

پاسخنامه تشریحی

۱ تعداد مشخصی قطره در استوانه مدرج می‌ریزیم تا به حجم معینی برسد. حجم به‌دست آمده را بر تعداد قطره‌ها تقسیم می‌کنیم.

۲

$$\frac{1,2mm}{8 \text{ روز}} \times \frac{1 \text{ روز}}{24 \text{ ساعت}} \times \frac{1000\mu m}{1mm} = \frac{50}{8} = 6,25 \frac{\mu m}{h}$$

۳ با توجه به سازگاری یکاها در یک معادله فیزیکی، باید یکای دو طرف معادله با یکدیگر سازگاری داشته باشند.

چون یکای سمت چپ (x) برحسب متر (m) است، پس باید واحد هر یک از جمله‌های سمت راست نیز متر باشد.

$$m = \frac{[\alpha]}{s^2} \Rightarrow [\alpha] = m \cdot s^2$$

$$m = [\beta]s^3 \Rightarrow [\beta] = \frac{m}{s^3}$$

۴ با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای، داریم:

$$120 \frac{mm^2}{h} = 120 \frac{mm^2}{h} \times \frac{(10^{-3})^2 m^2}{1mm^2} \times \frac{1\mu m^2}{(10^{-6})^2 m^2} \times \frac{1h}{60 \text{ min}} = \frac{120}{60} \times 10^{-6} \times 10^{12} \frac{\mu m^2}{\text{min}} = 2 \times 10^6 \frac{\mu m^2}{\text{min}}$$

با مقایسه مقدار به‌دست آمده با $a \times 10^b$ ، می‌توان دریافت که $a = 2$ و $b = 6$ می‌باشد و داریم:

$$a + b = 2 + 6 = 8$$

۵

$$V_{\text{یخ ذوب شده}} - 10cm^3 = \text{اب حاصل از ذوب یخ}$$

$$V = \frac{m}{\rho} \rightarrow \frac{m}{1} = \frac{m}{0,9} - 10 \rightarrow \frac{1}{9}m = 10 \rightarrow \boxed{m = 90g}$$

جرم یخ ذوب شده

$$m_{\text{یخ کل}} = 810g + 90g = \boxed{900g}$$

$$\text{درصد یخ ذوب شده} = \frac{90g}{900g} = \boxed{10\%}$$

$$\rho_{\text{یخ}} = \frac{m_{\text{یخ کل}}}{V_{\text{یخ کل}}} \rightarrow 0,9 = \frac{900}{V_{\text{یخ کل}}} \rightarrow \boxed{V_{\text{یخ کل}} = 1000cm^3}$$

۶

$$A : m_A = 600g, \rho_A = 20g/cm^3 \Rightarrow V_A = \frac{m_A}{\rho_A} = \frac{600g}{20g/cm^3} = 30cm^3$$

$$B : V_B = 40cm^3, \rho_B = 7,5g/cm^3 \Rightarrow m_B = \rho_B V_B = 7,5g/cm^3 \times 40cm^3 = 300g$$

$$\text{آلیاژ} \left\{ \begin{array}{l} m = m_A + m_B = 900g \\ \rho = 15g/cm^3 \end{array} \right. \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{900g}{15g/cm^3} = 60cm^3$$

$$\text{آلیاژ} \quad \Delta V = V - (V_A + V_B) = 60 - (30 + 40) = -10cm^3$$

بنابراین حجم طی عمل مخلوط کردن، $10cm^3$ کاهش یافته است.

۷ اگر حجم کل آلیاژ را V فرض کنیم، مجموع حجم سرب و آهن برابر V است، بنابراین داریم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{آهن}} + m_{\text{سرب}}}{V_{\text{آهن}} + V_{\text{سرب}}} \Rightarrow 8,6 = \frac{\rho_{\text{آهن}} V_{\text{آهن}} + \rho_{\text{سرب}} V_{\text{سرب}}}{V_{\text{آهن}} + V_{\text{سرب}}}$$

$$8,6 = \frac{8V_{\text{آهن}} + 11V_{\text{سرب}}}{V_{\text{آهن}} + V_{\text{سرب}}} \Rightarrow V_{\text{آهن}} = 4V_{\text{سرب}} \xrightarrow{V=V_{\text{آهن}}+V_{\text{سرب}}} V = 4V_{\text{سرب}} + V_{\text{سرب}} \rightarrow V_{\text{سرب}} = \frac{1}{5}V$$

یعنی حجم سرب $\frac{1}{5}$ یا همان ۲۰٪ حجم کل را تشکیل داده است.

$$\frac{V_{\text{سرب}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{1}{5} \rightarrow V_{\text{سرب}} = 20\%V_{\text{کل}}$$

۸ در اینجا حجم‌ها، قبل از مخلوط کردن معلوم است، می‌توان حجم مخلوط را محاسبه می‌کنیم. اگر حجم مجموعه پس از مخلوط کردن ۱۵ درصد کاهش یافته، حجم مخلوط ۸۵ درصد حجم مجموع قبل از مخلوط کردن است. یعنی داریم:

$$\left. \begin{array}{l} V_{\text{مخلوط}} = \frac{85}{100}(V_1 + V_2) = \frac{85}{100}(100 + 300) = 340cm^3 \\ m_{\text{مخلوط}} = m_1 + m_2 = (3,5 \times 100) + (4,5 \times 300) = 1700g \end{array} \right\} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m}{V} = \frac{1700}{340} = 5 \frac{g}{cm^3}$$

۹ رابطه چگالی مخلوط را می نویسیم. دقت کنید، برای جسمی که جرم آن معلوم نیست از حاصل ضرب ρV و برای جسمی که حجم آن معلوم نیست از رابطه $\frac{m}{\rho}$ استفاده می کنیم.

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{3 + (\rho_2 V_2)}{\frac{m_1}{\rho_1} + 5} = \frac{3 + 5 \times 0.8}{\frac{3}{0.8} + 5} = \frac{7}{15} \frac{g}{cm^3} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{1400}{3} \frac{kg}{m^3}$$

۱۰

الف) مقاومت هوا

ب) $kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$

۱۱ یک لیوان را پر از آب می کنیم و یک کارت بانکی را طوری روی لبه لیوان قرار می دهیم تا تنها نیمی از آن با آب تماس داشته باشد. وزنه های چند گرمی را روی قسمتی از کارت که با آب در تماس نیست به آرامی قرار می دهیم.
(ابتدا وزنه ها با جرم کمتر، سپس جرم وزنه ها را به تدریج اضافه می کنیم). چون نیروی جاذبه بین مولکول های آب و کارت (نیروی دگرچسبی) از نیروی وزن وزنه ها بیشتر است. وزنه های روی کارت باقی می مانند و کارت از آب جدا نمی شود.

۱۲ اگر $V = 10 cm^3$ آب به داخل ظرف بریزیم، سطح آب به اندازه $\frac{\Delta V}{A}$ بالا می آید:

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{10 cm^3}{5 cm^2} = 2 cm = 2 \times 10^{-2} m$$

گام دوم: افزایش نیروی حاصل از این مقدار آب برابر با تغییرات فشار حاصل از افزایش ارتفاع مایع ضرب در اندازه سطح کف ظرف است:

$$\Delta F = \Delta PA = \rho g \Delta h A = (1000 \frac{kg}{m^3})(10 \frac{m}{s^2})(2 \times 10^{-2} m)(5 cm^2) = (1000 \frac{kg}{m^3})(10 \frac{m}{s^2})(2 \times 10^{-2} m)(5 \times 10^{-4} m^2) = 0.1 N$$

۱۳ نسبت نیرویی که به کف ظرف A وارد می شود به نیرویی که به کف ظرف B وارد می شود، برابر است با:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{P_A}{P_B} \times \frac{A_A}{A_B}$$

اما چون در هر دو ظرف به یک ارتفاع مایع ریخته ایم، $\frac{P_A}{P_B} = 1$ است؛ بنابراین:

$$\frac{F_A}{F_B} = 1 \times \frac{A_A}{A_B} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

موضوع جالبی که در این سؤال می بینید این است که با اینکه وزن مایع موجود در ظرف A بیشتر است، نیرویی که مایع به کف ظرف A وارد می کند، کمتر از نیرویی است که مایع به کف ظرف B وارد می کند.

۱۴ گام اول: ابتدا حجم کل مایع را به دست می آوریم:

$$V = V_1 + V_2 = A_1 h_1 + A_2 h_2 = (2 cm^2)(2 cm) + (20 cm^2)(5 cm) = 104 cm^3$$

گام دوم: حالا با داشتن حجم کل مایع به راحتی می توانیم وزن مایع را حساب کنیم:

$$W = mg = \rho V g = 500 \frac{kg}{m^3} \times (104 cm^3) \times 10 \frac{m}{s^2} = 500 \frac{kg}{m^3} \times (104 \times 10^{-6} m^3) \times 10 = 0.52 N$$

گام سوم: نیروی وارد بر کف ظرف، برابر با فشار وارد بر کف ظرف در مساحت کف ظرف است:

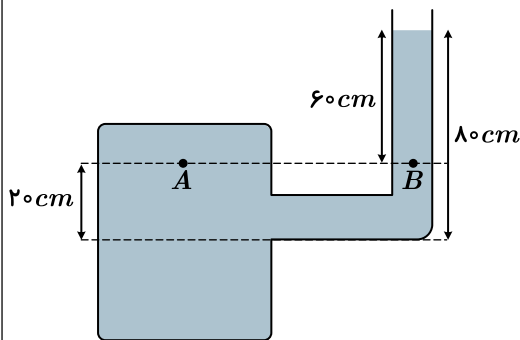
$$F = PA_{\text{کل ظرف}} = \rho g h_{\text{کل}} A_2 = \rho g (h_1 + h_2) A_2 \\ \Rightarrow F = (500 \frac{kg}{m^3})(10 \frac{m}{s^2})(2 cm + 5 cm) \times (20 cm^2) = (500 \frac{kg}{m^3})(10 \frac{m}{s^2})(7 \times 10^{-2} m) \times (20 \times 10^{-4} m^2) = 0.7 N$$

گام چهارم: حالا با به دست آوردن $F - W$ کار را تمام می کنیم:

$$F - W = 0.7 N - 0.52 N = 0.18 N$$

۱۵ وقتی تماس سنگ می بلعد، حجمش تغییر نمی کند؛ ولی جرمش افزایش می یابد. این موضوع باعث می شود که چگالی تماس افزایش یابد و به درون آب فرو برود.

۱۶



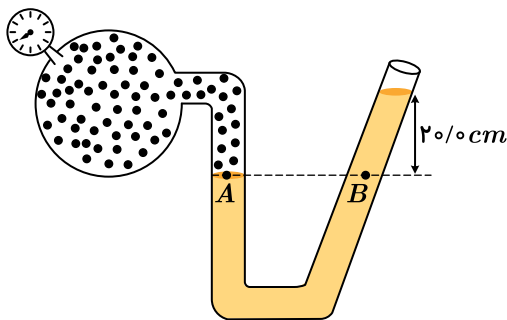
مطابق شکل، از آن جایی که فشار دو نقطه A و B با هم برابر است، می توان نوشت:

$$P_A = P_B = \rho gh + P_0 \xrightarrow{h=6\text{ cm}}$$

$$P_A = (1.0 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(1.0 \frac{\text{N}}{\text{kg}})(0.6\text{ m}) + 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_A = 0.6 \times 10^5 \text{ Pa} + 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

۱۷



نقاط دو طرف خط چین هم فشار هستند و فشارسنج فشار پیمانه ای را نشان می دهد:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{جک}} = P_0 + \rho gh$$

$$\Rightarrow P_{\text{جک}} - P_0 = \rho gh \Rightarrow P_g = \rho gh$$

$$\Rightarrow P_g = (1.0 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(1.0 \frac{\text{N}}{\text{kg}})(0.6\text{ m}) = 0.6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

۱۸

الف مبدأ پتانسیل گرانشی را نقطه پرتاب در نظر می گیریم. در لحظه پرتاب، انرژی جنبشی بیشترین مقدار و انرژی پتانسیل صفر است. در نقطه اوج، انرژی جنبشی صفر و انرژی پتانسیل گرانشی بیشترین مقدار را دارد.

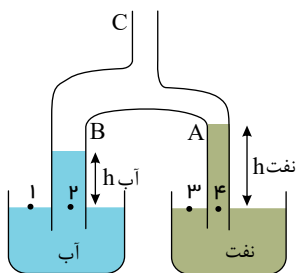
$$E_1 = K_1 = \frac{1}{2} \times (0.4\text{ kg}) \times (3 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 1.8\text{ J}$$

$$E_2 = E_1 + (-0.2\text{ J}) = 1.8\text{ J} - 0.2\text{ J} = 1.6\text{ J}$$

$$E_2 = U_2 = (0.4\text{ kg}) \times (1.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \times h$$

$$\Rightarrow 1.6\text{ J} = (4 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2})h \Rightarrow h = 0.4\text{ m}$$

۱۹ با توجه به شکل فشار در سطح مایعات، یعنی در نقاط A و B، با فشار C برابر است یعنی: $P_A = P_B = P_C$ از طرفی داریم:



$$\left. \begin{aligned} P_1 = P_2 \Rightarrow P_0 = P_{\text{آب}} + P_C \\ P_3 = P_4 \Rightarrow P_0 = P_{\text{نفت}} + P_C \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_{\text{آب}} = P_{\text{نفت}}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}} = \rho_{\text{نفت}}gh_{\text{نفت}} \Rightarrow 1 \times h_{\text{آب}} = 0.8 \times h_{\text{نفت}} \Rightarrow \frac{h_{\text{آب}}}{h_{\text{نفت}}} = 0.8$$

۲۰ الف) بیشتر
ب) کمتر