_M = P_N$، بنابراین داریم:

$P_M = P_N \Rightarrow P_A + (\rho g h)_{آب} = (\rho g h)_{جیوه} + P_\circ \Rightarrow P_A + ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۰/۲ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵ + ۱۰^۵$

$\Rightarrow P_A + ۲ \times ۱۰^۳ = ۶۸ \times ۱۰^۳ + ۱۰^۵ \Rightarrow P_A + ۲ \times ۱۰^۳ = ۱۶۸ \times ۱۰^۳$

$\Rightarrow P_A = ۱۶۶ \times ۱۰^۳ \Rightarrow P_A = ۱۶۶ kPa$

۷۲ . گزینه ۱ مطابق شکل شرط هم‌فشاری را برای نقاط A و B می‌نویسیم.

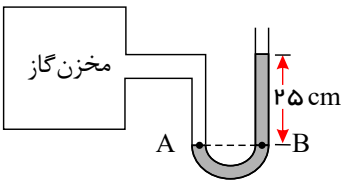


$P_A = P_B$

$P_G + \rho g h = P_\circ \Rightarrow P_G + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۴۵ = ۱۰^۵$

$\Rightarrow P_G + ۶۱۲۰۰ = ۱۰^۵ \Rightarrow P_G = ۳۸۸۰۰ Pa$

۷۳ . گزینه ۴ چون نقاط A و B هم‌ترازند، فشار آن‌ها با یکدیگر برابر است. به این ترتیب داریم:



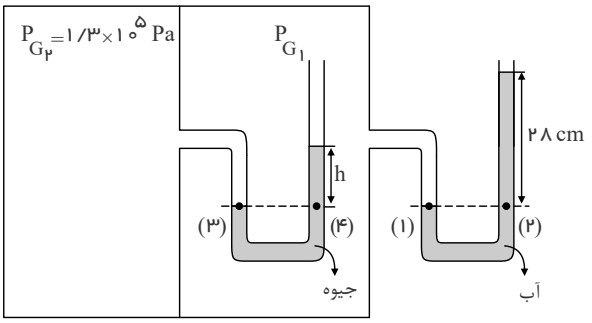
$P_A = P_B \Rightarrow P_{مخزن} = \rho g h + P_\circ \Rightarrow P_{مخزن} - P_\circ = \rho g h$

$\Rightarrow ۵ \times ۱۰^۳ = \rho \times ۱۰ \times ۰/۲۵$

$\rho = \frac{۵ \times ۱۰^۳}{۲/۵} = ۲۰۰۰ kg/m^۳ = ۲ gr/cm^۳$

۷۴ . گزینه ۲

ابتدا در لولهٔ U شکل سمت راست با مساوی قرار دادن فشار طرفین فشار $P_{G_۱}$ را حساب می‌کنیم.



$P_\circ = ۱۰^۵ Pa$

$P_۱ = P_۲ \Rightarrow P_{G_۱} = P_{آب} + P_\circ$

$P_{G_۱} = \rho' g h' + P_\circ$

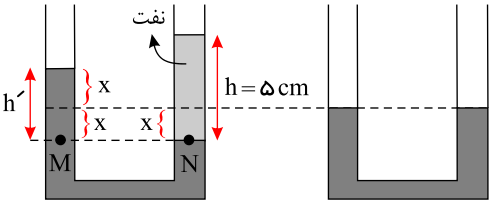
$\Rightarrow P_{G_۱} = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۲۸ + ۱۰^۵ \Rightarrow P_{G_۱} = ۱۰۰۰۰۰ + ۲۸۰۰ = ۱۰۲۸۰۰ Pa$

حال در لولهٔ سمت چپ فشار طرفین را مساوی قرار می‌دهیم تا h به دست آید.

$P_۳ = P_{G_۴} \Rightarrow \quad , \quad P_{G_۲} = P_{جیوه} + P_{G_۱} \Rightarrow ۱/۳ \times ۱۰^۵ = \rho g h + ۱۰۲۸۰۰$

$\Rightarrow ۱۳۰۰۰۰ - ۱۰۲۸۰۰ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h \Rightarrow h = ۰/۲ m = ۲۰ cm$

۷۵ . گزینه ۲



به‌طور کلی، در این تیپ از سؤال‌ها که با افزودن مایع در یک شاخه، مرز مایعات جابه‌جا می‌شود، در ابتدا محل قرارگیری مرزها را علامت‌گذاری می‌کنیم. سپس با افزودن مایع، هر حجمی که مایع زیرین در یک شاخه جابه‌جا می‌شود، همان حجم در شاخهٔ روبه‌روی آن نیز جابه‌جا می‌شود (به دلیل خاصیت تراکم‌ناپذیری مایع) پس از آن، جابه‌جایی مرز مایعات را می‌یابیم.

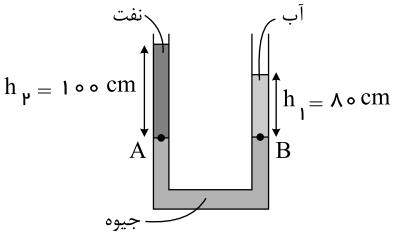
با فرض آنکه سطح مقطع لوله در طرفین یکسان باشد:

$$P_N = P_M \Rightarrow P_{\circ} + \rho gh = P_{\circ} + \rho' gh'$$
$$\Rightarrow \rho h = \rho' h' \Rightarrow ۵ \times ۰/۸ = ۱ \times h' \Rightarrow h' = ۴cm$$

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

۷۶ . گزینه ۳ در ابتدا با انتخاب نقاط هم‌تراز در یک مایع که هم‌فشار هستند، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\circ} + \rho_۱ gh_۱ = P_{\circ} + \rho_۲ gh_۲ \Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$$
$$۱ \times ۸۰ = \rho_۲ \times ۱۰۰ \Rightarrow \rho_۲ = ۰/۸ gr/cm^۳ = ۸۰۰ kg/m^۳$$

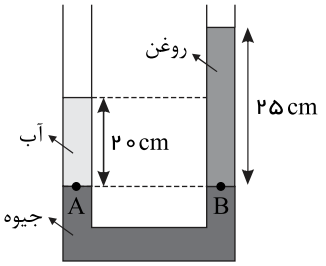


۷۷ . گزینه ۴ بدیهی است با توجه به اینکه C در عمقی بیشتر از B قرار دارد، $P_C > P_B$ است. از طرفی با توجه به این موضوع که فشار نقطهٔ A برابر $P_{\circ}$ و فشار نقطهٔ B، از $P_{\circ}$ بیشتر است داریم:

$$\left.\begin{array}{l} P_A = P_{\circ} \\ P_B = P_{\circ} + \rho_۲ gh_B \\ P_C = P_{\circ} + \rho_۲ gh_C \end{array}\right\} \xrightarrow{h_C > h_B} P_C > P_B > P_A$$

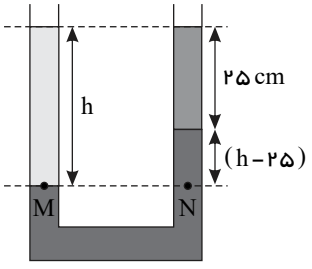
۷۸ . گزینه ۳ با توجه به شکل اولیه صورت سوال ابتدا چگالی روغن را به‌دست می‌آوریم:

$$P_A = P_B$$
$$(\rho gh)_{\text{آب}} + P_{\circ} = (\rho gh)_{\text{روغن}} + P_{\circ} \Rightarrow (\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{روغن}} \Rightarrow ۱ \times ۲۰ = \rho_{\text{روغن}} \times ۲۵ \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} = \frac{۲۰}{۲۵} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$$



پس از اضافه کردن آب به ستون سمت چپ و یکسان شدن سطح آزاد آب و روغن در هر دو شاخه داریم:

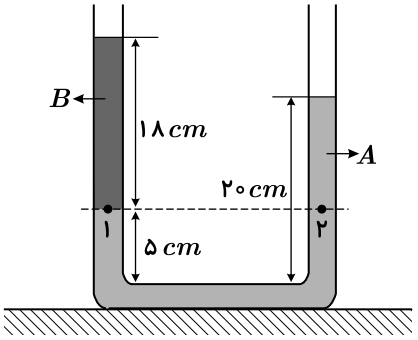
$$P_N = P_M \Rightarrow (\rho gh)_{\text{آب}} + P_{\circ} = (\rho gh)_{\text{جیوه}} + (\rho gh)_{\text{روغن}} + P_{\circ} \Rightarrow (\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{جیوه}} + (\rho h)_{\text{روغن}}$$
$$\Rightarrow h = ۲۵/۴cm \Rightarrow h = ۱۳/۶h - ۱۳/۶ \times ۲۵ + ۲۰ \Rightarrow ۱ \times h = ۱۳/۶(h - ۲۵) + ۰/۸ \times ۲۵$$



بنابراین مقداری که باید به ستون سمت چپ آب اضافه کنیم، برابر است با:

$$\Delta h = ۲۵/۴ - ۲۰ = ۵/۴cm$$

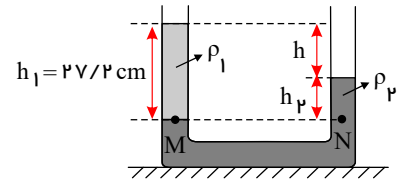
۷۹ . گزینه ۱ با پیدا کردن نقاط هم‌تراز و مساوی قرار دادن فشار آن‌ها داریم:



$$P_۱ = P_۲ \Rightarrow P_۰ + \rho_B g h_B = P_۰ + \rho_A g h_A$$
$$\Rightarrow \rho_B h_B = \rho_A h_A \Rightarrow \rho_B \times ۱۸ = \rho_A \times (۲۰ - ۵) \Rightarrow \rho_B = \frac{۵}{۶}\rho_A$$

۸۰ . گزینه ۴

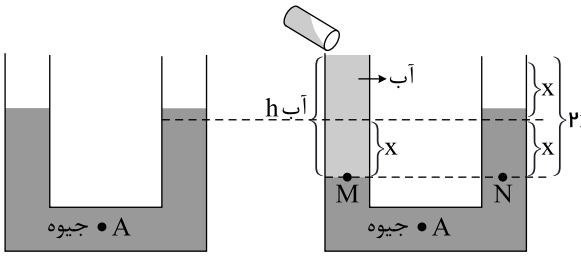
فشار در سطح هم‌تراز از یک مایع ساکن برابر است. بنابراین داریم:



$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_۱ g h_۱ + P_۰ = \rho_۲ g h_۲ + P_۰$$
$$\Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ \rightarrow ۱ \times ۲۷/۲ = ۱۳/۶ \times h_۲ \rightarrow h_۲ = ۲cm$$
$$h = ۲۷/۲ - h_۲ = ۲۵/۲cm$$

۸۱ . گزینه ۱

با ریختن آب در یکی از شاخه‌ها، برای محاسبه‌ی افزایش فشار در نقطه‌ی A، باید مقدار تغییر ارتفاع جیوه در شاخه‌ی دیگر لوله را به‌دست آوریم. مطابق شکل مقابل، با ریختن آب در سمت چپ لوله، سطح جیوه در آن شاخه کمی پایین رفته و در شاخهٔ مقابل به همان مقدار، بالا می‌آید.



$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{آب} h_{آب} = \rho_{جیوه} \times ۲x \quad (I)$$

$$P_M = P_N \Longrightarrow \rho_{آب} \qquad h_{آب} = \rho_{جیوه} \times ۲x \quad (I)$$

در ادامه برای یافتن $h_{آب}$ باتوجه به رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$ و اینکه جرم آب $۶۸g$ است، می‌توان نوشت:

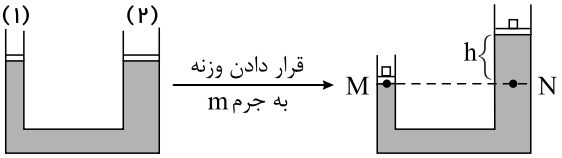
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱ = \frac{۶۸}{V} \Rightarrow V = ۶۸cm^۳ \xrightarrow[A=۲cm^۲]{V=Ah} ۲ \times h_{آب} = ۶۸ \Rightarrow h_{آب} = ۳۴cm$$

حال با کمک رابطه‌ی (I) داریم:

$$\xrightarrow{(I)} ۱ \times ۳۴ = ۱۳/۶ \times ۲x \Rightarrow x = ۱/۲۵cm$$

بنابراین ارتفاع جیوه در شاخه‌ی سمت راست لوله‌ی فوق به اندازه‌ی $۱/۲۵cm$ نسبت به وضعیت اولیه افزایش می‌یابد. اما نکته‌ی جالب آن است که باتوجه به اصل پاسکال، فشار در تمامی نواحی (از جمله نقطه‌ی A در پایین لوله) به اندازه‌ی ۱/۲۵ سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد.

۸۲ . گزینه ۲ با قرار دادن وزنه‌ای به جرم m بر روی هریک از پیستون‌ها، فشار در زیر آن‌ها به اندازه‌ی $\frac{mg}{A}$ افزایش خواهد یافت. باتوجه به اینکه $A_۱ < A_۲$ می‌باشد، بنابراین فشار وارد ازطرف پیستون (۱) بر سطح مایع بیشتر از پیستون (۲) است.



$$\uparrow P = \frac{mg}{A \downarrow} \xrightarrow{A_۱ < A_۲} P_۱ > P_۲$$

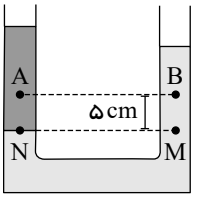
در ادامه می‌توان گفت با توجه به اینکه فشار حاصل از گذاشتن وزنه بر روی پیستون (۱) بیشتر است، باید ارتفاع مایع در ستون (۱) پایین‌تر رفته و در ستون (۲) بالاتر برود تا فشار ناشی از مایع بالا رفته، بتواند به گونه‌ای عمل کند که در مجموع فشار در دو نقطه M و N برابرشود:

$$P_M = P_N \Rightarrow \frac{mg}{A_۱} + P_۰ = \frac{mg}{A_۲} + \underbrace{\rho g h}_{\text{فشار ناشی از مایع بالارفته}} + P_۰$$

۸۳ . گزینه ۴ می‌دانیم نقاط هم‌تراز در یک مایع، فشار یکسان دارند، بنابراین در مورد فشار نقاط A و B می‌توان گفت:

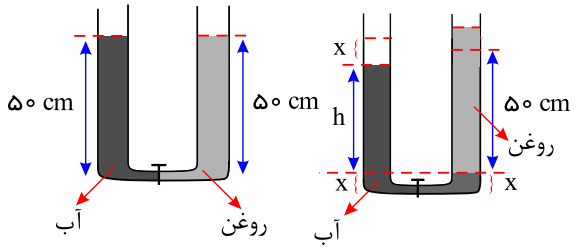
$$\begin{cases} P_A = P_M - \rho_A g h \\ P_B = P_N - \rho_B g h \end{cases} \xrightarrow{P_M = P_N} P_A + \rho_A g h = P_B + \rho_B g h \Rightarrow P_A = P_B + (\rho_B - \rho_A) g h$$

$$\Rightarrow P_A = P_B + (۱۰۰۰ - ۸۰۰) \times ۱۰ \times ۰/۰۵ \Rightarrow P_A = P_B + ۱۰۰$$



به‌طور کلی بین دو نقطهٔ هم سطح در دو مایع مرتبط در حال تعادل، نقطه‌ای که در مایع با چگالی بیشتر قرار دارد، دارای فشار کمتری است. یعنی در اینجا فشار نقطهٔ A از نقطهٔ B بیشتر است که فقط گزینه «۴» اشاره درستی به این موضوع دارد.

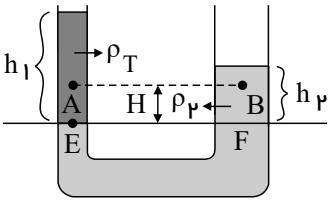
۸۴ . گزینه ۲ با باز شدن شیر ارتباط به دلیل اینکه چگالی آب بیشتر از چگالی نفت است، سطح آب در لولهٔ سمت چپ پایین‌تر از سطح نفت در لولهٔ سمت راست قرار می‌گیرد. لذا با انتخاب سطح ترازی مناسب و با استفاده از اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز، ارتفاع h را محاسبه می‌کنیم:



$$P_{\text{آب}} = P_{\text{روغن}}$$
$$\rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} \rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}}$$
$$\rightarrow ۱۰۰۰ \times h_{\text{آب}} = ۸۰۰ \times ۵۰ \rightarrow h_{\text{آب}} = ۴۰cm$$
$$h_{\text{آب}} + ۲x = ۵۰ \rightarrow ۴۰ + ۲x = ۵۰ \rightarrow x = ۵cm$$

بنابراین سطح آب در لولهٔ سمت چپ $۵cm$ پایین می‌آید.

۸۵ . گزینه ۴



*نکته: فشار در نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن برابر است؛ بنابراین چون دو نقطهٔ C و D هم‌تراز و در درون یک مایع ساکن‌اند، پس: $P_C = P_D$

اما دو نقطهٔ A و B هم تراز هستند ولی در داخل دو مایع ساکن قرار دارند. در این حالت فشار دو نقطه در درون مایع‌ها از رابطهٔ $P = \rho gh$ مقایسه می‌شود. با توجه به هم‌فشاری دو نقطهٔ E و F داریم:

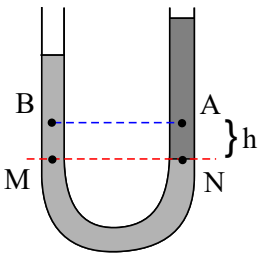
$$\begin{cases} P_E = P_A + \rho_۱ gh \\ P_F = P_B + \rho_۲ gh \end{cases} \xrightarrow{P_E = P_F} P_A + \rho_۱ gh = P_B + \rho_۲ gh \Rightarrow P_A = P_B + (\rho_۲ - \rho_۱) gh \xrightarrow{\rho_۲ > \rho_۱} P_A > P_B$$

نکته: به‌طور کلی، در مقایسهٔ فشار دو نقطهٔ هم‌تراز در دو مایع مخلوط نشدنی مرتبط در حال تعادل، نقطه‌ای که در مایع چگالتر قرار دارد، دارای فشار کمتری است. یعنی در اینجا، فشار نقطهٔ B که در مایع چگالتر است، کمتر از فشار نقطهٔ A است. $(P_A > P_B)$

* البته با توجه به گزینه‌ها و بدون حل هم می‌توان فهمید که گزینهٔ ۴ درست است. چون حتماً $P_C = P_D$ ، $P_A \neq P_B$ که این شرط فقط در گزینهٔ ۴ برقرار است.

۸۶ . گزینه ۱ باتوجه به پایین‌تر قرار گرفتن مایع $\rho_۲$ می‌توان نتیجه گرفت: $\rho_۲ > \rho_۱$

و در مورد P_B و P_A می‌توان به کمک یکسان بودن فشار نقاط M و N (هم‌تراز) گفت:

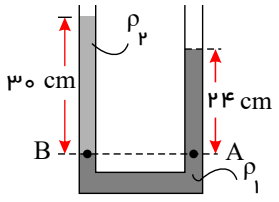


$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_۲ gh + P_B = \rho_۱ gh + P_A$$
$$\Rightarrow P_A - P_B = \rho_۲ gh - \rho_۱ gh \Rightarrow P_A - P_B = (\rho_۲ - \rho_۱) gh$$
$$\xrightarrow{\rho_۲ > \rho_۱} P_A - P_B > ۰ \Rightarrow P_A > P_B$$

روش دوم: به‌طور کلی بین دو نقطهٔ هم سطح در دو مایع مرتبط در حال تعادل، نقطه‌ای که در مایع چگالی‌تر قرار دارد، دارای فشار کمتری است.

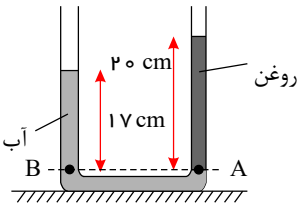
۸۷ . گزینه ۲ نقاط A و B که درون مایع (۱) انتخاب شده‌اند، هم‌ترازند، بنابراین داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۱ gh_۱ + P_۰ = \rho_۲ gh_۲ + P_۰ \Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$$
$$۲ \times ۲۴ = \rho_۲ \times ۳۰ \Rightarrow \rho_۲ = ۱/۶ \frac{g}{cm^۳}$$



۸۸ . گزینه ۲ اگر چگالی روغن ρ و چگالی آب ρ' باشد و با توجه به یکسان بودن فشار در نقاط هم‌تراز درون یک شاره ساکن داریم:

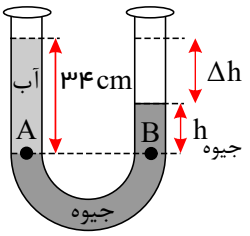
$$P_A = P_B \Rightarrow \rho gh + P_\circ = \rho' gh' + P_\circ \Rightarrow \rho h = \rho' h'$$
$$\Rightarrow \rho \times ۲۰ = \rho' \times ۱۷ \Rightarrow \frac{\rho}{\rho'} = \frac{۱۷}{۲۰} = ۰/۸۵ \Rightarrow \rho = ۰/۸۵\rho' \Rightarrow ۱۰۰\% - ۸۵\% = ۱۵\%$$



با توجه به آنکه مایع چگالتر سطح آزاد پایین‌تری دارد، پس چگالی روغن کمتر از چگالی آب است.

۸۹ . گزینه ۴ فشار در نقاط A و B برابر است و می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_\circ + (\rho gh)_{\text{آب}} = P_\circ + (\rho gh)_{\text{جیوه}}$$
$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{(\rho h)_{\text{آب}}}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{۳۴ \times ۱}{۱۳/۶} = ۲/۵cm$$



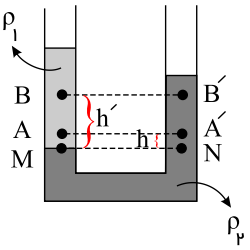
بنابراین اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه از لوله برابر است با:

$$\Delta h = h_{\text{آب}} - h_{\text{جیوه}} = ۳۴ - ۲/۵ = ۳۱/۵cm$$

۹۰ . گزینه ۱ در شکل زیر، فشار نقاط M و N برابر است و در مقایسهٔ فشار نقاط A و A' و همچنین نقاط B و B' داریم:

مقایسه فشار A و A':

$$P_M = P_A + \rho_۱ gh \ , \ P_N = P_{A'} + \rho_۲ gh$$
$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_۱ gh = P_{A'} + \rho_۲ gh$$
$$\Rightarrow P_A - P_{A'} = (\rho_۲ - \rho_۱)gh \Rightarrow \Delta P_۱ = (\rho_۲ - \rho_۱)gh$$



مقایسهٔ فشار B و B':

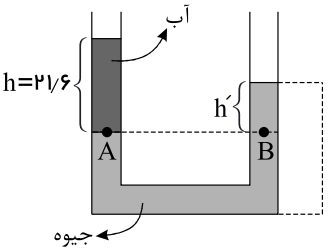
$$P_M = P_B + \rho_۱ gh' \ , \ P_N = P_{B'} + \rho_۲ gh'$$
$$P_M = P_N \Rightarrow P_B + \rho_۱ gh' = P_{B'} + \rho_۲ gh' \Rightarrow P_B - P_{B'} = (\rho_۲ - \rho_۱)gh' \Rightarrow \Delta P_۲ = (\rho_۲ - \rho_۱)gh'$$

درنتیجه چون $h' > h$ می‌توان نتیجه گرفت $\Delta P_۲ > \Delta P_۱$ است.

روش دوم: دو نقطهٔ M و N نقاط هم‌تراز هستند و اختلاف فشار بین آنها صفر است، بدیهی است که نقاط بالای آنها، اگرچه هم‌تراز هستند، ولی هم‌فشار نیستند، پس دارای اختلاف فشار هستند و بدیهی است که هرچه از سطح آزاد مایعات به پایین می‌رویم، اختلاف فشار بین نقاط هم‌تراز در دو مایع کاهش یافته تا به صفر (بین M و N) برسد، لذا $P_B - P_{B'} > P_A - P_{A'}$ یعنی $\Delta P_۲ > \Delta P_۱$ است.

۹۱ . گزینه ۱ فشار در نقاط هم‌تراز درون یک شاره ساکن مانند نقاط A و B یکسان است، پس می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_\circ + \rho gh = P_\circ + \rho' gh'$$
$$\Rightarrow \rho h = \rho' h' \Rightarrow ۱ \times ۲۱/۶ = ۱۳/۵h' \Rightarrow h' = ۱/۶cm$$

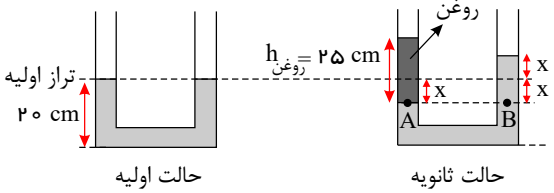


جابه‌جایی جیوه در هر شاخه نسبت به وضعیت اولیه به شرط آنکه سطح مقطع لوله در طرفین مساوی باشد، نصف اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه در وضعیت دوم است.

جابه‌جایی جیوه در هر شاخه $= ۱/۶ \div ۲ = ۰/۸cm$

۹۲ . گزینه ۲ اگر در ستون سمت چپ به ارتفاع $۲۵cm$ روغن ریخته شود، آب در شاخهٔ سمت چپ x سانتی‌متر پایین رفته و در شاخهٔ سمت راست x سانتی‌متر بالا می‌رود و با توجه به یکسان بودن فشار در نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن مانند نقاط A و B می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow (\rho gh)_A + P_\circ = (\rho gh)_B + P_\circ \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} \times ۲۵ = \rho_{\text{آب}} \times ۲x$$
$$\Rightarrow ۰/۶ \times ۲۵ = ۱ \times ۲x \Rightarrow x = ۷/۵cm$$



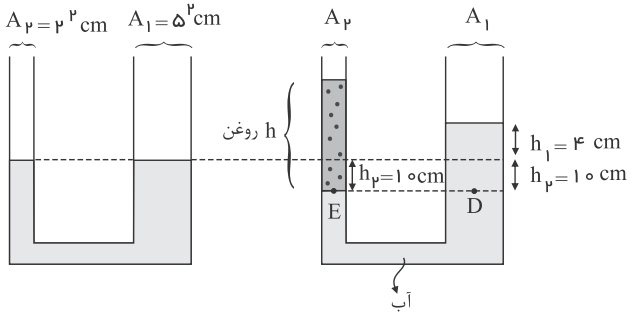
بنابراین ارتفاع آب در شاخه سمت راست برابر است با:

ارتفاع آب در شاخهٔ سمت راست $= ۲۰ + x = ۲۰ + ۷/۵ = ۲۷/۵cm$

۹۳ . گزینه ۲ حجم آب جابه‌جاشده در دو طرف لولهٔ Uشکل در اثر ریختن روغن یکسان است. $(V_۱ = V_۲)$

در نتیجه با داشتن ارتفاع آب جابه‌جا شده در سمت راست $h_۱ = ۴cm$، می‌توانیم ارتفاع آب جابه‌جاشده را در سمت چپ $(h_۲)$ به دست آوریم.

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow A_۱h_۱ = A_۲h_۲ \Rightarrow ۵ \times ۴ = ۲h_۲ \Rightarrow h_۲ = ۱۰cm$$



با در نظر گرفتن دو نقطهٔ هم‌فشار E و D داریم:

$$P_E = P_D \Rightarrow \rho_{روغن} \cdot \cancel{g} \cdot h_{روغن} = \rho_{آب} \cdot \cancel{g} \cdot h_{آب}$$

$$\xrightarrow{h_{آب}=h_۱+h_۲=۱۴} ۰/۸ \times h_{روغن} = ۱ \times (۱۴) \Rightarrow h_{روغن} = \frac{۱۴۰}{۸} = ۱۷/۵cm$$

با استفاده از رابطهٔ $\rho = \frac{m}{V}$ جرم روغن را به دست می‌آوریم:

$$\rho_{روغن} = \frac{m_{روغن}}{V_{روغن}} \Rightarrow \rho_{روغن} = \frac{m_{روغن}}{A_۲h_{روغن}} \Rightarrow ۰/۸ = \frac{m_{روغن}}{۲ \times ۱۷/۵} \Rightarrow m_{روغن} = ۲۸g$$

۹۴ . گزینه ۳

$$\frac{۱}{۲}mv^۲ = ۴ \Rightarrow \frac{۱}{۲}m(۴)^۲ = ۴ \Rightarrow m = \frac{۱}{۲}kg$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv'^۲ = ۵ \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲}v'^۲ = ۵ \Rightarrow v'^۲ = ۲۰ \Rightarrow v' = \sqrt{۲۰} = ۲\sqrt{۵}m/s$$

۹۵ . گزینه ۴ با توجه به رابطهٔ $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$، برای مقایسهٔ دو حالت داریم:

میزان افزایش انرژی جنبشی

$$v_۱ = v \ , \ v_۲ = v + ۵ \ , \ K_۲ = K_۱ + \boxed{\frac{۴۴}{۱۰۰}K_۱} = ۱/۴۴K_۱$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = (\frac{v_۲}{v_۱})^۲ \Rightarrow ۱/۴۴ = (\frac{v+۵}{v})^۲$$

$$\Rightarrow ۱/۲ = \frac{v+۵}{v} \Rightarrow ۱/۲v = v + ۵ \Rightarrow ۰/۲v = ۵ \Rightarrow v = ۲۵\frac{m}{s}$$

۹۶ . گزینه ۲ با توجه به رابطهٔ انرژی جنبشی داریم:

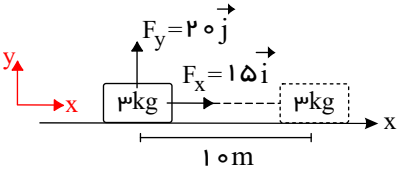
$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = (\frac{v_۲}{v_۱})^۲ \Rightarrow \frac{K_۱ + \frac{۵}{۴}K_۱}{K_۱} = (\frac{v_۱+۵}{v_۱})^۲ \Rightarrow \frac{۹}{۴} = (\frac{v_۱+۵}{v_۱})^۲ \Rightarrow \frac{۳}{۲} = \frac{v_۱+۵}{v_۱} \Rightarrow ۳v_۱ = ۲v_۱ + ۱۰ \Rightarrow v_۱ = ۱۰\frac{m}{s}$$

۹۷ . گزینه ۴ چون جهت حرکت مشخص نیست، می‌توان نتیجه گرفت نوع حرکت ممکن است هر سه مدل ذکر شده باشد و بنابراین h یا Δy نیز ممکن است افزایش یا کاهش یابد و یا حتی ابتدا کاهش و سپس افزایش بیابد و طبق رابطهٔ $W_{mg} = mgh$ می‌توان گفت W_{mg} نیز بسته به شرایط ممکن است افزایش، کاهش و یا ابتدا کاهش و سپس افزایش بیابد.

۹۸ . گزینه ۳ مطابق شکل مشخص است که مؤلفهٔ افقی نیروی $\vec{F}$ (یعنی $\vec{F}_x = ۱۵\vec{i}$) در جهت حرکت جسم ومؤلفهٔ عمودی نیروی $\vec{F}$ (یعنی $\vec{F}_y = ۲۰\vec{j}$) عمود بر مسیر حرکت جسم می‌باشد.

بنابراین کارهریک ازاین نیروها برابراست با:

$$\begin{cases} W_{F_x} = F_x \cdot d \cdot \cos ۰^\circ = ۱۵ \times ۱۰ \times ۱ = ۱۵۰J \\ W_{F_y} = F_y \cdot d \cdot \cos ۹۰^\circ = ۰ \end{cases} \Rightarrow W_{کل} = W_{F_x} + W_{F_y} = ۱۵۰J$$

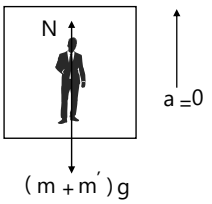


نگاه دیگر: از ضرب داخلی نیروی $\vec{F}$ در جابه‌جایی نیز می‌توان به سادگی کار نیروی $\vec{F}$ را محاسبه کرد:

$$\begin{cases} \vec{F} = ۱۵\vec{i} + ۲۰\vec{j} \\ \vec{d} = ۱۰\vec{i} + ۰\vec{j} \end{cases} \Rightarrow W = \vec{F} \cdot \vec{d} = ۱۵ \times ۱۰ + ۲۰ \times ۰ = ۱۵۰J$$

۹۹ . گزینه ۴ ابتدا نیرویی را که از طرف آسانسور به شخص وارد می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$\sum F = ۰ \Rightarrow N - (m+m')g = ۰ \Rightarrow N = (۷۰+۵)\times ۱۰ = ۷۵۰N$$



اکنون از تعریف کار می‌توان نوشت:

$$W = Fd\cos\alpha = Nd\cos ۰ = ۷۵۰ \times ۶ \times ۱ = ۴۵۰۰\,J$$

۱۰۰ . گزینه ۴ بنابر قضیه کار و انرژی: کار برایند نیروهای وارد بر جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.

$$W_T = \Delta K = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) \xrightarrow[v_۱=۲۰\frac{m}{s}]{v_۲=۱۰\frac{m}{s}} W_T = \frac{۱}{۲}\times ۲(۱۰^۲ - ۲۰^۲) \Rightarrow W_T = -۳۰۰J$$

۱۰۱ . گزینه ۳ در اینجا کار برایند نیروها را از ما خواسته که با محاسبهٔ انرژی جنبشی در ابتدا و انتهای مسیر قابل محاسبه است.

برای حل به صورت زیر عمل می‌کنیم:

۱) ابتدا با داشتن سرعت جسم (v) و انرژی جنبشی آن (K) به محاسبهٔ جرم آن می‌پردازیم که در محاسبهٔ کار برایند نیروها لازم است:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \xrightarrow[v_۱=۱۰m/s]{K_۱=۱۰۰J} ۱۰۰ = \frac{۱}{۲}\times m \times ۱۰۰ \Rightarrow m = ۲kg$$

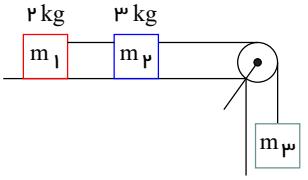
۲) دقت کنید که انرژی جنبشی جسم به جهت حرکت بستگی ندارد و فقط اندازهٔ سرعت (تندی) مهم است. لذا انرژی جنبشی در موقعیت بعدی برابر است با:

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \xrightarrow[v_۲=۲۰m/s]{m=۲kg} K_۲ = \frac{۱}{۲}\times ۲ \times (۲۰)^۲ = ۴۰۰J$$

۳) طبق قضیهٔ کار - انرژی جنبشی، کار برایند نیروهای وارد بر جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است، بنابراین داریم:

$$W_t = K_۲ - K_۱ = ۴۰۰ - ۱۰۰ = ۳۰۰J$$

۱۰۲ . گزینه ۲ در ابتدا با توجه به معلوم بودن جرم‌ها و انرژی جنبشی کل وزنه‌های $m_۱$ و $m_۲$، تندی آنها را می‌یابیم.



در هر لحظه $v_۱ = v_۲ = v_۳ = v$

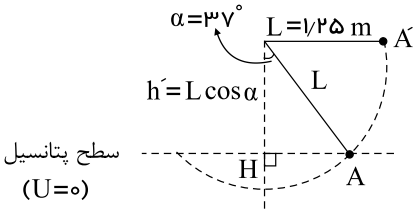
$$K_۱ + K_۲ = ۲۲/۵ \Rightarrow \frac{۱}{۲}m_۱v^۲ + \frac{۱}{۲}m_۲v^۲ = ۲۲/۵$$

$$\Rightarrow \frac{v^۲}{۲}(m_۱ + m_۲) = ۲۲/۵ \Rightarrow \frac{v^۲}{۲}(۲+۳) = ۲۲/۵ \Rightarrow v = ۳\frac{m}{s}$$

در اینجا کار نیروی وزن وزنهٔ $m_۳$ با تغییر انرژی جنبشی کل دستگاه (یعنی وزنه‌های $m_۱$ و $m_۲$ و $m_۳$) برابر است. بنابراین داریم:

$$m_۳gh = \frac{۱}{۲}(m_۱+m_۲+m_۳)v^۲ \Rightarrow m_۳ \times ۱۰ \times \frac{۹}{۱۰} = \frac{۱}{۲}(۲+۳+m_۳)(۳^۲) \Rightarrow m_۳ = ۵kg$$

۱۰۳ . گزینه ۲ با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی $E_A = E_{A'}$ و از طرفی دیگر اگر کمترین سرعت گلوله درنقطهٔ A را بخواهیم به گونه‌ای که گلوله به نقطهٔ A' برسد باید تندی در نقطهٔ A' برابر صفر شود. اگر نقطهٔ A را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض کنیم، داریم:

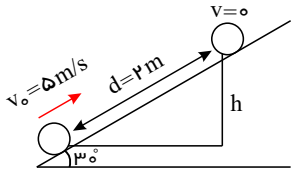


$$E_A = E_{A'} \Rightarrow K_A + U_A = K_{A'} + U_{A'} \xrightarrow[K_{A'}=۰]{U_A=۰}$$

$$(\frac{۱}{۲}\cancel{m}v_A^۲ + ۰ = ۰ + \cancel{m}gh')$$

$$v_A^۲ = ۲gh' \xrightarrow{h'=L\cos ۳۷^\circ} v_A = \sqrt{۲gh'} = \sqrt{۲gL\cos ۳۷^\circ} = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۱/۲۵ \times ۰/۸} = ۲\sqrt{۵}\frac{m}{s}$$

۱۰۴ . گزینه ۳ با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی می‌توان نوشت:



$$W_R = K_۲ - K_۱$$

$$W_{f_k} + W_{mg} = \cancel{K_۲}^{۰} - K_۱$$

دو نیروی وزن و اصطکاک تا بالا رفتن جسم کار انجام می‌دهند و جسم تا نقطه‌ای که سرعتش صفر شود بالا می‌رود.

کار نیروی وزن در بالا رفتن مخالف حرکت است و چون پایستار است، برابر است با:

$$W_{mg} = -mgh$$

$$h = d\sin ۳۰ = ۲ \times \frac{۱}{۲} = ۱m$$

$$W_{f_k} - mgh = -\frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow W_{f_k} - ۲ \times ۱۰ \times ۱ = -\frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۵^۲ \Rightarrow W_{f_k} = -۵J$$

در برگشت نیز کار نیروی اصطکاک منفی است و برابر کار هنگام بالا رفتن است.

در رفت و برگشت $W_{f_k} = ۲ \times -۵ = -۱۰J$

۱۰۵. گزینه ۴ چون جسم به طرف پایین جابه‌جا شده کار نیروی وزن مثبت است و از رابطهٔ $W_{mg} = +mgh$ به دست می‌آید:

$$W_{mg} = +mgh \xrightarrow{m=۲kg\ ,\ h=۵m} W_{mg} = ۲ \times ۱۰ \times ۵ = ۱۰۰J$$

۱۰۶. گزینه ۳

می‌دانیم کار برایند نیروهای وارد بر هر جسم در یک جابه‌جایی برابر است با مجموع کار تک‌تک نیروهای وارد بر همان جسم در همان جابه‌جایی.

گزینهٔ «۱»: وقتی کار برایند نیروها صفر است، ممکن است که $F_{net} = ۰$ یا $d = ۰$ یا $\cos\theta = ۰$ باشد، پس لزوماً $F_{net} = ۰$ درست نیست.

گزینهٔ «۲»: ممکن است که نیروهای مقاوم هم در مسیر کار انجام دهند که باعث کاهش انرژی مکانیکی می‌شود، پس گزینهٔ «۲» درست نیست.

۱۰۷. گزینه ۴ با توجه به این که اصطکاک وجود ندارد، انرژی مکانیکی پایسته می‌ماند:

$$E_A = E_B \Rightarrow mgh_A + ۰ = mgh_B + \frac{۱}{۲}mv_B^۲ \Rightarrow ۳۰۰ = ۱۲۰ + \frac{۱}{۲}v_B^۲ \Rightarrow v_B^۲ = ۳۶۰$$
$$E_C = E_A \Rightarrow mgh_C + \frac{۱}{۲}mv_C^۲ = mgh_A + ۰ \Rightarrow ۲۴۰ + \frac{۱}{۲}v_C^۲ = ۳۰۰ \Rightarrow v_C^۲ = ۱۲۰$$
$$\Rightarrow \frac{v_B}{v_C} = \sqrt{\frac{۳۶۰}{۱۲۰}} = \sqrt{۳}$$

۱۰۸. گزینه ۲

چون اصطکاک نداریم ($W_f = ۰$) می‌توان از اصل پایستگی انرژی بین نقاط A و B استفاده کرد:

$$E_A = E_B \Rightarrow mgh_A + \frac{۱}{۲}mv_A^۲ = mgh_B + \frac{۱}{۲}mv_B^۲ \Rightarrow gh_A + \frac{۱}{۲}v_A^۲ = gh_B + \frac{۱}{۲}v_B^۲$$

$$۱۰ \times ۴ + \frac{۱}{۲}(۲)^۲ = ۱۰ \times ۱ + \frac{۱}{۲}v_B^۲ \xrightarrow{\text{با ضرب طرفین در } ۲} ۸۰ + ۴ = ۲۰ + v_B^۲ \Rightarrow v_B^۲ = ۶۴ \Rightarrow v_B = \sqrt{۶۴} = ۸m/s$$

۱۰۹. گزینه ۴

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + \cancel{U_{g_۱}^{\circ}} + \cancel{U_{e_۱}^{\circ}} = E_۲ \Rightarrow E_۲ = K_۱ = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲(۱۰)^۲ = ۱۰۰ \text{ ژول}$$

۱۱۰. گزینه ۳ چون اصطکاک نداریم ($W_f = ۰$) می‌توان از اصل پایستگی انرژی بین نقطهٔ پرتاب و نقطهٔ موردنظر استفاده کرد:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow U_۱ + K_۱ = U_۲ + K_۲ \Rightarrow ۰ + \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = U_۲ + \frac{۱}{۲}U_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = \frac{۳}{۲}U_۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} \times m(۳۰)^۲ = \frac{۳}{۲} \times mgh \Rightarrow h = ۳۰m$$

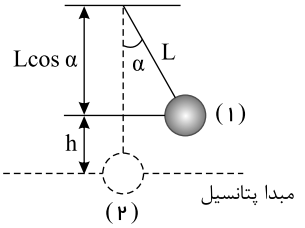
۱۱۱. گزینه ۳ اگر مبدأ پتانسیل را سطح زمین در نظر بگیریم، با توجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی می‌توان نوشت:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲ \Rightarrow ۰ + mgh = K_۲ + ۰ \Rightarrow K_۲ = mgh \Rightarrow \frac{K_{۲B}}{K_{۲A}} = \frac{m_B h_B}{m_A h_A}$$

$$= \frac{۲m \times ۲۰}{m \times ۱۰} = ۴ \Rightarrow K_{۲B} = ۴K_{۲A}$$

۱۱۲. گزینه ۳ با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow mgh = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۱۰ \times h = \frac{۱}{۲} \times (۴)^۲ \Rightarrow h = ۰/۸m$$

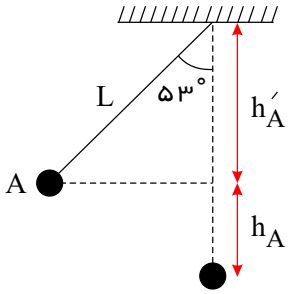


از طرفی داریم:

$$L = L\cos\alpha + h \Rightarrow ۱/۶ = ۱/۶\cos\alpha + ۰/۸ \Rightarrow ۰/۸ = ۱/۶\cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \alpha = ۶۰^\circ$$

نکته: هنگامی که گلوله به بالاترین نقطهٔ مسیر خود می‌رسد، سرعت آن و درنتیجه انرژی جنبشی صفر است و هنگامی که یک گلوله به پایین‌ترین نقطهٔ مسیر خود می‌رسد، می‌توان آن ارتفاع را مبدأ پتانسیل در نظر گرفت و درنتیجه انرژی پتانسیل گرانشی در آن نقطه صفر است.

۱۱۳. گزینه ۳ ابتدا ارتفاع گلولهٔ A نسبت به پایین‌ترین نقطهٔ مسیرش را به دست می‌آوریم:



$$\cos ۵۳^\circ = \frac{h'_A}{L} \Rightarrow ۰/۶ = \frac{h'_A}{۱} \Rightarrow h'_A = ۰/۶m$$
$$h_A = L - h'_A \Rightarrow h_A = ۱ - ۰/۶ \Rightarrow h_A = ۰/۴m$$

با توجه به اصل پایستگی انرژی بین نقطهٔ A و پایین‌ترین نقطهٔ مسیر (نقطهٔ صفر پتانسیل) می‌توان گفت:

$$E_A = E_\circ \Rightarrow \cancel{K_A}^\circ + U_A = K_\circ + \cancel{U_\circ}^\circ \Rightarrow mgh_A = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۱۰ \times ۰/۴ = \frac{۱}{۲} \times v^۲$$

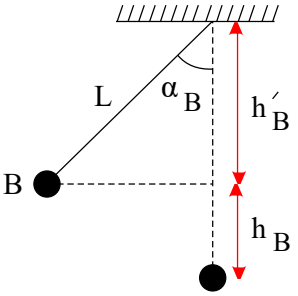
$v^۲ = ۸ \Rightarrow v = ۲\sqrt{۲}\frac{m}{s}$ سرعت در پایین‌ترین نقطه:

اکنون می‌توان اصل پایستگی انرژی را بین نقطهٔ موردنظر سوال (B) و نقطهٔ A نوشت:

$$E_A = E_B \Rightarrow U_A + \cancel{K_A}^\circ = U_B + K_B \Rightarrow mgh_A = mgh_B + \frac{۱}{۲}mv_B{}^۲$$

$$\xrightarrow{v_B = \frac{\sqrt{۲}}{۲}v} ۱۰ \times ۰/۴ = (۱۰ \times h_B) + \frac{۱}{۲} \times (\frac{\sqrt{۲}}{۲} \times ۲\sqrt{۲})^۲ \Rightarrow ۴ = ۱۰h_B + ۲ \Rightarrow h_B = ۰/۲m$$

بنابراین درمورد زاویهٔ نخ با راستای قائم می‌توان گفت:



$$h'_B = L - h_B \Rightarrow h'_B = ۰/۸m$$
$$\cos \alpha_B = \frac{h'_B}{L} \Rightarrow \cos \alpha_B = \frac{۰/۸}{۱} \Rightarrow \alpha_B = ۳۷^\circ$$

۱۱۴. گزینه ۴

با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی داریم: (زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.)

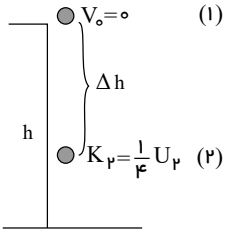
$$E_۱ = E_۲$$
$$\frac{۱}{۲}mv_۱{}^۲ + mgh_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲{}^۲ + mgh_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}v_۱{}^۲ + gh_۱ = \frac{۱}{۲}v_۲{}^۲ + gh_۲$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}(۴)^۲ + ۱۰(۲۰) = \frac{۱}{۲}v_۲{}^۲ + ۱۰(۱۶) \Rightarrow ۸ + ۲۰۰ = ۱۶۰ + \frac{۱}{۲}v_۲{}^۲ \Rightarrow ۴۸ = \frac{۱}{۲}v_۲{}^۲ \Rightarrow v_۲{}^۲ = ۹۶$$
$$\frac{K_۲}{K_۱} = \frac{\frac{۱}{۲}mv_۲{}^۲}{\frac{۱}{۲}mv_۱{}^۲} \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = \frac{v_۲{}^۲}{v_۱{}^۲} \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = \frac{۹۶}{۱۶} \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = ۶$$

۱۱۵. گزینه ۲

بنابر قانون پایستگی انرژی داریم:

$$E_{\text{اوج}} = E_{\text{پرتاب}} = \frac{۱}{۲}mv_\circ{}^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۵ \times ۱۰^۲ = ۲۵\,J$$

۱۱۶. گزینه ۱ برای دو نقطهٔ (۱) و (۲) قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم.



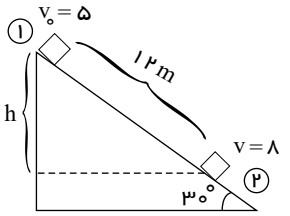
$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow U_۱ = U_۲ + K_۲$$
$$\Rightarrow U_۱ = U_۲ + \frac{۱}{۴}U_۲ \Rightarrow U_۱ = \frac{۵}{۴}U_۲$$

ارتفاع نقطهٔ (۲) از سطح زمین $(h - \Delta h)$ است.

$$\cancel{m}\cancel{g}h = \frac{۵}{۴}\cancel{m}\cancel{g}(h - \Delta h)$$
$$۴h = ۵h - ۵\Delta h \Rightarrow ۵\Delta h = h \Rightarrow \frac{\Delta h}{h} = \frac{۱}{۵}$$

۱۱۷. گزینه ۴

قبل از هر چیز، می‌دانیم که در مثلث قائم‌الزاویه، ضلع مقابل به زاویهٔ ۳۰°، نصف وتر است. حال اگر نقطهٔ (۲) را مبدأ پتانسیل گرانشی فرض کنیم، داریم:



$$h = \frac{L}{۲} = \frac{۱۲}{۲} = ۶m$$

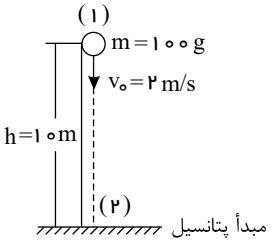
$$E_۲ - E_۱ = W_{f_k} \Rightarrow (K_۲ + \cancel{U_{g_۲}}^{\circ}) - (K_۱ + U_{g_۱})$$

$$\frac{۱}{۲}mv^۲ - \left[mgh + \frac{۱}{۲}mv_۰^۲\right] = W_{f_k}$$

$$\frac{۱}{۲} \times ۲(۸)^۲ - \left[۲ \times ۱۰ \times ۶ + \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۲۵\right] = W_{f_k} \Rightarrow W_{f_k} = -۸۱$$

۱۱۸ . گزینه ۲ اگر اتلاف انرژی مطرح باشد، در مورد تغییرات انرژی می‌توان گفت:

(فرض کنید که زمین مبدأ پتانسیل گرانشی است.)



$$E_۲ - E_۱ = W_f \Rightarrow (K_۲ + \cancel{U_{g_۲}}^{\circ}) - (K_۱ + U_{g_۱}) = W_f$$

$$\Rightarrow K_۲ - (\tfrac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh) = -۲ \Rightarrow K_۲ - (\tfrac{۱}{۲} \times ۰/۱ \times ۲^۲ + ۰/۱ \times ۱۰ \times ۱۰) = -۲$$

$$K_۲ - (۰/۲ + ۱۰) = -۲ \Rightarrow K_۲ = ۸/۲J$$

۱۱۹ . گزینه ۱

با توجه به روابط مثلثاتی در مثلث می‌توان طول مسیر حرکت روی سطح شیبدار را به دست آورد:

$$\sin ۳۷^\circ = \frac{۶}{d} \Rightarrow d = ۱۰m$$

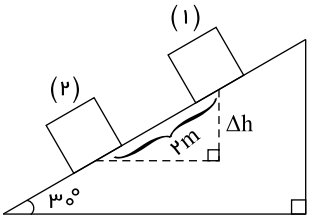
با توجه به عدم پایستگی انرژی داریم:

$$E_۱ - E_۲ = |W_f| \Rightarrow (U_{g_۱} + \cancel{K_۱}^{\circ}) - (\cancel{U_{g_۲}}^{\circ} + K_۲) = |W_f|$$

$$\Rightarrow mgh_۱ - \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = |f \cdot d\cos\alpha| \Rightarrow ۲ \times ۱۰ \times ۶ - \frac{۱}{۲} \times ۲ \times v_۲^۲ = |۴ \times ۱۰ \times \cos ۱۸۰|$$

$$۱۲۰ - v_۲^۲ = ۴۰ \Rightarrow v_۲^۲ = ۸۰ \Rightarrow v_۲ = ۴\sqrt{۵}\frac{m}{s}$$

۱۲۰ . گزینه ۴



$$\Delta h = ۲ \times \sin ۳۰ = ۲ \times \frac{۱}{۲} = ۱m$$

$$W_f = E_۲ - E_۱ = (U_۲ + K_۲) - (U_۱ + K_۱) \rightarrow W_f = U_۲ - U_۱ = -mg\Delta h = -۲ \times ۱۰ \times ۱ = -۲۰J$$

۱۲۱ . گزینه ۱ انرژی مکانیکی دو جسم A ، B را می‌یابیم.

$$E_A = K_A + U_A = \frac{۱}{۲}mv_A^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times ۶^۲ = ۱۸J$$

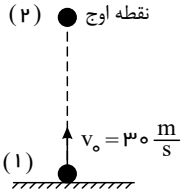
$$E_B = K_B + U_B = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ + mgh = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times ۲^۲ + ۱ \times ۱۰ \times (۲\sin ۳۷^\circ)$$

$$= ۲ + ۱۰ \times ۱/۲ = ۱۴J \Rightarrow \Delta E = E_B - K_A = ۱۴ - ۱۸ = -۴J$$

بنابراین انرژی مکانیکی در این جابه‌جایی $۴J$ کاهش یافته است.

(دقت: کاهش انرژی مکانیکی، برابر کار نیروی اصطکاک در طی حرکت است.)

۱۲۲ . گزینه ۱ در صورتی که مقاومت هوا وجود نداشته باشد، انرژی مکانیکی دستگاه پایسته می‌ماند و می‌توان نوشت:



$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow \cancel{U_۱}^{\circ} + K_۱ = U_۲ + \cancel{K_۲}^{\circ} \Rightarrow K_۱ = U_۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = mgh \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۳۰^۲ = ۱۰ \times h \Rightarrow h = ۴۵m$$

وجود نیروی اصطکاک (نیروی مقاومت هوا) سبب تلف شدن انرژی مکانیکی دستگاه می‌شود و در این صورت داریم:

$$E_۲ - E_۱ = W_f \Rightarrow (U_۲ + \cancel{K_۲}^{\circ}) - (\cancel{U_۱}^{\circ} + K_۱) = W_f \Rightarrow mgh' - \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = -۱۰$$

$\Rightarrow ۰/۲ \times ۱۰ \times h' - \frac{۱}{۲} \times ۰/۲ \times ۳۰^۲ = -۱۰ \Rightarrow ۲h' = ۸۰ \Rightarrow h' = ۴۰m$

$\Delta h = h - h' = ۴۵ - ۴۰ = ۵m$

۱۲۳ . گزینه ۲ ابتدا تندی را برحسب متر بر ثانیه نوشته، سپس با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی کار کل را محاسبه و پس از آن توان متوسط را به دست می‌آوریم:

$V = V_۲ \frac{km}{h} = ۲۰ \frac{m}{s}$

$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲} m(v^۲ - v_۰^۲) = \frac{۱}{۲} \times ۹۰۰(۲۰^۲ - ۰) = ۱۸۰۰۰۰W$

$P_{av} = \frac{W_t}{\Delta t} = \frac{۱۸۰۰۰۰}{۱۰} \rightarrow P_{av} = ۱۸۰۰۰W = ۱۸kW$

۱۲۴ . گزینه ۲

۱۲۵ . گزینه ۲

$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta\theta \Rightarrow \begin{cases} ۰/۰۰۴ = ۲۰۰\alpha\Delta\theta \\ \Delta L' = ۵۰\alpha\Delta\theta \end{cases} \Rightarrow \frac{۰/۰۰۴}{\Delta L'} = \frac{۲۰۰\alpha\Delta\theta}{۵۰\alpha\Delta\theta} \Rightarrow \frac{۰/۰۰۴}{\Delta L'} = ۴ \Rightarrow \Delta L' = +۰/۰۰۱$ میلی‌لیتر

راه دوم: ضلع ۲۰ سانتی‌متری مکعب بر اثر افزایش دما ۰/۰۰۴ میلی‌متر افزایش می‌یابد. بنابراین شعاع ۵ سانتی‌متری حفره (از همان مکعب) نیز به اندازهٔ ۰/۰۰۱ میلی‌متر افزایش می‌یابد.

۱۲۶ . گزینه ۴

$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta\theta = (۱۰ \times ۱۰۰۰) \times (۱۲ \times ۱۰^{-۶})(۴۰ - (-۱۰)) = ۱۲ \times ۱۰^{-۲} \times ۵۰ = ۶mm$

۱۲۷ . گزینه ۱

$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta L = L_۱ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۵۰$

$\Delta L = ۰/۰۰۱ L_۱ \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_۱} = ۰/۰۰۱ \xrightarrow{\times ۱۰۰}$ درصد تغییرات طول $= ۰/۱\%$

۱۲۸ . گزینه ۲

$\Delta L = L_۱ \times \alpha \times \Delta\theta \Rightarrow ۸۰۱ - ۸۰۰ = ۸۰۰\alpha \times ۵۰$

$۱ = ۴۰۰۰۰\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۴۰۰۰۰} = ۰/۲۵ \times ۱۰^{-۴} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۵} K^{-۱}$

۱۲۹ . گزینه ۳

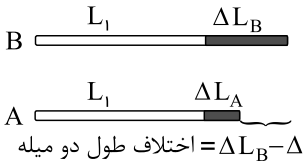
$\Delta L_۱ = \alpha_۱ L_۱ \Delta T \ , \ \Delta L_۲ = \alpha_۲ L_۲ \Delta T \ , \ \Delta L_۳ = \alpha_۳ L_۳ \Delta T$

$\Delta L_۳ = \Delta L_۱ + \Delta L_۲ \Rightarrow \alpha_۳ L_۳ = \alpha_۱ L_۱ + \alpha_۲ L_۲ \Rightarrow \alpha_۳ = \frac{L_۱\alpha_۱ + L_۲\alpha_۲}{L_۳}$

۱۳۰ . گزینه ۱ با توجه به رابطهٔ $\Delta L = L_۰ \alpha \Delta\theta$ داریم:

$\Delta L = ۱۲ \times ۱/۲ \times ۱۰^{-۵} \times (۵۰ - ۰) = ۷/۲ \times ۱۰^{-۳} = ۷/۲mm$

۱۳۱ . گزینه ۲



با توجه به این‌که ضریب انبساط طولی میلهٔ B بزرگتر از میلهٔ A است، بنابراین دراثر افزایش دمای معین، طول میلهٔ B بیشتر از A افزایش یافته و اختلاف طول دو میله با افزایش دمای $\Delta\theta$ عبارت است از:

$L_{۱A} = L_{۱B} = L_۱ = ۲m \ , \ \alpha_A = ۱۲ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C} \ , \ \alpha_B = ۲۰ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C} \ , \ \Delta\theta = ?$

$\Delta L_B - \Delta L_A = L_۱ \alpha_B \Delta\theta - L_۱ \alpha_A \Delta\theta = L_۱(\alpha_B - \alpha_A)\Delta\theta$

$\Rightarrow$ اختلاف طول دو میله : $۰/۸ \times ۱۰^{-۳} = ۲ \times (۲۰ - ۱۲) \times ۱۰^{-۶} \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۵۰^\circ C$ (میزان افزایش دما)

۱۳۲ . گزینه ۴ با کمک گرفتن از رابطهٔ $L_۲ = L_۱(۱ + \alpha\Delta\theta)$ و محاسبهٔ طول دو میله دراثر افزایش دمای $۳۰^\circ C$ می‌توان نوشت:

$\begin{cases} L_{۲A} = L_{۱A}(۱ + \alpha_A \Delta\theta) = ۵۰(۱ + \alpha_A \times ۳۰) \\ L_{۲B} = L_{۱B}(۱ + \alpha_B \Delta\theta) = ۷۰(۱ + \alpha_B \times ۳۰) \end{cases} \xrightarrow{L_{۲B} - L_{۲A} = ۲۰cm} ۷۰(۱ + ۳۰\alpha_B) - ۵۰(۱ + ۳۰\alpha_A) = ۲۰cm$

$\Rightarrow ۷۰ + ۲۱۰۰\alpha_B - ۵۰ - ۱۵۰۰\alpha_A = ۲۰ \Rightarrow ۲۱۰۰\alpha_B = ۱۵۰۰\alpha_A \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{۲۱۰۰}{۱۵۰۰} = \frac{۷}{۵}$

نگاه مفهومی‌تر: درواقع می‌توان گفت تغییر طول دو میله با افزایش دمای $۳۰^\circ C$ برابر بوده و به همین دلیل با این افزایش دما، اختلاف طول دو میله ثابت مانده است:

$\Delta L_A = \Delta L_B \Rightarrow L_{۱A}\alpha_A \Delta\theta = L_{۱B}\alpha_B \Delta\theta \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{L_{۱B}}{L_{۱A}} = \frac{۷}{۵}$

۱۳۳ . گزینه ۳

$\begin{cases} \theta_۱ = ۰^\circ C & L_{۱Fe} - L_{۱Cu} = ۱mm \\ \theta_۲ = ۱۰۰^\circ C & L_{۲Cu} - L_{۲Fe} = ۰/۵mm \end{cases} \Rightarrow \Delta L_{Cu} = \Delta L_{Fe} + ۱/۵mm$

چون در ابتدا طول میلهٔ مسی $1mm$ کمتر بوده و در انتها طول آن $0/5mm$ بیشتر شده است، متوجه می‌شویم که تغییر طول میلهٔ مسی $1/5mm$ بیشتر از میلهٔ آهنی بوده است.

$$\xrightarrow{\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta} L_{1Cu}\alpha_{Cu}(100-0)=L_{1Fe}\alpha_{Fe}(100-0)+1/5mm$$

$$\xrightarrow{L_{1Cu}=L_{1Fe}^{-1}} (L_{1Fe}-1)(1/8\times10^{-5})\times10^{2}=L_{1Fe}(1/2\times10^{-5})\times10^{2}+1/5$$

$$\Rightarrow L_{1Fe}=2503mm=2/503m$$

۱۳۴ . گزینه ۳ فاصلهٔ AB را مانند میله‌ای به طول $500mm$ در نظر می‌گیریم و چون $\alpha_{\text{سطحی}}=2\alpha_{\text{طولی}}$ است، داریم:

$$\Delta L_{AB}=L_1\alpha_{\text{طولی}}\Delta\theta=500\times\left(\frac{3/6\times10^{-5}}{2}\right)\times200=1/8\ mm$$

$$L'_{AB}=500+\Delta L_{AB}=501/8\ mm$$

۱۳۵ . گزینه ۳

$$\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta=L_1\times2\times10^{-5}\times50=10^{-3}L_1$$

$$\text{میزان افزایش قطر برحسب درصد}=\frac{\Delta L}{L_1}\times100=10^{-3}\times100=0/1\%$$

۱۳۶ . گزینه ۱ برای حل این سوال گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: صفحه با مساحت S_2 دو برابر صفحه با مساحت S_1 جرم دارد. در مرحلهٔ اول می‌خواهیم بررسی کنیم که با توجه به گرماهای داده‌شده کدام صفحه افزایش دمای بیشتری دارد. بنابراین داریم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow\frac{Q_2}{Q_1}=\frac{m_2}{m_1}\times\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}\Rightarrow\frac{2Q_1}{Q_1}=\frac{2m_1}{m_1}\times\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}=1$$

گام دوم: در مقایسهٔ افزایش شعاع دو صفحه، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$S_2=2S_1\Rightarrow\pi(R_2)^2=2\times\pi(R_1)^2\Rightarrow R_2=\sqrt{2}R_1\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\sqrt{2}$$

$$\Delta R=R\alpha\Delta\theta\Rightarrow\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}=\frac{R_2}{R_1}\times\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}\Rightarrow\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}=\sqrt{2}$$

تذکر: در گام اول با توجه به آنکه $S_2=2S_1$ بوده و دو صفحه از یک ورقهٔ مسی بریده شده‌اند، می‌توان گفت که $m_2=2m_1$ می‌باشد.

۱۳۷ . گزینه ۱ با استفاده از رابطهٔ انبساط طولی می‌توان نوشت:

$$\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta\Rightarrow\text{درصد تغییرات طول}=\frac{\Delta L}{L_1}\times100=\alpha\Delta\theta\times100$$

$$\text{درصد تغییرات طول}=(\alpha\Delta\theta)\times100\Rightarrow0/06=\alpha\times50\times100\Rightarrow\alpha=1/2\times10^{-5}K^{-1}$$

۱۳۸ . گزینه ۴

$$\Delta A=A_1 2\alpha\Delta\theta\Rightarrow0/01A_1=A_1 2\alpha\times250\Rightarrow\frac{1}{100}=500\alpha$$

$$\alpha=\frac{1}{50000}=0/2\times10^{-4}=2\times10^{-5}\frac{1}{K}\ \text{ضریب انبساط طولی}$$

$$\text{ضریب انبساط حجمی}: 3\alpha=3\times2\times10^{-5}=6\times10^{-5}\frac{1}{K}$$

۱۳۹ . گزینه ۱

$$\Delta A=A_1\beta\Delta\theta\Rightarrow\beta=\frac{\Delta A}{A_1\Delta\theta}=\frac{\text{متر مربع}}{\text{کلوین}\times\text{متر مربع}}=\frac{1}{\text{کلوین}}$$

۱۴۰ . گزینه ۴ برای حل این سؤال به‌صورت زیرعمل می‌کنیم:

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

$$\Rightarrow\frac{17}{10000}L_1=L_1\alpha\times100\Rightarrow\alpha=17\times10^{-6}\frac{1}{K}$$

$$\Delta A=A_1 2\alpha\,\Delta\theta=A_1\times(2\times17\times10^{-6})\times100\Rightarrow\Delta A=0/0034A_1$$

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

توضیح بیشتر: می‌دانیم ضریب انبساط سطحی برای اجسام دو برابر ضریب انبساط خطی است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت، در صورتی که در اثر مقدار معینی افزایش دما طول یک جسم x درصد افزایش یابد، درصد افزایش سطح جسمی از همان ماده تحت همان افزایش دما برابر $2x$ است. در این سوال طول میلهٔ مسی با افزایش دمای $100^\circ C$، $0/17$ درصد ($0/0017$ مقدار اولیه) افزایش یافته است.

بنابراین افزایش سطح یک ورقهٔ مسی تحت همان افزایش دما برابر $0/34$ درصد ($0/0034$ برابر مقدار اولیه) است و می‌توان نوشت:

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

۱۴۱ . گزینه ۱

$$\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \frac{1}{100}A_1 = A_1(2\alpha)(250) \Rightarrow \alpha = \frac{1}{5\times10^4} \Rightarrow \alpha = 2\times10^{-5}(\frac{1}{K})$$

۱۴۲ . گزینه ۲

$$\Delta A = 2\alpha A_1\Delta\theta \Rightarrow \Delta A = 2\times2\times10^{-5}\times0/25\times100 = 10^{-3}m^2 = 10^{-3}\times10^4cm^2 = 10cm^2$$

۱۴۳ . گزینه ۴

$$\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta \Rightarrow \alpha\Delta\theta = \frac{\Delta L}{L_1} = \frac{0/01L_1}{L_1} = 0/01$$

$$\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = (3\alpha)\Delta\theta = 3(\alpha\Delta\theta) = 3\times0/01 = 0/03$$

راه تستی: چون ضریب انبساط حجمی جامدات، تقریباً سه برابر ضریب انبساط طولی آنهاست، پس حجم آن تقریباً (سه برابر دفعهٔ قبل) ۳ درصد افزایش می‌یابد.

۱۴۴ . گزینه ۲

$$\beta = 3\alpha \rightarrow \alpha = \frac{1}{3}\beta$$

۱۴۵ . گزینه ۲

بنابر روابط انبساط جامدات داریم:

$$\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = 3\alpha\Delta\theta$$

طبق تعریف درصد تغییرات یک کمیت می‌توان گفت:

درصد تغییرات حجم : $\frac{\Delta V}{V_1}\times100 = 3\alpha\Delta\theta\times100 = 3\times10^{-5}\times100\times100 = 0/3\ \%$

۱۴۶ . گزینه ۲ بنابر روابط انبساط جامدات داریم:

$$\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = 3\alpha\Delta\theta$$

طبق تعریف درصد تغییرات یک کمیت می‌توان گفت:

درصد تغییرات حجم : $\frac{\Delta V}{V_1}\times100 = 3\alpha\Delta\theta\times100 = 3\times12\times10^{-6}\times100\times100 = 36\times10^{-2} = 0/36\%$

۱۴۷ . گزینه ۴ ابتدا V_1 حجم اولیه را حساب می‌کنیم، سپس تغییر حجم آن‌را به‌دست می‌آوریم:

$$V_1 = \pi r^2h = 3\times(10\times10^{-2})^2\times4\times10^{-3} = 12\times10^{-5}m^3$$

$$\Delta V = V_1\times3\alpha\times\Delta T = 12\times10^{-5}\times3\times5\times10^{-5}\times100$$

$$= 180\times10^{-8}m^3 = 180\times10^{-2}cm^3 = 1/8cm^3$$

۱۴۸ . گزینه ۳ در اینجا چون ظرف در ابتدا، از مایع پر شده، حجم مایع بیرون ریخته که آن را با $\Delta V_{\text{ظاهری}}$ نشان داده‌ایم، به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = [V_1(\beta)\Delta\theta]_{\text{مایع}} - [V_1(3\alpha)\Delta\theta]_{\text{ظرف}} \Rightarrow 12 = V_1(\beta-3\alpha)\cdot\Delta\theta$$

$$\Rightarrow 12 = 1000\times(\beta-3\alpha)\times(80-0) \Rightarrow \beta-3\alpha = \frac{12}{1000\times80} = \frac{3}{2}\times10^{-4}K^{-1} = 1/5\times10^{-4}K^{-1}$$

$$\Rightarrow 1/8\times10^{-4} - 3\alpha = 1/5\times10^{-4} \Rightarrow 3\alpha = 0/3\times10^{-4} \Rightarrow \alpha = 10^{-5}K^{-1}$$

۱۴۹ . گزینه ۲ برای حل، ابتدا تغییر حجم میله را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta \Rightarrow \alpha\Delta\theta = \frac{\Delta L}{L_1} = \underbrace{0/001}_{0/1\ \text{درصد}}$$

$$\Delta V = V_1\times(3\alpha)\Delta\theta = 3V_1\times\underbrace{a\Delta\theta}_{0/001} = 0/003V_1 \Rightarrow V_2 = V_1+\Delta V = 1/003V_1 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 1/003$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1}{1/003} \simeq 0/997 \Rightarrow$$ چگالی تقریباً ۰/۳ درصد کاهش می‌یابد.

روش دوم:

$$\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta \rightarrow \alpha(\Delta\theta) = \frac{\Delta L}{L_1} = 0/001$$

$$\Delta\rho = -\rho_1(3\alpha)\Delta\theta$$

$$\rightarrow \frac{\Delta\rho}{\rho_1}\times100 = -3\alpha(\Delta\theta) = -0/003$$

$$\rightarrow \%\frac{\Delta\rho}{\rho_1} = -0/3\%$$

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

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

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

۱۵۱ . گزینه ۱

$Q = mc(\theta_۲ - \theta_۱) \Rightarrow -۴۰۰۰۰ = ۲ \times ۴۰۰(\theta_۲ - ۵۰) \Rightarrow -۵۰ = \theta_۲ - ۵۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۰^\circ C$

۱۵۲ . گزینه ۳

$Q = mc\Delta\theta = ۰/۱ \times ۴۰۰ \times (۴۰ - (-۲۰)) = ۲۴۰۰J$

گرمایی که جسم در هر ثانیه گرفته $= \frac{Q}{\Delta t} = \frac{۲۴۰۰}{۱۲۰} = ۲۰\frac{J}{s}$

۱۵۳ . گزینه ۲

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

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

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

۱۵۴ . گزینه ۳

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

هر دو کره هم‌جنس‌اند، بنابراین cها برابر است.

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

$\Delta V = V_۱ \times ۳\alpha \times \Delta\theta$

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

۱۵۵ . گزینه ۱ چون تغییر دما و شعاع‌های دو کره و جنس کره‌ها یکسان می‌باشد، بنابراین تغییر شعاع یکسان است.

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

۱۵۶ . گزینه ۳ در این نیروگاه ۲۱۰۰ گیگاژول گرما صرف بالا بردن دمای آب رودخانه می‌شود.

ابتدا جرم آب را محاسبه می‌کنیم:

$m_{\text{آب}} = \rho_{\text{آب}} \times V_{\text{آب}} = ۱۰^۳ \times ۱۰^۵ = ۱۰^۸kg$

درمورد دمای خروجی آب داریم:

$Q = m_{\text{آب}} c(\theta_{\text{خروجی}} - \theta_{\text{ورودی}}) \Rightarrow ۲۱۰۰ \times ۱۰^۹ = ۱۰^۸ \times ۴۲۰۰ \times (\theta_{\text{خروجی}} - ۲۵) \Rightarrow \theta_{\text{خروجی}} = ۳۰^\circ C$

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

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

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

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

و با توجه به روابط (۱) و (۲) داریم:

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

۱۵۸ . گزینه ۱

$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \rightarrow ۳c_A \times ۵ = ۲c_B \times ۳ \rightarrow ۱۵c_A = ۶c_B \rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{۶}{۱۵} = ۰/۴$

۱۵۹ . گزینه ۲ برای پاسخ دادن به این سؤال مراحل زیر را طی می‌کنیم:

مرحلهٔ اول: با توجه به توان گرمکن $(P = ۳۰۰W)$ در مدت $۲۴s$ مقدارگرمای تولیدشده برابر است با: $Q_{\text{کل}} = Pt = ۳۰۰ \times ۲۴J$

مرحلهٔ دوم: گرمایی که به مایع می‌رسد، صرف بالا بردن دمای آن می‌شود و با توجه به این موضوع، مقدار گرمای رسیده به مایع برابر است با:

$Q_{\text{مفید}} = mc\Delta\theta = \frac{۶۰}{۱۰۰۰} \times ۱۵۰۰ \times (۵۰ - ۳۰) = ۱۸۰۰J$

مرحلهٔ سوم: درنهایت برای محاسبهٔ درصد گرمای دریافت‌شده توسط مایع از گرمای کل تولیدی (یعنی بازده گرمکن) داریم:

درصد گرمای دریافت‌شده $= \frac{Q_{\text{مفید}}}{Q_{\text{کل}}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۸۰۰}{۳۰۰ \times ۲۴} \times ۱۰۰ = \%۲۵$

۱۶۰ . گزینه ۳

$\left.\begin{matrix} Q_۱ = m_۱ c\Delta\theta \\ Q_۲ = m_۲ c\Delta\theta \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta Q = \Delta mc\Delta\theta \Rightarrow (۱۲۰۰ - ۳۰۰) = \Delta m \times ۴۰۰ \times ۳۰ \Rightarrow \Delta m = ۷۵ \times ۱۰^{-۳}\ kg = ۷۵\ g$

۱۶۱ . گزینه ۲ ابتدا نسبت حجم دو کره را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} V_{A_{\text{توپر}}} = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ = \frac{۴}{۳} \times \pi \times (۲۰)^۳ = \frac{۴}{۳}\pi \times ۸ \times ۱۰^۳ cm^۳ \\ V_{B_{\text{تو خالی}}} = \frac{۴}{۳}\pi(۲۰^۳ - ۱۰^۳) = \frac{۴}{۳}\pi \times ۷ \times ۱۰^۳ cm^۳ \end{cases} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{۸}{۷}$$

با توجه به همجنس بودن کره‌ها می‌توان نتیجه گرفت:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{\rho_B=\rho_A} \frac{m_A}{m_B} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{۸}{۷}$$

پس درمورد تغییرات دما داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \xrightarrow{Q_A=Q_B} ۱ = \frac{۸}{۷} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{۸}{۷}$$

۱۶۲ . گزینه ۴ انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های یک مایع فقط به دمای مایع بستگی دارد.

۱۶۳ . گزینه ۱

۱۶۴ . گزینه ۲ با توجه به رابطهٔ انبساط حجمی جامدات ($\Delta V = V_۱ ۳\alpha\Delta\theta$) برای به‌دست آوردن $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}$ ابتدا باید حجم اولیه هرکدام از کره‌ها (V_A, V_B) را به دست آوریم.

سپس با استفاده از رابطهٔ گرمای داده‌شده به جسم ($Q = mc\Delta\theta$) رابطهٔ بین $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} V_A = \frac{۴}{۳}\pi r A^۳ = \frac{۴}{۳} \times \pi \times ۲۰^۳ = \frac{۴}{۳}\pi \times ۸۰۰۰ \\ V_B = \frac{۴}{۳}\pi(r^۲_{B_{\text{خارجی}}} - r^۲_{B_{\text{داخلی}}}) = \frac{۴}{۳}\pi(۲۰^۳ - ۱۰^۳) = \frac{۴}{۳}\pi \times ۷۰۰۰ \end{cases} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{۸}{۷}$$

به هر دو کره گرمای یکسانی داده‌ایم، درنتیجه داریم:

$$Q_A = Q_B \rightarrow m_A \cancel{c_A} \Delta\theta_A = m_B \cancel{c_B} \Delta\theta_B \rightarrow m_A\Delta\theta_A = m_B\Delta\theta_B$$
$$\xrightarrow{m=\rho V} \cancel{\rho_A} V_A\Delta\theta_A = \cancel{\rho_B} V_B\Delta\theta_B \rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{V_B}{V_A} = \frac{۷}{۸}$$

و در آخر داریم:

$$\Delta V = V_۱ ۳\alpha\Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{۸}{۷} \times \frac{۷}{۸} = ۱$$

۱۶۵ . گزینه ۱ ابتدا با استفاده از رابطهٔ چگالی نسبت جرم دو جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B} = \frac{۰/۸\rho_B}{\rho_B} \times \frac{۲V_B}{V_B} = ۱/۶ \Rightarrow m_A = ۱/۶ m_B$$

حال با توجه به فرض مسئله که گرمای داده‌شده به هر دو جسم یکسان است و مطابق رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$ داریم:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \Rightarrow ۱/۶ m_B \times \frac{۱}{۲} c_B \times \Delta\theta_A = m_B c_B \times \Delta\theta_B$$
$$\Rightarrow ۰/۸\Delta\theta_A = \Delta\theta_B \Rightarrow \Delta\theta_A = \frac{۱۰}{۸}\Delta\theta_B \Rightarrow \Delta\theta_A = \frac{۵}{۴}\Delta\theta_B$$

۱۶۶ . گزینه ۱

گرمای ویژهٔ یک جسم (c) جزو ویژگی‌های مادهٔ سازندهٔ جسم است و با تغییر جرم آن، عوض نمی‌شود. اما ظرفیت گرمایی یک جسم $(C = mc)$ به جرم و جنس مادهٔ سازندهٔ جسم بستگی دارد.

پس با نصف شدن جرم لولهٔ مسی، ظرفیت گرمایی نیز نصف می‌شود. بنابراین گزینهٔ ۱ صحیح است.

۱۶۷ . گزینه ۲

$$m_۱ c\Delta\theta = m_۲ c\Delta\theta' \xrightarrow[m=\rho V]{} \rho V_۱ \Delta\theta = \rho V_۲ \Delta\theta \Rightarrow V_۱ \times ۴۰ = ۴۰ \times ۳۰ \Rightarrow V_۱ = ۳۰ Lit$$

۱۶۸ . گزینه ۴ اگر دمای تعادل را θ فرض کنیم:

$$\frac{Q_{AL}}{Q_{Cu}} = \frac{m_{AL} \cdot c_{AL}(\theta - ۹۰)}{m_{Cu} \cdot c_{Cu}(\theta - ۹۵)} = \frac{۱ \times ۹۰۰ \times (\theta - ۹۰)}{۲ \times ۴۰۰ \times (\theta - ۹۵)}$$
$$= \frac{۹}{۸} \times \frac{\theta - ۹۰}{\theta - ۹۵} = \frac{۹}{۸} \times (\frac{\theta - ۹۰ + ۵ - ۵}{\theta - ۹۵}) = \frac{۹}{۸} \times (۱ + \frac{۵}{\theta - ۹۵})$$

نسبت فوق کاملاً وابسته به θ (دمای تعادل) است که θ نیز بستگی به دمای محیط دارد.

۱۶۹ . گزینه ۱

$$\theta_e = \frac{m_۱ c_۱ \theta_۱ + m_۲ c_۲ \theta_۲}{m_۱ c_۱ + m_۲ c_۲} = \frac{۱۰۰ \times ۴۰۰ \times ۸۱ + ۲۰۰ \times ۴۲۰۰ \times ۱۵}{۱۰۰ \times ۴۰۰ + ۲۰۰ \times ۴۲۰۰}$$
$$\theta_e = \frac{۳۲۴ + ۱۲۶۰}{۴ + ۸۴} = ۱۸^\circ C$$

۱۷۰ . گزینه ۳

$$Q_{\text{مس}} = Q_{\text{آب}}$$
$$m_۱ c_۱ (۶۷ - \theta) = m_۲ c_۲ (\theta - ۲۰)$$
$$۰/۵ \times ۳۸۰ (۶۷ - \theta) = ۰/۳۸ \times ۴۲۰۰ (\theta - ۲۰) \Rightarrow \theta = ۲۵^\circ C$$

۱۷۱ . گزینه ۱ دمای اولیهٔ مس و آلومینیم یکسان است. پس از وارد شدن این دو فلز به آب $۱۰۰^\circ C$، تعادل گرمایی برقرار شده و دمای آن‌ها برابر دمای تعادل (θ_e) می‌شود. بنابراین می‌توان گفت تغییر دمای آلومینیم و مس یکسان است.

$$\Delta\theta_{Al} = \Delta\theta_{Cu} = \theta_e - ۲۰$$

از طرفی طبق رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$ و با توجه به این‌که گرمای ویژهٔ آلومینیوم بیشتر از مس است، در طول این فرایند فلز آلومینیوم مقدار بیشتری گرما جذب می‌کند.

۱۷۲ . گزینه ۲

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\begin{cases}m_۱=\rho_۱\cdot V_۱=۲٫۷\times ۲۰۰=۵۴۰g\\ m_۲=\rho_۲\cdot V_۲=۱\times ۵۴۰=۵۴۰g\end{cases}$$

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

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

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

۱۷۳ . گزینه ۱

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

$$\Rightarrow m_۱(۳۰-۱۰)+m_۲(۳۰-۵۰)=۰\Rightarrow ۲۰m_۱=۲۰m_۲\Rightarrow m_۱=m_۲$$

۱۷۴ . گزینه ۳

$$Q_۱+Q_۲=۰\rightarrow m_۱c_۱(\theta-\theta_۱)+m_۲c_۲(\theta-\theta_۲)=۰$$

$$m_۱(۴۰-۵۰)+m_۲(۴۰-۲۰)=۰\rightarrow m_۱=۲m_۲$$

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

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

$$m_۱=۴۰kg\rightarrow V_۱=۴۰Lit$$

۱۷۵ . گزینه ۱ با توجه به این‌که در این مسئله تغییر حالت نداریم، به کمک رابطهٔ زیر می‌توان دمای تعادل مجموعه که آن را با θ_e نشان می‌دهیم، به‌دست آورد:

$$Q_۱+Q_۲=۰\Rightarrow|Q_{H_۲O}|=|Q_{Cu}|\Rightarrow(mc\Delta\theta)_{H_۲O}=(mc\Delta\theta)_{Cu}$$

$$\Rightarrow ۸۰\times ۴۲۰۰\times(\theta_e-۱۱٫۵)=۴۲۰\times ۳۸۰\times(۱۰۰-\theta_e)\Rightarrow\theta_e=۴۰^\circ C$$

دمای آب از $۱۱٫۵^\circ C$ به $۴۰^\circ C$ رسیده است، از طرفی می‌دانیم میزان افزایش دما برحسب درجهٔ سلسیوس و کلوین با هم برابر است. بنابراین برای محاسبهٔ تغییر دمای آب می‌توان نوشت:

$$\Delta\theta_{\text{آب}}=۴۰-۱۱٫۵=۲۸٫۵^\circ C\xrightarrow[\text{کلوین و سلسیوس برابر است}]{\text{تغییر دما برحسب}}\Delta T_{\text{آب}}=۲۸٫۵K$$

تذکر: بسیاری از دانش‌آموزان پس از محاسبهٔ θ_e، گزینهٔ ۲ را انتخاب می‌کنند. مراقب باشید که به سادگی نمرهٔ منفی نگیرید.

۱۷۶ . گزینه ۲ با توجه به اطلاعات صورت مسأله و با توجه به رخ ندادن تغییر حالت، داریم:

$$\begin{cases}m_۱=۲۰۰gr\\ \theta_۱=۲۲٫۵^\circ C\\ c_۱=c_{\text{آب}}\end{cases},\begin{cases}m_۲=۱۵۰gr\\ \theta_۲=۴۰^\circ C\\ c_۲=c_{\text{آب}}\end{cases}$$

$$\theta_c=\frac{m_۱c_۱\theta_۱+m_۲c_۲\theta_۲}{m_۱c_۱+m_۲c_۲}\xrightarrow{c_۱=c_۲=c_{\text{آب}}}\theta_c=\frac{m_۱\theta_۱+m_۲\theta_۲}{m_۱+m_۲}\Rightarrow\theta_c=\frac{۲۰۰\times ۲۲٫۵+۱۵۰\times ۴۰}{۲۰۰+۱۵۰}=۳۰^\circ C$$

۱۷۷ . گزینه ۴ با توجه به نمودار به‌ازای تغییر دما از $\theta_۱=-۳^\circ C$ به $\theta_۲=۷^\circ C$ گرمای $Q=۸kJ$ به جسم داده شده. حال باید ببینیم به‌ازای تغییر دمای ۳ کلوین $(\Delta T=۳K)$ چند کیلوژول گرما لازم است.

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow\begin{cases}\frac{Q_۱}{Q_۲}=\frac{mc\Delta\theta_۱}{mc\Delta\theta_۲}\Rightarrow\frac{۸}{Q_۲}=\frac{۱۰}{۳}\Rightarrow Q_۲=۲٫۴kJ\end{cases}$$

۱۷۸ . گزینه ۴

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

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

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

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

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

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

۱۸۰ . گزینه ۴

-۲۰° یخ $\xrightarrow{Q_۲}$ یخ صفر درجه $\xleftarrow{Q_۱}$ آب صفر درجه ((جرم آب یخ بسته (m'))

مقدار گرمایی که یخ $-۲۰^\circ C$ می‌گیرد. برابر است با مقدار گرمایی که آب صفر درجه سانتی‌گراد می‌دهد.

$Q_1 = Q_2$

$m'L_f = mc\Delta\theta \Rightarrow ۲۰۰ \times ۳/۳۶ \times ۱۰^۵ = m \times ۲۱۰۰ \times ۲۰ \Rightarrow m = ۱۶۰۰g$

۱۸۱ . گزینه ۴

گرمایی که آب ۲۰ می‌دهد = گرمایی که یخ $-۱۰^\circ C$ می‌گیرد

$(-۱۰^\circ C$ یخ $\rightarrow$ یخ صفر $\rightarrow$ آب صفر $\rightarrow \theta$ آب$) = (۲۰^\circ C$ آب $\rightarrow \theta$ آب$)$

$mc_{\text{یخ}}(۰ + ۱۰) + mL_F + mc_{\text{آب}}(\theta - ۰) = mc_{\text{آب}}(۲۰ - \theta)$

$\Rightarrow ۱ \times ۲۱۰۰(۱۰) + ۱ \times ۳۳۶۰۰۰ + ۱ \times ۴۲۰۰(\theta) = ۵ \times ۴۲۰۰(۲۰ - \theta)$

$۲۱۰۰۰ + ۳۳۶۰۰۰ + ۴۲۰۰\theta = ۲۱۰۰۰(۲۰ - \theta) \Rightarrow ۲۱ + ۳۳۶ + ۴/۲\theta = ۴۲۰ - ۲۱\theta \Rightarrow \theta = ۲/۵^\circ C$

۱۸۲ . گزینه ۴

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

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

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

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

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

۱۸۳ . گزینه ۲

ذوب Q = فلز Q

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

$mL_F = Mc\Delta\theta$

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

۱۸۴ . گزینه ۴

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

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

$Q_۱ + Q_۲ = Q_۳$

$mL_F + mc(\Delta\theta) = m'c\left(\Delta\theta'\right) \Rightarrow m \times ۳۳۶ + m \times ۴/۲ \times (۱۰ - ۰) = ۶۰۰۰ \times ۴/۲ \times (۴۰ - ۱۰)$

$۳۳۶m + ۴۲m = ۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲ \Rightarrow ۳۷۸m = ۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲$

$\Rightarrow m = \frac{۶۰۰۰ \times ۳۰ \times ۴/۲}{۳۷۸} = ۲۰۰۰g$

گزینه ۲ . ۱۸۵

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

$|Q_۱| + |Q_۲| = |Q_۳|$

$mL_F + mc_{\text{یخ}}(\theta - ۰) = mc_{\text{آب}}(۹۰ - \theta) \Rightarrow ۳۳۶ + ۴/۲(\theta) = ۴/۲(۹۰ - \theta)$

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

۱۸۶ . گزینه ۴ فرض کنید در اثر تبادل گرمایی، m' گرم از یخ ذوب شود. در این صورت درون مخلوط به‌اندازهٔ $(۸۰۰ - m)$ گرم یخ وجود داشته و دمای تعادل صفر است $(\theta_e = ۰^\circ C)$ و می‌توان نوشت:

| گرمایی که آب از دست می‌دهد | = | گرمایی که یخ جذب می‌کند | $\Rightarrow |Q| = |Q'| \Rightarrow m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}(\theta_{\text{آب}} - \theta_e) = m'L_F$

$\Rightarrow ۸۰۰ \times ۴۲۰۰ \times (۶۰ - ۰) = m' \times ۳۳۶۰۰۰ \Rightarrow m' = ۶۰۰g$

↓ برحسب گرم ↓ برحسب گرم

بنابراین پس از برقراری تعادل، در مجموع $(۸۰۰ + ۶۰۰) = ۱۴۰۰g$ آب صفر درجهٔ سلسیوس ایجاد می‌شود که معادل ۱/۴ کیلوگرم است.

۱۸۷ . گزینه ۲ در ابتدا آب و یخ در حال تعادل هستند و درنتیجه دمای آن‌ها صفر درجهٔ سلسیوس است.

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

$Q_۱ = m_۱ L_F = ۱ \times ۳۳۶ = ۳۳۶kg$ (گرمای لازم برای ذوب یخ)

$Q_۲ = Q - Q_۱ = ۵۴۶ - ۳۳۶ = ۲۱۰kJ$ (گرمای باقی‌مانده)

$Q_۲ = (m_۱ + m_۲)\, c\Delta\theta \Rightarrow ۲۱۰ = (۱ + ۴) \times ۴/۲ \times (\theta - ۰) \Rightarrow ۲۱۰ = ۵ \times ۴/۲ \times \theta \Rightarrow \theta = ۱۰^\circ C$

۱۸۸ . گزینه ۳ فرض می‌کنیم حداقل m گرم آب $۲۰^\circ C$ لازم است تا تمام یخ ذوب شود. در این صورت درانتها ما $(۲۰۰ + m)$ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس خواهیم داشت. بنابراین می‌توان نوشت:

$-۱۰^\circ C$ یخ $\xrightarrow{Q_۱}$ یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_۲}$ آب صفردرجه $\xleftarrow{Q_۳}$ $۲۰^\circ C$ آب

$Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = ۰ \Rightarrow m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} (۰ - (-۱۰)) + m_{\text{یخ}} L_F + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (۰ - ۲۰) = ۰$

$\Rightarrow ۲۰۰ \times ۲/۱ \times ۱۰ + ۲۰۰ \times ۳۳۶ + m \times ۲ \times ۲/۱ \times (-۲۰) = ۰ \Rightarrow m = ۸۵۰g$

۱۸۹ . گزینه ۱ ابتدا مساحت ته لوله را حساب می‌کنیم:

$A = \pi \frac{D^۲}{۴} = ۳ \times \frac{(۰/۰۲)^۲}{۴} = ۳ \times ۱۰^{-۴} m^۲$

نیروی وارد بر ته لوله برابر است با: (دقت کنید که همواره برای تعیین نیروی وارد بر سطح، همهٔ یکاها در SI باشند.)

$F = P \cdot A = \rho g h \cdot A = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱ \times ۳ \times ۱۰^{-۴} = ۴/۰۸N \simeq ۴N$

۱۹۰ . گزینه ۴ با توجه به این‌که از مبادلهٔ گرمای آب و یخ با محیط صرف‌نظر می‌شود، پس گرمایی که یخ صفر درجهٔ سلسیوس می‌گیرد تا به آب صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل شود برابر است با گرمایی که آب $۵۰^\circ C$ می‌دهد تا به آب صفر درجهٔ سلسیوس شود.

یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_۱}$ آب صفر درجه $\xleftarrow{Q_۲}$ $۵۰^\circ C$ آب

$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow mL_F + m' c\Delta\theta = ۰ \Rightarrow ۰/۱ \times ۳۳۴۰۰۰ = m' \times ۴۲۰۰ \times ۵۰ \Rightarrow m' \simeq ۱۶۰g$

۱۹۱ . گزینه ۴ مراحل تغییر یخ صفر درجهٔ سلسیوس به آب ۲۰ درجهٔ سلسیوس و رابطه مربوط برای هر تغییر به شرح زیر است:

$۰^\circ C$ یخ $\underset{Q_۱ = mL_F}{\Rightarrow}$ $۰^\circ C$ آب $\underset{Q_۲ = mc\Delta\theta}{\Rightarrow}$ $۲۰^\circ C$

$\begin{cases} Q_۱ = mL_F = ۳۳۶m \\ Q_۲ = mc\Delta\theta = m \times ۴/۲ \times ۲۰ = ۸۴m \end{cases} \Rightarrow \frac{۳۳۶m}{۳۳۶m + ۸۴m} = \frac{۳۳۶}{۳۳۶ + \frac{۱}{۴} \times ۳۳۶} = \frac{۴}{۵} = ۸۰\%$

۱۹۲ . گزینه ۲ وقتی گفته می‌شود که بخشی از یخ آب نمی‌شود بدین معناست که دمای تعادل صفر درجه سانتی‌گراد است.

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

$Q_۱ + Q_۲ = |Q_۳|$

$Q_۱$: گرمای افزایش — $Q_۲$: گرمای ذوب — $|Q_۳|$: گرمای تبدیل

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

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

توجه شود که ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی می‌ماند.

$۴۲ \times m + ۳۳۶m - ۱۶۸۰۰ = ۲۱۰۰۰$

$۳۷۸m = ۳۷۸۰۰ \Rightarrow m = ۱۰۰g$

۱۹۳ . گزینه ۱

بنابر اصل پایستگی انرژی داریم:

$۰^\circ C$ یخ $\xrightarrow{Q_۱}$ $۰^\circ C$ آب $\xrightarrow{Q_۲}$ $۲۰^\circ C$ آب $\xleftarrow{Q_۳}$ $۳۰^\circ C$ آب

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

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

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

۱۹۴ . گزینه ۲

محاسبه می‌کنیم که پس از گرفتن $۴۰/۲kJ$ چند گرم آب یخ می‌زند.

$Q = mL_F \Rightarrow ۴۰/۲ = mL_F$

$۴۰/۲ = ۳۳۵ \times m \Rightarrow m = \frac{۴۰/۲}{۳۳۵} = ۰/۱۲kg = ۱۲۰g$

مقدارآب یخ نزده $= ۱۸۰ - ۱۲۰ = ۶۰g$

۱۹۵ . گزینه ۳ روش اول: گرمایی که فلز از دست می‌دهد تا دمای آن از $۱۰۵^\circ C$ به $۵^\circ C$ برسد برابر است با:

$$Q_۱ = m_۱ c_۱ \Delta\theta_۱ = ۰/۲ \times ۸۴۰ \times (۵ - ۱۰۵) \rightarrow Q_۱ = -۰/۲ \times ۸۴۰ \times ۱۰۰$$

اگر جرم یخ اولیه را m بنامیم، چون جرم مخلوط آب و یخ برابر $۴۰۰g$ بوده است، جرم آب اولیه برابر $(۰/۴ - m)$ کیلوگرم بوده است.

گرمایی که یخ صفر درجه دریافت کرده تا ابتدا ذوب شود وسپس به دمای $۵^\circ C$ برسد برابر است با:

$$Q_۲ = mL_F + mc\Delta\theta \rightarrow Q_۲ = m \times ۳۳۶ \times ۱۰^۳ + m \times ۴۲۰۰ \times ۵ = m \times ۳۵۷ \times ۱۰^۳$$

وگرمایی که آب $۰^\circ C$ دریافت کرده تا به دمای $۵^\circ C$ برسد:

$$Q_۳ = (۰/۴ - m) \times ۴۲۰۰ \times ۵$$

کافی است مجموع گرماها را برابر صفر قرار دهیم:

$$Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = ۰$$
$$(-۰/۲ \times ۸۴۰ \times ۱۰۰) + (m \times ۳۵۷ \times ۱۰^۳) + [(۰/۴ - m) \times ۴۲۰۰ \times ۵] = ۰ \rightarrow m = ۰/۰۲۵kg = ۲۵g$$

روش دوم: اگر جرم یخ صفر درجه در مخلوط را m و جرم آب صفر درجه در مخلوط را m' فرض کنیم، می‌توان گفت:

ابتدا m ذوب و به آب صفر تبدیل شده و سپس دمای $(m + m')$ که برابر ۴۰۰ گرم است به آب $۵^\circ C$ می‌رسد؛ یعنی:

$$mL_F + (m + m')c\Delta\theta = (mc\Delta\theta)_{\text{فلز}}$$
$$m \times ۳۳۶۰۰۰ + ۴۰۰ \times ۴۲۰۰ \times (۵ - ۰) = +۲۰۰ \times ۸۴۰(۱۰۵ - ۵)$$
$$m \times ۸۰ + ۲۰۰۰ = ۲۰ \times ۲(۱۰۰) \rightarrow m = ۲۵g$$

۱۹۶ . گزینه ۳ با توجه به تغییرات دمایی آب و یخ تا رسیدن به تعادل داریم:

$$۰^\circ C \text{ یخ} \rightarrow ۰^\circ C \text{ آب} \rightarrow \theta_e {}^\circ C \text{ آب} \leftarrow ۳۰^\circ C \text{ آب}$$

$$\sum Q = ۰ \Rightarrow m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_e - ۳۰) + m_{\text{یخ}} L_F + m_{\text{یخ}} c_{\text{آب}} (\theta_e - ۰) = ۰$$
$$\Rightarrow ۰/۴ \times ۴۲۰۰(\theta_e - ۳۰) + ۰/۱ \times ۳۳۶۰۰۰ + ۰/۱ \times ۴۲۰۰(\theta_e) = ۰$$
$$\Rightarrow ۱۶۸۰\theta_e - ۵۰۴۰۰ + ۳۳۶۰۰ + ۴۲۰\theta_e = ۰ \Rightarrow ۲۱۰۰\theta_e = ۱۶۸۰۰ \Rightarrow \theta_e = ۸^\circ c$$

روش دوم: با استفاده از تناسب‌ها و روابط تعادل آب و یخ می‌دانیم: $(c_{\text{آب}} = ۱ \ , \ L_F = ۸۰)$

$$m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \theta_{\text{آب}} - m_{\text{یخ}} L_F = (m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}})\theta_e \Rightarrow ۰/۴ \times ۱ \times ۳۰ - ۰/۱ \times ۸۰ = (۰/۴ + ۰/۱)\theta_e$$
$$\Rightarrow ۴ = ۰/۵\theta_e \Rightarrow \theta_e = ۸^\circ C$$

۱۹۷ . گزینه ۱

انرژی جنبشی قطعه یخ به گرما تبدیل شده و موجب ذوب شدن یخ می‌شود، بنابراین داریم:

$$\frac{۱}{۲}mv^۲ = m'L_F \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۵۵/۵ \times ۶^۲ = m' \times ۳۳۳ \times ۱۰^۳ \Rightarrow m' = ۰/۰۰۳\,kg \Rightarrow m' = ۳\,g$$

جرم یخ ذوب‌شده در مقایسه با جرم قالب یخ ناچیز است و بنابراین می‌توان از تغییرات جرم یخ در ضمن صفر شدن سرعت آن صرف‌نظر کرد.

۱۹۸ . گزینه ۴

گرمای گرفته‌شده توسط یخ = گرمای داده‌شده توسط مس

$$m_{Cu} c\Delta\theta = mL_F \Rightarrow ۳ \times ۴۰۰ \times (۱۱/۱) = m' \times ۳۳۳۰۰۰ \Rightarrow m' = \frac{۴}{۱۰۰}kg = ۴۰g$$

۱۹۹ . گزینه ۳

یخ: $-۵^\circ C$ یخ $\rightarrow ۰^\circ C$ یخ $\rightarrow ۰^\circ C$ آب

آب: $۱۰۰^\circ C$ آب $\rightarrow ۰^\circ C$ آب

با توجه به تغییرات فازی و حرارتی آب و یخ تا رسیدن به تعادل می‌توان گفت:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ}} = ۰ \Rightarrow ۰/۲ \times c_{\text{یخ}} \times (۰ - (-۵)) + ۰/۲ \times L_F + m \times c_{\text{آب}} \times (۰ - ۱۰۰) = ۰$$

$$\Rightarrow ۰/۲ \times ۲۱۰۰ \times ۵ + ۰/۲ \times ۳۳۶۰۰۰ - ۴۲۰۰۰۰m = ۰ \Rightarrow ۲۱۰۰ + ۶۷۲۰۰ = ۴۲۰۰۰۰m$$

$$\Rightarrow ۶۹۳ = ۴۲۰۰m \Rightarrow m = ۰/۱۶۵kg \Rightarrow m = ۱۶۵g$$

روش دوم: در تعادل آب و یخ اگر تمام یخ ذوب شود و در ظرف فقط آب صفر درجه باقی بماند، داریم:

$$(mc\theta + mL_F)_{\text{یخ}} = (mc\theta)_{\text{آب}}$$

همچنین می‌توان از اعداد نسبتی در تعادل استفاده کرد: $(c_{\text{یخ}} = ۰/۵ \ , \ L_F = ۸۰ \ , \ c_{\text{آب}} = ۱)$

بنابراین داریم:

$$۰/۲ \times ۰/۵ \times ۵ + ۰/۲ \times ۸۰ = m \times ۱ \times ۱۰۰ \Rightarrow ۱۶/۵ = ۱۰۰m \Rightarrow m = ۰/۱۶۵kg \Rightarrow m = ۱۶۵g$$

۲۰۰ . گزینه ۴ چون پس از تبادل گرمایی ۱۰۰ گرم یخ ذوب نشده باقی می‌ماند، پس دمای تعادل برابر صفر درجهٔ سلسیوس است. اگر جرم یخ را $m_۱$ و جرم آب را $m_۲$ درنظر بگیرید، با نوشتن شرط تعادل دمایی داریم:

یخ $0^\circ C \xrightarrow{Q_1}$ آب $0^\circ C \xleftarrow{Q_2}$ آب $50^\circ C$

شرط تعادل دمایی : $\sum Q = 0 \rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow (m_1 - 100)L_F + m_2 c\Delta\theta = 0$

$(m_1 - 100) \times 336000 = 800 \times 4200 \times 50 \rightarrow (m_1 - 100) = 500g \rightarrow m_1 = 600g$ جرم اولیهٔ یخ

۲۰۱ . گزینه ۳ ابتدا دمای نهایی آب را به دست می‌آوریم.

$Q = mc\Delta\theta \rightarrow -294000 = 2 \times 4200\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = -35^\circ C$

$\theta - 40 = -35 \rightarrow \theta = 5^\circ C$ یعنی درنهایت آب $5^\circ C$ خواهیم داشت.

$-5^\circ C$ یخ $\xrightarrow{m'}$ $0^\circ C$ یخ $\xrightarrow{m'}$ $0^\circ C$ آب $\xrightarrow{m'}$ $5^\circ C$ آب $\xleftarrow{m}$ $40^\circ C$ آب

$m'c_i\Delta\theta + m'L_F + m'c\Delta\theta + mc\Delta\theta = 0$

$\Rightarrow m' \times 2100(5) + m'(336000) + m'(4200)(5) - 294000 = 0 \Rightarrow m' = 0/8kg = 800g$

۲۰۲ . گزینه ۲

$-5^\circ C$ یخ $\xrightarrow{Q_1}$ $0^\circ C$ یخ $\xrightarrow{Q_2}$ $0^\circ C$ آب $\xrightarrow{Q_3}$ $50^\circ C$ آب

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta + mL_F + mc_{\text{آب}}\Delta\theta$

$Q_T = \frac{2}{10} \times 2100 \times 5 + \frac{2}{10} \times 335000 + \frac{2}{10} \times 4200 \times 50$

$Q_T = 111100J = 111/1kJ$

۲۰۳ . گزینه ۲ ۱) ابتدا باید جرم یخ روی دریاچه را محاسبه کنیم؛

$\rho_{\text{یخ}} = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho_{\text{یخ}}V = \rho_{\text{یخ}}(Ah) = (0/9 \times 10^3) \times (500 \times 10^6) \times 0/1 = 45 \times 10^9 kg$

۲) گرمای لازم برای ذوب یخ دریاچه برابر است با:

$Q_F = mL_F \rightarrow Q_F = 45 \times 10^9 \times 336000 = 1/512 \times 10^{16} J$

$\Rightarrow Q_F = 1/512 \times 10^{16} \times 10^{-6} M = 1/512 \times 10^{10} MJ$

۲۰۴ . گزینه ۱

$-10C_{\text{یخ}} \xrightarrow[Q_1]{} 0^\circ C_{\text{یخ}} \xrightarrow[Q_2]{} 0^\circ C_{\text{آب}}$

$Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta + mL_F = 1 \times 2100 \times [0 - (-10)] + 1 \times 334 \times 10^3$

$= 21 \times 10^3 + 334 \times 10^3 = 355 \times 10^3 J = 355\,kJ$

۲۰۵ . گزینه ۲ باید جرمی از فلز را به‌دست آوریم که فقط تمام یخ را ذوب کند و به آب صفر درجه برساند نه بیشتر! یعنی نباید دمای مجموعه را تغییر دهد چرا؟ چون عبارت حداقل به‌کار رفته است. دمای تعادل مجموعه صفر درجه است. بنابراین داریم:

یخ صفر m=200g $\xrightarrow{Q_2}$ آب صفر m=200g $\quad ^\circ C_{\text{فلز}} \xleftarrow{Q_1}$ فلز 250°

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

$m_{\text{فلز}}C_{\text{فلز}}\Delta\theta + m_{\text{یخ}}L_f = 0$

$m \times 400 \times (0 - 250) + 200 \times 336000 = 0 \Rightarrow m_{\text{فلز}} = 672gr$

۲۰۶ . گزینه ۲ چون ابتدا آب و یخ در تعادل گرمایی قرار دارند. دمای تعادل مخلوط $0^\circ C$ است و باید دقت کنیم گرمایی که فلز از دست می‌دهد در مرحلهٔ اول باعث ذوب یخ می‌شود.

$Q_{\text{فلز}} = Q_{\text{یخ ذوب شده}} \Rightarrow m_{\text{فلز}}c_{\text{فلز}}\Delta\theta = \underset{\text{جرم یخ ذوب شده}}{m'} L_F$

$\Rightarrow 0/3 \times 420 \times (80 - 0) = m' \times 336000 \Rightarrow m' = 0/03kg = 30g$

۲۰۷ . گزینه ۱ ابتدا نمودار تحلیلی بررسی وضعیت یخ $(-6^\circ C)$ موجود در گرماسنج را می‌نویسیم:

$-6^\circ C$ یخ $m \xrightarrow{Q_1}$ $0^\circ C$ یخ $(0^\circ C$ یخ $m' \xrightarrow{Q_2}$ $0^\circ C$ آب$)$

$Q = Q_1 + Q_2 = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta + m'L_F \quad (1)$

با توجه به آن‌که مقدار گرمایی که توسط یخ جذب می‌شود (Q) با مقدار گرمای تولیدی توسط گرمکن در مدت ۱۲۲/۵ ثانیه برابر است، داریم:

$$R_a = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times ۱۰۰ \Rightarrow R_a = \frac{Q}{P_{\text{کل}} \times t} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۸۰}{۱۰۰} = \frac{Q}{۷۵۰ \times ۱۲۲/۵} \Rightarrow Q = ۷۳۵۰۰J$$

$$(۱) \xrightarrow[L_F = ۱۶۰C_{\text{یخ}}]{۷۳۵۰۰ = ۳۵C_{\text{یخ}}} ۳۵C_{\text{یخ}} = ۰/۵ \times C_{\text{یخ}}(۰ - (-۶)) + m' \times ۱۶۰C_{\text{یخ}} \Rightarrow m' = ۰/۲kg = ۲۰۰g$$

جرم یخ باقی‌مانده در گرماسنج $= m - m' = ۵۰۰ - ۲۰۰ = ۳۰۰g$

۲۰۸. گزینه ۱ روش اول:

بنابر طرح‌وارهٔ زیر درمورد تعادل آب و یخ داریم:

$۸۰۰g$ یخ $۰^\circ C$ $\xrightarrow{Q_۱}$ m گرم آب $۰^\circ C$ + $(۸۰۰ - m)$ گرم یخ $۰^\circ C$

$۸۰۰g$ آب $۰^\circ C$ $\xleftarrow{Q_۲}$ $۸۰۰g$ آب $۲۰^\circ C$

$$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow mL_f + ۰/۸ \times C_{\text{آب}} \times \Delta\theta = ۰$$

$$\Rightarrow m \times ۳۳۶ + ۰/۸ \times ۴/۲ \times (-۲۰) = ۰ \Rightarrow m = \frac{۱۶ \times ۴/۲}{۳۳۶} = ۰/۲kg = ۲۰۰g$$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، $۲۰۰g$ از یخ ذوب می‌شود، بنابراین $۱۰۰۰g$ آب صفر درجهٔ سلسیوس و $۶۰۰g$ یخ صفر درجهٔ سلسیوس خواهیم داشت.

روش دوم:

ابتدا اصطلاحاً قدرت آب و قدرت یخ را مقایسه می‌کنیم: (می‌توان $L_f = ۸۰$ ، $c_{\text{یخ}} = ۰/۵$ ، $c_{\text{آب}} = ۱$ فرض کرد.)

قدرت آب $= Mc_{\text{آب}}\theta = ۸۰۰ \times ۱ \times ۲۰ = ۱۶۰۰۰$

قدرت یخ $= mc_{\text{یخ}}|\theta'| + mL_f = ۸۰۰ \times ۰/۵ \times ۰ + ۸۰۰ \times ۸۰ = ۶۴۰۰۰$

بنابراین قدرت یخ بیشتر است، پس تنها بخشی از یخ ذوب می‌شود (یا بخشی از آب منجمد می‌شود) و درمورد کاهش جرم یخ (یا افزایش جرم یخ) می‌توان گفت:

$$\left|Mc_{\text{آب}}\theta - mc_{\text{یخ}}|\theta'|\right| = \Delta mL_f \Rightarrow \left|۸۰۰ \times ۱ \times ۲۰ - \cancel{۸۰۰ \times ۰/۵ \times ۰}^{\circ}\right| = \Delta m \times ۸۰$$

$$\Rightarrow \Delta m = ۲۰۰g$$

یعنی $۲۰۰g$ از جرم یخ ذوب شده و به آب $۰^\circ C$ تبدیل شده است، بنابراین پس از تعادل $۱۰۰۰g$ آب صفر درجه داریم.

۲۰۹. گزینه ۱ در مدت ۱۲ دقیقه، گرمایی که یخ دریافت کرده را حساب می‌کنیم.

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow ۱/۰۵ = \frac{Q}{۱۲} \Rightarrow Q = ۱۲/۶kJ = ۱۲۶۰۰J$$

باید ببینیم یخ برای اینکه کاملاً ذوب شود و به آب صفر تبدیل شود چقدر گرما لازم دارد.

یخ $-۱۰^\circ C$ $\xrightarrow{mc\Delta\theta}$ یخ $۰^\circ C$ $\xrightarrow{m\ell f}$ آب $۰^\circ C$ $\quad Q = mc\Delta\theta + m\ell_f$

$$Q = ۰/۲ \times ۲۱۰۰ \times (۰ - (-۱۰)) + ۰/۲ \times ۳۳۶۰۰۰ = ۴۲۰۰ + ۶۷۲۰۰ = ۷۱۴۰۰J$$

گرمایی که داده‌ایم از گرمای ذوب کامل یخ کمتر است پس یخ کاملاً ذوب نمی‌شود و مقداری باقی می‌ماند پس دما به صفر می‌رسد.

۲۱۰. گزینه ۳ با افزایش فشار نقطهٔ ذوب یخ کاهش می‌یابد، همچنین نقطهٔ انجماد هم کاهش می‌یابد.

۲۱۱. گزینه ۳ با افزایش فشار هوا آهنگ تبخیر سطحی کاهش می‌یابد، بنابراین گزینهٔ «۳» نادرست است.

۲۱۲. گزینه ۲

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

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

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

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

۲۱۳. گزینه ۴

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

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

۲۱۴. گزینه ۲

$$\underset{\text{گرمای از دست‌رفتهٔ فلز}}{Q_۱} = \underset{\text{گرمای گرفته‌شدهٔ آب جوش}}{Q_۲}$$

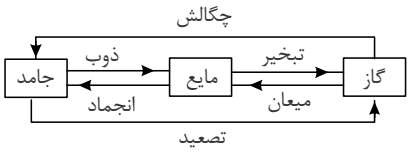
$$\Rightarrow mc\Delta\theta = m'L_V \Rightarrow \frac{۲۸۲}{۱۰۰۰} \times ۴۰۰ \times \Delta\theta = \frac{۵}{۱۰۰۰} \times ۲۲۵۶۰۰۰ \Rightarrow \Delta\theta = ۱۰۰$$

$$\Rightarrow \theta_۲ - ۱۰۰ = ۱۰۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۲۰۰$$

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

۲۱۶. گزینه ۴

گذارهای فازی بین جامد، مایع و گاز به‌صورت زیر است:



۲۱۷. گزینه ۳ تنها راه انتقال گرما در خلأ تابش است. برای انتقال گرما به روش همرفت نیاز به محیط مادی سیال (مایع و گاز) داریم.

۲۱۸. گزینه ۱ گزینهٔ ۱ صحیح است، زیرا لباس براق جذب گرمای کمتری دارد.

گزینهٔ ۲ هوای سرد چگالی بیشتری دارد و در قسمت پایین یخچال قرار می‌گیرد، پس نادرست است.

گزینهٔ ۳ رنگ تیره جذب‌کنندهٔ بهتری است و در هوای گرم مناسب نیست، پس نادرست است.

گزینهٔ ۴ رسانش گرمایی فلز بیشتر از چوب است و گرما را سریع‌تر از دست ما می‌گیرد و منتقل می‌کند و سردتر به نظر می‌رسد، پس نادرست است.