



گزینه ۳

۱

فقط عبارت (ت) تبدیل واحدی نادرست است که تبدیل صحیح آن به صورت زیر است:

$$0.003 \text{ Tg} \times \frac{10^{12} \text{ g}}{1 \text{ Tg}} \times \frac{1 \text{ Mg}}{10^6 \text{ g}} = 0.003 \times 10^6 = 3 \times 10^3 = 3000 \text{ Mg}$$

پس سه مورد درست هستند.

گزینه ۳

۲

مایع را با اندیس (۱) و فلز را با اندیس (۲) نشان می‌دهیم. حجم مایع ۲۵ درصد کمتر از گنجایش ظرف (V) است. بنابراین:

$$V_1 = V - 0.25V = 0.75V = 0.75 \times 200 = 150 \text{ cm}^3$$

جرم مایع (m) را حساب می‌کنیم:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} \Rightarrow m = m_1 = \rho_1 V_1 = 1/2 \times 150 = 180 \text{ g}$$

جرم فلز هم m گفته شده است؛ پس داریم:

$$m_F = m = 180 \text{ g}$$

مجموع حجم فلز و مایع ۱۰ درصد کمتر از گنجایش ظرف است. می‌نویسیم:

$$V_1 + V_2 = V - 0.1V = 0.9V \xrightarrow[V=200 \text{ cm}^3]{V_1=150 \text{ cm}^3} 150 + V_2 = 0.9 \times 200 = 180$$

$$V_2 = 30 \text{ cm}^3$$

حال چگالی فلز را در SI به دست می‌آوریم:

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V_2} = \frac{180}{30} = 6 \text{ g/cm}^3 \xrightarrow[1 \text{ g/cm}^3 = 10^{-3} \text{ kg/m}^3]{1 \text{ g/cm}^3 = 10^{-3} \text{ kg/m}^3} \rho_2 = 6000 \text{ kg/m}^3$$

گزینه ۴

۳

دو قطره به دلیل نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌هایشان یکدیگر را جذب می‌کنند و به دلیل کشش سطحی، قطره حاصل به شکل کره خواهد بود.

با فرض اینکه جرم و حجم هریک از قطره‌ها به ترتیب m و V باشد، جرم قطره حاصل برابر است با:

$$m' = m + m = 2m \Rightarrow \rho V' = 2\rho V \Rightarrow V' = 2V$$

$$\Rightarrow \frac{F}{r} \pi r'^3 = 2 \times \frac{F}{r} \pi r^3 \Rightarrow r'^3 = 2r^3 \Rightarrow r' = \sqrt[3]{2}r$$

$$\Rightarrow r' = \sqrt[3]{2} \times 1 = \sqrt[3]{2} \text{ mm}$$

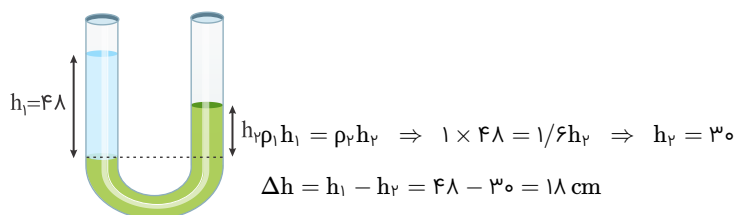
نکته ۱: آهنگ یعنی تغییر یک کمیت نسبت به زمان.

نکته ۲: حجم آب استخر برابر است با حاصل ضرب آهنگ خروجی آب از لوله‌ها در زمان شارش آب.

پس به‌طور جداگانه برای هر لوله زمان پر شدن استخر را به دست می‌آوریم:

$$\text{حجم استخر} = 18 \times 8 \times 3 = 432 \text{ m}^3$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{لوله A: } 432 \text{ m}^3 = 0.1 \times t_A \Rightarrow t_A = 43200 \text{ s} = 12 \text{ h} \\ \text{لوله B: } 432 \times 10^3 \text{ Lit} = 900 \times t_B \Rightarrow t_B = 480 \text{ min} = 8 \text{ h} \end{array} \right\} t_A - t_B = 4 \text{ h}$$



محاسبه ارتفاع مایع در استوانه اول (h_1):

$$P_1 = P_0 + \rho_1 g h_1 \Rightarrow 107/8 \times 10^3 = 10^5 + (1/3 \times 10^3) \times 10 \times h_1$$

$$\Rightarrow h_1 = 0.6 \text{ m}$$

اکنون حجم مایع را محاسبه می‌کنیم:

$$V = \pi r_1^2 h_1 = 3 \times (0.12)^2 \times 0.6 = 25/92 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

محاسبه ارتفاع مایع در ظرف مکعبی (h_2): حجم مایع در ظرف مکعبی نیز V است.

$$V = A_2 h_2 \Rightarrow 25/92 \times 10^{-3} = (0.25)^2 h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{25/92 \times 10^{-3}}{(0.25)^2} = 414/72 \times 10^{-3} \text{ m}$$

محاسبه چگالی مایع در ظرف مکعبی:

$$P_2 = P_0 + \rho_2 g h_2 \Rightarrow 106/8 \times 10^3 = 10^5 + \rho_2 \times 10 \times 0.41472$$

$$\Rightarrow \rho_2 = 1567/3 \text{ kg/m}^3 = 1567/3 \text{ g/L}$$

حجم کره A و حجم قسمت توپر کره B را به دست می‌آوریم:

$$V_A = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V_B = \frac{4}{3} \pi (R^3 - R'^3) \xrightarrow{R'=R/2} V_B = \frac{4}{3} \pi (R^3 - (\frac{R}{2})^3) = \frac{4}{3} \pi (\frac{7}{8} R^3)$$

حالا رابطه چگالی را به‌صورت نسبتی برای دو کره می‌نویسیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \xrightarrow{m_A=m_B} \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\frac{4}{3} \pi \frac{7}{8} R^3}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{7}{8}$$

چون چگالی $B > A$ پس مایع پایینی B است و مایع بالایی A:

$$P_B = \rho_B g h_B = 1000 \times 10 \times 2 \times 10^{-2} = 200 \text{ Pa}$$

$$P_A = \rho_A g h_A = 600 \times 10 \times 2 \times 10^{-2} = 120 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{کف ظرف}} = P_A + P_B = 200 + 120 = 320 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow F_{\text{کف ظرف}} = P_{\text{کف ظرف}} \times A_{\text{کف ظرف}} = 320 \times 60 \times 10^{-2} = 192 \text{ N}$$

جرم هر دو ماده را با m نشان می‌دهیم.

$$m_1 = \rho_1 V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{m}{\rho_1}$$

$$m_2 = \rho_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{m}{\rho_2}$$

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m + m}{\frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2}} = \frac{2}{\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}} = \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

ρ بزرگ‌تره یا $\frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$ ؟ تفاضلشون رو حساب کنید:

$$\rho - \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2} - \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = \frac{4\rho_1\rho_2 - (\rho_1 + \rho_2)^2}{2(\rho_1 + \rho_2)} = \frac{-(\rho_1^2 + \rho_2^2 + 2\rho_1\rho_2) + 4\rho_1\rho_2}{2(\rho_1 + \rho_2)}$$

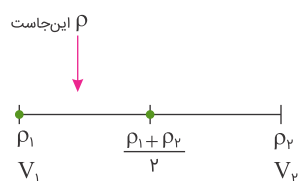
$$\rho - \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = \frac{-(\rho_1^2 + \rho_2^2 - 2\rho_1\rho_2)}{2(\rho_1 + \rho_2)} = \frac{-(\rho_1 - \rho_2)^2}{2(\rho_1 + \rho_2)}$$

$$\Rightarrow \rho - \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} < 0 \Rightarrow \rho < \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

توجه: اگر حجم دو ماده مساوی باشند، چگالی مخلوط برابر میانگین چگالی ماده‌ها است:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

اگر حجم دو ماده مساوی نباشد، چگالی مخلوط به چگالی ماده‌ای نزدیک‌تر است که حجم بیشتری دارد. در این تست $V_1 > V_2$ است.



$$V = \frac{m}{\rho} \xrightarrow[\rho_1 < \rho_2]{(m_1 = m_2)} V_1 > V_2$$

پس چگالی مخلوط به ρ_1 نزدیک‌تر است.

کشش سطحی آب باعث می‌شود که قطره کمترین مساحت ممکن را داشته باشد. در نتیجه مساحت قطره کمتر از مساحت مکعبی است که آب را احاطه کرده است؛ پس یکی از گزینه‌های "۳" یا "۴" درست است؛ اما راه حل مشروح:
گام اول: فرض می‌کنیم a طول هر ضلع مکعب و r شعاع قطره باشد:

$$V_{\text{آب}} = a^3$$

$$V_{\text{قطره}} = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times r^3 = 4r^3$$

حجم قطره برابر با حجم آب درون مکعب است، پس:

$$V_{\text{قطره}} = V_{\text{آب}} \Rightarrow 4r^3 = a^3 \Rightarrow r^3 = \frac{a^3}{4} \Rightarrow r = \frac{a}{\sqrt[3]{4}}$$

گام دوم: مساحت مکعب و قطره را به دست آورده و در پایان خواسته تست را محاسبه می‌کنیم:

$$S_{\text{مکعب}} = 6a^2$$

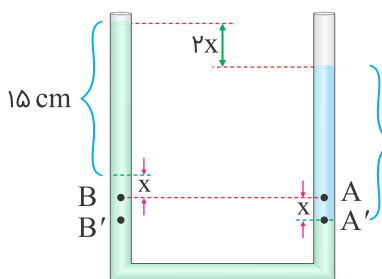
$$S_{\text{قطره}} = 4\pi r^2 = 4 \times 3 \times r^2 = 12r^2 = 12 \times \left(\frac{a}{\sqrt[3]{4}}\right)^2 = \frac{12a^2}{\sqrt[3]{16}} = \frac{12a^2}{2\sqrt[3]{2}}$$

$$S_{\text{قطره}} = \frac{6a^2}{\sqrt[3]{2}}$$

$$\text{درصد تغییرات سطح} = \frac{S_{\text{قطره}} - S_{\text{مکعب}}}{S_{\text{مکعب}}} \times 100 = \frac{\frac{6a^2}{\sqrt[3]{2}} - 6a^2}{6a^2} \times 100$$

$$= \left(\frac{1}{\sqrt[3]{2}} - 1\right) \times 100 = \left(\frac{1}{1.26} - 1\right) \times 100 = -0.2 \times 100 = -20\%$$

قبل از اضافه کردن مایع:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times 10 = \rho_2 \times 15 \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{3}{2}$$

بعد از اضافه کردن مایع:

$$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow \rho_1 h'_1 = \rho_2 h'_2 \Rightarrow \rho_1 \times 15 = \rho_2 \times (15 + 2x)$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{15 + 2x}{15} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{15 + 2x}{15} \Rightarrow 2x = 7.5 \text{ cm}$$

$2x = 7.5 \text{ cm}$ همان اختلاف سطح آزاد مایع در دو ستون لوله است.

با توجه به بخش معلوم و مجهول معادله ابتدا کسرهای تبدیل را می‌نویسیم:

گندم = ? من ۵/۲

$$\frac{40 \text{ (سیر)}}{1 \text{ (من)}} = 1, \quad \frac{16 \text{ (مثقال)}}{1 \text{ (سیر)}} = 1, \quad \frac{96 \text{ (گندم)}}{1 \text{ (مثقال)}} = 1$$

کسرهای تبدیل را در قسمت معلوم معادله ضرب می‌کنیم:

$$5/2 \text{ (من)} \times \frac{40 \text{ (سیر)}}{1 \text{ (من)}} \times \frac{16 \text{ (مثقال)}}{1 \text{ (سیر)}} \times \frac{96 \text{ (گندم)}}{1 \text{ (مثقال)}} = \dots \text{ (گندم)}$$

حالا مرتبه بزرگی هرکدام از ضریب را نوشته و در هم ضریب می‌کنیم:

$$\left. \begin{array}{l} 5/2 = 10^1 \text{ مرتبه بزرگی} \\ 40 = 10^1 \text{ مرتبه بزرگی} \\ 16 = 10^1 \text{ مرتبه بزرگی} \\ 96 = 10^2 \text{ مرتبه بزرگی} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{مرتبه بزرگی} = 10^1 \times 10^1 \times 10^1 \times 10^2 = 10^5$$

با انداختن قطعه سنگ در آب، آب درون ظرف اندکی بالا می‌آید و در نتیجه فشار ناشی از آب در نقطه B افزایش می‌یابد. برای بدست آوردن میزان بالا آمدن آب، ابتدا حجم سنگ را اندازه می‌گیریم و به کمک آن تغییر ارتفاع آب را حساب می‌کنیم:

$$m_{\text{سنگ}} = \rho_{\text{سنگ}} V_{\text{سنگ}} \Rightarrow ۴۰۰ = ۵ \times V_{\text{سنگ}} \Rightarrow V_{\text{سنگ}} = ۸۰ \text{ cm}^3$$

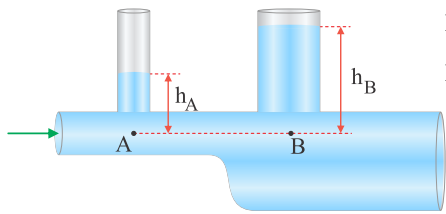
$$\Delta V_{\text{آب}} = V_{\text{سنگ}} \Rightarrow A \Delta h_{\text{آب}} = ۸۰ \Rightarrow (۲۰)^2 \Delta h_{\text{آب}} = ۸۰ \Rightarrow \Delta h_{\text{آب}} = \frac{۸۰}{۴۰۰} \Rightarrow \Delta h_{\text{آب}} = ۰/۲ \text{ cm}$$

بنابراین تغییر فشار در نقطه B برابر است با:

$$\Delta P_B = \rho g \Delta h_{\text{آب}} = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times (۰/۲ \times ۱۰^{-۲}) = ۲۰ \text{ Pa}$$

تندی آب در نقطه B از نقطه A بیشتر است. بنابراین فشار در نقطه B کمتر است پس ارتفاع آب خارج شده از این نقطه نیز کمتر است.

مطابق شکل، سطح مقطع لوله در نقطه A کمتر از B است و بنابراین مطابق قانون پیوستگی جریان شاره، تندی آب در نقطه A بیشتر از B است و در نتیجه مطابق اصل برنولی فشار در نقطه A کمتر از B است:



$$P_B - P_A = ۵۰۰$$

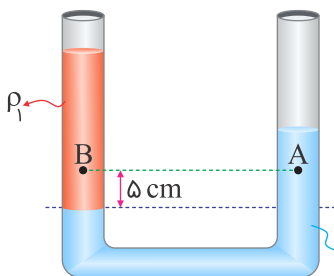
$$P_A = P_0 + \rho g h_A, P_B = P_0 + \rho g h_B$$

$$\Rightarrow P_B - P_A = ۵۰۰ \Rightarrow (P_0 + \rho g h_B) - (P_0 + \rho g h_A) = ۵۰۰$$

$$\Rightarrow \rho g (h_B - h_A) = ۵۰۰ \Rightarrow h_B - h_A = \frac{۵۰۰}{\rho g} = \frac{۵۰۰}{۱۰^3 \times ۱۰} = ۰/۰۵ \text{ m} = ۵ \text{ cm}$$

فشار در سطح تراز یکسان بوده و فشار را در این نقاط برابر P می‌گیریم.
نقطه B، ۵ cm بالاتر از سطح تراز بوده و فشار در نقطه A برابر $P - \rho_1 g \frac{۵}{۱۰۰}$ است.
نقطه A، ۵ cm بالاتر از سطح تراز بوده و فشار در نقطه B برابر $P - \rho_2 g \frac{۵}{۱۰۰}$ است.

باتوجه به اینکه مایعی که چگالی بیشتری دارد ته‌نشین می‌شود پس چگالی مایع (۲) بیشتر از چگالی مایع (۱) است:



$$P_B = P - \rho_1 g \frac{۵}{۱۰۰}$$

$$P_A = P - \rho_2 g \frac{۵}{۱۰۰} \xrightarrow{\rho_2 > \rho_1} P_B > P_A$$

اختلاف فشار داده شده در واقع $P_B - P_A$ است:

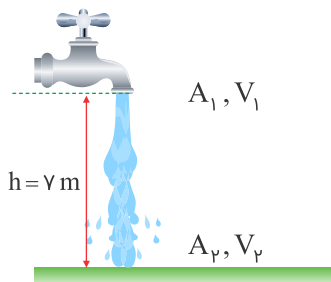
$$P_B - P_A = ۱۰۰ \text{ Pa} \Rightarrow P - \rho_1 \times ۱۰ \times \frac{۵}{۱۰۰} - (P - \rho_2 \times ۱۰ \times \frac{۵}{۱۰۰}) = ۱۰۰$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{۲} - \frac{\rho_1}{۲} = ۱۰۰ \Rightarrow \rho_2 - \rho_1 = ۲۰۰ \text{ kg/cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{m}{\frac{F}{\pi} \pi (r_1^3 - r_2^3)} \Rightarrow \frac{q}{\pi} = \frac{m}{\frac{F}{\pi} \pi (\Delta^3 - \pi^3)} \Rightarrow \frac{q}{\pi} \times \frac{F}{\pi} \times \pi = m$$

$$\Rightarrow m = 1176g = 1/1176kg$$

قانون پیوستگی جریان شاره را برای دو حالت در نظر می‌گیریم:
حالت اول: شیر آب در وضعیت اولیه خود است در این صورت باتوجه به شکل زیر، داریم:

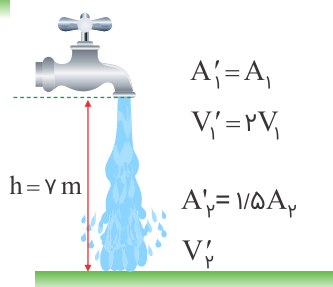


$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (I)$$

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow mgh + \frac{1}{2} m v_1^2 = 0 + \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = v_1^2 + 2gh \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 \times 10 \times 7} \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 + 140} \quad (II)$$

حالت دوم: شیر آب نسبت به حالت قبل، بیشتر باز شده است. در نتیجه باتوجه به شکل زیر و اطلاعات داده شده در صورت تست، داریم:



$$A_1' = A_1$$

$$V_1' = 2V_1$$

$$A_2' = 1/5 A_2$$

$$V_2'$$

$$A_1' v_1' = A_2' v_2' \Rightarrow A_1 (2v_1) = (1/5 A_2) v_2' \Rightarrow 2A_1 v_1 = 1/5 A_2 v_2' \quad (III)$$

$$v_2' = \sqrt{v_1'^2 + 2gh} = \sqrt{(2v_1)^2 + 2 \times 10 \times 7} \quad (\text{با استفاده از قانون بقای انرژی داریم})$$

$$\Rightarrow v_2' = \sqrt{4v_1^2 + 140} \quad (IV)$$

از تقسیم رابطه (I) بر رابطه (III)، خواهیم داشت:

$$\frac{A_1 v_1}{2A_1 v_1} = \frac{A_2 v_2}{1/5 A_2 v_2'} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{1/5} \times \frac{v_2}{v_2'} \Rightarrow \frac{v_2'}{v_2} = \frac{4}{3}$$

$$\xrightarrow{(III)} \frac{\sqrt{4v_1^2 + 140}}{\sqrt{v_1^2 + 140}} = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{4v_1^2 + 140}{v_1^2 + 140} = \frac{16}{9}$$

$$36v_1^2 + 9 \times 140 = 16v_1^2 + 16 \times 140 \Rightarrow 20v_1^2 = 7 \times 140$$

$$\Rightarrow v_1^2 = 7 \times 7 = 7^2 \Rightarrow v_1 = 7m/s$$

فرض می‌کنیم A سطح مقطع شیر و v تندی اولیه خروج آب از شیر باشد.
در ابتدا 150L از حجم مخزن در مدت 30s پر می‌شود. در نتیجه:

$$\frac{V_1}{t_1} = Av \Rightarrow \frac{150}{30} = Av \Rightarrow Av = 5 \Rightarrow A = \frac{5}{v} \quad (I)$$

پس از آنکه شیر را بیشتر باز می‌کنیم تندی خروج آب از v به v + 3 افزایش می‌یابد و باقی‌مانده حجم ظرف که 100L است در مدت 5s پر می‌شود؛ بنابراین:

$$\frac{V_2}{t_2} = A(v+3) \Rightarrow \frac{100}{5} = A(v+3) \Rightarrow 20 = A(v+3) \xrightarrow{(I)} 20 = \frac{5}{v}(v+3)$$

$$\Rightarrow 4v = v+3 \Rightarrow 3v = 3 \Rightarrow v = 1m/s$$

برای تعیین حجم نیمکره، می‌توان رابطه حجم کره (یعنی $V = \frac{4}{3}\pi R^3$) را تقسیم بر ۲ کرد:

$$V_{\text{نیمکره}} = \frac{1}{3}\pi R^3$$

برای تعیین حجم ماده سازنده شکلی که داده شده است، باید حجم نیمکره بیرونی را منهای حجم نیمکره خالی داخلی کرد؛ فقط توجه کنید که شعاع نیمکره خارجی $R = ۴ \text{ cm}$ و شعاع نیمکره داخلی، $R' = ۲ \text{ cm}$ است:

$$V = \frac{1}{3}\pi R^3 - \frac{1}{3}\pi R'^3 = \frac{1}{3}\pi (R^3 - R'^3)$$

$$\Rightarrow V = \frac{1}{3} \times \pi \times (4^3 - 2^3) = 112 \text{ cm}^3$$

برای محاسبه جرم نیمکره آهنی هم، می‌توان حجم محاسبه شده را در رابطه زیر قرار داد:

$$m = \rho V = 8 \text{ g/cm}^3 \times 112 \text{ cm}^3 = 896 \text{ g}$$

حال باید جرم آب داخل نیمکره را حساب کنیم:

$$m_{\text{آب}} = \rho V = \rho \times \frac{1}{3}\pi R'^3 = 1 \text{ g/cm}^3 \times \frac{1}{3} \times \pi \times (2 \text{ cm})^3 = 16 \text{ g}$$

به این ترتیب جرم کل، برابر می‌شود با:

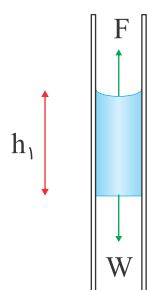
$$896 \text{ g} + 16 \text{ g} = 912 \text{ g}$$

$$\text{اسیدسولفوریک: } \begin{cases} m_1 = ۲۲۰ \text{ g} \\ \rho_1 = ۲ \text{ g/cm}^3 \\ V_1 = \frac{۲۲۰}{۲} = ۱۱۰ \text{ cm}^3 \end{cases}$$

$$\text{آب: } \begin{cases} m_2 = ۲۰۰ \text{ g} \\ \rho_2 = ۱ \text{ g/cm}^3 \\ V_2 = \frac{۲۰۰}{۱} = ۲۰۰ \text{ cm}^3 \end{cases}$$

$$\rho_T = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2 - \Delta V} = \frac{۲۲۰ + ۲۰۰}{۱۱۰ + ۲۰۰ - ۶۰} = ۱/۶۸ \text{ g/cm}^3$$

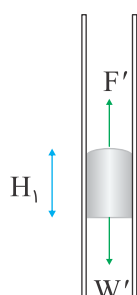
با وارد کردن لوله موئین (۱) در ظرف سمت چپ، مایع از لوله بالا می‌رود که دلیل آن نیروی دگرچسبی روبه‌بالا است که بر وزن مایع غلبه می‌کند؛ در نتیجه در حالت تعادل که مایع به ارتفاع h_1 از لوله بالا رفته است، نیروی خالص دگرچسبی برابر با وزن مایع درون لوله به ارتفاع h_1 است:



$$F = W$$

$$F = W$$

$$F' = W'$$



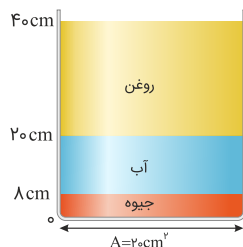
$$F' = W'$$

و به همین ترتیب با وارد کردن لوله موئین (۲) در ظرف سمت راست، مایع به سمت پایین حرکت می‌کند و وزن مایع جابه‌جا شده به سمت پایین برابر با نیروی دگرچسبی روبه‌بالا است؛ در نتیجه در حالت تعادل که مایع به ارتفاع H_1 از لوله به سمت پایین حرکت کرده است، نیروی خالص دگرچسبی برابر با وزن مایع درون لوله به ارتفاع H_1 است:

$$\left. \begin{aligned} P &= \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \\ P &= \rho_{\text{هوا}} g h_{\text{هوا}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \rho h_{\text{جیوه}} = \rho h_{\text{هوا}} \Rightarrow 13600 \times h = 13/5 \times 10$$

$$\Rightarrow h \simeq 0.0099 \text{ m} = 9/9 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

باتوجه به شکل زیر، مایعی که بیشترین چگالی را دارد، در زیر قرار می‌گیرد:



$$\begin{aligned} m_{\text{کل}} &= m_{\text{جیوه}} + m_{\text{آب}} + m_{\text{روغن}} \\ \Rightarrow m_{\text{کل}} &= \rho_{\text{جیوه}} V_{\text{جیوه}} + \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} + \rho_{\text{روغن}} V_{\text{روغن}} \\ \Rightarrow m_{\text{کل}} &= \rho_{\text{جیوه}} A h_{\text{جیوه}} + \rho_{\text{آب}} A h_{\text{آب}} + \rho_{\text{روغن}} A h_{\text{روغن}} \\ \Rightarrow m_{\text{کل}} &= 13/6 \times 20 \times 8 + 1 \times 20 \times (20 - 8) + 0.8 \times 20 \times (40 - 20) \\ &= 2176 + 240 + 320 = 2736 \text{ g} \end{aligned}$$

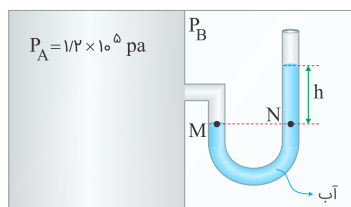
از اندیس‌های ۱ و ۲ به ترتیب برای کمیت‌های وابسته به استوانه کوچک و بزرگ استفاده می‌کنیم. استوانه‌ها هم‌جنس ($\rho_1 = \rho_2 = \rho$) و هم‌ارتفاع ($h_1 = h_2 = h$) هستند و فشاری که از طرف استوانه بزرگ‌تر بر زمین وارد می‌شود 300 Pa است؛ بنابراین:



$$\begin{aligned} P_2 &= \rho g h = 300 \quad (I) \\ V &= A h \quad \text{حجم استوانه} \end{aligned}$$

حالا خواسته سؤال که فشار حاصل از دو استوانه بر زمین است را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} h_{P_{\text{کل}}} &= \frac{F}{A} = \frac{(m_1 + m_2)g}{A_2} = \frac{\rho(V_1 + V_2)g}{A_2} = \frac{\rho(A_1 h + A_2 h)g}{A_2} \\ &= \frac{\rho g h (A_1 + A_2)}{A_2} = \rho g h \left(\frac{A_1}{A_2} + 1 \right) \xrightarrow{(A_2 = 3A_1)} P_{\text{کل}} = \rho g h \left(\frac{1}{3} + 1 \right) \\ &= \frac{4}{3} \rho g h \xrightarrow{I} P_{\text{کل}} = \frac{4}{3} \times 300 = 400 \text{ Pa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} P_M &= P_N \Rightarrow P_A = P_B + \rho g h \quad (1) \\ P_C &= P_D \Rightarrow P_B = P_0 + \rho g H \quad (2) \\ (1), (2) &\Rightarrow P_A = P_0 + \rho g H + \rho g h \\ &\Rightarrow 1/2 \times 10^5 = 10^5 + 1000 \times 10 \times 1/1 + 1000 \times 10 \times h \\ &\Rightarrow h = 0.9 \text{ m} = 90 \text{ cm} \end{aligned}$$

به روش زنجیره‌ای داریم:

$$\frac{10^3 \text{ (da m)}}{\text{s}} = ? \frac{\text{lit}}{\text{min}}$$

$$\frac{10^3 \text{ (da m)}}{\cancel{\text{s}}} \times \frac{10^3 \cancel{\text{m}}}{1 \text{ (da m)}} \times \frac{10^3 \text{ lit}}{1 \cancel{\text{m}^3}} \times \frac{60 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ min}} = 60 \times 10^9 \frac{\text{lit}}{\text{min}} = 6 \times 10^8 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$$

مورد (الف) نادرست است زیرا فاصلهٔ مولکول‌های جامد و مایع تقریباً یکسان است.

مورد (ب) درست است زیرا متن کتاب صراحتاً حرکت ذرات گاز را «آزادانه» و حرکت ذرات مایع را محدودتر توصیف می‌کند.

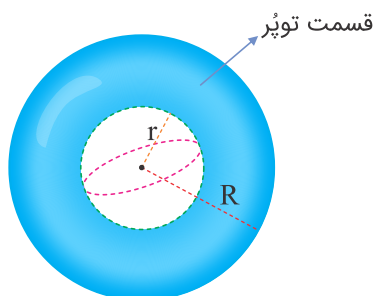
مورد (ج) نادرست است زیرا جامدهای بی‌شکل (آمورف) از سرد شدن سریع مایع به‌وجود می‌آیند.

مورد (د) نادرست است زیرا پلاسما اغلب در دماهای خیلی بالا به‌وجود می‌آید مثل ماده درون ستارگان و بیشتر فضاها بین ستاره‌ای، آذرخش و ...

تنها در عبارت (پ) لازم است که کمیت C با A و B هم‌واحد باشد، زیرا فقط کمیت‌هایی را می‌توانیم با یکدیگر جمع کنیم که دارای واحد یکسان باشند.

برای ضرب یا تقسیم کمیت‌ها لازم نیست که واحد یکسانی داشته باشند، چون از ضرب و تقسیم کمیت‌ها در یکدیگر کمیت جدیدی حاصل می‌شود. دقت کنید که در عبارت (الف) واحد C باید با واحد $\frac{A}{B}$ یکسان باشند و نه با A و B به‌تنهایی.

برای این‌که کرهٔ توخالی در آب غوطه‌ور شود، باید نسبت جرم قسمت توپر آن به حجم ظاهری آن برابر چگالی آب باشد، بنابراین داریم:



$$\frac{m}{V_{\text{ظاهری}}} = 1 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow \frac{\rho(V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{حفره}})}{V_{\text{ظاهری}}} = 1$$

$$\frac{\lambda}{V} (V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{حفره}}) = V_{\text{ظاهری}} \Rightarrow \frac{1}{V} V_{\text{ظاهری}} = \frac{\lambda}{V} V_{\text{حفره}} \Rightarrow V_{\text{حفره}} = \frac{1}{\lambda} V_{\text{ظاهری}}$$

$$\frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{1}{\lambda} \times \frac{4}{3} \pi R^3 \Rightarrow r = \frac{1}{\sqrt[3]{\lambda}} R$$