

پاسخنامه تشریحی

۱. گزینه ۱ در حالت اولیه که روغن سطح شیشه را تر نمی‌کند، می‌توان نتیجه گرفت نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های روغن و سطح شیشه است پس در حالت اول:

$$F_C > F_A$$

اگر دمای روغن را کاهش داده و به θ_p برسانیم، کاهش دما سبب افزایش نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن خواهد شد لذا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن نیز در این حالت از حالت قبل بیشتر می‌شود.

$$F'_C > F_C > F_A$$

۲. گزینه ۳ دلیل نادرست بودن گزینه‌های ۱، ۲ و ۴:

گزینه ۱: اندازه اتم‌ها حدود یک تا چند آنگستروم است و اندازه مولکول‌ها به این بستگی دارد که از چند اتم ساخته شده باشند.

گزینه ۲: اندازه برخی از درشت مولکول‌ها مانند بسپارها (پلیمرها) می‌تواند تا ۱۰۰۰ آنگستروم باشد.

گزینه ۴: ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگر می‌مانند.

۳. گزینه ۲ دلیل نادرستی گزینه ۲:

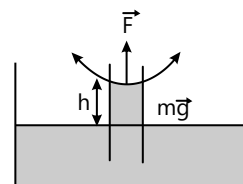
دلیل پخش نمک در آب، حرکت کاتوره‌های مولکول‌های آب است نه نمک.

۴. گزینه ۳ مطابق شکل، اندازه نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه برابر با اندازه نیروی وزن آب بالا رفته از لوله موئین است، بنابراین:

$$F = mg \xrightarrow{m=\rho V} F = \rho Vg \xrightarrow{V=Ah} F = \rho Ahg$$

$$\xrightarrow{A=0.4 \times 10^{-6} m^2} F = 10^3 \times 0.4 \times 10^{-6} \times 0.35 \times 10 \Rightarrow F = 1.4 \times 10^{-3} N$$

$$\xrightarrow{h=0.35 m}$$



۵. گزینه ۳ افزایش دما و اضافه کردن مایع شوینده نیروی کشش سطحی را کاهش می‌دهد و احتمال فرو رفتن گیره در آب بیشتر می‌شود.

گزینه ۳: نادرست است و جواب تست می‌باشد.

۶. گزینه ۱ الف) نادرست - برخی مواد معدنی بلورین هستند.

ب) نادرست - در جامدات مولکول‌ها حرکت آزادانه ندارند و در محل خود ارتعاش می‌کنند.

ج) نادرست - کشش سطحی نوعی نیروی هم‌چسبی است.

د) نادرست - نیروی بین مولکول‌های ناهمسان دگرچسبی است.

۷. گزینه ۱ با توجه به متن کتاب درسی موارد الف و ب، نادرست و فقط مورد ج، درست و گزینه ۱ صحیح است.

۸. گزینه ۲ دلیل اشتباه بودن گزینه ۲: شیشه جامدی بی‌شکل (آمورف) است.

۹. گزینه ۲ هرگاه مایعی در تماس با جامدی قرار گیرد، دو حالت می‌تواند رخ دهد:

(۱) دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد از هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر باشد در این صورت می‌گوییم مایع جامد را خیس می‌کند.

(۲) دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد از هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع کمتر باشد در این صورت می‌گوییم مایع جامد را خیس نمی‌کند.

۱۰. گزینه ۳ پدیده کشش سطحی ناشی از هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع است و آن را می‌توان با نیروهای بین‌مولکولی توضیح داد.

۱۱. گزینه ۴ برای جلوگیری از خسارت حاصل از اثر موئینگی و تراوش آب از منافذهای موئین در دیوارها، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا مانند قیر می‌پوشانند.

۱۲. گزینه ۴ مولکول‌های هوا به دلیل سرعت زیاد حرکت کاتوره‌ای و نامنظمی دارند و هنگامی که با مولکول‌های گچ برخورد می‌کنند آن‌ها را پراکنده می‌کنند که این حرکت نامنظم و کاتوره‌ایی ذرات گچ را حرکت براونی می‌نامند.

۱۳. گزینه ۳ فاصله ذرات سازنده جامد و مایع تقریباً یکسان و برابر یک آنگستروم و فاصله میانگین ذرات سازنده گاز در شرایط معمولی در حدود ۳۵ آنگستروم است. پس:

$$\begin{cases} a, b: \text{جامد و مایع} \\ c: \text{گاز} \end{cases}$$

۱۴. گزینه ۴ چون لوله موئین تمیز است، واضح است که ظرف (۱) حاوی آب و ظرف (۲) حاوی جیوه می‌باشد. در ظرف (۲) با افزایش d (یعنی لوله موئین را بیشتر در جیوه فرو می‌بریم)، مقدار x ثابت می‌ماند، تنها با افزایش یا کاهش قطر لوله موئین، مقدار x کاهش یا افزایش خواهد یافت.

۱۵. گزینه ۲ بررسی عبارت‌ها:

الف) تغییر رنگ آب در اثر اضافه شدن کمی جوهر به آب، به حرکت کاتوره‌ای مولکول‌های آب مربوط می‌شود. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های آب و برخورد آن‌ها با ذرات سازنده جوهر، این‌گونه مواد در آب پخش می‌شوند. (درست)

ب) در حالت مایع فاصله مولکول‌ها مانند فاصله آن‌ها در حالت جامد یعنی در حدود 10^{-10} است.

ت) مولکول‌های هوا با سرعت زیاد حرکت کاتوره‌ای و نامنظم دارند و در برخورد با مولکول‌های گچ، آن را پراکنده می‌کنند. (درست)

و گزینه (پ) نیز درست است، پس تنها گزینه نادرست گزینه (ب) است.

۱۶. گزینه ۳ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: فاصله میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه آنها، خیلی بیشتر است. (نادرست)

گزینه ۲: ذرات سازنده جامد‌های آمورف، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند. (نادرست)

گزینه ۴: نیروی جاذبه بین مولکول‌های همسان را هم‌چسبی می‌نامیم. (نادرست)

۱۷. گزینه ۴ هر چهار مورد صحیح است.

۱۸. گزینه ۴ بنا به توضیحات کتاب درسی هیچ موردی درست نیست.

۱۹. گزینه ۲ می‌دانیم که گازها تراکم‌پذیرند، به گونه‌ای که میزان تراکم‌پذیری آنها بیشتر از مایعات است، بنابراین، پیستون در سرنگ اولی، خیلی راحت‌تر از دومی حرکت می‌کند.

۲۰. گزینه ۱ پدیدهٔ پخش در گازها سریع‌تر از مایعات رخ می‌دهد و فاصلهٔ بین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازهٔ آنها، خیلی بیشتر است.

۲۱. گزینه ۲ دلیل پخش جوهر در آب، به حرکت مولکول‌های آب مربوط می‌شود. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های آب و برخورد آنها با ذرات سازندهٔ جوهر، این‌گونه مواد در آب پخش می‌شوند.

۲۲. گزینه ۱ با توجه به اینکه آب در لولهٔ موئین بالا می‌رود و جیوه پایین می‌آید و هرچه قطر لولهٔ موئین کمتر باشد، آب بیشتر بالا می‌آید و جیوه بیشتر پایین می‌رود. در هر حال اختلاف ارتفاع سطح مایع بیرون و درون لوله افزایش می‌یابد.

۲۳. گزینه ۴ عبارت‌های الف، پ، ت و ث صحیح هستند.

۲۴. گزینه ۳ به‌جز مورد «الف» بقیه موارد صحیح هستند، پس جواب گزینه ۳ است.

۲۵. گزینه ۳ دما که بالا رود مایع رقیق می‌شود و نیروی هم‌چسبی کاهش یافته و نیروی دگرچسبی نیز کاهش می‌یابد.

۲۶. گزینه ۲ ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگرند.

۲۷. گزینه ۱ زیرا فاصلهٔ مولکول‌های گاز زیاد است و تراکم‌پذیرند و مایعات فاصلهٔ کمی دارند و تراکم‌ناپذیر هستند.

۲۸. گزینه ۲ اگر تکه‌های شیشه را گرم کنیم مولکول‌های شیشه به‌هم نزدیک و نیروی مولکولی آن که کوتاه‌برد است باعث به‌هم نزدیک شدن می‌شود.

۲۹. گزینه ۲

وزن آب بالا رفته در لولهٔ موئین = برآیند نیروهای بین‌مولکولی

$$mg = \rho Vg = \rho(Ah)g = \rho(\pi r^2 h)g$$

$$= 1000 \times 3 \times \left(\frac{2}{10} \times 10^{-3}\right)^2 \times \frac{25}{100} \times 10 = 3 \times 10^{-4} N$$

۳۰. گزینه ۲ می‌دانیم که یکای پاسکال، به‌صورت $\frac{\text{نیوتون}}{\text{متر مربع}}$ تعریف می‌شود.

حال با توجه به گزینه‌ها، یا باید یکای نیوتون را باز کنیم (یعنی $\frac{\text{متر}}{\text{مربع ثانیه}} \times \text{کیلوگرم} = \text{نیوتون}$)

یا آن را برحسب ژول بنویسیم ($\frac{\text{ژول}}{\text{متر}} = \text{نیوتون}$)

بنابراین داریم:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow Pa = \frac{N}{m^2}$$

$$P = \frac{F}{A}, F = ma \rightarrow Pa \equiv kg/m \cdot s^2$$

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta \rightarrow F = \frac{W}{d \cdot \cos \theta} \rightarrow \left. \begin{array}{l} N = \frac{J}{m} \\ Pa \equiv \frac{N}{m^2} \end{array} \right\} \rightarrow Pa \equiv \frac{J}{m^3}$$

۳۱. گزینه ۳ قدم اول: ابتدا جرم مکعب را می‌یابیم. اگر مکعب توپر باشد:

$$\left\{ \begin{array}{l} V = (10 \text{ cm})^3 = 1000 \text{ cm}^3 \\ \rho = \frac{g}{\text{cm}^3} \end{array} \right. \Rightarrow m = \rho V = 1 \frac{g}{\text{cm}^3} \times 1000 \text{ cm}^3 \Rightarrow m = 1000 g = 1 \text{ kg} \rightarrow m = 1 \text{ kg} \quad (1)$$

قدم دوم: جرمی که مکعب در حال حاضر دارد، m' است؛ بنابراین:

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{m'g}{A} = \frac{m' \times 10}{10^{-2}} = 1000 Pa \\ A = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^2 = 10^{-2} m^2 \end{array} \right. \rightarrow m' = 100 \text{ kg} \quad (2)$$

قدم سوم: از مقایسهٔ m و m' درمی‌یابیم که این مکعب حتماً دارای حفره بوده، چون $m' < m$ است.

قدم چهارم: حجم حفره همان حجم جرم ناپدید شده است:

$$\Delta m = m - m' = 1 - 100 = 99 \text{ kg} \rightarrow \Delta V = \frac{\Delta m}{\rho} = \frac{99 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{m^3}} = 99 \times 10^{-5} m^3$$

۳۲. گزینه ۲ فشار یک مخروط بر تکیه‌گاهش طبق رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$P = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho \left(\frac{1}{3} Ah\right)g}{A} = \frac{1}{3} \rho gh$$

بنابراین فشار مخروط‌ها نسبت به هم چنین خواهند بود.

$$\frac{\frac{1}{3}\rho g(h)}{\frac{1}{3}\rho g(3h)} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{1}{3} \Rightarrow P' = \frac{1}{3}P$$

۳۳. گزینه ۲ شرط حفظ تعادل، وجود فشار برابر در داخل و خارج است. فشار بیرون، ناشی از فشار هوا و فشار ناشی از وزنه است، بنابراین داریم:

$$P_o + P_{\text{وزنه}} = P_{\text{داخل}} \Rightarrow 10^5 + \frac{F}{A} = 2 \times 10^5 \Rightarrow \frac{F}{A} = 10^5 \Rightarrow \frac{F}{4 \times 10^{-6}} = 10^5 \Rightarrow F = 0.4 N$$

$$\Rightarrow mg = 0.4 \Rightarrow m = \frac{4}{100} kg$$

۳۴. گزینه ۴ روش اول: در اینجا با توجه به اینکه جرم اجسام و نیز فشاری که به سطح افقی وارد می‌کنند، یکسان است، پس سطح تماس آن‌ها با سطح افقی نیز یکسان است، زیرا:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \xrightarrow{m_1=m_2, P_1=P_2} A_1 = A_2$$

لذا داریم:

$$a^2 = \pi r^2 \rightarrow \frac{a^2}{r^2} = \pi \rightarrow \frac{a}{r} = \sqrt{\pi}$$

روش دوم: می‌دانیم که برای اجسام منشوری، برای محاسبه فشار، علاوه بر فرمول $P = \frac{F}{A}$ ، می‌توانیم از رابطه $P = \rho gh$ نیز استفاده کنیم. ارتفاع مکعب برابر a و ارتفاع استوانه برابر h است:

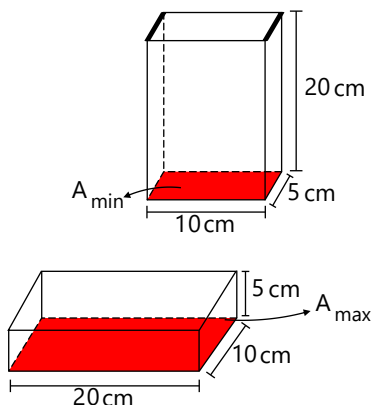
$$P_{\text{مکعب}} = P_{\text{استوانه}}$$

$$(\rho gh)_{\text{مکعب}} = (\rho gh)_{\text{استوانه}} \Rightarrow \frac{\pi}{V_{\text{مکعب}}} h_{\text{مکعب}} = \frac{\pi}{V_{\text{استوانه}}} h_{\text{استوانه}} \Rightarrow \frac{1}{a^3} \times a = \frac{1}{\pi r^2 h} \times h \Rightarrow \frac{1}{a^2} = \frac{1}{\pi r^2} \Rightarrow \left(\frac{a}{r}\right)^2 = \pi \Rightarrow \frac{a}{r} = \sqrt{\pi}$$

۳۵. گزینه ۴

با توجه به رابطه $P = \frac{W}{A}$ و شکل‌های مقابل، نیروی عمودی وارد شده بر سطح در هر دو حالت برابر وزن جسم (W) می‌باشد. بنابراین بیشترین فشار هنگامی اتفاق می‌افتد که مکعب مستطیل روی کوچکترین وجه خود قرار گیرد و کمترین

فشار زمانی رخ می‌دهد که مکعب مستطیل روی بزرگ‌ترین وجه خود قرار گیرد:



$$A_{\min} = 10 \times 5 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-5} m^2 \rightarrow P_{\max} = \frac{W}{A_{\min}} = \frac{W}{5 \times 10^{-5}}$$

$$A_{\max} = 20 \times 10 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-4} m^2 \rightarrow P_{\min} = \frac{W}{2 \times 10^{-4}}$$

از طرفی با توجه به صورت سوال ($P_{\max} - P_{\min}$) برابر است با:

$$P_{\max} - P_{\min} = 15 \times 10^3 \Rightarrow \frac{W}{5 \times 10^{-5}} - \frac{W}{2 \times 10^{-4}} = 15 \times 10^3 \Rightarrow 200W - 50W = 15 \times 10^3 \Rightarrow 150W = 15 \times 10^3 \rightarrow W = 100 N$$

$$W = 100 N \Rightarrow W = mg = 100 N \Rightarrow m \times 10 = 100 \Rightarrow m = 10 kg$$

حال با توجه به رابطه چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{10}{20 \times 10 \times 5 \times 10^{-6}} = 10^4 \frac{kg}{m^3}$$

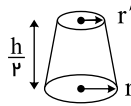
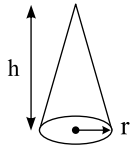
۳۶. گزینه ۲

ابتدا با توجه به معلوم بودن اختلاف فشار بیشینه و کمینه وارد بر سطح افقی، رابطه بین وزن و ابعاد را به صورت زیر می‌یابیم. در ادامه فشار مخروط بر سطح را محاسبه می‌کنیم.

$$P_{\max} - P_{\min} = 9000 \rightarrow \frac{mg}{A_{\min}} - \frac{mg}{A_{\max}} = 9000 \rightarrow \frac{mg}{2a^2} - \frac{mg}{6a^2} = 9000 \rightarrow \frac{mg}{3a^2} = 9000 Pa$$

$$P_{\text{مخروط}} = \frac{mg}{A} = \frac{mg}{\pi a^2} = \frac{mg}{3a^2} \rightarrow P_{\text{مخروط}} = 9000 Pa$$

۳۷. گزینه ۲



$$r' = \frac{r}{2} \text{ می‌دانیم}$$

$$V_1 = \frac{1}{3} \pi r^2 h = \text{حجم مخروط کامل}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi r'^2 h = \frac{1}{3} \pi \left(\frac{r}{2}\right)^2 h = \frac{1}{3} \pi r^2 h \left(\frac{1}{4}\right) = \frac{1}{4} V_1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{1}{3} \pi r'^2 h}{\frac{1}{3} \pi r^2 h} = \frac{r'^2}{r^2} = \left(\frac{r'}{r}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow P_2 = \frac{1}{4} P_1$$

۳۸. گزینه ۴ فشار وارد بر سطح افقی از طرف استوانه به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$P = \rho gh = (1 \times 10^3)(10)(20 \times 10^{-2}) \rightarrow P = 2000 Pa \rightarrow P = 2 kPa$$

۳۹. گزینه ۴ دقت شود خواسته مسئله افزایش فشار وارد از طرف ظرف به سطح زیرین خود می‌باشد. یعنی باید فقط وزن مایع اضافه شده را بر مساحت کف ظرف تقسیم کرد:

$$m = \rho V \Rightarrow m = 1000 \times 50 \times 10^{-6} = 0.05 kg$$

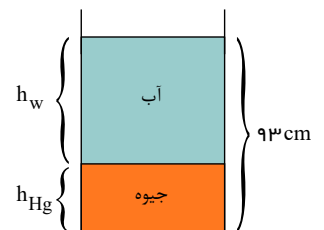
$$P = \frac{mg}{A} \Rightarrow P = \frac{0.05 \times 10}{50 \times 10^{-4}} = 1000 Pa$$

۴۰. گزینه ۲ در اینگونه سؤال‌ها که دو یا چند مایع مخلوط نشدنی در یک ظرف استوانه‌ای قرار گرفته‌اند، باید در ابتدا ارتفاع هر مایع را به دست بیاوریم، به همین منظور، قبل از هر چیزی رابطه بین جرم‌ها را نوشته، سپس جرم را بر حسب چگالی و حجم می‌نویسیم تا یک معادله بر حسب ارتفاع مایعات به دست بیاید. سپس با تشکیل یک دستگاه دو معادله دو مجهولی، ارتفاع مایعات و پس از آن فشار وارد بر کف ظرف را محاسبه می‌کنیم. یعنی:

$$m_{Hg} = 5m_W$$

$$(\rho V)_{Hg} = 5(\rho V)_W \xrightarrow[A = ثابت]{V_{حجم} = Ah} \rho_{Hg} h_{Hg} = 5\rho_W h_W$$

$$\rightarrow 13.6 h_{Hg} = 5(1)(h_W) \rightarrow h_W = 2.72 h_{Hg} \xrightarrow{h_W + h_{Hg} = 93} \begin{cases} h_{Hg} = 25 cm \\ h_W = 68 cm \end{cases}$$



$$P_T = P_W + P_{Hg} = \rho_W g h_W + \rho_{Hg} g h_{Hg} = 1000 \times 10 \times \frac{68}{100} + 13600 \times 10 \times \frac{25}{100}$$

$$\rightarrow P_T = 6800 Pa + 34000 Pa = 40.8 kPa$$

۴۱. گزینه ۳ به دلیل هم‌تراز بودن نقاط A و B:

$$P_A = P_B$$

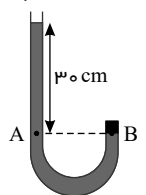
$$P_B = 1000 \times 10 \times \frac{30}{100} + 10^5$$

$$P_B = 102400 Pa$$

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow F = P \cdot A$$

$$F_B = P_B \cdot A \rightarrow F_B = 102400 \times \pi r^2$$

$$\rightarrow F_B = 102400 \times 3 \times \left(\frac{3}{100}\right)^2 \rightarrow F_B = 122.88 N \simeq 123 N$$



۴۲. گزینه ۱ فشار مایع ρgh و فشار ظرف به سطح افقی $\frac{mg}{A}$ است.

$$P_{مایع} = \rho gh = 1 \times 10^3 \times 10 \times 0.2 = 2000 Pa$$

$$P_{ظرف} = \frac{mg}{A} = \frac{0.3 \times 10}{10 \times 10^{-4}} = 3000 Pa$$

۴۳. گزینه ۳ ابتدا اندازه نیرویی که از طرف کف ظرف بر آب وارد می‌شود و جهت آن به طرف بالاست را محاسبه می‌نمائیم. طبق قانون سوم نیوتون، اندازه نیرو برابر با اندازه نیرویی است که آب بر کف ظرف وارد می‌کند، پس:

$$F = \rho ghA = 10^3 \times 10 \times 40 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-4} = 8 N$$

از طرفی وزن مایع برابر $10 N$ به طرف پایین است. بنابراین با توجه به تعادل آب در داخل ظرف، اندازه برآیند نیروهای جداره‌های ظرف بر مایع برابر با $2 N$ ، و به طرف بالا خواهد بود.

۴۴. گزینه ۲ نمودار نشان می‌دهد که عمق مایع در ظرف $20 cm$ است و در ته ظرف فشار $3000 Pa$ است. از رابطه فشار یک مایع، چگالی مایع برابر است با:

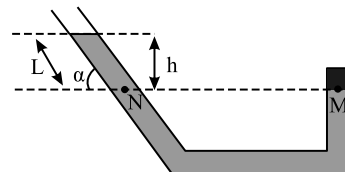
$$P = \rho gh \Rightarrow 3000 = \rho_{مایع} \times 10 \times 0.2 \Rightarrow \rho_{مایع} = 1500 kg/m^3$$

و در عمق ۱۲ سانتی متری از سطح مایع، فشار مایع ناشی از ستون مایع برابر است با:

$$P = \rho_{\text{مایع}} gh \Rightarrow P = 1500 \times 10 \times 0.12 \Rightarrow P = 1800 Pa$$

۴۵. گزینه ۱ فشار در نقاط هم تراز M و N که داخل یک مایع ساکن قرار دارند، با هم برابر است، در نتیجه داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_M = \rho gh \xrightarrow{h=L \sin \alpha} P_M = \rho g(L \sin \alpha)$$



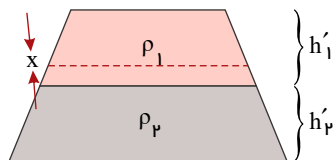
و با توجه به اینکه مساحت درپوش برابر πr^2 است، نیروی وارد بر آن از طرف مایع برابر است با:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow F_{\text{درپوش}} = P_M \times \pi r^2 \Rightarrow F_{\text{درپوش}} = \pi \rho g L r^2 \sin \alpha$$

۴۶. گزینه ۳ اگر آب فقط قسمت استوانه‌ای پایین ظرف را پر کند $F = W$ ولی اگر به قسمت مخروطی فوقانی هم برسد، بخشی از وزن مایع توسط دیواره‌ها نگاه داشته می‌شود و $F < W$. پس گزینه ۳ صحیح است.

۴۷. گزینه ۱

با وارونه شدن ظرف مایع ρ_2 همچنان پایین‌تر از مایع ρ_1 قرار می‌گیرد زیرا چگالی آن بیشتر است ($\rho_2 > \rho_1$) که با توجه به شکل ظرف ارتفاع مایع ρ_1 بیشتر شده و ارتفاع مایع ρ_2 کمتر خواهد شد.



$$h'_1 = h_1 + x, \quad h'_2 = h_2 - x$$

$$P' = \rho_1 g h'_1 + \rho_2 g h'_2 = \rho_1 g (h_1 + x) + \rho_2 g (h_2 - x) = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + (\rho_1 - \rho_2) g x \Rightarrow P' = P + (\rho_1 - \rho_2) g x \xrightarrow{\rho_2 > \rho_1} P' > P$$

دقت کنید که چون $\rho_1 < \rho_2$ است عبارت $(\rho_1 - \rho_2) g x$ یک مقدار منفی می‌شود که باعث می‌گردد $P' < P$ باشد.

۴۸. گزینه ۴ می‌دانیم فشار ناشی از مایع از رابطه $P = \rho gh$ به دست می‌آید و از آنجایی که ارتفاع مایع و جنس مایع در هر سه ظرف یکسان است، فشار ناشی از مایع در کف هر سه ظرف یکسان است:

$$P_1 = P_2 = P_3 = \rho gh$$

و از آنجایی که $F = P \cdot A$ داریم:

$$F_1 = F_2 = F_3 = P \cdot A = \rho gh \cdot A = \rho g \cdot \underset{\substack{\downarrow \\ \text{حجم مایع درون ظرف (۱)}}}{V} = m_1 g$$

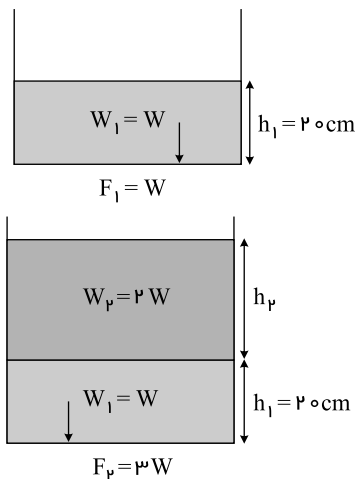
۴۹. گزینه ۱ با استفاده از رابطه $P = \frac{F}{A}$ نسبت فشار در دو حالت را به دست می‌آوریم:

$$F = PA \xrightarrow{\text{ثابت } A} \frac{F_2}{F_1} = \frac{P_2}{P_1} = 3 \Rightarrow P_2 = 3P_1^*$$

$$P_1 = \rho gh = 13600 \times 10 \times 0.2 = 27200 Pa$$

$$P_2 = \rho gh_{\text{جیوه}} + \rho gh_{\text{مایع}} = 27200 + 8500 \times 10 \times h$$

$$\xrightarrow{*} 27200 + 85000h = 3 \times 27200 \Rightarrow 85000h = 2 \times 27200 \Rightarrow h = \frac{2 \times 27200}{85000} = 0.64m = 64cm$$



روش دوم: می‌دانیم که در یک ظرف استوانه‌ای (با دیواره قائم یکنواخت) نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع برابر وزن مایع است.
حال اگر با اضافه کردن مایع، نیروی وارد بر کف ظرف ۳ برابر شود، وزن مایع اضافه شده، دو برابر وزن مایع اولیه است. بنابراین داریم:

$$W_2 = 2W_1 \rightarrow \rho_2 A h_2 = 2 \rho_1 A h_1 \rightarrow 1.75 h_2 = 2 \times 13.6 h_1 \xrightarrow{h_1 = 20 \text{ cm}} h_2 = \frac{2 \times 13.6 \times 20}{1.75} \rightarrow h_2 = 64 \text{ cm}$$

۵۰. گزینه ۲ ترازو وزن مایع + ظرف را نشان می‌دهد، وزن ظرف تقریباً ناچیز است؛ پس:

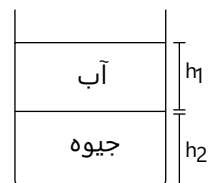
$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{\text{وزن مایع در } A}{\text{وزن مایع در } B} = 2$$

نیروی وارد بر کف ظرف برابر با کف PA است؛ پس: (دقت کنید که در اینجا فشار ناشی از مایعات به کف ظرف‌ها یکسان است، چون هم ارتفاع و هم چگالی مایعات برابر است)

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{\rho_A \cdot A_A \cdot \text{کف}}{\rho_B \cdot A_B \cdot \text{کف}} \xrightarrow{\rho_A = \rho_B} \frac{F_A}{F_B} = \frac{A_A}{A_B} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$$

۵۱. گزینه ۳ در این تیپ سؤال‌ها که دو مایع مخلوط نشدنی در یک ظرف استوانه‌ای قرار گرفته‌اند، باید در ابتدا ارتفاع هر مایع (h_1 و h_2) را به دست بیاوریم، به همین منظور، قبل از هر چیزی رابطه بین جرم‌ها را نوشته، سپس جرم را بر حسب چگالی و حجم ($m = \rho v$) می‌نویسیم تا یک معادله بر حسب ارتفاع مایعات به دست بیاید. سپس با تشکیل یک دستگاه دو معادله دو مجهولی، ارتفاع مایعات و پس از آن فشار وارد بر کف ظرف را محاسبه می‌کنیم. یعنی:

$$m_2 = 1.6 m_1 \Rightarrow \rho_2 V_2 = 1.6 \rho_1 V_1 \Rightarrow \rho_2 A h_2 = 1.6 \rho_1 A h_1 \Rightarrow 13.6 \times h_2 = 1.6 \times 1 \times h_1 \Rightarrow h_1 = 8.5 h_2$$



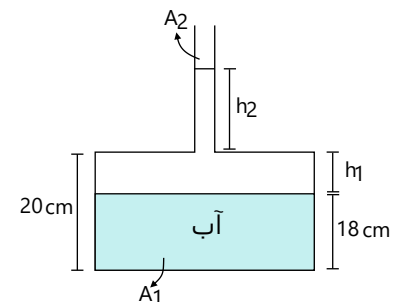
$$\begin{cases} h_1 + h_2 = 76 \text{ cm} \\ h_1 = 8.5 h_2 \end{cases} \Rightarrow h_1 = 68 \text{ cm}, h_2 = 8 \text{ cm}$$

دقت کنید که چون فشار بر حسب cmHg خواسته شده، باید ارتفاع ستون جیوه‌ای معادل ارتفاع ستون آب را بیابیم.

$$\Rightarrow \begin{cases} P_1 = \frac{68}{13.6} = 5 \text{ cmHg} \\ P_2 = 8 \text{ cmHg} \end{cases} \Rightarrow P_T = 8 + 5 = 13 \text{ cmHg}$$

۵۲. گزینه ۱ مطابق شکل، در ابتدا حجم قسمت خالی قسمت پایینی را می‌یابیم تا محاسبه کنیم که چقدر از 12 cm^3 آب اضافه شده در قسمت باریک لوله قرار می‌گیرد تا ارتفاع ستون آب در لوله باریک را محاسبه کنیم، بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} h_1 &= 20 - 18 = 2 \text{ cm} \\ V_1 &= A_1 h_1 \Rightarrow V_1 = 4 \times 2 = 8 \text{ cm}^3 \\ V_2 &= 12 - 8 = 4 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



به مقدار 8 cm^3 آب در بخش پایینی و به مقدار 4 cm^3 آب در قسمت باریک قرار خواهد گرفت.

$$V_2 = A_2 h_2 \Rightarrow 4 = 0.5 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 8 \text{ cm}$$

$$\Delta F = \Delta P \times A_1 \Rightarrow \Delta F = 1000 \times 4 \times 10^{-4} = 0.4 \text{ N} \quad \Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = \rho g (h_1 + h_2) = 1000 \times 10 \times (2 + 8) \Rightarrow \Delta P = 10000 \text{ Pa}$$

۵۳. گزینه ۴ چون مساحت کف ظرف‌ها یکسان است، با توجه به مساوی بودن جرم و حجم مایع در دو ظرف، ارتفاع مایع در ظرف (۱) بیشتر از ظرف (۲) است پس: $h_1 > h_2$

فشار ناشی از یک مایع بر کف ظرف: $P = \rho gh$

$$P = \rho gh \xrightarrow{h_1 > h_2} P_1 > P_2$$

$$F = PA \xrightarrow{A_1 = A_2} F_1 > F_2$$

با توجه به اینکه جرم‌های مایعات برابر است ($m_1 = m_2$) و چون سطح، نیروی عمودی بر مایع وارد می‌کند، دیواره‌های ظرف (۱) تنها نیروی افقی بر مایع وارد می‌کنند و برای خنثی شدن نیروی وزن و سکون آن لازم است نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند با نیروی وزن برابر باشد

($F_2 = W_2$). نیرویی که جداره جانبی ظرف (۱) وارد می‌کند بر مایع سبب افزایش نیروی کف ظرف خواهد شد. ($W_1 < F_1$) پس گزینه ۴ صحیح است.

۵۴. گزینه ۱ با توجه به معلوم بودن رابطه بین جرم مایعات، نیز معلوم بودن چگالی آن‌ها، رابطه‌ای بین ارتفاع مایعات می‌یابیم.

$$m_2 = \lambda m_1 \Rightarrow \rho_2 V_2 = \lambda \rho_1 V_1 \Rightarrow \rho_2 A h_2 = \lambda \rho_1 A h_1$$

$$\Rightarrow 13.6 \times h_2 = \lambda \times 1 \times h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{13.6}{\lambda} h_2 \Rightarrow h_1 = 1.7 h_2 (*)$$



حال با توجه به فشار کلی که از طرف مایعات به کف ظرف وارد می‌شود، رابطه دیگری بین ارتفاع مایعات پیدا می‌کنیم.

$$P_T = P_1 + P_2 \Rightarrow P_T = P_1 gh_1 + P_2 gh_2$$

$$\Rightarrow 30600 = 1 \times 10^3 \times 10 \times h_1 + 13.6 \times 10^3 \times 10 \times h_2 (*)$$

و در نهایت داریم:

$$\xrightarrow{(*)} 30600 = 10^4 \times 1.7 h_2 + 136000 h_2 \Rightarrow h_2 = 0.2 m = 20 cm$$

$$\Rightarrow h_1 = 34 cm$$

۵۵. گزینه ۴ در ابتدا ارتفاع مایع اضافه شده را می‌یابیم. سپس افزایش فشار بر سطح مایع را محاسبه می‌کنیم. در ادامه، می‌دانیم که فشار افزوده شده به سطح مایع، در اینجا عیناً به همه نقاط، از جمله نقطه M افزوده می‌شود.

$$V = Ah \Rightarrow \Delta V = A \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{\Delta V}{A_c}$$

$$\Rightarrow \Delta h = \frac{400}{200} = 2 cm = 0.02 m$$

$$\rho = 0.6 \frac{g}{cm^3} = 600 \frac{kg}{m^3}$$

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = 600 \times 10 \times 0.02 = 120 Pa$$

۵۶. گزینه ۲

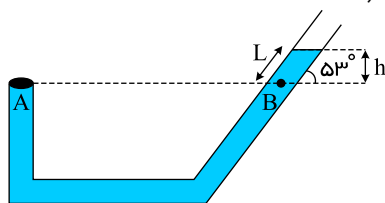
چون قرار شده که فشار A بدون تغییر بماند، پس مایع اضافه شده، باید همان فشاری را تامین کند که وزنه ایجاد می‌کرده، به عبارتی داریم:

$$\frac{mg}{A} = \rho gh \rightarrow \frac{0.3 \times 10}{25 \times 10^{-4}} = 10^3 \times 10 \times h \rightarrow h = 0.12 m = 12 cm$$

۵۷. گزینه ۲ در ابتدا نقاط هم‌تراز را مشخص می‌کنیم. سپس فاصله قائم سطح آزاد مایع تا نقطه B (یعنی h) را محاسبه می‌کنیم. پس از آن فشار و در نهایت نیروی وارد بر دهانه از طرف مایع را حساب می‌کنیم.

$$\sin 53^\circ = \frac{h}{L} \Rightarrow h = L \sin 53^\circ$$

$$P = \rho gh \Rightarrow P = \rho \times g \times L \sin 53^\circ = 0.8 \rho g L$$



$$F = P \times A \Rightarrow F = P \times \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \Rightarrow F = 0.8 \rho g L \times \pi \times \frac{d^2}{4}$$

$$\Rightarrow F = 0.2 \rho g L \pi d^2$$

۵۸. گزینه ۴ در حالت اول، اگر کل حجم مخلوط را V فرض کنیم، $V_1 = 0.2V$ و $V_2 = 0.8V$ است. بنابراین می‌توان رابطه ρ و ρ' را به صورت زیر پیدا کرد.

با توجه به چگالی مخلوط داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m + m'}{V_T} \Rightarrow 3600 = \frac{\rho' \times \frac{4}{5} V + \rho \times \frac{1}{5} V}{V} \Rightarrow 3600 = \frac{V \left(\frac{4}{5} \rho' + \frac{1}{5} \rho \right)}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{5} \rho' + \frac{1}{5} \rho = 3600 \Rightarrow \rho + 4 \rho' = 18000 (I)$$

با توجه به یکسان بودن طرف در دو حالت و اینکه در هر دو حالت ظرف پر شده است، می توان نتیجه گرفت $h_1 = h_2$ پس:

$$P = \rho gh \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho_2 \text{ مخلوط}}{\rho_1 \text{ مخلوط}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{\rho_2 \text{ مخلوط}}{3600} \Rightarrow \rho_2 \text{ مخلوط} = 5400$$

از طرفی در حالت دوم داریم:

$$\rho_2 \text{ مخلوط} = \frac{m + m'}{V_T} \Rightarrow 5400 = \frac{\rho \times \frac{V}{2} + \rho' \times \frac{V}{2}}{V} \Rightarrow \rho + \rho' = 10800 \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I), (II)} \begin{cases} \rho + 4\rho' = 18000 \\ \rho + \rho' = 10800 \end{cases} \Rightarrow \rho' = 2400 \frac{kg}{m^3} = 2.4 \frac{g}{cm^3}, \rho = 8400 \frac{kg}{m^3} = 8.4 \frac{g}{cm^3}$$

۵۹. گزینه ۴ رابطه مربوط به تعیین اختلاف فشار بین دو نقطه A و B، همچنین C و D را نوشته و ۲۰ هم تقسیم می کنیم.

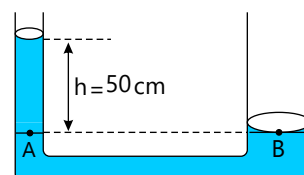
$$P_A - P_B = \rho_1 g \Delta h_1 + \rho_2 g \Delta h_2$$

$$P_C - P_D = \rho_2 g \Delta h_2 + \rho_3 g \Delta h_3$$

$$\Rightarrow \frac{P_C - P_D}{P_A - P_B} = \frac{\rho_1 g \Delta h_1 + \rho_2 g \Delta h_2}{\rho_2 g \Delta h_2 + \rho_3 g \Delta h_3} = \frac{\rho_1 \Delta h_1 + \rho_2 \Delta h_2}{\rho_2 \Delta h_2 + \rho_3 \Delta h_3}$$

$$\Rightarrow \frac{P_C - P_D}{P_A - P_B} = \frac{4 \times 10 + 3 \times 5}{8 \times 5 + 4 \times 5} = \frac{55}{60} = \frac{11}{12}$$

۶۰. گزینه ۳ در ۲ نقطه هم تراز A و B داریم:



$$P_A = P_B$$

$$\Rightarrow \rho gh + \frac{m_1 g}{A_1} = \frac{m_2 g}{A_2}$$

$$\Rightarrow \rho h = \frac{m_2}{A_2} - \frac{m_1}{A_1}$$

$$\Rightarrow \rho \times 50 \times 10^{-2} = \frac{10}{200 \times 10^{-4}} - \frac{0.2}{20 \times 10^{-4}} \Rightarrow \rho = 800 \frac{kg}{m^3} = 0.8 \frac{g}{cm^3}$$

۶۱. گزینه ۳ می دانیم که در ظرف استوانه ای، فشار ناشی از مایع به صورت $P = \frac{mg}{A}$ نیز محاسبه می شود. بنابراین داریم:

$$\begin{cases} A' = A + \frac{50}{100}A \Rightarrow A' = A + \frac{1}{2}A = \frac{3}{2}A \Rightarrow \frac{A'}{A} = \frac{3}{2} \\ V' = V + \frac{25}{100}V \Rightarrow V' = V + \frac{1}{4}V = \frac{5}{4}V \Rightarrow \frac{V'}{V} = \frac{5}{4} \end{cases}$$

$$m = \rho v \xrightarrow{\rho = \text{ثابت}} \frac{m}{m'} = \frac{v}{v'} = \frac{5}{4}$$

$$P = \frac{mg}{A} \rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{m'}{m} \times \frac{A}{A'} = \frac{5}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{5}{6} \rightarrow P' = \frac{5}{6}P$$

$$\text{درصد تغییر فشار} = \frac{\Delta P}{P} \times 100 = \frac{\frac{5}{6}P - P}{P} \times 100 = \frac{-\frac{1}{6}P}{P} \times 100 \approx -16.67$$

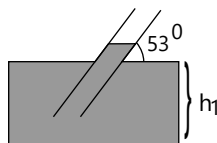
پس ۱۶٫۶۷ درصد کاهش می یابد.

۶۲. گزینه ۱ در حالت اول:

$$P_1 = \rho gh_1 + \rho gh_2$$

در حالت دوم:

با کج کردن شاخه باریک ارتفاع قائم مایع در شاخه باریک کم می شود. طبق رابطه $P_2 = \rho gh_1 + \rho gh_2$ مقدار h_2 کاهش می یابد، پس P_2 نسبت به P_1 کاهش می یابد.



۶۳. گزینه ۱ فشار ناشی از طرف مایع بر کف استوانه بزرگ:

$$P_1 = \rho gh_1 \Rightarrow P_1 = \rho g \times 3h$$

فشار ناشی از طرف مایع بر کف استوانه کوچک:

$$P_2 = \rho gh_2 \Rightarrow P_2 = \rho g \times 2h$$

حال برای مقایسه نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایعات داریم:

$$F = PA \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{P_1}{P_2} \times \frac{A_1}{A_2} = \frac{3\rho gh}{2\rho gh} \times \frac{16\pi R^2}{\pi R^2} = \frac{3}{2} = 1.5 \times 16 = 24$$

۶۴. گزینه ۲ ابتدا حجم، سپس ارتفاع مایع به چگالی ۰٫۴ گرم بر سانتی متر مکعب را حساب می کنیم:

فیزیک دهم فصل دو

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{320}{0.4} = 800 \text{ cm}^3$$

$$V = Ah_v \Rightarrow 800 = 40 \times h_v \Rightarrow h_v = 20 \text{ cm}$$

فشار ناشی از این دو مایع بر ته ظرف برابر Pa است پس:

$$P = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 \Rightarrow 8300 = \rho_A \times 10 \times 15 \times 10^{-2} + 0.4 \times 10^3 \times 10 \times 20 \times 10^{-1}$$

$$\Rightarrow P_A = 5000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۶۵. گزینه ۳ فشار را بر حسب Pa محاسبه می‌کنیم، دقت کنید که در این صورت باید همه یکاها را در SI در نظر بگیریم.

$$0.6 \text{ atm} = 0.6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

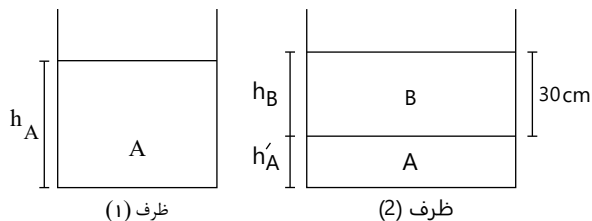
ابتدا فشار حاصل از مایعات را حساب می‌کنیم:

$$P = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}}$$

$$\Rightarrow 0.6 \times 10^5 = 1000 \times 10 \times 200 \times 10^{-2} + 0.4 \times 1000 \times 10 \times h_{\text{مایع}} \Rightarrow h_{\text{مایع}} = 10 \text{ m} = 1000 \text{ cm}$$

$$V = Ah \Rightarrow V = 40 \times 1000 = 40000 \text{ cm}^3 = 40 \text{ Lit}$$

۶۶. گزینه ۲



می‌دانیم که برای پیدا کردن فشار ناشی از مایع (یا مایعات) بر کف ظرف، باید ارتفاع مایع (یا مایعات) را داشته باشیم، بنابراین، ارتفاع مایع A را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$V_A = V'_A \Rightarrow A_1 h_A = A_2 h'_A \Rightarrow \pi r_1^2 \times h_A = \pi r_2^2 \times h'_A \xrightarrow{r_2 = 2r_1} \pi r_1^2 \times h_A = \pi \times 4r_1^2 \times h'_A \Rightarrow h_A = 4h'_A \Rightarrow h'_A = \frac{h_A}{4} \quad (I)$$

اکنون رابطه فشار ناشی از ستون مایع‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\Rightarrow \rho_A g h_A - \rho_A g h'_A = \rho_B g h_B \Rightarrow \rho_A (h_A - h'_A) = \rho_B g h_B \xrightarrow{(I)} P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_A g h_A = \rho_A g h'_A + \rho_B g h_B \Rightarrow \rho_A g h_A - \rho_A g h'_A = \rho_B g h_B$$

$$\rho_A (h_A - \frac{h_A}{4}) = \rho_B g h_B \Rightarrow \rho_A \times \frac{3}{4} h_A = \rho_B g h_B \Rightarrow 4.5 \times \frac{3}{4} h_A = 2.7 \times 30 \Rightarrow h_A = 24 \text{ cm}$$

حال فشار در کف ظرف (۱) را بر حسب cmHg به دست می‌آوریم:

$$\rho_A h_A = \rho_{\text{جیوه}} \times h \Rightarrow 4.5 \times 24 = 13.5 \times h \Rightarrow h = 8 \text{ cmHg}$$

۶۷. گزینه ۴ مایعات یکسانند، پس نسبت فشار مایعات همانند نسبت ارتفاع آن‌ها است:

$$P = \rho g h \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{25}{30} = \frac{5}{6} \Rightarrow P_1 = \frac{5}{6} P_2$$

از طرفی برای تعیین نسبت نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایعات داریم:

$$F = PA \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{P_1}{P_2} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{5}{6} \times \frac{180}{250} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{3}{5} \Rightarrow F_1 = \frac{3}{5} F_2$$

۶۸. گزینه ۲

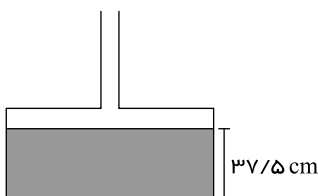
$$V_1 = A_1 h_1 \Rightarrow V_1 = 20 \times 5 = 100 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = A_2 h_2 \Rightarrow V_2 = 80 \times 40 = 3200 \text{ cm}^3$$

حجم قسمت باریک 100 cm^3 و حجم قسمت پایین 3200 cm^3 است پس با خارج کردن 300 cm^3 از ظرف، حجم 100 cm^3 از قسمت باریک و حجم 200 cm^3 از قسمت پایین خارج می‌شود.

پس حجم مایع در ظرف پایین 300 cm^3 می‌شود پس ارتفاع آن برابر است با:

$$V = Ah \Rightarrow 3000 = 80 \times h \Rightarrow h = 37.5 \text{ cm}$$



یعنی در مجموع $7.5 + 2.5 = 10 \text{ cm}$ از ارتفاع مایع کم می‌شود، پس:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = 0.4 \times 10^3 \times 10 \times 7.5 \times 10^{-2} = 300 \text{ Pa}$$

$$\Delta F = \Delta P \times A_{\text{کف}} = 300 \times 80 \times 10^{-4} = 2.4 \text{ N}$$

حال وزن مایع را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 0.4 \times 3000 = 1200 \text{ g} = 1.2 \text{ kg}$$

$$W = mg = 1.2 \times 10 = 12 \text{ N}$$

$$\frac{\Delta F}{W} = \frac{2.4}{12} = 0.2$$

۶۹. گزینه ۴

$$V_1 = A_1 h_1 \Rightarrow V_1 = 15 \times 400 = 6000 \text{ cm}^3$$

حجم قسمت پایینی ظرف (6000 cm^3) است پس با ریختن $8 \text{ Lit} = 8000 \text{ cm}^3$ مایع درون ظرف، در قسمت بالایی ظرف قرار می‌گیرد پس:

$$V_2 = A_2 h_2 \Rightarrow 2000 = 100 h_2 \Rightarrow h_2 = 2 \text{ cm}$$

حال فشار ناشی از مایع بر کف ظرف در ارتفاع $15 + 2 = 17 \text{ cm}$ به دست می‌آوریم:

$$P = \rho g h \Rightarrow P = 0.6 \times 10^3 \times 10 \times 17 \times 10^{-2} = 2100 \text{ Pa}$$

پس:

$$F = P \times A_{\text{کف}} \Rightarrow F = 2100 \times 400 \times 10^{-4} = 84 \text{ N}$$

۷۰. گزینه ۱ افزایش فشار وارد بر کف ظرف با افزایش فشار ناشی از وزن مایع اضافه شده در قسمت بالایی ظرف برابر است، پس:

$$\Delta P_1 = \frac{\Delta F_1}{A_1} \xrightarrow{\Delta F_1 = W} \Delta P_1 = \frac{W}{A_1}$$

$$\Delta P_2 = \frac{\Delta F_2}{A_2} \xrightarrow{\Delta F_2 = 9 \text{ N}} \Delta P_2 = \frac{9}{A_2} \xrightarrow{P_1 = P_2} \frac{W}{A_1} = \frac{9}{A_2} \xrightarrow{A_2 = 15 A_1} \frac{W}{A_1} = \frac{9}{15 A_1} \rightarrow W = \frac{9}{15} = 0.6 \text{ N}$$

۷۱. گزینه ۲ بدیهی است که افزایش فشار وارد بر تمام نقاط این مایع یکسان است، پس اگر افزایش فشار وارد بر نقطه B معادل 5 کیلوپاسکال است، افزایش فشار وارد بر کف ظرف نیز 5 کیلوپاسکال می‌شود. بنابراین داریم:

$$\Delta F = \Delta P \times A = (5 \times 10^3)(400 \times 10^{-4}) \Rightarrow \Delta F = 200 \text{ N}$$

۷۲. گزینه ۳ افزایش فشار ناشی از اضافه کردن مایع، عیناً به تمام نقاط مایع، از جمله کف ظرف منتقل می‌شود، پس:

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow \frac{mg}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow \frac{m \times 10}{10} = \frac{5}{200} \rightarrow m = 0.025 \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.025}{500} = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V = Ah \rightarrow h = \frac{V}{A} = \frac{5 \times 10^{-5}}{10 \times 10^{-4}} = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

۷۳. گزینه ۳

گام اول: چون ظرف به شکل منشور قائم است، فشار وارده بر قاعده اُستوانه، از طرف مایع‌ها، به صورت زیر به دست می‌آید.

$$P = \frac{m_1 g + m_2 g}{A} = \frac{(m_1 + m_2)g}{A}$$

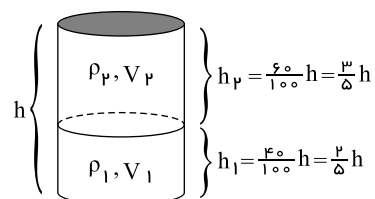
گام دوم: اگر این دو مایع مخلوط شوند ($m_1 + m_2$) ثابت می‌ماند، بنابراین:

$$\left\{ \begin{array}{l} (m_1 + m_2)g = \text{ثابت} \\ A = \text{مساحت کف ظرف [ثابت]} \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{(m_1 + m_2)g}{A} = \text{ثابت} \Rightarrow P_1 = P_2$$

راه طولانی‌تری هم وجود دارد، اینکه:

گام اول: چون مساحت قاعده اُستوانه در طول آن ثابت است حجم هر جزئی از آن با ارتفاع آن جزء (مایع) متناسب است:

گام دوم:



$$\text{در حالت اول: } P_1 = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = \rho_1 g \left(\frac{2}{5}h\right) + \rho_2 g \left(\frac{3}{5}h\right) = \frac{1}{5}gh(2\rho_1 + 3\rho_2) \quad (1)$$

گام سوم:

(۲) چگالی مخلوط حاصل: $P_2 = \rho g h$ در حالت دوم

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 + m_2}{V} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V} = \frac{\rho_1 (\frac{2}{5}V) + \rho_2 (\frac{3}{5}V)}{V} = \frac{2}{5}\rho_1 + \frac{3}{5}\rho_2 \quad (3)$$

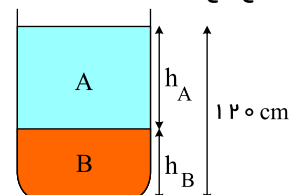
$$(2), (3) \Rightarrow P_2 = (\frac{2}{5}\rho_1 + \frac{3}{5}\rho_2)gh = \frac{1}{5}gh(2\rho_1 + 3\rho_2) \quad (4)$$

$$(1), (4) \Rightarrow \boxed{P_2 = P_1}$$

۷۴. گزینه ۱ در ابتدا، ارتفاع مایع A را محاسبه می‌کنیم. برای این منظور، فشار ناشی از مایع A بر حسب cmHg و پس از آن ارتفاع مایع A را محاسبه می‌کنیم.

$$\left\{ \begin{array}{l} 85 \text{ cmHg} = P_0 + h_{Hg} = 75 \text{ cmHg} + h_{Hg} \Rightarrow \boxed{h_{Hg} = 10 \text{ cm}} \\ Pa \stackrel{\div 1360}{\times 1360} \text{ cmHg} [\rho_{Hg} = 13,6 \frac{g}{cm^3}] \end{array} \right.$$

ارتفاع مایع (با همان اعمال فشار)



$$\Rightarrow (\rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}}) = (\rho_{Hg} gh_{Hg}) \rightarrow 1,7(h_{\text{مایع}}) = 13,6 \times 10 \Rightarrow \boxed{h_A = 80 \text{ cm}}$$

$$\text{گام دوم: } h_A + h_B = 120 \text{ cm} \Rightarrow 80 + h_B = 120 \Rightarrow \boxed{h_B = 40 \text{ cm}}$$

$$\text{گام سوم: } P_B = (\rho_B gh_B) \div 1360 = (5100 \times 10 \times 0,4) \div 1360 = 15 \text{ cmHg}$$

$$P_B = 15 \text{ cmHg}, P_A = 10 \text{ cmHg}, P_0 = 75 \text{ cmHg} \Rightarrow P_{\text{ج}} = 75 + 10 + 15 = 100 \text{ cmHg}$$

۷۵. گزینه ۱ در ابتدا چگالی مایع، سپس ارتفاع ستون مایع و در نهایت فشار ناشی از مایع بر کف ظرف را می‌یابیم.

$$\text{قدم اول: } \rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} \Rightarrow 13,6g/cm^3 \times 10 \text{ cm} = \rho_{\text{مایع}} \times 34 \text{ cm} \rightarrow \rho_{\text{مایع}} = \frac{136}{34} = 4g/cm^3 \rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 4g/cm^3 = 4000 \frac{kg}{m^3}$$

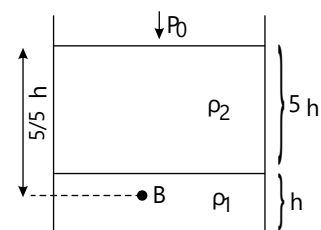
$$\text{قدم دوم: } h = \frac{V}{A} = \frac{500}{25} = 20 \text{ cm} \rightarrow h = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{قدم سوم: } h = 0,2 \Rightarrow P = \rho gh = 4000 \times 10 \times 0,2 \rightarrow P = 8000 \text{ Pa} = 8 \text{ KPa}$$

$\rho = 4000 \text{ kg/m}^3$

۷۶. گزینه ۳

قدم اول: چگالی مایع ρ_2 کمتر از مایع با چگالی ρ_1 است، بنابراین این مایع بالاتر قرار می‌گیرد. چون ظروف همگی مشابه هستند و مساحت قاعده طرف یکسان است داریم:



$$\rho_1 : P = P_0 + \rho_1 gh_1 = 5P_0 \rightarrow \rho_1 gh = 4P_0 \quad (1)$$

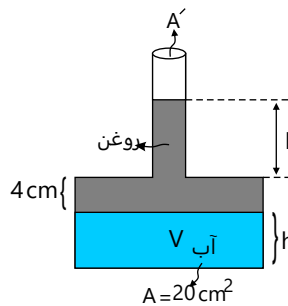
$$\rho_2 : P = P_0 + \rho_2 gh_2 = 5P_0 \Rightarrow (\rho_2)g(5h) = 4P_0 \Rightarrow \rho_2 gh = \frac{4}{5}P_0 \quad (2)$$

قدم دوم:

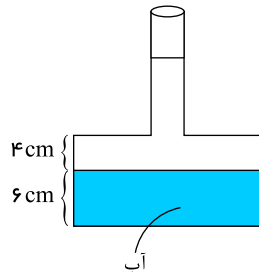
$$\text{حاصل از دو مایع: } P_B = \rho_2 g(\Delta h) + \rho_1 g(\frac{h}{2}) = 5(\rho_2 gh) + \frac{(\rho_1 gh)}{2} \xrightarrow{(1),(2)} P_B = 5(\frac{4}{5}P_0) + \frac{4P_0}{2} \Rightarrow P_B = 6P_0$$

۷۷. گزینه ۱

روغن بالای آب در ظرف قرار می‌گیرد. $\Rightarrow \rho_{\text{روغن}} > \rho_{\text{آب}}$ قدم اول



قدم دوم: ببینیم آب تا چه ارتفاعی در ظرف بالا می‌آید:
 $V_{\text{آب}} = Ah \Rightarrow 120 \text{ cm}^3 = 20 \text{ cm}^2 \times h \Rightarrow \boxed{h = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}}$
 قدم سوم: حال محاسبه می‌کنیم که روغن تا چه ارتفاعی بالا خواهد آمد.
 بدیهی است که پس از پر کردن فضای باقی‌مانده در قسمت پایینی، در ادامه، لوله را پر می‌کند، بنابراین برای پیدا کردن حجم روغن در لوله داریم:



$$10 \text{ cm}^3 = A' \times H = 5 \text{ cm}^2 \times H \Rightarrow \boxed{H = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}}$$

قدم چهارم:

$$P = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}} = 1000 \times 10 \times \frac{6}{100} + 800 \times 10 \times \frac{6}{100}$$

$$\Rightarrow P = 600 \text{ Pa} + 480 \text{ Pa} = 1080 \text{ Pa} = 1.08 \text{ kPa}$$

۷۸. گزینه ۴ چون ظروف استوانه‌ای شکل می‌باشند، فشار وارد بر کف ظرف از طرف مایع به صورت $P = \frac{mg}{A}$ نیز قابل محاسبه است، بنابراین داریم:

$$P_{(1)} = \frac{m_1 g}{A_1} = \frac{40}{A_1} = 4 \times 10^5 \text{ Pa} \rightarrow A_1 = \frac{40}{4 \times 10^5} = 10^{-4} \text{ m}^2 \Rightarrow \boxed{A_1 = 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$P_{(2)} = \frac{m_2 g}{A_2} = \frac{m_2 g}{\frac{3}{2} A_1} = 4 \times 10^5 \Rightarrow m_2 g = \left(\frac{3}{2} \times 10^{-4}\right)(4 \times 10^5) = 60 \text{ N} \Rightarrow \boxed{m_2 g = 60 \text{ N}}$$

$$P_{(3)} = \frac{m_1 g + m_2 g}{A_3} = \frac{m_1 g + m_2 g}{\frac{5}{2} A_1} = \frac{40 + 60}{\frac{5}{2} \times 10^{-4}} = \frac{100}{\frac{5}{2} \times 10^{-4}} = \frac{10^6}{5} = 2 \times 10^5 \Rightarrow \boxed{P_{(3)} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

۷۹. گزینه ۲ در ابتدا رابطه بین مساحت ظرف‌ها را می‌یابیم:

$$A = \pi R^2 \Rightarrow A_C = 4A_B = 16A_A$$

اگر مساحت قاعده ظرف را با A نشان دهیم، برای هر ظرف داریم:

$$\begin{cases} A_A = A \\ A_B = 4A \\ A_C = 16A \end{cases}$$

می‌دانیم فشاری که مایع درون یک ظرف استوانه‌ای به قاعده ظرف وارد می‌کند از رابطه $P = \frac{mg}{A}$ (و نیز: $F = \rho ghA$) محاسبه می‌شود. با توجه به رابطه فشار می‌توان نوشت:

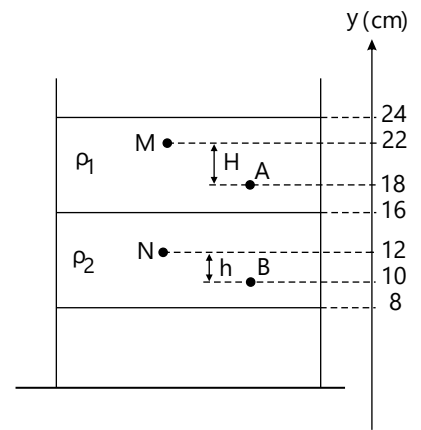
$$P_B = 2P_A = 1200 \text{ Pa} \Rightarrow \begin{cases} P_B = \frac{m_B g}{A_B} = \frac{m_B g}{4A} = 1200 \text{ Pa} \Rightarrow m_B g = 4800 A \\ P_A = \frac{m_A g}{A} = 600 \text{ Pa} \Rightarrow m_A g = 600 A \end{cases}$$

و در نهایت هنگامی که دو مایع را درون ظرف C می‌ریزیم:

$$P_C = \frac{m_A g + m_B g + m_C g}{16A} = \frac{4800 A + 600 A}{16A} \Rightarrow P_C = 337.5 \text{ Pa}$$

۸۰. گزینه ۱ با توجه به ارتفاع نقاط، مشخص می‌کنیم که این نقطه‌ها در چه مایعی قرار دارند. دقت کنید که اختلاف فشار بین نقطه‌ها به فاصله قائم آن‌ها از هم و چگالی مایع بستگی دارد یعنی: (A و M در مایع ρ_1 و B و N در مایع ρ_3 هستند).

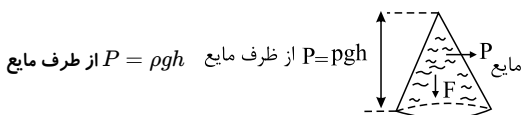
$$\begin{aligned} \begin{cases} \Delta P_{AB} = \Delta P_{AN} + \Delta P_{NB} \\ \Delta P_{MN} = \Delta P_{AN} + \Delta P_{AM} \end{cases} & \xrightarrow{\Delta P_{AB} = \Delta P_{MN}} \\ \Delta P_{A,M} = \Delta P_{B,N} & \\ \Rightarrow \rho_1 g H = \rho_2 g h & \\ \Rightarrow \rho_1 (22 - 18) = \rho_2 (12 - 10) & \\ \Rightarrow \rho_1 \times 4 = \rho_2 \times 2 & \\ \Rightarrow \rho_2 = 2\rho_1 \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 2 & \end{aligned}$$



۸۱. گزینه ۲ چون در تمام حالات نیروی وارده از طرف مایع خواسته شده یا داده شده پس به P_0 کاری نداریم.

$$\begin{aligned} F_{(1)} &= P_{(1)} A_1 = \rho_1 g h_1 A_1 = 16N \rightarrow \rho_1 \times 10 \times \frac{2}{10} \times (20 \times 10^{-4}) = 16 \rightarrow \rho_1 = 4000 \frac{kg}{m^3} \\ F_{(2)} &= P_{(2)} A_2 = 8N \Rightarrow \rho_2 g h_2 A_2 = 8N \rightarrow \rho_2 \times 10 \times \frac{2}{10} \times (10 \times 10^{-4}) = 8 \rightarrow \rho_2 = 4000 \frac{kg}{m^3} \\ \rho_{\text{مخلوط}} &= \frac{m_1 + m_2}{v_1 + v_2} = \frac{\rho_1 v + \rho_2 v}{v + v} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = 4000 \frac{kg}{m^3} \Rightarrow F_{\text{مخلوط}} = \rho g h A_2 = 4000 \times 10 \times \frac{15}{100} \times 10 \times 10^{-4} = 6N \end{aligned}$$

۸۲. گزینه ۳ گام اول: فشار وارد از طرف مایع بر کف مخلوط را محاسبه می‌کنیم.



گام دوم: در استوانه، ۷۵ درصد از ارتفاع h کاهش یافته، پس ارتفاع مایع درون استوانه، $\frac{1}{4}h$ می‌شود. بنابراین داریم:

$$P' = \rho g \frac{h}{4} = \frac{1}{4} P \quad \left\{ \begin{array}{l} h_2 = h_1 - \frac{3}{4} h_1 = \frac{1}{4} h_1 = \frac{h}{4} \end{array} \right.$$

گام سوم: حال با مساوی قرار دادن نیروی وارد بر کف از طرف مایعات داریم:

$$F' = F \Rightarrow P' A' = P A \Rightarrow \frac{1}{4} P A' = P A \Rightarrow A' = 4A$$

۸۳. گزینه ۲ چون ظرف به صورت استوانه‌ای است، افزایش نیروی وارده بر سطح آزاد مایع عیناً به ته لوله وارد می‌شود. (در حالت کلی افزایش فشار وارد بر سطح آزاد مایع محصور عیناً به نقاط دیگر وارد می‌شود، ولی چون سطح مقطع همه جا ثابت است...)

$$\Delta F = mg = \frac{2}{10} \times 10 = 2N$$

۸۴. گزینه ۳ می‌دانیم به ازای هر ۱ متر پایین رفتن در آب اقیانوس $10^4 \times$ پاسکال به فشار وارد بر زیردریایی افزوده می‌شود. پس:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = 10^4 \frac{pa}{min} = 10 \frac{kpa}{min}$$

می‌دانیم که:

$$F = P \times A \Rightarrow \frac{\Delta F}{\Delta t} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \times A \Rightarrow \frac{\Delta F}{\Delta t} = 10 \frac{kpa}{min} \times \frac{6min}{1h} \times 200 = 12 \times 10^4 \frac{kN}{h}$$

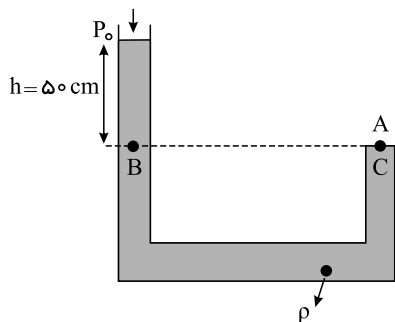
۸۵. گزینه ۲ مایع تمایل دارد که از روزنه به بیرون بریزد، بنابراین باید فشار ناشی از وزنه و شخص با فشار مایع در محل روزنه برابر باشد تا در حال تعادل بماند (دقت کنید که باید نیروها متوازن باشند) که با توجه به رابطه نیرو و فشار داریم:

$$\begin{aligned} F_{\text{شخص + وزنه}} = P & \quad F_{\text{شخص + وزنه}} = P \quad A = P_{\text{شخص + وزنه}} + P_{\text{مایع}} \quad \dots \quad F_{\text{مایع}} = F_{\text{شخص + وزنه}} \\ \cancel{P} + \rho g (H - h) &= \cancel{P} + \frac{(60 + 20)(10)}{50 \times 10^{-4}} \rightarrow 4000 \times 10 \times (H - 0.6) = \frac{800}{5 \times 10^{-3}} \Rightarrow H - 0.6 = \frac{1.6 \times 10^5}{4 \times 10^4} = 4 \Rightarrow H = 4.6m \end{aligned}$$

۸۶. گزینه ۳ در ابتدا با توجه به نیروی وارد بر دهانه بسته لوله، فشار وارد بر آن و پس از آن چگالی مخلوط را می‌یابیم.

$$F = PA = \rho g h A = \rho \times 10 \times \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-4} = 4 \rightarrow \rho = 4000 \frac{kg}{m^3}$$

از طرفی چون حجم‌های مساوی از دو مایع با هم مخلوط شده‌اند، چگالی مخلوط، میانگین چگالی آن‌ها است، یعنی:



$$\rho = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B}, \quad V_A = V_B = V \Rightarrow \rho = \frac{\rho_B + \rho_A}{2} = \frac{4\rho_A}{2} = 2\rho_A = 4000 \Rightarrow \rho_A = 2000 \frac{kg}{m^3} \rightarrow \rho_B = 6000 \frac{kg}{m^3} = 6 \frac{g}{cm^3}$$

۸۷. گزینه ۳ مایعات از درون نیروی رو به بالا و هوا از بیرون نیروی رو به پایین بر مخزن وارد می‌کنند. بنابراین نیروی وارد بر دریچه ناشی از فشار پیمانه‌ای مایعات برابر با تفاضل اندازه این دو نیرو است و این نیرو برابر است با حاصل ضرب مساحت ورقه افقی مخزن در فشار پیمانه‌ای ناشی از این دو مایع. یعنی:

$$F = (\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2) A = (1200 \times 10 \times 2 + 800 \times 10 \times 1)(2.5 \times 2) = 160000 N = 160 kN$$

۸۸. گزینه ۱ با توجه به نسبت جرم‌ها داریم:

$$m_{Hg} = \rho_{Hg} V_{Hg} \xrightarrow{m=\rho V} \rho_{Hg} V_{Hg} = \rho_w V_w (1)$$

از طرفی $V = Ah$ و چون شعاع قسمت پهن ۲ برابر شعاع قسمت باریک است، پس:

$$\frac{A_{Hg}}{A_w} = \left(\frac{r_{Hg}}{r_w}\right)^2 \rightarrow A_{Hg} = 4A_w$$

با جای گذاری موارد بالا در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$\rho_{Hg} A_{Hg} h_{Hg} = \rho_w A_w h_w \rightarrow 13.6 \times 4A_w \times h_{Hg} = 1 \times A_w \times h_w \rightarrow h_w = 4h_{Hg}, h_w + h_{Hg} = 0.9m \rightarrow 4h_{Hg} + h_{Hg} = 0.9m \rightarrow h_{Hg} = 0.18m, h_w = 0.72m$$

در نتیجه برای فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف خواهیم داشت:

$$P = P_w + P_{Hg} = \rho_w g h_w + \rho_{Hg} g h_{Hg} = 1000 \times 10 \times 0.72 + 13600 \times 10 \times 0.18 = 8000 + 24480 = 32480 Pa = 324.8 kPa$$

۸۹. گزینه ۴ ابتدا ستون آب را با ستونی از جیوه معادل‌سازی می‌کنیم:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \rightarrow 1 \times 68 = 13.6 \times h_2 \rightarrow h_2 = 5cm$$

این یعنی فشار ناشی از ۶۴ سانتی‌متر آب با فشار ناشی از ۵ سانتی‌متر از جیوه معادل است. حال فشار کل در کف ظرف از مجموع این فشارها به دست می‌آید:

$$P = 4 + 5 + 76 = 85 cmHg$$

۹۰. گزینه ۲ تعادل پیستون را بررسی می‌کنیم. بر پیستون سه نیرو وارد می‌شود:

نیروی F در راستای قائم از بالا به پایین. نیروی هوا در راستای قائم به پایین و نیرویی که آب بر پیستون وارد می‌کند: در راستای قائم و رو به بالا. از آن‌جا که پیستون در حال تعادل است، جمع نیروهای رو به پایین با نیروهای رو به بالا متوازن هستند. یعنی:

در ادامه فشار وارد بر کف ظرف را محاسبه می‌کنیم، سپس فشار ناشی از نیروی F و در نهایت نیروی F را می‌یابیم.

$$P_{\text{کف ظرف}} = P_0 + P_F + P_W \Rightarrow P_{\text{gage}} = P_{\text{کف ظرف}} - P_0 = P_F + P_W \Rightarrow P_F = P_{\text{gage}} - P_W \Rightarrow \frac{F}{A} = P_{\text{gage}} - \rho g h \Rightarrow F = (P_{\text{gage}} - \rho g h) A$$

$$\Rightarrow F = (6 \times 10^3 - 800 \times 10 \times 0.25) \times 0.03 \Rightarrow F = 120 N$$

۹۱. گزینه ۲ در ظرف استوانه‌ای، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع، معادل وزن مایع است؛ بنابراین داریم:

$$P_{\text{مایع}} = \rho g h = \frac{F}{A} \rightarrow F = mg = \rho g h A \xrightarrow{A=\pi r^2} F = (800)(10)(0.4)(3)(0.1)^2 = 96 N$$

۹۲. گزینه ۳ طبق اصل پاسکال، اگر به سطح مایع فشاری اضافه شود، دقیقاً همان فشار به کف ظرف نیز اضافه می‌شود. بنابراین داریم:

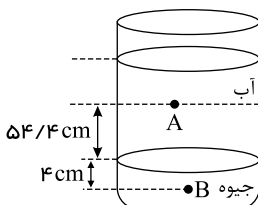
$$\Delta P_{\text{دهانه}} = \Delta P_{\text{کف ظرف}} \rightarrow \left(\frac{\Delta F}{A}\right)_{\text{دهانه}} = \left(\frac{\Delta F}{A}\right)_{\text{کف ظرف}} \xrightarrow{\Delta F_{\text{دهانه}} = mg} \left(\frac{mg}{A}\right)_{\text{دهانه}} = \left(\frac{\Delta F}{A}\right)_{\text{کف ظرف}} \rightarrow \frac{0.4 \times 10}{A} = \frac{\Delta F}{5A} \rightarrow \Delta F = 20 N$$

۹۳. گزینه ۲ ابتدا فشار معادل با ستونی به ارتفاع ۵۴٫۴ cm آب را برحسب cmHg می‌آوریم:

$$(\rho_1 h_1)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 54.4 = 13.6 \times h \Rightarrow h = 4cm$$

فشار ناشی از ستون جیوه به ارتفاع ۴ سانتی‌متر است، پس:

فیزیک دهم فصل دو



$$\Delta P = P_{(\Delta 4, 4 \text{ cm}_{\text{آب}})} + P_{(4 \text{ cm}_{\text{جیوه}})} = 4 + 4 = 8 \text{ cmHg}$$

۹۴. گزینه ۴ برای تعیین نیروی وارد بر کف ظرف، باید فشار ناشی از مایعات را یافته و پس از آن نیروی وارد بر کف ظرف را محاسبه کنیم. بنابراین داریم:

$$F = P \cdot A = (\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3) A$$

$$= (0.8 \times 10^3 \times 10 \times 0.1 + 0.9 \times 10^3 \times 10 \times 0.1 + 1 \times 10^3 \times 10 \times 0.1) 6 \times 10^{-4} = 2700 \times 6 \times 10^{-4} = 162 \times 10^{-2} \Rightarrow F = 1.62 \text{ N}$$

۹۵. گزینه ۴ ابتدا ارتفاع جیوه را محاسبه می‌کنیم. سپس ارتفاع روغن را بر حسب ارتفاع جیوه محاسبه و این ۲ مقدار را با یکدیگر جمع می‌کنیم.

$$m = \rho V \rightarrow m = \rho A h \Rightarrow 136 \times 10^{-3} = 13.6 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-4} \times h \Rightarrow h = \frac{1}{20} m = 5 \text{ cm}$$

$$(\rho g h)_{\text{روغن}} = (\rho g h')_{\text{جیوه}} \Rightarrow 0.8 \times 10 \times 13.6 = 13.6 \times 10 \times h' \Rightarrow h' = 0.8 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{وارد بر کف ظرف}} = 5 + 0.8 = 5.8 \text{ cmHg}$$

۹۶. گزینه ۱ فشار وارد بر کف ظرف را در دو حالت محاسبه می‌کنیم:

حالت اول:

$$\left. \begin{array}{c} \rho_1 \\ 100 \text{ cm} \end{array} \right\} P_1 = \rho_1 g h_1 + P_0$$

حالت دوم: بعد از ریختن مایع با چگالی ρ_2 که $\rho_2 > \rho_1$ است، چون مایعات مخلوط نمی‌شوند، شکل ظرف به صورت زیر خواهد بود. بنابراین داریم:

$$\left. \begin{array}{c} \rho_1 \\ h_1 \\ \rho_2 \\ h_2 \end{array} \right\} h_1 P_2 = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$P_2 = 1.34 P_1 \Rightarrow \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + P_0 = 1.34 (\rho_1 g h_1 + P_0) \Rightarrow \rho_2 g h_2 = 0.34 (\rho_1 g h_1 + P_0)$$

$$\Rightarrow 4760 \times 10 \times h_2 = 0.34 (4000 \times 10 \times \frac{100}{100} + 10^5)$$

$$\Rightarrow 47600 h_2 = 13600 + 34000 \Rightarrow 47600 h_2 = 47600 \Rightarrow h_2 = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

یعنی دو مایع (۱) و (۲) داریم که ارتفاع هر کدام یک متر است و برای تبدیل به cmHg می‌نویسیم:

$$\rho_1 h_1 = \rho_{\text{جیوه}} h_1 \Rightarrow 4000 \times 100 = 13600 \times h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{400000}{13600} = \frac{1000}{34}$$

$$\Rightarrow h_1 = \frac{400000}{13600} = \frac{1000}{34}$$

$$\rho_2 h_2 = \rho_{\text{جیوه}} h_2 \Rightarrow 4760 \times 100 = 13600 \times h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{476000}{13600} = \frac{1190}{34}$$

$$P_{\text{کل ناشی از مایعات}} = \frac{1000}{34} + \frac{1190}{34} = \frac{2190}{34} = \frac{1095}{17} \simeq 64.4 \text{ cmHg}$$

۹۷. گزینه ۲ اختلاف فشار بین بالا و پایین استوانه به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$P = \rho g h + P_0 \Rightarrow \Delta P = \rho g \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{2.4 \times 10^3 \text{ Pa}}{1.2 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 0.2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

توجه: اختلاف فشار بالا و پایین به مساحت قاعده استوانه بستگی ندارد.

۹۸. گزینه ۲ ابتدا حجم هر مایع را محاسبه می‌کنیم:

$$V_A = \pi r^2 \times h = 3 \times 4^2 \times 5 = 240 \text{ cm}^3$$

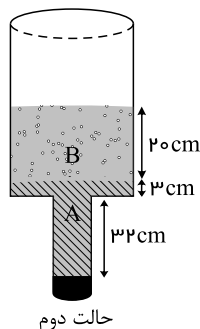
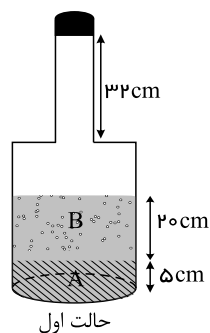
$$V_B = \pi r^2 \times h = 3 \times 4^2 \times 20 = 960 \text{ cm}^3$$

سپس باید حجم استوانه کوچک‌تر را نیز محاسبه کنیم:

$$V = \pi r^2 \times h = 3 \times 1^2 \times 32 = 96 \text{ cm}^3$$

$$\frac{144}{\pi r^2} = \frac{144}{3 \times 16} = 3 \text{ cm}$$

با وارونه کردن ظرف 96 cm^3 از حجم مایع A در استوانه کوچک‌تر جای می‌گیرد و $144 \text{ cm}^3 - 96 = 48 \text{ cm}^3$ از آن در استوانه بزرگ‌تر باقی می‌ماند که ارتفاع آن 3 cm خواهد شد.



در حالت اول:

$$P_{\text{کل}} = P_{A_{\text{مایع}}} + P_{B_{\text{مایع}}} + P_o$$

$$= (13600 \times 10 \times \frac{5}{100}) + (3400 \times 10 \times \frac{20}{100}) + 10^5$$

$$\Rightarrow P_{\text{کل}} = 113600 \text{ Pa}$$

$$F_{\text{کل}} = P \times A \Rightarrow F_{\text{کل}} = 113600 \times 3 \times 4^2 \times 10^{-4} = 545,28 \text{ N}$$

در حالت دوم:

$$P_{\text{کل}} = P_{A_{\text{مایع}}} + P_{B_{\text{مایع}}} + P_o$$

$$= (13600 \times 10 \times \frac{35}{100}) + (3400 \times 10 \times \frac{20}{100}) + 10^5$$

$$= 154400 \text{ Pa} \Rightarrow F_{\text{کل}} = 154400 \times 3 \times 4^2 \times 10^{-4} = 746,32 \text{ N}$$

با محاسبه مقدار کاهش نیرو داریم:

$$\Delta F = 746,32 - 545,28 = -201,04 \text{ N}$$

که تقریباً ۵۰۰ N کاهش یافته است.

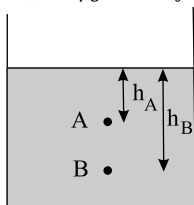
۹۹. گزینه ۳ فشار مایع در نقطه B بیشتر از A و تندی خروجی آب از B بیشتر از A است؛ بنابراین آب خروجی با شدت بیشتری خارج می‌شود و در فاصله دورتری به سطح زمین می‌رسد.

$$h_B > h_A \Rightarrow P_B > P_A \Rightarrow V_B > V_A$$

۱۰۰. گزینه ۲ فشار ناشی از آب، بدون در نظر گرفتن فشار هوا است.

$$P_A = \rho g h_A, P_B = \rho g h_B \xrightarrow{h_B = 2h_A} P_B = 2P_A$$

$$\frac{P_{tA}}{P_{tB}} = \frac{\rho g h_A + P_o}{\rho g h_B + P_o} \rightarrow \frac{P_{tB}}{P_{tA}} = \frac{P_B + P_o}{P_A + P_o} = \frac{2P_A + P_o}{P_A + P_o} = 1 + \frac{P_A}{P_A + P_o} \Rightarrow 1 < \frac{P_{tB}}{P_{tA}} < 2$$



۱۰۱. گزینه ۴

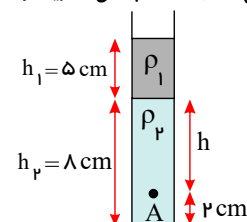
می‌دانیم فشار ناشی از مایع به ارتفاع ستون مایع وابسته است، بنابراین ابتدا از روی حجم هر مایع ارتفاع ستون مایع را در لوله به دست می‌آوریم:

$$V = Ah \Rightarrow \begin{cases} V_1 = Ah_1 \Rightarrow 15 \text{ cm}^3 = 3 \text{ cm}^2 \times h_1 \Rightarrow h_1 = 5 \text{ cm} \\ V_2 = Ah_2 \Rightarrow 24 \text{ cm}^3 = 3 \text{ cm}^2 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 8 \text{ cm} \end{cases}$$

مایع شماره (۲) که چگالی آن بیشتر است در ته لوله قرار می‌گیرد و بنابراین با توجه به شکل زیر فشار ناشی از مایع‌ها در ۲ سانتی‌متری بالای ته لوله برابر است با:

$$P_A = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 \Rightarrow P_A = 1000 \times 10 \times 5 \times 10^{-2} + 1500 \times 10 \times 6 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow P_A = 500 + 900 = 1400 \text{ Pa}$$



۱۰۲. گزینه ۱ ابتدا از رابطه چگالی باید حجم مایع حساب شود تا از روی آن ارتفاع مایع در درون ظرف معلوم گردد.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{4}{500} \times 10^6 = 8000 \text{ cm}^3$$

چون مایع قسمت پایینی ظرف را پر کرده و در لوله بالا می‌رود باید ارتفاع مایع را در لوله حساب نماییم.

$$\text{حجم قسمت پایین ظرف} = A_1 h_1 = 200 \times 30 = 6000 \text{ cm}^3$$

فیزیک دهم فصل دو

$$\text{حجم مایع در لوله} = 8000 - 6000 = 2000 \text{ cm}^3$$

$$V_p = A_p h_p \Rightarrow 2000 = 25 h_p \Rightarrow h_p = 80 \text{ cm} \quad h_{\text{کل}} = h_1 + h_p = 30 + 80 = 110 \text{ cm}$$

$$\text{فشار در ته ظرف} \quad P = \rho g h_{\text{کل}} = 500 \times 10 \times 110 \times 10^{-2} = 5500 \text{ Pa}$$

۱۰۳. گزینه ۴ * نکته: چون دو مایع مخلوط می‌شوند، پس فشار در هر نقطه‌ای از داخل این مایع با توجه به چگالی متوسط یا چگالی مخلوط قابل محاسبه است.

ابتدا از روی حجم هر مایع ارتفاع ستون مایع را در لوله به‌دست می‌آوریم:

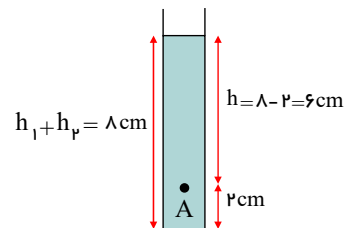
$$V = Ah \Rightarrow \begin{cases} V_1 = Ah_1 \Rightarrow 15 \text{ cm}^3 = 5 \text{ cm}^2 \times h_1 \Rightarrow h_1 = 3 \text{ cm} \\ V_p = Ah_p \Rightarrow 25 \text{ cm}^3 = 5 \text{ cm}^2 \times h_p \Rightarrow h_p = 5 \text{ cm} \end{cases}$$

چگالی مخلوط این دو مایع برابر است با:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_p}{V_1 + V_p} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_p V_p}{V_1 + V_p} = \frac{1000 \times 15 \times 10^{-6} + 2000 \times 25 \times 10^{-6}}{(15 + 25) \times 10^{-6}} = 1625 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

فاصله نقطه A تا سطح آزاد مایع برابر ۶ cm است و با توجه به رابطه فشار ناشی از مایع (فشار پیمانه‌ای) داریم:

$$P = \rho g h = 1625 \times 10 \times (6 \times 10^{-2}) = 975 \text{ pa}$$



۱۰۴. گزینه ۴ در ظرف استوانه‌ای، فشار ناشی از یک مایع به دلیل وزن آن مایع است، پس با توجه به یکسان بودن وزن آب و جیوه در ظرف (سطح مقطع یکسان) می‌توان نتیجه گرفت، فشار ناشی از آب برابر فشار ناشی از جیوه است. بنابراین کافی است ارتفاع ستون جیوه و آب را محاسبه کنیم.

$$mg_{\text{جیوه}} = mg_{\text{آب}} \Rightarrow \rho V_{\text{جیوه}} = \rho V_{\text{آب}} \xrightarrow{V=Ah} \rho h_{\text{جیوه}} = \rho h_{\text{آب}} \Rightarrow \frac{\rho_{\text{جیوه}}}{\rho_{\text{آب}}} = \frac{h_{\text{آب}}}{h_{\text{جیوه}}} \Rightarrow 13,6 = \frac{h_{\text{آب}}}{h_{\text{جیوه}}}$$

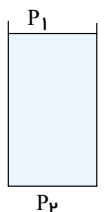
اکنون می‌توان ارتفاع ستون هریک از مایع‌ها را محاسبه کرد:

$$\begin{cases} 13,6 h_{\text{جیوه}} = h_{\text{آب}} \\ h_{\text{آب}} + h_{\text{جیوه}} = 30 \end{cases} \Rightarrow 13,6 h_{\text{جیوه}} + h_{\text{جیوه}} = 29,2 \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2 \text{ cm} \quad \text{و} \quad h_{\text{آب}} = 27,2 \text{ cm}$$

بنابراین فشار ناشی از جیوه و آب که مساوی هم هستند برابر با ۲ cmHg است. یعنی ۲۷,۲ سانتی‌متر آب فشاری معادل ۲ cmHg بر کف ظرف وارد می‌کند.

۱۰۵. گزینه ۱

$$\Delta P = \rho g h = \rho \times 10 \times h \quad \text{اختلاف فشار برای ظرف ساکن}$$



حال اگر ظرف به‌صورت کندشونده به طرف پایین حرکت کند، جهت شتابش رو به بالا بوده و داریم:

$$g' = g + |a|$$

$$g' = g + |a| = 10 + 2 = 12$$

$$\Delta P' = \rho \times 12 \times h \quad \text{اختلاف فشار در این ظرف اگر حرکت کند}$$

$$\frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{\rho \times 12 \times h}{\rho \times 10 \times h} = \frac{6}{5}$$

۱۰۶. گزینه ۳ ابتدا حجم کل مایع را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{\text{مایع}} = \frac{m}{\rho} = \frac{5}{500} = 10^{-2} \text{ m}^3 = 10^4 \text{ cm}^3$$

سپس حجم قسمت پایینی را محاسبه کرده، از حجم کل مایع کم می‌کنیم تا حجم مایع داخل لوله را به‌دست بیاوریم.

$$\text{حجم قسمت پایین ظرف: } A_1 h_1 = 100 \times 80 = 8000 \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم مایع درون لوله: } 10000 - 8000 = 2000 \text{ cm}^3$$

حال ارتفاع مایع داخل لوله، سپس ارتفاع کل و در نهایت فشار ناشی از مایع بر کف ظرف را محاسبه می‌کنیم.

$$V_{\text{مایع درون لوله}} = 2000 = A_p h_p = 20 \times h_p \Rightarrow h_p = 100 \text{ cm}$$

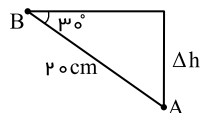
$$h_{\text{کل}} = 100 + 80 = 180 \text{ cm}$$

$$\text{فشار در ته ظرف: } \rho g h = 500 \times 10 \times 180 \times 10^{-2} = 9000 \text{ Pa} = 9 \text{ kPa}$$

۱۰۷. گزینه ۲ ابتدا باید مطابق شکل فاصله قائم AB را بیابیم زیرا اختلاف فشار بین این دو نقطه تابعی از فاصله قائم آن‌ها از هم است.

$$\sin 30^\circ = \frac{\Delta h}{AB} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{\Delta h}{20} \Rightarrow \Delta h = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$\Delta P = \rho g \Delta h = 1000 \times 10 \times 0.1 = 1000 \text{ Pa} = 1 \text{ kPa}$$



۱۰۸. گزینه ۱ حجم قسمت پایین ظرف برابر $V_1 = 250 \times 10 = 2500 \text{ cm}^3$ است. بنابراین قسمت پایین ظرف 2500 cm^3 از مایع را درون خود جای می‌دهد. حجم کل مایع $4 \text{ Lit} = 4000 \text{ cm}^3$ است که $V_2 = 1500 \text{ cm}^3$ آن در قسمت بالای ظرف قرار می‌گیرد. ارتفاع مایع در قسمت بالای ظرف برابر است با:

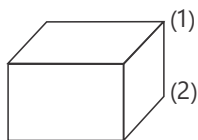
$$h_2 = \frac{V_2}{A_2} = \frac{1500}{100} = 15 \text{ cm}$$

بنابراین ارتفاع مایع درون ظرف به $10 + 15 = 25 \text{ cm}$ می‌رسد و نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند برابر است با:

$$F = \rho g h A = 1000 \times 10 \times \frac{25}{100} \times (250 \times 10^{-4}) = 50 \text{ N}$$

۱۰۹. گزینه ۲

توجه کنید که در این حالت از نقطه (۱) به نقطه (۲) با افزایش عمق، فشار مایع افزایش می‌یابد و نیروی وارد بر بدنه نیز افزایش می‌یابد. در این مسائل باید فشار متوسط بین نقطه (۱) تا (۲) که برابر $\frac{P_1 + P_2}{2}$ است، در نظر گرفته شود.



$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2}{2} \Rightarrow \bar{P} = \frac{0 + \rho g h}{2} \Rightarrow \bar{P} = \frac{1000 \times 10 \times 0.4}{2} = 2000 \text{ Pa}$$

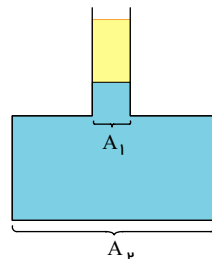
مساحت هر دیواره مکعب $40 \times 40 = 1600 \text{ cm}^2$ است.

$$\bar{F} = \frac{\bar{P}}{A} \Rightarrow \bar{F} = 1000 \times 1600 \times 10^{-4} = 1280 \text{ N}$$

۱۱۰. گزینه ۴ فشار اضافه شده در تمام مایع یکسان است.

هر فشاری که به دهانه ظرف اضافه شود، آن فشار عیناً به تمامی نقاط دیگر ظرف از بالای کف ظرف افزوده می‌شود، یعنی:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{mg}{A_1} = \frac{F}{A_2} \Rightarrow \frac{50 \times 10^{-3} \times 10}{5} = \frac{F}{20} \Rightarrow F = 2 \text{ N}$$



۱۱۱. گزینه ۲ ابتدا سطح قاعده‌ی ظرف را حساب می‌کنیم:

$$r = (20 \div 2) \text{ cm} = 10 \text{ cm}$$

$$A = \pi r^2 \Rightarrow A = 3 \times 10^2 \text{ cm}^2 = 300 \text{ cm}^2 = 3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

در ظرف استوانه‌ای، فشار ناشی از مایع به جرم m (بدون در نظر گرفتن فشار هوا) برابر است با، $P = \frac{mg}{A} = \frac{W}{A}$ ، پس داریم:

$$\text{جرم آب و نفت} = (300 \times 2)g = 600g = 0.6 \text{ kg}$$

$$\text{وزن آب و نفت} = W = mg = 0.6 \times 10 = 6 \text{ N}$$

$$P = \frac{W}{A} = \left(\frac{6}{3 \times 10^{-2}} \right) = 200 \text{ Pa}$$

۱۱۲. گزینه ۴ فشار مایع در نقطه A برابر $\rho g h$ است. وقتی آنقدر مایع بریزیم که فشار در آن محل سه برابر شود خواهیم داشت:

$$P_2 = P_1 + P' \Rightarrow 3\rho g h = \rho g h + \frac{\rho}{2} g h' \Rightarrow 2\rho g h = \frac{\rho}{2} g h' \Rightarrow h' = 4h$$

۱۱۳. گزینه ۴ فشار ناشی از مایع در سطح جدایی دو مایع برابر است با:

$$P = \rho_1 g h \quad (I)$$

و فشار ناشی از مایع در نقطه A برابر است با:

$$P_A = \rho_2 g (2h) + \rho_1 g h \Rightarrow P_A = \rho_2 g \times 2h + \rho_1 g h \xrightarrow{\rho_2 = 3\rho_1} P_A = 3\rho_1 g \times 2h + \rho_1 g h = 7\rho_1 g h \xrightarrow{(I)} P_A = 7P$$

۱۱۴. گزینه ۳ فشار ناشی از مایع در کف ظرف به ارتفاع ستون مایع بستگی دارد، پس ابتدا نسبت ارتفاع ستون مایع در دو ظرف را به دست می‌آوریم. با توجه به یکسان بودن حجم مایع در دو ظرف داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 h_1 = A_2 h_2 \Rightarrow \pi \left(\frac{D_1}{2} \right)^2 h_1 = \pi \left(\frac{D_2}{2} \right)^2 h_2 \Rightarrow h_2 = 4h$$

اکنون براساس رابطه فشار ناشی از مایع و یکسان بودن چگالی مایع موجود در هر دو ظرف داریم:

$$\Rightarrow P = \rho gh \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{h_2}{h_1} = 4 \Rightarrow P_2 = 4P_1$$

۱۱۵. گزینه ۱ می‌دانیم که در ظروف استوانه‌ای (با دیوارهٔ یکنواخت و قائم)، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف برابر با وزن مایع اضافه شده است یعنی:

$$F = mg = \rho Vg \rightarrow F = 13600 \times 10 \times 100 \times 10^{-6} = 13.6N$$

۱۱۶. گزینه ۳ فشار ناشی از مایع در کف ظرف متناسب با ارتفاع است، پس داریم:

$$P = \rho gh \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{h_A}{h_B} = \frac{20}{30} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{2}{3}$$

با توجه به رابطه $P = \frac{F}{A}$ ، در مورد نیرویی که توسط شاره به کف ظرف وارد می‌شود، می‌توان گفت:

$$F = PA \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{P_A}{P_B} \times \frac{A_A}{A_B} = \frac{2}{3} \times \frac{20cm^2}{30cm^2} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{4}{9}$$

۱۱۷. گزینه ۳

می‌دانیم که در ظروف استوانه‌ای (با دیوارهٔ قائم یکنواخت)، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف برابر با وزن مایع افزوده شده است یعنی: (دقت کنید که اینجا جیوه در ته ظرف قرار می‌گیرد که در حل سؤال تأثیری ندارد.)

$$F = mg = \rho vg \rightarrow F = 13600 \times 10 \times 50 \times 10^{-6} = 6.8N$$

۱۱۸. گزینه ۳

فشار ناشی از مایع از رابطه $P = \rho gh$ به دست می‌آید، پس در مورد اختلاف فشار بین نقاط A ، B داریم:

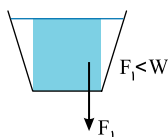
$$\Delta P = P_B - P_A = \rho gh_{AB} \rightarrow 5000 - 2000 = \rho \times 10 \times \frac{30}{100} \rightarrow \rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

حال بین دو نقطهٔ C و B داریم:

$$\Delta P = P_C - P_B = \rho gh_{BC} \rightarrow \rho_C - 5000 = 1000 \times 10 \times \frac{10}{100} \rightarrow \rho_C = 6000 Pa$$

۱۱۹. گزینه ۲

با برابر قرار دادن وزن ستون مایع با نیروی مایع بر کف ظرف درمی‌یابیم:



همچنین اگر ظرف و مایع درون آن را مجموعه‌ای در نظر بگیریم که روی سطح افقی قرار دارند، نیرویی که به سطح افقی وارد می‌شود برابر مجموع وزن مایع و ظرف است. داریم:

$$F_2 = W + W_{\text{ظرف}} \xrightarrow{\text{ناچیز}} F_2 \simeq W$$

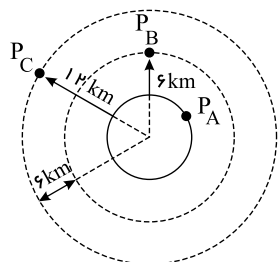
۱۲۰. گزینه ۲ طبق رابطهٔ $F = \rho ghA$ ، چون جنس مایع‌ها یکسان است، هرچه $h \times A$ بیشتر باشد، نیروی وارد بر کف ظرف نیز بیشتر است.

$$\left. \begin{array}{l} h_1 A_1 = 20 \times 5 = 100 \\ h_2 A_2 = 25 \times 4 = 100 \\ h_3 A_3 = 20 \times 6 = 120 \end{array} \right\} \Rightarrow F_1 = F_2 < F_3$$

۱۲۱. گزینه ۱

به دلیل تغییر چگالی هوا، تغییر فشار هوا برحسب ارتفاع از سطح زمین خطی نیست به گونه‌ای که به ازای تغییر ارتفاع مساوی، تغییر فشار در نزدیکی سطح زمین خیلی بیشتر از نقاط دورتر از سطح زمین است.

زیرا با افزایش ارتفاع از سطح زمین، چگالی هوا و شتاب گرانش زمین هر دو کاهش می‌یابند. باتوجه به نکته فوق می‌توان نتیجه گرفت:



$$P_A - P_B > P_B - P_C \rightarrow 2P_B < P_A + P_C \rightarrow P_B < P_A + P_C$$

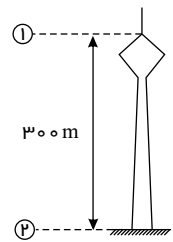
۱۲۲. گزینه ۳ ابتدا این اختلاف فشار را برحسب Pa می‌یابیم. از آنجا که در این ارتفاع، تغییرات چگالی ناچیز است، داریم:

فیزیک دهم فصل دو

$$P_r = 74 \text{ cmHg}$$

$$P_r = P_1 + \rho gh \rightarrow P_r - P_1 = \rho gh$$

$$\Delta P = \rho_{\text{هو}} gh_{\text{هو}} = 0.85 \times 10 \times 300 = 2550 \text{ Pa}$$



حال اختلاف فشار را بر حسب cmHg محاسبه می‌کنیم:

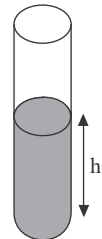
$$\Delta P = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = 2550 = 13.6 \times 10^3 \times 10 \times h_{\text{جیوه}} \rightarrow h_{\text{جیوه}} \simeq 1.87 \text{ cm}$$

$$\Delta P = P_r - P_1 \rightarrow P_1 = P_r - \Delta P \rightarrow P_1 = 74 - 1.87 = 72.13 \text{ cmHg}$$

۱۲۳. گزینه ۲ ابتدا ارتفاع 48 kg را در داخل استوانه به شعاع قاعده 2 cm محاسبه می‌نماییم:

$$A = \pi r^2 \rightarrow A = 3 \times 2^2 = 12 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{m}{\rho} \xrightarrow{V=Ah} 12 \times h = \frac{48 \times 10^3}{0.8} \rightarrow h = 50 \text{ cm}$$



حال فشار حاصل از 50 cm الکل را با فشار حاصل از h' ستون جیوه برابر قرار می‌دهیم:

$$P = (\rho gh)_{\text{الکل}} = (\rho gh')_{\text{جیوه}} \rightarrow (\rho h)_{\text{الکل}} = (\rho h)_{\text{جیوه}}$$

$$\rightarrow h' = h_{\text{جیوه}} = \frac{0.816 \times 50}{13.6} = 3 \text{ cm} \rightarrow P = 3 \text{ cmHg}$$

$$P_{\text{کل}} = P + P_0 \rightarrow P_{\text{کل}} = 3 + 76 = 79 \text{ cmHg} = 790 \text{ mmHg}$$

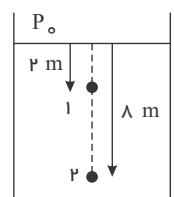
۱۲۴. گزینه ۲ در ابتدا با توجه به معلوم بودن فشار کل در عمق 2 متری، چگالی مایع را محاسبه می‌کنیم. پس از آن فشار کل در عمق 8 متری را می‌یابیم.

$$P_1 = P_0 + \rho gh_1 \rightarrow 140 \times 10^3 = 10^5 + \rho \times 10 \times 2$$

$$\rightarrow \rho = \frac{(140 - 100) \times 10^3}{20} = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_r = P_0 + \rho gh_r$$

$$\rightarrow P_r = 10^5 + 2000 \times 10 \times 8 = 260000 \text{ Pa} = 260 \text{ kPa}$$



۱۲۵. گزینه ۱ با کاهش تدریجی چگالی، فشار هوا نیز به صورت نمودار شکل «۱» خواهد بود و تقریباً در ارتفاع 15 km از سطح دریا فشار هوا به 10000 پاسکال می‌رسد. به دلیل تغییر چگالی هوا، تغییر فشار هوا بر حسب ارتفاع از سطح زمین خطی نیست به گونه‌ای که به ازای تغییر ارتفاع مساوی، تغییر فشار در نزدیکی سطح زمین خیلی بیشتر از نقاط دورتر از سطح زمین است.

۱۲۶. گزینه ۴ با افزایش دمای هوا، چگالی هوا کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} P_1 = P_0 - \rho \cdot g \cdot h_1 \\ P_r = P_0 + \rho \cdot g \cdot h_r \end{cases} \Rightarrow \rho' < \rho \begin{cases} P'_1 \uparrow = P_0 - \downarrow [\rho'] gh_1 \\ P'_r \downarrow = P_0 + \downarrow [\rho'] gh_r \end{cases}$$

با افزایش دما
 $P'_1 > P_1$
 $P'_r < P_r$

۱۲۷. گزینه ۱ روش اول: در ابتدا، با توجه به نمودار، چگالی مایع را محاسبه کرده، سپس فشار در عمق 20 متری و در نهایت نیروی وارد بر سطح را محاسبه می‌کنیم.

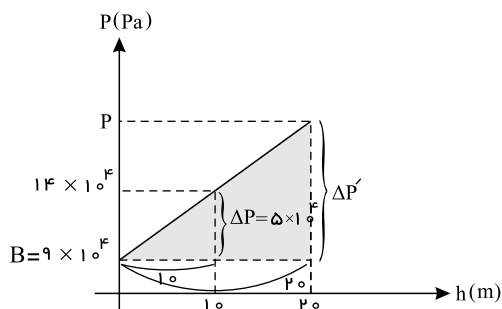
$$P = \rho gh + P_0$$

$$14 \times 10^4 = \rho g \times 10 + 9 \times 10^4 \Rightarrow \rho g = 5000$$

$$\text{در عمق } 20 \text{ متری } P = \rho gh + P = 5000 \times 20 + 9 \times 10^4 = 19 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = 19 \times 10^4 \times 50 \times 10^{-4} = 950 \text{ N}$$

روش دوم: برای تعیین فشار در عمق ۲۰ متری، می‌توان به صورت زیر از تشابه مثلث‌ها نیز استفاده کرد، یعنی:



$$\frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{20}{10} = 2 \xrightarrow{\Delta P = 5 \times 10^4} \Delta P' = 10 \times 10^4$$

$$P = P_0 + \Delta P' = 9 \times 10^4 + 10 \times 10^4 \rightarrow P = 19 \times 10^4 \text{ Pa}$$

حال برای تعیین نیروی وارد بر سطح افقی داده شده داریم:

$$F = P \cdot A = 19 \times 10^4 \times 50 \times 10^{-2} \rightarrow F = 950 \text{ N}$$

۱۲۸. گزینه ۱ اگر فشار هوا در سطح مایع را P_0 بنامیم، داریم:

حالت اول:

$$P_{1 \text{ کل}} = 3P_0 \Rightarrow P_{1 \text{ مایع}} + P_0 = 3P_0 \Rightarrow P_{1 \text{ مایع}} = 2P_0 \Rightarrow \rho gh = 2P_0 \Rightarrow 2000 \times 10 \times h = 2 \times 10^5 \Rightarrow h = 10 \text{ m}$$

حالت دوم:

$$P_{2 \text{ کل}} = \frac{2}{3}(P_{1 \text{ کل}}) = \frac{2}{3}(3P_0) = 2P_0 \Rightarrow P_{2 \text{ مایع}} + P_0 = 2P_0 \Rightarrow P_{2 \text{ مایع}} = P_0 \Rightarrow \rho gh' = 10^5 \Rightarrow 2000 \times 10 \times h' = 10^5 \Rightarrow h' = 5 \Rightarrow h' = \frac{h}{2}$$

۱۲۹. گزینه ۱ فشار مطلق: مجموع فشار مایع و فشار هوا

فشار پیمانه‌ای: فقط فشار حاصل از مایع، یا به عبارتی اختلاف فشار مطلق و فشار هوا

با توجه به تعاریف فوق، فشار پیمانه‌ای در عمق ۱۵ متری و فشار مطلق در عمق ۱۰ متری را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} P_{\text{پیمانه‌ای}} &= \rho gh = 1000 \times 10 \times 15 = 150000 \text{ Pa} \\ P_{\text{مطلق}} &= \rho gh' + P_0 = 1000 \times 10 \times 10 + 10^5 = 200000 \text{ Pa} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} - P_{\text{مطلق}} = 50000 \text{ Pa} = 50 \text{ kPa}$$

۱۳۰. گزینه ۴ فشار هوا در نقطه M از فرمول $P_M = P_0 - \rho_{av}gh$ به دست می‌آید. در این فرمول ρ_{av} چگالی متوسط هوا از سطح زمین تا ارتفاع h است. با توجه به اینکه با افزایش ارتفاع چگالی هوا کم می‌شود، پس می‌توانیم بگوییم چگالی متوسط هوا (ρ_{av}) از چگالی هوا در سطح زمین (ρ_0) کوچکتر است، پس داریم:

$$P_M = P_0 - \rho_{av}gh \xrightarrow{\rho_{av} < \rho_0} P_M > P_0 - \rho_0 gh \Rightarrow P_M > 10^5 - (1 \times 10 \times 8000) \Rightarrow P_M > 20 \text{ kPa}$$

همچنین فشار هوا در ارتفاع h حتماً از فشار هوا در سطح زمین (100 kPa) کمتر است.

$$20 \text{ kPa} < P_M < 100 \text{ kPa}$$

۱۳۱. گزینه ۲ ابتدا با توجه به نمودار اختلاف فشار هوای بین ارتفاع ۱۰۰۰ متری و ۹۰۰۰ متری را حساب می‌کنیم:

$$\Delta P_0 = P_{1000} - P_{9000} = 0.9 - 0.3 = 0.6 \text{ atm} = 6 \times 10^4 \text{ Pa}$$

حال به کمک فرمول اصلی فشار، جرم هوای درون ستونی با مساحت 10 cm^2 را به دست می‌آوریم:

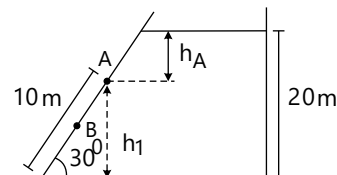
$$\Delta P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow 6 \times 10^4 = \frac{m \times 10}{10 \times 10^{-2}} \Rightarrow m = 6 \text{ kg}$$

۱۳۲. گزینه ۳

ابتدا ارتفاع A را نسبت به سطح آزاد مایع حساب می‌کنیم، سپس فشار کل در نقطه A را محاسبه می‌کنیم:

$$\sin 30^\circ = \frac{h_1}{10} \Rightarrow h_1 = 10 \times \sin 30^\circ = 5 \text{ m}$$

$$h_A = 20 - 5 = 15 \text{ m}$$

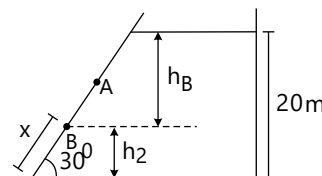


$$P_A = \rho gh_A + P_0 \Rightarrow P_A = 1000 \times 10 \times 15 + 10^5 = 250000 \text{ Pa}$$

حال ارتفاع نقطه B را حساب می‌کنیم:

$$\sin 30^\circ = \frac{h_2}{x} \Rightarrow h_2 = x \cdot \sin 30^\circ = 0.5x$$

$$h_B = 20 - 0.5x$$



فیزیک دهم فصل دو

$$P_B = \rho gh_B + P_o \Rightarrow P_B = 1000 \times 10 \times (20 - 0.5x) + 10^5$$

$$\Rightarrow \frac{P_B}{P_A} = 1.1 \Rightarrow 1.1 = \frac{1000 \times 10 \times (20 - 0.5x) + 10^5}{250000} \Rightarrow x = 5m$$

پس فاصله نقطه A تا B برابر است با: $10 - 5 = 5m$

۱۳۳. گزینه ۲ ابتدا، با توجه به درصد تغییرات فشار و ارتفاع، رابطه بین مقادیر اولیه و ثانویه را محاسبه می‌کنیم. سپس مقدار h_1 را می‌یابیم.

$$h_2 = h_1 - \frac{25}{100} h_1 = \frac{75}{100} h_1$$

$$P_2 = P_1 - \frac{5}{100} P_1 = \frac{95}{100} P_1$$

$$P_1 = \rho gh_1 + P_o(I)$$

$$P_2 = \rho gh_2 + P_o \Rightarrow 0.95 P_1 = \rho g(0.75 h_1) + P_o \xrightarrow{(I)}$$

$$\Rightarrow 0.95(\rho gh_1 + P_o) = 0.75 \rho gh_1 + P_o$$

$$\Rightarrow 0.2 \rho gh_1 = 0.05 P_o \Rightarrow 4 \rho gh_1 = P_o$$

$$\Rightarrow 4 \times 1000 \times 10 \times h_1 = 10^5 \Rightarrow h_1 = 2.5m$$

۱۳۴. گزینه ۱

فشار کل در عمق h از یک مایع از رابطه $P_{\text{کل}} = \rho gh + P_o$ به دست می‌آید. برای عمق‌های h و $2.5h$ فشار کل برابر است با:

$$h \text{ عمق: } P_1 = \rho gh + P_o \rightarrow P_1 = 10^5 + 1000 \times 10 \times h$$

$$2.5h \text{ عمق: } P_2 = \rho gh' + P_o \rightarrow P_2 = 10^5 + 1000 \times 10 \times 2.5 \times h$$

می‌دانیم که در عمق $2.5h$ فشار کل ۲۵ درصد بیشتر از عمق h است، پس:

$$P_2 = P_1 + \frac{25}{100} P_1 = 1.25 P_1 \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 1.25 \rightarrow 1.25 = \frac{10^5 + 10^4 \times 2.5h}{10^5 + 10^4 h} \rightarrow 1.25 + 1.25h = 10 + 2.5h \rightarrow h = 2m$$

حال اختلاف فشار در عمق‌های $h_1 = 2h = 4m$ و $h_2 = 3h = 6m$ را به دست می‌آوریم:

$$\Delta P = (\rho gh_2 + P_o) - (\rho gh_1 + P_o) \rightarrow \Delta P = 1000 \times 10 \times 6 - 1000 \times 10 \times 4 = 20000 Pa \rightarrow P = 0.2 atm$$

۱۳۵. گزینه ۲ از رابطه فشار در عمق h مایع استفاده می‌کنیم:

$$P_1 = \rho gh_1 + P_o, h_1 = h$$

$$1.5 P_o = \rho gh + P_o$$

$$\rho gh = 0.5 P_o$$

$$P_2 = \rho gh_2 + P_o, h_2 = 3h \rightarrow P = \rho g(3h) + P_o = 3 \rho gh + P_o = 3 \times 0.5 P_o + P_o = 2.5 P_o$$

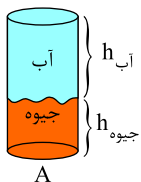
۱۳۶. گزینه ۲ در ابتدا چگالی مایع را می‌یابیم:

$$\Delta P = \rho gh \xrightarrow{h=\ell \sin 30^\circ} 800 = \rho \times 10 \times \frac{1}{10} \rightarrow \rho = 800 \frac{kg}{m^3}$$

و برای نقطه C داریم:

$$P = P_o + \rho gh_C = 10^5 + 800 \times 10 \times \frac{3}{10} = 102400 Pa = 102.4 kPa$$

۱۳۷. گزینه ۱ با توجه به برابری جرم آب و جیوه، به کمک رابطه چگالی، رابطه بین ارتفاع آنها را به دست می‌آوریم:



$$m_{\text{آب}} = m_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} V_{\text{جیوه}} \xrightarrow{V=Ah} \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \quad A_{\text{آب}} = A_{\text{جیوه}}$$

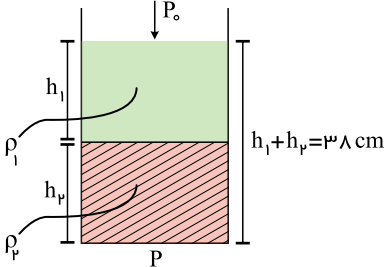
$$\begin{aligned} h_{\text{آب}} + h_{\text{جیوه}} &= 73 \text{ cm} \\ \Rightarrow 1 \times h_{\text{آب}} = 13.6 \times h_{\text{جیوه}} &\Rightarrow h_{\text{آب}} = 13.6 h_{\text{جیوه}} \rightarrow 13.6 h_{\text{جیوه}} + h_{\text{جیوه}} = 73 \\ \Rightarrow 14.6 h_{\text{جیوه}} = 73 &\Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 5 \text{ cm}, h_{\text{آب}} = 68 \text{ cmHg} \end{aligned}$$

چون در این ظرف استوانه‌ای، جرم‌های آب و جیوه برابر هستند، فشار ناشی از هر یک از آنها بر کف ظرف، با دیگری برابر است.

$$\Rightarrow P_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه}} = 5 \text{ cmHg}$$

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{آب}} + P_{\text{جیوه}} + P_{\text{هوا}} = 5 \text{ cmHg} + 5 \text{ cmHg} + 74 \text{ cmHg} \Rightarrow P_{\text{کل}} = 84 \text{ cmHg}$$

۱۳۸. گزینه ۳ با توجه به چگالی مایعات، شکل آنها داخل ظرف استوانه‌ای به صورت زیر خواهد بود. در ابتدا فشار ناشی از مایعات را به دست می‌آوریم:



$$P = P_0 + P_{\text{مایعات}} \rightarrow 90 = 75 + P_{\text{مایعات}} \rightarrow P_{\text{مایعات}} = 15 \text{ cmHg}$$

حال با توجه به رابطه مربوط به فشار مایعات بر کف ظرف داریم:

$$P_{\text{مایعات}} = P_1 + P_2 \rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 \rightarrow (13.6)(15) = 3h_1 + 9h_2 \rightarrow 68 = h_1 + 3h_2 \rightarrow \begin{cases} h_1 + 3h_2 = 68 \\ h_1 + h_2 = 38 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} h_1 = 23 \text{ cm} \\ h_2 = 15 \text{ cm} \end{cases}$$

۱۳۹. گزینه ۱ فشار کل در کف لیوان برابر با مجموع فشار مایع و فشار هوای محیط است. با توجه به اینکه فشار مایع از رابطه $P = \rho gh$ می‌آید، خواهیم داشت:

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{مایع}} + P_0 \Rightarrow n P_{\text{مایع}} = P_{\text{مایع}} + P_0 \Rightarrow (n-1) P_{\text{مایع}} = P_0$$

$$\Rightarrow (n-1) \rho gh = P_0 \Rightarrow (n-1) 2000 \times 10 \times 0.2 = 10^5$$

$$\Rightarrow n-1 = \frac{10^5}{4000} \Rightarrow n-1 = 25 \Rightarrow n = 26$$

۱۴۰. گزینه ۳ فشار در یک نقطه از شاره از رابطه $P = \rho gh + P_0$ به دست می‌آید که h فاصله عمودی نقطه تا سطح آزاد مایع است.

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\rho gh_A + P_0}{\rho gh_B + P_0} = \frac{1000 \times 10 \times (0.85 \sin 53^\circ) + 100 \times 10^3}{1000 \times 10 \times (0.8 \sin 53^\circ) + 100 \times 10^3}$$

$$\xrightarrow{\text{از همه جملات } 10^3 \text{ ساده می‌کنیم}} \frac{P_A}{P_B} = \frac{10(0.85 \times 0.8) + 100}{10(0.8 \times 0.8) + 100} = \frac{100.4}{102} \xrightarrow{\text{ضرب‌پذیر ۱۰}} \frac{1004}{1020} = \frac{251}{255}$$

۱۴۱. گزینه ۲

$$P_2 = P_1 + \rho gh \rightarrow P_2 - P_1 = \rho gh = 1 \times 10 \times 435 = 4350 \text{ Pa} = 43.5 \text{ (kPa)}$$

(در بالای برج) (در پایین برج)

۱۴۲. گزینه ۴ اختلاف ارتفاع دو نقطه ۳۰ متر است. بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\rho g \Delta h}{P_0 + \rho gh} = \frac{1000 \times 10 \times 30}{10^5 + 1000 \times 10 \times 10} = \frac{300000}{200000} = 1.5 \rightarrow 15\%$$

۱۴۳. گزینه ۲ با نوشتن رابطه فشار کل در عمق h از مایعی با چگالی ρ داریم:

$$P = P_0 + \rho gh \rightarrow 1.5 \times 10^5 = 1 \times 10^5 + \rho(10)(4) \rightarrow \rho = 1250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

۱۴۴. گزینه ۳ هر سه گزاره صحیح هستند.

۱۴۵. گزینه ۱ حجم مایع ثابت است، پس طبق رابطه $V = Ah$ اگر سطح مقطع n برابر شود، ارتفاع $\frac{1}{n}$ برابر می‌شود. ولی می‌دانیم سطح مقطع با مجذور شعاع یا قطر رابطه مستقیم دارد، پس داریم:

$$D_2 = \frac{1}{2} D_1 \Rightarrow A_2 = \frac{1}{4} A_1 \Rightarrow h_2 = 4 h_1$$

فشار کل در کف ظرف (۲) برابر است با:

$$P = \rho gh_1 + P_0 \Rightarrow P' = \rho g 4 h_1 + P_0 \Rightarrow P < P' < 4P$$

۱۴۶. گزینه ۲ فشار داخل زودپز، معادل مجموع فشار ناشی از وزنه و فشار هوای محیط است، یعنی:

$$P_{\text{داخل}} = P_{\text{وزنه}} + P_0 \Rightarrow 3 \times 10^5 = \frac{mg}{A} + 10^5$$

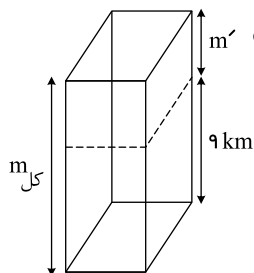
$$2 \times 10^5 = \frac{m \times 10}{5 \times 10^{-6}} \Rightarrow 2 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-6} = 10m$$

$$m = \frac{1}{10} \text{ kg} = \frac{1}{10} \times 1000$$

$$m = 100 \text{ g}$$

۱۴۷. گزینه ۴

یک بار برابر $10^5 Pa$ است و در ابتدا جرمی که فشار $100 kPa$ و فشار $300 kPa$ می‌سازد را می‌یابیم. اختلاف جرم این دو، معادل جرمی است که در ستون فرضی m' قرار گرفته، بنابراین داریم:



جرم هوا تا ارتفاع $9 km$ از سطح زمین $m' = m - m_{\text{ک}}$ →

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow 10^5 = \frac{mg}{A} \rightarrow m = 10000 kg$$

$$P = \frac{mg}{A} \Rightarrow 300000 = \frac{m \times 10}{1} \Rightarrow m = 30000 kg$$

$$10000 - 30000 = 70000 kg$$

$$\frac{70000}{10000} \times 100 = 700\%$$

۱۴۸. گزینه ۲ با دو برابر ضلع مکعب، سطح مقطع ظرف چهار برابر می‌شود. چون حجم مایع تغییر نمی‌کند، برای تعیین ارتفاع جدید و البته فشار ناشی از مایع، وارد بر کف ظرف داریم:

$$\left. \begin{matrix} V' = V \\ V = Ah \end{matrix} \right\} \Rightarrow \left. \begin{matrix} A'h' = Ah \\ A' = 4A \end{matrix} \right\} \Rightarrow h' = \frac{1}{4}h \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{\rho'}{\rho} \times \frac{h'}{h} = 1 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$

۱۴۹. گزینه ۳ فشار نقطه‌ای A در حالت اول را با P_A و در حالت دوم را با P'_A نمایش می‌دهیم.

$$P_A = P_1 + P_{\text{مایع}} \quad P'_A = 2P_1 + P_{\text{مایع}} \rightarrow 1 < \frac{P'_A}{P_A} = \frac{2P_1 + P_{\text{مایع}}}{P_1 + P_{\text{مایع}}} < 2 \rightarrow 1 < \frac{P'_A}{P_A} < 2 \rightarrow P_A < P'_A < 2P_A$$

در نتیجه P'_A از P_A بیشتر است ولی از $2P_A$ کمتر است.

۱۵۰. گزینه ۲

ابتدا مساحت قاعده‌ی لیوان را حساب می‌کنیم.

$$\text{قطر} = 10 cm \Rightarrow \text{شعاع} = 5 cm$$

$$\text{مساحت قاعده} = A = \pi r^2 = (3 \times 5^2) = 75 cm^2$$

$$\text{ارتفاع آب} = \frac{\text{حجم}}{\text{مساحت قاعده}} \Rightarrow h = \frac{510}{75} = 6.8 cm$$

سپس فشار ناشی از $6.8 cm$ آب را بر حسب $cmHg$ محاسبه می‌کنیم:

$$(\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 6.8 = 13.6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0.5 \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 0.5 cmHg$$

بنابراین فشار کل بر حسب $cmHg$ در کف استوانه برابر است با:

$$\text{فشار کل} = \text{فشار حاصل از مایع} + \text{فشار هوا} = \text{فشار در کف ظرف} = (75 + 0.5) = 75.5 cmHg$$

۱۵۱. گزینه ۲

چون نقطه A و B در یک سطح هستند پس:

$$P_B = P_A = \rho gh + P_0 = 1000 \times 10 \times 20 + 10^5 = 3 \times 10^5 Pa = 300 kPa$$

۱۵۲. گزینه ۳ می‌دانیم که هر 10 متر آب، تقریباً فشاری معادل یک جو می‌سازد، پس اگر فشار چهار جو شده، یکی به خاطر فشار هوا و سه جو دیگر به خاطر فشار آب است، یعنی 30 متر آب

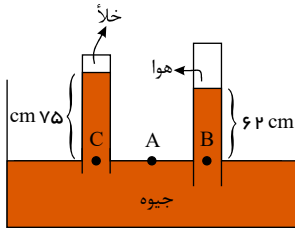
$$\left. \begin{matrix} P_{\text{ک}} = 4P_0 \\ P_{\text{ک}} = P_0 + \rho gh \end{matrix} \right\} \Rightarrow \rho gh = 3P_0 \Rightarrow 10^3 \times 10 \times h = 3 \times 10^5 \Rightarrow h = 30 m$$

۱۵۳. گزینه ۱ گزینه‌های (۳) و (۴) درست نیستند، چون P_0 را نشان نمی‌دهند.

چون مایع ۲ پایین‌تر قرار گرفته است $\rho_2 > \rho_1$ است، در نتیجه تغییرات فشار به‌ازای تغییر ارتفاع یکسان (شیب نمودار) برای مایع ρ_2 بیشتر است. بنابراین گزینه (۱) درست است.

۱۵۴. گزینه ۳

اگر در انتهای لوله (۲) هوای حبس شده وجود نداشت، جیوه در آن لوله هم تا ارتفاع 75cm بالا می‌رفت. اکنون در لوله (۲) جیوه تا 62cm بالا رفته است و 13cm از سطح جیوه در لوله (۱) پایین‌تر قرار گرفته است. این اختلاف 13cm به خاطر فشار هوای محبوس است. با محاسبه نیز می‌توان این موضوع را نشان داد:

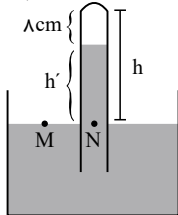


$$P_c = P_A = P_B \Rightarrow 75\text{cm} = P_{\text{هوا}} + 62\text{cm} \Rightarrow P_{\text{هوا}} = 13\text{cmHg}$$

۱۵۵. گزینه ۲ ابتدا فشار وارد بر انتهای لوله را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم. داریم:

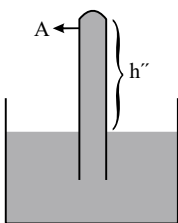
$$P \times A = F \xrightarrow{A=5\text{cm}^2=5 \times 10^{-4}\text{m}^2, \rho=13600\text{kg/m}^3} 13600 \times 10 \times h \times 5 \times 10^{-4} = 1.7 \Rightarrow h = \frac{1.7}{68} = \frac{1}{40}\text{m} = 2.5\text{cm}$$

ابتدا طولی از لوله که در حالت اول خارج از ظرف قرار دارد را به دست می‌آوریم:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_N = P_o = 75\text{cmHg}$$

$$h = h' + 18 \xrightarrow{h'=75\text{cm}} h = 75 + 18 = 93\text{cm}$$



سپس طولی از لوله که در حالت دوم خارج از ظرف قرار دارد را به دست می‌آوریم:

$$P_A + h'' = p_o \xrightarrow{P_A=2.5\text{cmHg}, P_o=75\text{cmHg}} h'' = 75 - 2.5 = 72.5\text{cm}, h - h'' = 93 - 72.5 = 20.5\text{cm}$$

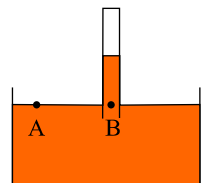
۱۵۶. گزینه ۴ در هر حالت فشار نقاط هم‌تراز A و B یکسان است.

$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{هوا}} = P_{\text{ستون جیوه}} + P_{\text{گاز}} \rightarrow 60 = 20 + P_{\text{گاز}}$$

$$P_{\text{گاز}} = 40\text{cmHg}$$

در حالت دوم فشار هوای محفظه ۴۰ درصد کاهش یافته و به 36cmHg رسید:

$$P'_A = P'_B \rightarrow P'_{\text{هوا}} = P'_{\text{جیوه}} + P_{\text{گاز}} \rightarrow P'_{\text{جیوه}} = 36 - 40 = -4\text{cmHg}$$



در نتیجه سطح جیوه ۴ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد و بنابراین نسبت به حالت اول $4 + 20 = 24$ سانتی‌متر پایین رفته است.

۱۵۷. گزینه ۱ ابتدا فشار هوا را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:

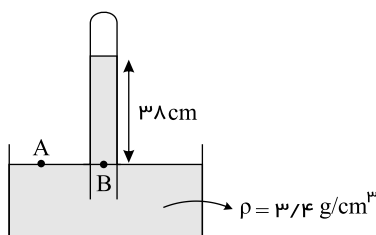
$$P_o = \rho_{\text{جیوه}} \times g \times h_{\text{جیوه}} = 13600 \times 10 \times h_{\text{جیوه}} = 13600 \times 10 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0.76\text{m} \Rightarrow P_o = 76\text{cmHg}$$

اما از روی شکل مشخص است که ارتفاع ستون جیوه برابر 71cm است؛ بنابراین فشاری که بر انتهای لوله وارد می‌شود برابر فشار حاصل از ستون جیوه به ارتفاع $71 - 76 = -5\text{cm}$ است:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = \rho ghA \Rightarrow F = 13600 \times 10 \times 0.05 \times 8 \times 10^{-4} = 5.44\text{N}$$

۱۵۸. گزینه ۴ با توجه به اینکه فشار در نقاط هم ارتفاع از مایع یکسان، برابر است؛ پس در شکل زیر فشار نقاط A و B یکسان است:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{هوا}} = P_{\text{منبع}} + P_{\text{گاز}}$$



چون فشار برحسب پاسکال خواسته شده، همهٔ یکاهای فشار را برحسب پاسکال می‌نویسیم: (می‌دانیم که در اینجا برای تبدیل $cmHg$ به پاسکال، کافی است که عدد فشار را در 1360 ضرب کنیم) (چرا؟) بنابراین داریم:

$$P_o = 750 \text{ torr} = 750 \text{ mmHg} = 75 \text{ cmHg} = 75 \times 1360 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{منبع}} = \rho gh = 13600 \times 10 \times \frac{40}{100} = 54400 \text{ Pa}$$

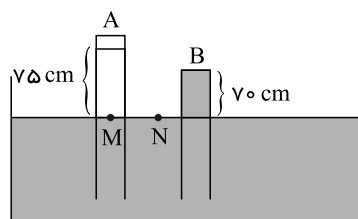
حال داریم:

$$P_o = P_{\text{منبع}} + P_{\text{گاز}} \rightarrow 75 \times 1360 = 54400 + P_{\text{گاز}} \rightarrow P_{\text{گاز}} = 48000 \text{ Pa} = 353 \times 10^5 \text{ Pa}$$

۱۵۹. گزینه ۴ با توجه به یکسان بودن فشار نقاط هم‌تراز M و N ، فشار ناشی از جیوه به انتهای لوله را برحسب $cmHg$ به‌دست می‌آوریم.

$$P_N = P_M \Rightarrow P_o = 75 \text{ cmHg}$$

فشار هوای محیط 75 cmHg است.



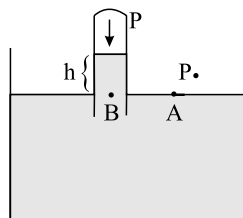
$$P_B = P_o - 70 \text{ cmHg} = 75 - 70 = 5 \text{ cmHg}$$

از آنجا که فشار ناشی هر سانتی‌متر جیوه تقریباً 1360 Pa است، فشار وارد بر ته لوله از طرف جیوه را برحسب Pa می‌یابیم. پس از آن نیروی وارد بر ته لوله را محاسبه می‌کنیم.

$$P_B = 5 \times 1360 = 6800$$

$$F = P_B A = 6800 \times (100 \times 10^{-4}) = 68 \text{ N}$$

۱۶۰. گزینه ۲ در بارومترها، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییری نمی‌کند؛ بنابراین فشار گاز محبوس در انتهای دو لوله، با هم برابر و کوچک‌تر از P_o است.



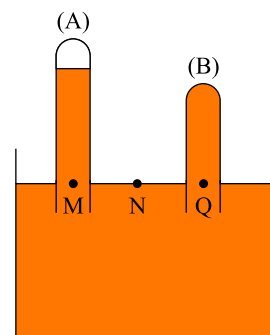
$$P_A = P_B \Rightarrow P_o = P + \rho gh \Rightarrow P < P_o$$

۱۶۱. گزینه ۴ با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$P_N = P_M \Rightarrow P_o = 75 \text{ cmHg} \quad \text{لوله A}$$

$$P_N = P_Q \Rightarrow P_o = 70 + P_{\text{انتهای لوله B}} \quad \text{لوله B}$$

$$\Rightarrow 75 = 70 + P_{\text{انتهای لوله}} \Rightarrow P_{\text{انتهای لوله}} = 5 \text{ cmHg}$$



برای محاسبهٔ اندازهٔ نیروی وارد بر انتهای لولهٔ B ، ابتدا باید فشار وارد بر آن را برحسب پاسکال محاسبه کنیم:

داریم:

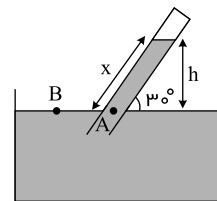
$$P = \rho gh = 13600 \times 10^3 \times 10 \times 5 \times 10^{-2} = 6800 \text{ Pa}$$

حال برای تعیین نیروی وارد بر ته لوله داریم:

$$F = PA = 6800 \times 100 \times 10^{-4} = 68 \text{ N}$$

۱۶۲. گزینه ۴ با توجه به برابری فشار در نقاط هم تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{مایع}} + P_{\text{هوای محبوس}} = P_0 \Rightarrow P_{\text{مایع}} + 12 = 76 \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 64 \text{ cmHg}$$



از طرفی می توان نوشت:

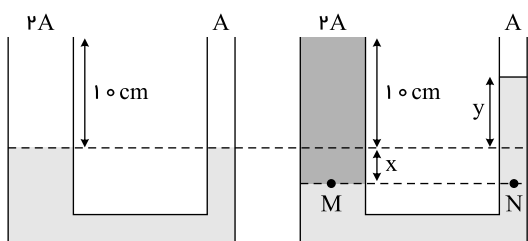
$$\begin{aligned} P_{\text{مایع}} &= \rho_{\text{مایع}} g h \\ \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} g h &= \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \\ \Rightarrow 13.6 \times 64 &= 13.6 h_{\text{مایع}} \Rightarrow h_{\text{مایع}} = 128 \text{ cm} \end{aligned}$$

در نتیجه:

$$\sin 30^\circ = \frac{h_{\text{مایع}}}{x} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{128}{x} \Rightarrow x_{\text{مایع}} = 256 \text{ cm}$$

۱۶۳. گزینه ۳

با ریختن مایع با چگالی $\frac{\rho_1}{2}$ در شاخه سمت چپ، سطح مایع در شاخه سمت راست بالا می آید تا دوباره تعادل برقرار شود. با توجه به اینکه حجم مایع جابه جا شده یکسان است، داریم:

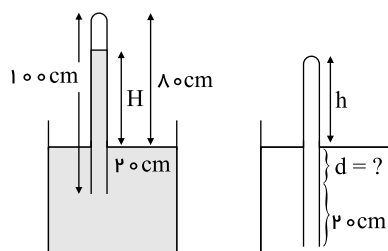


$$V_{\text{چپ}} = V_{\text{راست}} \Rightarrow x(2A) = y(A) \Rightarrow y = 2x$$

از طرفی با توجه به برابری فشار در نقاط هم تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow (10 + x) \frac{\rho_1}{2} = (x + y) \rho_1 \xrightarrow{y=2x} (10 + x) \frac{\rho_1}{2} = 3x \rho_1 \Rightarrow 10 + x = 6x \Rightarrow 5x = 10 \Rightarrow x = 2 \text{ cm} \Rightarrow y = 2x = 4 \text{ cm}$$

۱۶۴. گزینه ۴



چون آزمایش با جیوه صفر درجه سلسیوس در محلی که شتاب گرانش ۹٫۸ متر بر مجذور ثانیه است، انجام می شود، عدد فشار هوای محیط بر حسب سانتیمتر جیوه با ارتفاع ستون جیوه بر حسب سانتیمتر، بعد از برقراری تعادل، یکی می شود.

با حرکت دادن لوله به سمت پایین جیوه درون آن بر انتهای لوله فشار می آورد. این فشار در واقع همان فشار مطلق در انتهای لوله است. هوا نیز از بالا فشار می آورد. اختلاف این دو فشار همان فشار پیمانه ای ستون جیوه است.

با معلوم بودن نیروی خالص و مساحت مقطع لوله، فشار پیمانه ای جیوه در انتهای لوله و در نتیجه ارتفاع ستون جیوه محاسبه می شود. داریم:

$$\begin{aligned} F_{\text{air}} - F_{\text{Hg}} &= (P_{\text{atm}} - P_{\text{Hg}})A = P_{\text{gauge}}A = \rho g h A \\ h &= \frac{40}{13600 \times 9.8 \times 5 \times 10^{-4}} \simeq 0.6 \text{ m} = 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

این ارتفاع در واقع همان طول قسمتی از لوله خارج جیوه است و در نهایت مقداری که لوله را به پایین حرکت می دهیم:

$$d = 100 - 20 - 60 = 20 \text{ cm}$$

۱۶۵. گزینه ۳ با توجه به شکل و هم اندازه بودن فشار نقاط هم تراز M و N، فشارسنج که فشار پیمانه ای گاز را اندازه می گیرد، عددی به صورت زیر را نمایش می دهد:

$$P_{\text{فشارسنج}} = P_{\text{پیمانه ای}} = (\rho g h)_{\text{مایع}} = 3400 \times 10 \times \frac{2}{10} = 6800 \text{ Pa} = 6.8 \text{ kPa} \Rightarrow A = 6.8$$

برای تبدیل فشار مایع به cmHg داریم:

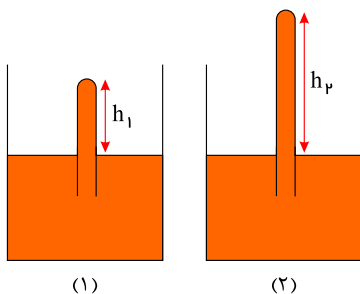
فیزیک دهم فصل دو

$$P = \frac{\rho_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}} h_{\text{مایع}} = \frac{3/4}{13/6} \times 20 = 5 \text{ cmHg}$$

از طرفی می‌دانیم که فشار هوای حبس شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{\text{هوا}} = P_0 + P_{\text{پیمانه‌ای}} = 75 + 5 = 80 \text{ cmHg} \Rightarrow B = 80$$

۱۶۶. گزینه ۲ می‌دانیم که نیروی وارد بر انتهای لوله با حاصل ضرب فشار وارد بر انتهای لوله در سطح مقطع لوله برابر است. از طرفی می‌دانیم که فشار وارد بر انتهای لوله از طرف جیوه، برحسب cmHg به صورت زیر محاسبه می‌شود:



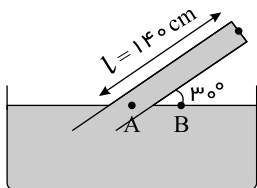
$$P_1 = P_0 - h_1 \Rightarrow P_1 = 76 - h_1$$

$$P_2 = P_0 - h_2 \Rightarrow P_2 = 76 - h_2$$

از طرفی چون نیروی F_2 ، ۲۵ درصد کمتر از F_1 است، نسبت $\frac{F_2}{F_1}$ معادل ۰٫۷۵ یا $\frac{3}{4}$ است. بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} \frac{F_2}{F_1} &= \frac{P_2 A}{P_1 A} \xrightarrow{P_2 = 76 - h_2, P_1 = 76 - h_1} \frac{F_2}{F_1} = \frac{76 - h_2}{76 - h_1} \xrightarrow{\frac{F_2}{F_1} = \frac{3}{4}} \frac{3}{4} = \frac{76 - h_2}{76 - h_1} \\ \Rightarrow 3 \times 76 - 3h_2 &= 4 \times 76 - 4h_1 \Rightarrow 3h_2 - 4h_1 = 76 - 304 = -228 \Rightarrow 3h_2 - 4h_1 = -228 \\ \Rightarrow 3h_2 - 4h_1 &= -228 \xrightarrow{h_2 - h_1 = 10 \text{ cm}} \begin{cases} 3h_2 - 4h_1 = -228 \\ h_2 - h_1 = 10 \end{cases} \\ \Rightarrow \begin{cases} h_1 = 36 \text{ cm} \\ h_2 = 46 \text{ cm} \end{cases} \xrightarrow{P_1 = 76 - h_1} P_1 &= 76 - 36 = 40 \text{ cmHg} \end{aligned}$$

۱۶۷. گزینه ۴ ابتدا ارتفاع h و سپس فشار وارد بر انتهای لوله از طرف جیوه را محاسبه می‌کنیم:



$$h = \ell \sin 30^\circ \rightarrow h = 140 \times \frac{1}{2} \rightarrow h = 70 \text{ cm}$$

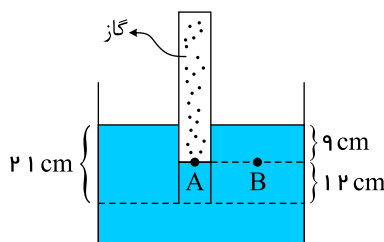
$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{ته لوله}} + h_{\text{Hg}} = P_0 \rightarrow P_{\text{ته لوله}} + 70 = 75 \rightarrow P_{\text{ته لوله}} = 5 \text{ cmHg}$$

حال برای تعیین نیروی وارد بر انتهای لوله برحسب N ، باید یکای فشار وارد بر لوله از طرف جیوه، برحسب پاسکال باشد. (برای تبدیل فشار به پاسکال، ارتفاع جیوه بر حسب cm را در 1360 ضرب می‌کنیم.) یعنی:

$$F = P \cdot A = 5 \times 1360 \times 5 \times 10^{-4} \rightarrow F = 3.4 \text{ N}$$

۱۶۸. گزینه ۱ با توجه به شکل فشار نقاط A و B برابر است (زیرا هم تراز و در داخل یک مایع می‌باشد)

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



باید فشار نقطه B را برحسب cmHg به دست آوریم، یعنی باید محاسبه شود 9 cm از مایع با چگالی $\frac{9}{\text{cm}^3}$ معادل چند سانتی‌متر جیوه است:

$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 9 \times 9 = 13.6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0.5 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 0.5 \text{ cmHg} + 76 \text{ cmHg} = 76.5 \text{ cmHg}$$

توجه: $\frac{g}{L}$ معادل $\frac{kg}{m^3}$ می‌باشد.

۱۶۹. گزینه ۱

$$P_{\text{گاز محبوس}} = P_0 - (P')$$

$$\rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{مایع}} \times h_{\text{مایع}} \rightarrow 13.6 h_{\text{جیوه}} = 6.8 \times 140 \text{ cm} \rightarrow h_{\text{جیوه}} = 70 \text{ cm}$$

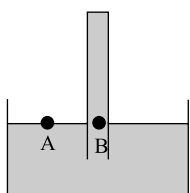
$$\rightarrow P_{\text{گاز محبوس}} = (72 \text{ cmHg}) - (70 \text{ cmHg}) \rightarrow P_{\text{گاز محبوس}} = 2 \text{ cmHg}$$

۱۷۰. گزینه ۴ در گام اول، فشاری که مایع به ته لوله وارد می‌کند را حساب می‌کنیم و سپس آن را به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم:

فیزیک دهم فصل دو

$$P = \frac{F}{A} = \frac{1.16}{3 \times 10^{-4}} = 3866.67 \text{ Pa} \xrightarrow{\div 1360} 2.8 \text{ cmHg}$$

در گام دوم، اصل هم‌ترازی را برای یک نقطه روی سطح مایع و یک نقطه هم‌تراز درون لوله می‌نویسیم:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_o = P_{\text{مایع}} + P_{\text{ته لوله}} \Rightarrow 75 = P_{\text{مایع}} + 20 \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 55 \text{ cmHg}$$

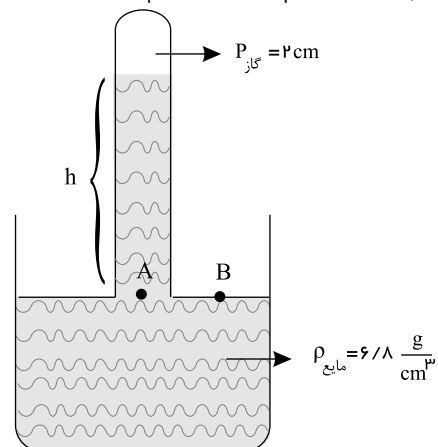
در گام سوم، ارتفاع سانتی‌متر جیوه را برحسب ارتفاع مایع به دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{مایع}} = 4 \times 55 = 220 \text{ cm}$$

۱۷۱. گزینه ۲

با توجه به دو نقطه هم‌تراز A و B داریم:

$$\begin{aligned} P_{tA} &= P_{tB} \\ P_{\text{گاز}} + P_{\text{سانتی‌متر مایع}} h &= P_o \\ 2 \text{ cmHg} + P_{\text{سانتی‌متر مایع}} h &= 75 \text{ cmHg} \\ \Rightarrow P_{\text{سانتی‌متر مایع}} h &= 73 \text{ cmHg} \end{aligned}$$



حال برای تعیین ارتفاع مایع داریم:

$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \\ 6.8 \times h = 13.6 \times 73 \Rightarrow h = 146 \text{ cm}$$

۱۷۲. گزینه ۳ با توجه به نقاط هم‌تراز در شکل (۱) داریم: (P_o فشار هوای محیط است)

$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_o} P_o = h_{\text{مایع}} = 114 \text{ cm} \quad (1)$$

و در آزمایش مربوط به شکل (۲) داریم:

$$P_C = P_D \xrightarrow{P_C = P_o} P_o = P + 90 \quad (2)$$

با توجه به دو رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} P_o = 114 \text{ cm} \\ P_o = P + 90 \end{cases} \Rightarrow 114 = P + 90 \Rightarrow P = 24 \text{ cm}$$

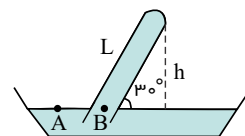
که این فشاری معادل ارتفاع ۲۴ سانتی‌متری از مایع است. برای تعیین این فشار برحسب سانتی‌متر جیوه داریم:

$$\rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} \Rightarrow 13.6 \times h_{\text{جیوه}} = 1.02 \times 24 \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 18 \Rightarrow P_{\text{cmHg}} = 18 \text{ cmHg}$$

۱۷۳. گزینه ۴ دو نقطه A و B هم‌تراز هستند، روی نقطه A فشار هوا وجود دارد و روی نقطه B مجموع فشار ستون جیوه و فشار انتهای بسته لوله، اگر لوله خیلی از جیوه بیرون باشد، جیوه در طول آنقدر بالا می‌رود تا ارتفاع عمودی آن ۷۵ سانتی‌متر شود (برابر فشار هوا). حال لوله را به داخل ظرف فرو می‌بریم تا جایی که انتهای لوله نیز به جیوه فشار وارد کند. آنقدر لوله را در داخل جیوه فرو می‌بریم تا فشار لوله به جیوه ۲۵ cmHg شود.

$$P_A = P_B \Rightarrow 75 = h + 25 \Rightarrow h = 50 \text{ cm}$$

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{L} = \frac{50}{L} \Rightarrow L = 100 \text{ cm}$$

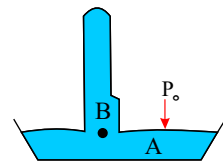


۱۷۴. گزینه ۳ دو نقطه A و B هم تراز هستند. روی نقطه A هوا و روی نقطه B جیوه و انتهای بسته لوله فشار وارد می‌کند.

$$P_A = P_B = P_o = 76 \text{ cmHg}$$

$$76 = P_{\text{جیوه}} + P_{\text{انتهای لوله}} = 20 + P_{\text{انتهای لوله}}$$

$$P_{\text{انتهای لوله}} = 56 \text{ cmHg} \Rightarrow P = \rho g h = 13000 \times 10 \times 0.56 \simeq 0.75 \times 10^5 = 7.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

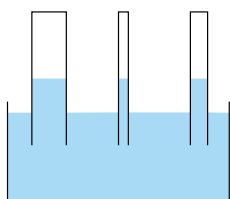


$$P = \rho g h \quad \text{برابر}$$

$$\downarrow$$

$$\rho = \frac{1}{13} \rho$$

$$1 \times 10 \times h = 13.6 \times 10 \times 76$$



گزینه (۳) غلط است. در لوله غیرمویی چون نیروهای دگرچسبی کم است فشار یکسان است.

گزینه (۴) غلط است. باید یک روزنه روی میله لاکي خودکار باشد تا به جوهر فشار اعمال کند. پس گزینه ۲ صحیح است.

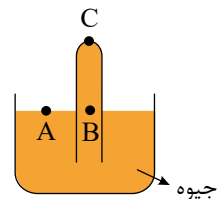
۱۷۶. گزینه ۲ در ابتدا فشار وارد بر انتهای لوله بر حسب cmHg می‌یابیم. پس از آن با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم تراز A و B ارتفاع ستون جیوه در لوله را محاسبه می‌کنیم.

$$P_{\text{انتهای لوله}} = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow 27200 = 13600 \times 10 \times h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg} = 0.2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_A = P_B \\ P_C = 20 \text{ cmHg} \end{array} \right\} 76 = P_C + P_{BC} \Rightarrow 76 = 20 + P_{BC}$$

$$\Rightarrow P_{BC} = 56 \text{ cmHg} \Rightarrow h_{BC} = 56 \text{ cm}$$

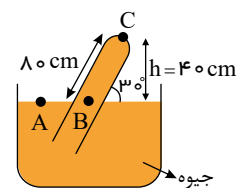


۱۷۷. گزینه ۳ قبل از هر چیز، فاصله قائم انتهای لوله تا سطح جیوه در ظرف را محاسبه می‌کنیم. پس از آن با مساوی قرار دادن نقاط هم تراز A و B، فشار ناشی از جیوه در انتهای لوله را محاسبه می‌کنیم. سپس این فشار را بر حسب یکای Pa نوشته و در نهایت نیروی وارد بر ته لوله از طرف جیوه را به دست می‌آوریم.

$$P_A = P_B \Rightarrow P_o = P_{Hg} + P_C \Rightarrow 70 = 40 + P_C \Rightarrow P_C = 30 \text{ cmHg}$$

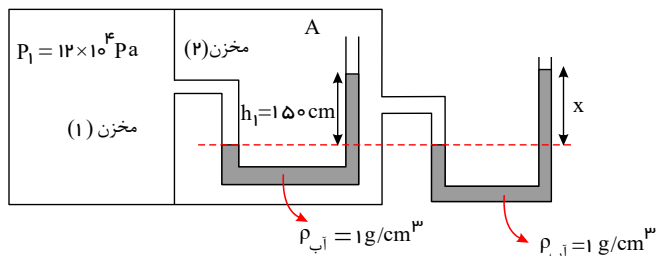
$$P_C = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow P_C = 13500 \times 10 \times 0.3 = 40500 \text{ Pa}$$

$$P_C = \frac{F_C}{A_C} \Rightarrow F_C = 40500 \times 4 \times 10^{-4} = 16.2 \text{ N}$$



۱۷۸. گزینه ۲

فشار نقاط هم تراز در یک مایع ساکن با یکدیگر برابر است، اگر فشار مخزن (۲) را با P_A نشان دهیم، داریم:



$$\left\{ \begin{array}{l} P_A = P_o + \rho g x \\ P_1 = P_A + \rho g h_1 \end{array} \right.$$

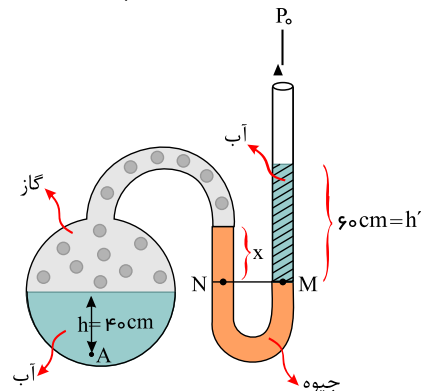
$$\Rightarrow P_1 = P_o + \rho g x + \rho g h_1 \Rightarrow 12 \times 10^4 = 10^5 + 10^3 \times 10(x + 1.5)$$

$$\Rightarrow 0.2 \times 10^5 = 10^4(x + 1.5) \Rightarrow x = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

فیزیک دهم فصل دو

۱۷۹. گزینه ۱ در حل این سؤال که فشار نقطه A و فشار هوای محیط معلوم است و x مجهول، چون از فشار گاز حرفی به میان نیامده، سعی می‌کنیم رابطه نهایی را به گونه‌ای بنویسیم که P_{gas} در آن وجود نداشته باشد. به عبارتی داریم:

$$\begin{aligned} P_A &= P_{gas} + \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} \xrightarrow{(*)} P_{gas} = P_A - \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} \\ P_M &= P_o + \rho_{\text{آب}} gh'_{\text{آب}} \\ P_N &= \rho_{Hg} gx + P_{gas} \\ P_M &= P_N \Rightarrow P_{gas} + \rho_{Hg} gx = P_o + \rho_{\text{آب}} gh' \xrightarrow{P_{gas} = P_A - \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}}} \end{aligned}$$

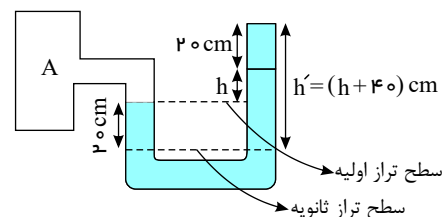


$$\begin{aligned} P_A - \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + \rho_{Hg} gx &= P_o + \rho_{\text{آب}} gh' \rightarrow 84,8 \times 10^3 - 1000 \times 10 \times 0,4 + 13600 \times 10 \times x = 75 \times 1360 + 1000 \times 10 \times 0,6 \\ \rightarrow x &= 0,2m = 20cm \end{aligned}$$

$$\text{نکته} \Rightarrow \text{if: } \rho_{Hg} = 13,6g/cm^3 \Rightarrow P_a \stackrel{\div 1360}{\stackrel{\times 1360}{\rightleftharpoons}} (cmHg)$$

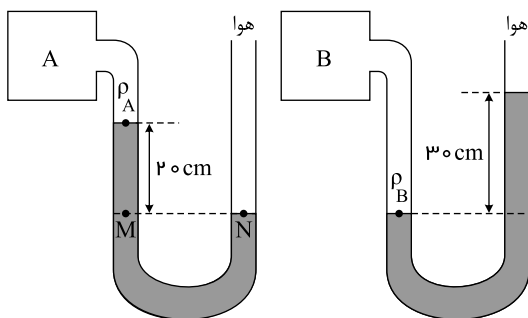
۱۸۰. گزینه ۳ با افزایش فشار مخزن A، آب در شاخه سمت چپ پایین می‌آید و در شاخه سمت راست بالا می‌رود. اگر آب به اندازه x پایین بیاید، با توجه به برابری سطح مقطع دو شاخه، آب در شاخه سمت راست نیز به اندازه x بالا می‌رود.

$$\begin{aligned} \left. \begin{aligned} P_A &= \rho gh + P_o \\ P'_A &= \rho gh' + P_o \end{aligned} \right\} \Rightarrow P'_A - P_A &= \rho g(h' - h) \xrightarrow[\substack{\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}, g = 10 \frac{N}{kg} \\ h' - h = 40cm = 0,4m}}{P'_A = P_A} \\ &= 1000 \times 10 \times 0,4 = 4000Pa = 4kPa \end{aligned}$$



۱۸۱. گزینه ۲

برای تعیین فشار گاز در هر مخزن، با استفاده از پیدا کردن نقاط هم‌تراز داریم:



$$\begin{aligned} P_B &= P_o + \rho gh_B \\ P_A + \rho gh_A &= P_o \rightarrow P_A = P_o - \rho gh_A \\ \Delta P &= P_B - P_A = \rho gh_B + \rho gh_A = \rho g(h_B - h_A) \rightarrow \\ \left\{ \begin{aligned} \Delta P &= \rho g(30 + 20) \\ \Delta P &= (3400 \times 10 \times 0,5)Pa \xrightarrow{\div 1360} cmHg \\ \Delta P &= \rho gh_{\text{جیوه}} \text{ یا} \\ (3400 \times 5) &= 13600 \times 10 \times h \\ h &= \frac{3400 \times 500}{136000} = \frac{17000}{136} = 12,5cmHg \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

۱۸۲. گزینه ۴ ابتدا فشار گاز را با استفاده از اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز یک مایع به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{گاز}} = (\rho gh)_{\text{روغن}} + P_o \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 800 \times 10 \times \frac{1}{10} + 10^5 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 100800Pa$$

اگر وزنه را روی پیستون قرار دهیم، فشار وزنه نیز بر گاز اضافه می‌شود و اختلاف ارتفاع روغن دو شاخه، ۱۰ cm دیگر اضافه می‌شود و به ۲۰ cm می‌رسد. افزایش فشار وزنه برابر $\frac{mg}{A}$ است. این افزایش فشار برابر افزایش فشار مایع است یعنی:

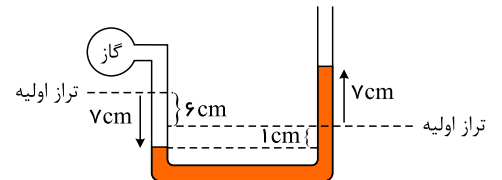
$$\frac{mg}{A} = \rho g(\Delta h) \rightarrow \frac{m \times 10}{50 \times 10^{-4}} = 1000 \times 10 \times 0.1 \rightarrow m = 0.4 \text{ kg}$$

۱۸۳. گزینه ۳ چون مایع درون لوله جیوه است و فشار هوا نیز بر حسب $cmHg$ داده شده است، فشار گاز داخل مخزن را نیز بر حسب $cmHg$ به دست می آوریم:

$$P_{\text{گاز}} + 6 \text{ cmHg} = 76 \text{ cmHg} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 70 \text{ cmHg}$$

در حالت دوم، وقتی ارتفاع جیوه در لوله راست 7 cm بالا می رود، جیوه در لوله سمت چپ 7 cm پایین می آید؛ بنابراین $7 + 7 = 14 \text{ cm}$ اختلاف ارتفاع پیدا می کنند. دقت کنید که ابتدا جیوه در لوله سمت چپ 6 cm بالاتر بود.

$$P'_{\text{گاز}} = h' + P_0 \Rightarrow P'_{\text{گاز}} = 14 \text{ cmHg} + 76 \text{ cmHg} \Rightarrow P'_{\text{گاز}} = 90 \text{ cmHg}$$

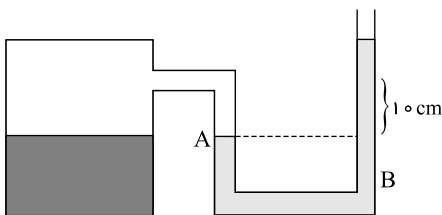


$$\text{درصد تغییرات فشار گاز} = \frac{P'_{\text{گاز}} - P_{\text{گاز}}}{P_{\text{گاز}}} \times 100 = \frac{90 - 70}{70} \times 100 = 28.57\%$$

علامت مثبت نشان دهنده افزایش فشار گاز است.

۱۸۴. گزینه ۱ با استفاده از اصل هم فشاری نقاط هم تراز در یک مایع، فشار گاز را حساب می کنیم:

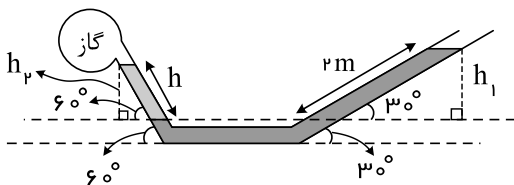
$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{گاز}} = \rho_1 g h_1 + P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 10000 \times 10 \times \frac{1}{10} + 100000 = 110000 \text{ Pa}$$



حال فشار در نقطه M را به دست می آوریم:

$$P_M = \rho_2 g h_2 + P_{\text{گاز}} \Rightarrow P_M = 1500 \times 10 \times 6 + 110000 = 90000 + 110000 = 200000 \text{ Pa} = 200 \text{ kPa}$$

۱۸۵. گزینه ۴ ابتدا با استفاده از روابط مثلثاتی، ارتفاع h_1 و h_2 را بر حسب طول مایع در لوله به دست می آوریم:



$$\sin 30^\circ = \frac{h_1}{2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h_1}{2} \Rightarrow h_1 = 1 \text{ m}, \quad \sin 60^\circ = \frac{h_2}{h} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{h_2}{h} \Rightarrow h_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} h \quad *$$

حال با استفاده از اصل هم فشاری نقاط هم تراز در یک مایع، ارتفاع h_2 را به دست می آوریم:

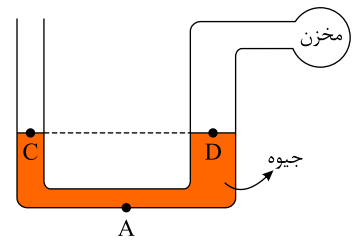
$$P_{\text{گاز}} + \rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1 + P_0 \Rightarrow 100000 + 2000 \times 10 \times h_2 = 1000 \times 10 \times 1 + 100000 \Rightarrow h_2 = \frac{10000}{20000} = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

مقدار h_2 به دست آمده را در رابطه $*$ جایگذاری می کنیم تا مقدار h به دست بیاید:

$$h_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} h \Rightarrow h = \frac{2 h_2}{\sqrt{3}} = \frac{2 \times 50}{\sqrt{3}} \Rightarrow h = 100 \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ cm}$$

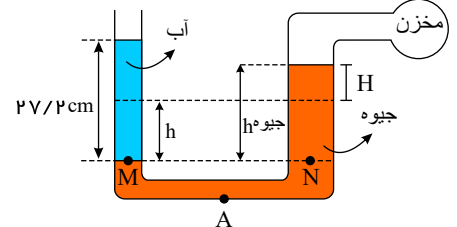
۱۸۶. گزینه ۲ در حالت اول (قبل از اضافه کردن آب)، فشار هوای مخزن با فشار هوای محیط یکسان است.

$$P_C = P_D \Rightarrow P_o = P_{\text{مخزن}} \Rightarrow P_{\text{مخزن}} = 10^5 \text{ Pa}$$



حالت دوم: با اضافه کردن آب به شاخه سمت چپ، سطح جیوه در آن شاخه پایین آمده و در شاخه سمت راست بالا می‌آید. چون حجم جیوه جابه‌جا شده یکسان است پس:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow ah = AH \Rightarrow 100 \times h = 400 \times H \Rightarrow h = 4H \quad (*)$$



حال با مساوی قرار دادن فشار نقاط M و N داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}} + P_o = \rho_{\text{جیوه}}gh_{\text{جیوه}} + P_{\text{مخزن}}$$

$$\Rightarrow 1000 \times 10 \times 27.2 \times 10^{-2} + 10^5 = 13.6 \times 10^3 \times 10 \times h_{\text{جیوه}} + 102040 \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0.055 \text{ m} = 0.55 \text{ cm}$$

$$h_{\text{جیوه}} = h + H \xrightarrow{(*)} h_{\text{جیوه}} = 4H + H \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 5H \Rightarrow 0.5 = 5H \Rightarrow H = 0.1 \text{ cm}$$

اختلاف فشار مخزن در حالت ۱ و ۲: 2040 Pa

تبدیل فشار مخزن به cmHg :

$$P = \rho_{\text{جیوه}} \times g \times h \Rightarrow 2040 = 13600 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.015 \text{ m} = 1.5 \text{ cm}$$

افزایش فشار در نقطه A برابر است با فشار ناشی از ارتفاع H و فشار اضافه شده مخزن هوا، یعنی:

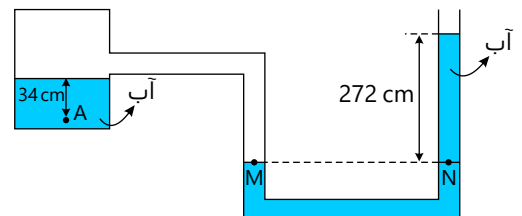
$$P_A = H + 1.5 = 1.5 + 0.1 = 1.6 \text{ cmHg}$$

۱۸۷. گزینه ۳

ابتدا ۲ نقطه هم تراز M و N را مشخص می‌کنیم تا فشار هوای محبوس بالای نقطه M به دست آید. دقت کنید که اینجا، همه یکاها را برحسب cmHg می‌نویسیم:

$$P_M = P_N$$

$$\Rightarrow P_{\text{هوا}} = \rho_{\text{آب}}gh + P_o$$



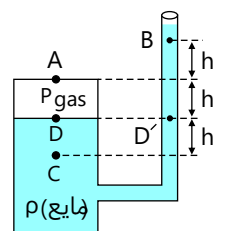
برای تعیین ارتفاع ستون جیوه‌ای که معادل ستون آب، فشار ایجاد کند داریم:

$$P_A = \frac{\rho_{\text{آب}}gh}{1360} + P_{\text{هوا}} \Rightarrow P_A = \frac{1000 \times 10 \times 34 \times 10^{-2}}{1360} + 95 = 97.5 \text{ cmHg}$$

$$P_{\text{هوا}} = \frac{\rho_{\text{آب}}gh}{1360} + P_o \Rightarrow P_{\text{هوا}} = \frac{1000 \times 10 \times 27.2 \times 10^{-2}}{1360} + 75 = 95 \text{ cmHg}$$

۱۸۸. گزینه ۲ قدم اول: می‌دانیم فشار در نقاط مختلف گاز محبوس (به دلیل چگالی کم آن!) با هم برابر است:

$$\begin{cases} P_A = P_D = P_{\text{gas}} \\ P_D = P_{D'} \end{cases}$$



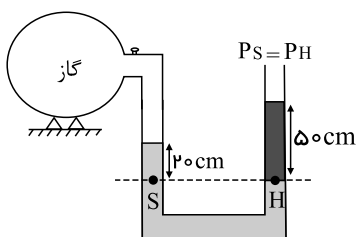
قدم دوم:

$$P_C = P_D + \rho gh = P_A + \rho gh \rightarrow P_C - P_A = \rho gh \quad (1)$$

$$P_D = P_{D'} = P_B + \rho g(2h) \Rightarrow P_A = P_B + 2\rho gh \Rightarrow P_A - P_B = 2\rho gh \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{P_C - P_A}{P_A - P_B} = \frac{1}{2}$$

۱۸۹. گزینه ۳ با استفاده از تعادل مایع‌ها خواهیم داشت:



$$P_{\text{گاز}} + P_{\text{روغن}} = P_0 + P_{\text{آب}}$$

$$P_{\text{گاز}} = P_0 + 1000 \times 10 \times \frac{5}{10} - 800 \times 10 \times \frac{2}{10}$$

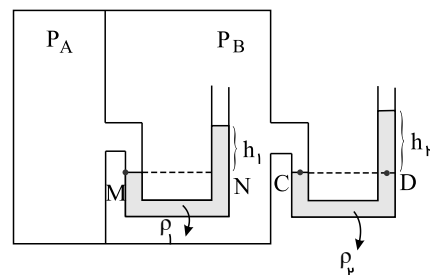
$$P_{\text{گاز}} = P_0 + 3400 \xrightarrow{P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_{\text{گاز}} - P_0} P_{\text{پیمانه‌ای}} = 3400 \text{ Pa}$$

۱۹۰. گزینه ۴ چگالی آب را با ρ_1 و چگالی روغن را با ρ_2 نمایش می‌دهیم. با استفاده از برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_A = P_B + \rho_1 g h_1 \quad (1)$$

$$P_C = P_D \Rightarrow P_B = P_0 + \rho_2 g h_2 \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow P_A = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + P_0 \Rightarrow \underbrace{P_A - P_0}_{\text{فشار پیمانه‌ای مخزن A}} = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 \quad (I)$$

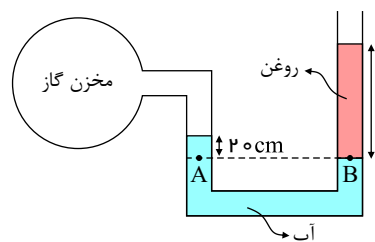


$$h_2 = h_1 + \frac{\rho_1}{\rho_2} h_1 = 1.2 h_1 \quad (II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow 3.92 \times 10^3 = 1000 \times 10 \times h_1 + 800 \times 10 \times 1.2 h_1 \Rightarrow 3.92 = 1000 h_1 + 960 h_1 \rightarrow 3.92 = 1960 h_1 \rightarrow h_1 = 0.2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

$$\rightarrow h_2 - h_1 = 0.2 h_1 = 4 \text{ cm}$$

۱۹۱. گزینه ۴ با استفاده از برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم: (فشار پیمانه‌ای را با P_g نشان می‌دهیم).



$$P_A = P_B$$

$$\Rightarrow P_{\text{مخزن}} + P_{\text{آب}} = P_0 + P_{\text{روغن}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{مخزن}} - P_0 = P_{\text{روغن}} - P_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow P_g = \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} - \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow P_g = (0.8 \times 10^3 \times 10 \times 50 \times 10^{-2}) - (10^3 \times 10 \times 20 \times 10^{-2})$$

$$\Rightarrow P_g = 2 \times 10^3 \text{ Pa}$$

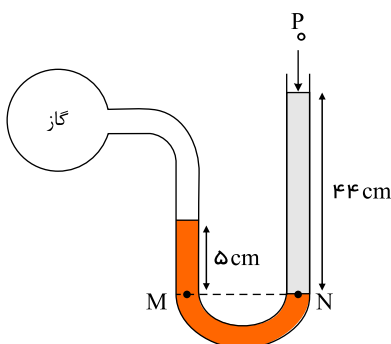
۱۹۲. گزینه ۴ طبق تعریف فشار پیمانه‌ای، داریم:

$$P_g = P - P_0 \Rightarrow 2 \times 10^3 = P - 10^5 \Rightarrow P = 1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$$

حال برای تبدیل این فشار برحسب میلی‌متر جیوه، داریم:

$$P = \rho g h \Rightarrow 1.02 \times 10^5 = 13.6 \times 10^3 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.745 \text{ m} = 745 \text{ mm} \Rightarrow P = 745 \text{ mmHg}$$

۱۹۳. گزینه ۱



فشار در نقاط هم‌تراز M و N مساوی است. بنابراین برای تعیین فشار پیمانه‌ای گاز ($P_{\text{گاز}} - P_0$) داریم:

$$P_M = P_N$$

$$P_{\text{گاز}} + (\rho g h)_{\text{جیوه}} = P_0 + (\rho g h)_{\text{مایع}}$$

$$P_{\text{گاز}} + 13.6 \times 10^3 \times 10 \times 0.05 = P_0 + 2 \times 10^3 \times 10 \times 0.44$$

$$\rightarrow P_{\text{گاز}} + 6.8 \times 10^3 = P_0 + 8.8 \times 10^3 \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = 2 \times 10^3 \text{ Pa} = 2 \text{ kPa}$$

حواسمان باشد چون فشار پیمانه‌ای مد نظر است، اصلاً نیازی نبود که مقدار P_0 را داشته باشیم.

۱۹۴. گزینه ۲

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 + P_{\text{مائع}} + P_{\text{جیوه}}$$

باید فشار هوا که بر حسب پاسکال داده شده و همچنین فشار حاصل از ۲۷٫۲ سانتی متر آب را به سانتی متر جیوه تبدیل کنیم:

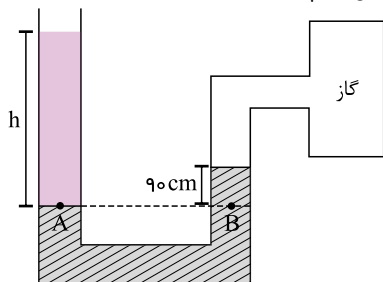
$$P_0 = 97920 Pa = \frac{97920}{1360} cmHg = 72 cmHg$$

$$\rho_{\text{مائع}} h_{\text{مائع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \rightarrow 1 \times 27.2 = 13.6 h_{\text{جیوه}} \rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2 cm$$

پس فشار حاصل از ۲۷٫۲ سانتی متر آب معادل ۲ cmHg است.

$$P_{\text{گاز}} = 72 cmHg + 2 cmHg \rightarrow P_{\text{گاز}} = 74 cmHg$$

۱۹۵. گزینه ۳ ابتدا فشار پیمانه‌ای گاز را به پاسکال تبدیل می‌کنیم، سپس با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم‌تراز A و B، ارتفاع h را به دست می‌آوریم:

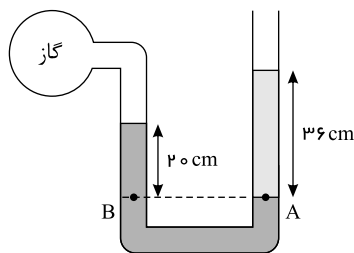


$$P_{\text{گاز}} = 2 cmHg \rightarrow P_{\text{گاز}} = (\rho g h)_{\text{جیوه}} = 13500 \times 10 \times \frac{2}{100} = 2700 Pa$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 + P_{\text{گاز}} \xrightarrow{P_{\text{گاز}} = P_0} P_{\text{گاز}} = \rho_1 g h_1 - \rho_2 g h_2$$

$$h_1 = h \rightarrow 2700 = 1000 \times 10 \times h_1 - 1500 \times 10 \times \frac{90}{100} \Rightarrow h = 162 cm$$

۱۹۶. گزینه ۳ اگر فشار گاز را P فرض کنیم، با برابر قرار دادن فشار نقاط هم‌تراز A و B داریم:



$$P_B = P_A \rightarrow P_{\text{گاز}} + (\rho g h)_{\text{جیوه}} = P_0 + (\rho g h)_{\text{مائع}} \rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = 2000 \times 10 \times 0.36 - 13600 \times 10 \times 0.2 \rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = 7200 - 27200$$

$$\rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = (\rho g h)_{\text{مائع}} - (\rho g h)_{\text{جیوه}}$$

$$= -20000 Pa = -20 kPa$$

یعنی فشار گاز از فشار هوای محیط ۲۰ کیلوپاسکال کمتر است.

۱۹۷. گزینه ۳ اگر فشار پیمانه‌ای در نقطه A در داخل بالن کروی را با P_A نمایش دهیم، برای پیدا کردن این فشار بر حسب cmHg، باید فشاری معادل ارتفاع ستون مایعات دیگر را نیز بر

$$\text{حسب cmHg بیابیم. } (\rho_{\text{مائع}} h_{\text{مائع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{\rho_{\text{مائع}}}{\rho_{\text{جیوه}}} h_{\text{مائع}})$$

$$P_A = P_{\text{جیوه}} - P_{\text{مائع}} + P_{\text{مائع}}$$

$$P_A = 20 cmHg - \frac{\rho_2}{\rho_1} \times h_2 + \frac{\rho_3}{\rho_1} \times h_3$$

$$P_A = 20 - \frac{1}{4} \times 20 + \frac{1}{2} \times 20 = 25 cmHg$$

۱۹۸. گزینه ۴

چون فشار بر حسب cmHg خواسته شده، داریم:

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_{\text{جیوه}} - P_{\text{مائع}} = 60 cmHg - \frac{3.4}{13.6} \times 60 = 60 - 15 = 45 cmHg$$

$$P_{\text{در پایین بالن}} = P_3 + P_{\text{پیمانه‌ای}} + P_0 = \frac{6.8}{13.6} \times 20 + 45 + 80 = 135 cmHg$$

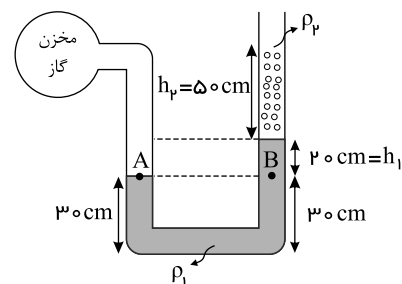
۱۹۹. گزینه ۲ با توجه به نقاط هم‌تراز A و B داریم:

$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{گاز}} = P_o + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$$

$$P_{\text{گاز}} - P_o = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = 2000 \times 10 \times \frac{20}{100} + 500 \times 10 \times \frac{50}{100}$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = 6500 \text{ Pa}$$



۲۰۰. گزینه ۳ فشار گاز به اندازه فشار ۲۰ cm ستون مایع از فشار هوا کمتر است. پس فشار پیمانه‌ای منفی است. این فشار را با فشار جیوه معادل‌سازی می‌کنیم.

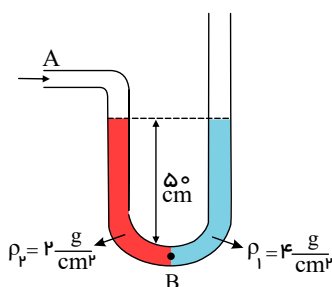
$$\rho h_{\text{مایع}} = \rho h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{1.7 \times 20}{13.6} = 2.5 \text{ cm}$$

پس فشار پیمانه‌ای گاز -2.5 cmHg است.

۲۰۱. گزینه ۴ فشار در دو طرف نقطه B که محل تماس دو مایع است یکسان است.

$$P_A + P_2 = P_o + P_1 \Rightarrow P_A - P_o = P_1 - P_2$$

$$\Rightarrow P_g = P_1 - P_2 \Rightarrow P_g = \rho_1 g h_1 - \rho_2 g h_2$$

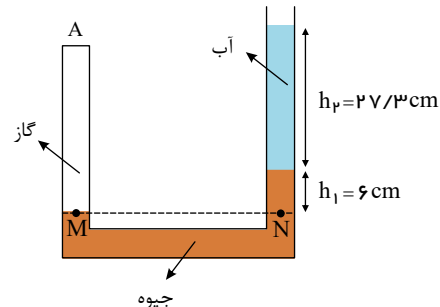


$$\Rightarrow P_g = 4000 \times 10 \times \frac{50}{100} - 2000 \times 10 \times \frac{50}{100} = 10000 \text{ Pa} = 10 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{آب}} = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}}$$

$$1 \times 27.2 = 13.6 \times h_{\text{Hg}} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 2 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{آب}} = 2 \text{ cmHg}$$

۲۰۲. گزینه ۴ ابتدا فشار آب را بر حسب سانتی‌متر جیوه محاسبه می‌کنیم.

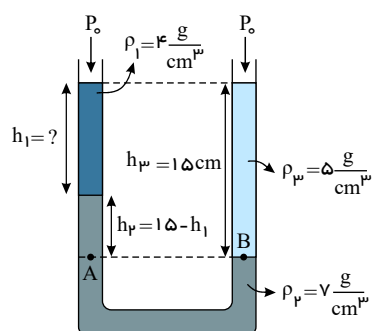


حال با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم‌تراز M و N داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_o + P_{\text{آب}} + P_{\text{Hg}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = 76 + 2 + 6 = 84 \text{ cmHg}$$

۲۰۳. گزینه ۴



چون فشار در نقطه‌های هم‌تراز درون یک مایع ساکن با هم برابر است، بنابراین فشار نقطه‌های A و B یکسان است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_o + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = P_o + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 4 h_1 + 5 \times (15 - h_1) = 5 \times 15$$

$$\Rightarrow 4 h_1 + 15 - 5 h_1 = 75 \Rightarrow 15 - 5 h_1 = 75 \Rightarrow 5 h_1 = 15 - 75 = -60 \Rightarrow h_1 = -12 \text{ cm}$$

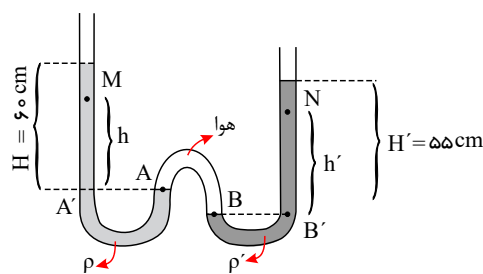
۲۰۴. گزینه ۱ برای حل این تست، به این نکات توجه می‌کنیم:

(۱) فشار در نقاط مختلف هوای محبوس شده (با تقریب بسیار بالا) همه جا با هم برابر است؛ بنابراین: $P_A = P_B$

(۲) از طرفی می‌دانیم که $P_A = P_{A'}$ و $P_B = P_{B'}$ در نتیجه: $P_{A'} = P_{B'}$ یعنی:

$$\begin{cases} P_0 + \rho' g H' = P_0 + \rho g H \\ H > H' \Rightarrow \rho < \rho' \end{cases}$$

(۳) فشار در نقاط M و N را بر حسب فشار در نقاط A' و B' می‌نویسیم:



$$\begin{cases} P_{B'} = P_N + \rho' g h' \\ P_{A'} = P_M + \rho g h \end{cases} \rightarrow \begin{cases} P_N = P_{B'} - \rho' g h' \\ P_M = P_{A'} - \rho g h \end{cases} \xrightarrow[\rho < \rho']{P_{A'} = P_{B'}, h = h'} P_M > P_N$$

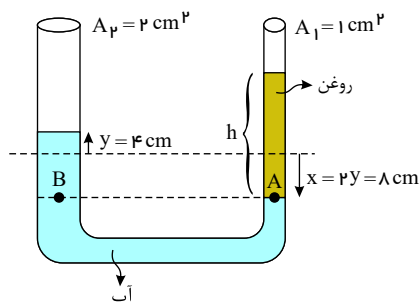
۲۰۵. گزینه ۳ قدم اول: چون مساحت قاعده سمت راست ($A_1 = 1 \text{ cm}^2$) نصف مساحت سطح مقطع لوله سمت چپ است ($A_2 = 2 \text{ cm}^2$) هنگامی که در لوله سمت راست روغن می‌ریزیم،

میزان جابه‌جایی سطح آب در شاخه راست ۲ برابر جابه‌جایی سطح آب در شاخه سمت چپ خواهد بود زیرا:

$$V_1 = V_2 \rightarrow A_1 x = A_2 y \rightarrow 1 \times x = 2 \times y \rightarrow x = 2y$$

قدم دوم: بیان شده که سطح آب در لوله سمت چپ قرار است ۴ cm بالا برود. بنابراین سطح آب در لوله سمت راست، ۸ سانتی‌متر نسبت به حالت قبلی خود پایین می‌رود، یعنی شکلی مطابق شکل

روبه‌رو، حال با مساوی قرار دادن فشار نقاط A و B داریم:



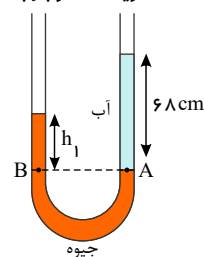
$$P_A = P_B \rightarrow P_0 + \rho_{\text{روغن}} g h = P_0 + \rho_{\text{آب}} g (y + x) \Rightarrow 0.8 h = 1 (12 \text{ cm}) \rightarrow h = 15 \text{ cm}$$

قدم سوم: حجم روغن و سپس جرم آن را می‌یابیم:

$$V = A_1 h = 1 \text{ cm}^2 \times 15 \text{ cm} \Rightarrow V = 15 \text{ cm}^3 \rightarrow m = \rho V = 0.8 \text{ g/cm}^3 \times 15 \text{ cm}^3 \Rightarrow m = 12 \text{ g}$$

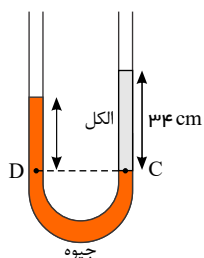
۲۰۶. گزینه ۲ هر بار با مشخص کردن نقاط هم‌تراز و مساوی قرار دادن فشار آن‌ها، فاصله قائم سطح جیوه در دو طرف لوله را می‌یابیم:

$$\begin{aligned} P_A &= P_B \rightarrow P_0 + (\rho g h)_{\text{آب}} = P_0 + (\rho g h)_{\text{جیوه}} \\ \rightarrow (\rho h)_{\text{آب}} &= (\rho h)_{\text{جیوه}} \rightarrow 1000 \times 68 \times 10^{-2} = 13600 \times h_1 \\ \rightarrow h_1 &= 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

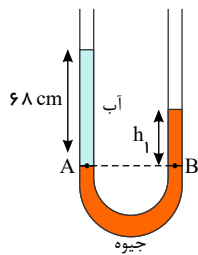


$$P_C = P_D \rightarrow P_0 + (\rho g h)_{\text{الکل}} = P_0 + (\rho g h)_{\text{جیوه}}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow (\rho h)_{\text{الکل}} &= (\rho h)_{\text{جیوه}} \rightarrow 800 \times 34 \times 10^{-2} = 13600 \times h_2 \\ \rightarrow h_2 &= 0.02 \text{ m} = 2 \text{ cm} \\ \frac{h_2}{h_1} &= \frac{2}{5} = 0.4 \end{aligned}$$



۲۰۷. گزینه ۳ حالت اول: هنوز الکل در شاخه دوم نریخته‌ایم. اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه را در این حالت محاسبه می‌کنیم:

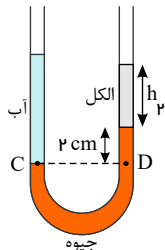


$$P_A = P_B \rightarrow (\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{جیوه}}$$

$$\rightarrow 1000 \times 68 \times 10^{-2} = 13600 \times h_1$$

$$\rightarrow h_1 = 0.5 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

اگر اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه ۳ cm کاهش یابد، برابر ۲ cm می شود. بنابراین مطابق شکل برای دو نقطه C و D داریم:



$$P_C = P_D \rightarrow \cancel{P_0} + (\rho g h)_{\text{آب}} = \cancel{P_0} + (\rho g h)_{\text{جیوه}} + (\rho g h)_{\text{الکل}}$$

$$(\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{جیوه}} + (\rho h)_{\text{الکل}}$$

$$1000 \times 68 \times 10^{-2} = 13600 \times 2 \times 10^{-2} + 800 \times h_2$$

$$h_2 = \frac{680 - 272}{8} \times 10^{-2} = 0.51 \text{ m} = 5.1 \text{ cm}$$

$$\cancel{P_0} + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 = \cancel{P_0} + \rho_4 g h_4$$

$$\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3 = \rho_4 h_4$$

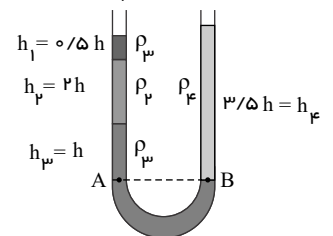
$$\rightarrow 0.5 \rho_1 h + 2 \rho_2 h + \rho_3 h = 3.5 \rho_4 h$$

$$\div h$$

$$\rightarrow \rho_1 + 4 \rho_2 + 2 \rho_3 = 7 \rho_4$$

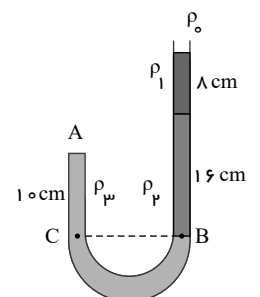
$$\times 2$$

۲۰۸. گزینه ۳ به دلیل هم تراز بودن نقاط A و B: $P_A = P_B$ بنابراین:



از بین گزینه ها، فقط گزینه (۳) صحیح است.

۲۰۹. گزینه ۱ فشار نقاط C و B به دلیل هم تراز بودن با هم برابرند:



$$P_C = P_B \rightarrow P_A + \rho_2 g h_2 = P_0 + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$$

$$P_A + 2000 \times 10 \times \frac{10}{100} = 10^5 + 500 \times 10 \times \frac{16}{100} + 1000 \times 10 \times \frac{16}{100}$$

$$P_A + 2000 = 100000 + 8000 + 16000$$

$$P_A = 100000 \text{ Pa} = P_0$$

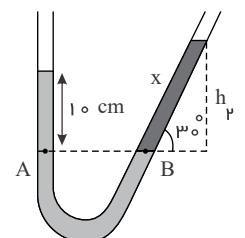
۲۱۰. گزینه ۴ مطابق شکل به دلیل هم تراز بودن: $P_A = P_B$

به این نکته باید توجه داشت که همواره در محاسبه فشار با ارتفاع عمودی کار داریم. بنابراین در ابتدا h و سپس از آن x را محاسبه می کنیم.

$$\cancel{P_0} + \rho_1 g h_1 = \cancel{P_0} + \rho_2 g h_2$$

$$\rightarrow 1 \times 10 = 0.8 h_2 \rightarrow h_2 = \frac{10}{0.8} = 12.5 \text{ cm}$$

$$h_2 = x \sin 30^\circ \rightarrow 12.5 = x \times 0.5 \rightarrow x = 25 \text{ cm}$$

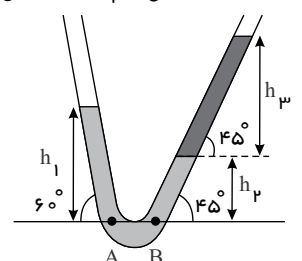


۲۱۱. گزینه ۲ می دانیم که برای تعیین فشار ناشی از مایع در هر نقطه، باید فاصله قائم سطح آزاد مایع تا آن نقطه را بیابیم، لذا داریم:

$$h_1 = 10 \sin 60^\circ = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$h_2 = (16 - 12) \sin 45^\circ = 4 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$h_2 = 12 \sin 45^\circ = 12 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 6\sqrt{2} \text{ cm}$$



به دلیل هم تراز بودن نقاط A و B: $P_A = P_B$

$$\cancel{P_0} + \rho_1 g h_1 = \cancel{P_0} + \rho_1 g h_r + \rho_r g h_r$$

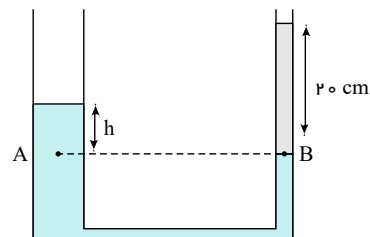
$$\rho_1 h_1 = \rho_1 h_r + \rho_r h_r$$

$$1 \times 5\sqrt{3} = 1 \times 2\sqrt{2} + \rho_r \times 6\sqrt{2}$$

$$5 \times 1,7 = 2 \times 1,4 + \rho_r \times 6 \times 1,4 \rightarrow \rho_r \simeq 0,67 \frac{g}{cm^3}$$

۲۱۲. گزینه ۱ مطابق شکل، آنچه در سؤال خواسته شده، ارتفاع h است، بنابراین در ابتدا باید محاسبه کنیم 200 cm^3 روغن چه ارتفاعی در لوله با مقطع 10 cm^2 را اشغال می‌کند.

$$V = Ah \rightarrow 200 = 10h \rightarrow h = 20 \text{ cm}$$



حال به دلیل هم‌تراز بودن نقاط A و B : $P_A = P_B$ است و داریم:

$$\cancel{P_0} + (\rho g h)_{\text{آب}} = \cancel{P_0} + (\rho g h)_{\text{روغن}}$$

$$(\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{روغن}}$$

$$1 \times h = 0,8 \times 20 \rightarrow h = 16 \text{ cm}$$

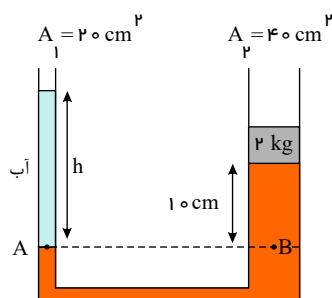
۲۱۳. گزینه ۳ اگر سطح جیوه در دو شاخه هم‌تراز شود: فشار ناشی از ستون آب با فشار ناشی از ستون الکل برابر می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} (\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{الکل}} \quad \cancel{P_0} + (\rho g h)_{\text{آب}} &= \cancel{P_0} + (\rho g h)_{\text{الکل}} \\ 1 \times 64 &= 0,8 \times h \rightarrow h = 80 \text{ cm} \\ \text{حجم: } V &= Ah \rightarrow V = 20 \times 80 = 1600 \text{ cm}^3 \\ 1L &= 1000 \text{ cm}^3 \rightarrow V = 1,6L \end{aligned}$$

۲۱۴. گزینه ۴

ابتدا ارتفاع آب مورد نیاز جهت ایجاد اختلاف ارتفاع 10 سانتی‌متری در جیوه را حساب می‌کنیم، سپس حجم آب را به دست می‌آوریم.

$$P_A = P_B \text{ هم‌ترازند:}$$



$$\begin{aligned} \cancel{P_0} + (\rho g h)_{\text{آب}} &= \cancel{P_0} + (\rho g h)_{\text{جیوه}} + \frac{mg}{A} \\ 1000 \times 10 \times h &= 13600 \times 10 \times \frac{10}{100} + \frac{2 \times 10}{40 \times 10^{-4}} \end{aligned}$$

$$10^4 h = 1,36 \times 10^4 + \frac{10^4}{2} \rightarrow h = 1,36 + 0,5 \rightarrow h = 1,86 \text{ m}$$

$$\text{حجم: } V = Ah \rightarrow V = (20 \times 10^{-4}) \times 1,86 \text{ m} = 3,72 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times \frac{10^3 L}{1 \text{ m}^3} = 3,72 L$$

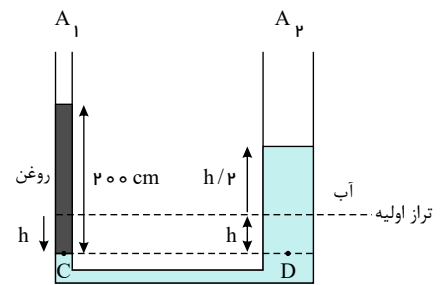
۲۱۵. گزینه ۲ افزایش فشار وارد بر نقطه A معادل فشار ستون مایعی است که بعد از تعادل، بالاتر از سطح اولیه مایع در لحظه نشان داده شده در شاخه سمت راست قرار می‌گیرد. پس ابتدا ارتفاع روغن و پس از آن جابه‌جایی سطح مایع در شاخه سمت راست را می‌یابیم.

فیزیک دهم فصل دو

$$V = Ah$$

$$\rightarrow 2 \times 10^3 \text{ cm}^3 = (10 \text{ cm}^2) \times h$$

$$\rightarrow h = 200 \text{ cm}$$



حجم مایع جابه‌جا شده در شاخه چپ با مایع جابه‌جا شده در شاخه راست برابر است (به دلیل تراکم‌ناپذیری مایعات):

$$V_1 = V_2$$

$$A_1 h_1 = A_2 h_2 \rightarrow 10h = 20h_2 \rightarrow h_2 = \frac{h}{2}$$

$$\cancel{P_0} + (\rho_{\text{روغن}} gh) = \cancel{P_0} + (\rho_{\text{آب}} gh) \rightarrow (\rho h)_{\text{روغن}} = (\rho h)_{\text{آب}}$$

$$0.8 \times 200 = 1 \times \left(h + \frac{h}{2}\right) \rightarrow h = \frac{320}{3} \text{ cm} \rightarrow \frac{h}{2} = \frac{160}{3} \text{ cm}$$

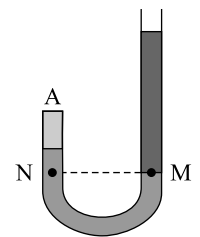
$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

$$\rightarrow \Delta P = 1000 \times 10 \times \frac{160}{3} \times 10^{-2} = \frac{16}{3} \text{ kPa}$$

به دلیل هم‌ترازی نقاط C و D: $P_C = P_D$

۲۱۶. گزینه ۲ با استفاده از اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز در یک مایع، داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_2 g h_2 + P_0 = \rho_2 g h_2 + \rho_1 g h_1 + P_A$$



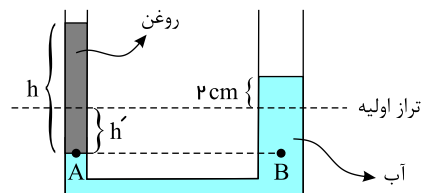
$$\left. \begin{aligned} h_1 &= 0.1 \text{ m} \\ h_2 &= 0.5 \text{ m} \\ h_3 &= 0.1 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 7000 \times 10 \times \frac{15}{100} + 10000 = 8000 \times 10 \times \frac{5}{100} + 6000 \times 10 \times \frac{1}{100} + P_A \Rightarrow 10500 + 10000 = 4000 + 6000 + P_A$$

$$\Rightarrow P_A = 105000 \text{ Pa}$$

حال طبق رابطه $P = \frac{F}{A}$ ، نیروی وارد بر سطح A را به دست می‌آوریم ($A = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$):

$$F = PA = 105000 \times 2 \times 10^{-3} = 201 \text{ N}$$

۲۱۷. گزینه ۲ ابتدا شکلی متناسب با خواسته‌های مسئله رسم می‌کنیم. می‌دانیم که مقدار حجمی از آب که در لوله سمت راست بالا رفته است، برابر با مقدار حجمی از آب است که در لوله سمت چپ پایین رفته است. پس برای پیدا کردن h' ، در ابتدا رابطه بین مساحت هر یک از شاخه‌ها را یافته و پس از آن با مساوی قرار دادن حجم آب جابه‌جا شده در طرفین، h' را محاسبه می‌کنیم.



$$\frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{A_2}{1} = \left(\frac{2}{1}\right)^2 \Rightarrow A_2 = 4 \text{ cm}^2$$

$$V = Ah \Rightarrow A_2 h_2 = A_1 h' \Rightarrow 4 \times 2 = 1 \times h' \Rightarrow h' = 8 \text{ cm}$$

حال با استفاده از اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز در یک مایع، برای نقاط A و B داریم: (عمق نقطه B از سطح مایع برابر $h' + 2 \text{ cm}$ است.)

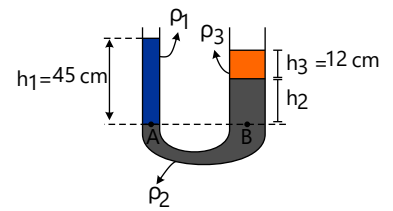
$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} h = \rho_{\text{آب}} (h' + 2) \Rightarrow 0.8 \times h = 1 \times (8 + 2) \Rightarrow h = 12.5 \text{ cm}$$

در نهایت جرم روغن اضافه شده را حساب می‌کنیم:

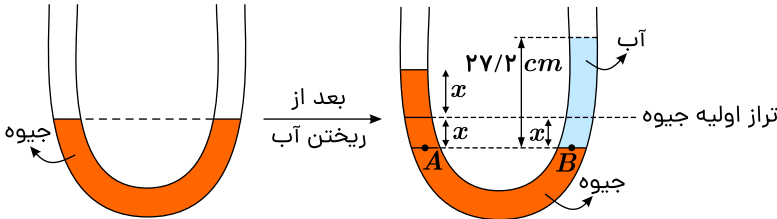
$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{V=Ah} m = \rho Ah \xrightarrow{\rho = 0.8 \frac{g}{cm^3}, A=1cm^2, h=12.5cm} m = \frac{\lambda}{10} \times 1 \times 12.5 = 10g$$

$$\begin{aligned} P_A &= P_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_r g h_r + \rho_w g h_w \\ \Rightarrow \rho_1 h_1 &= \rho_r h_r + \rho_w h_w \Rightarrow 1 \times 45 = 1.2 \times h_r + 1.0 \times 12 \\ \Rightarrow h_r &= 16.5 cm \end{aligned}$$

۲۱۸. گزینه ۲ با هم فشار قرار دادن دو نقطه هم تراز A و B داریم:



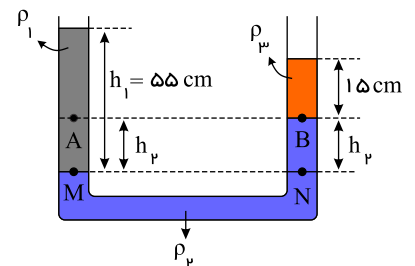
۲۱۹. گزینه ۲ چون سطح مقطع دهانه‌های سمت چپ و راست با هم برابرند، با ریختن آب در شاخه سمت راست، اگر سطح جیوه به اندازه x پایین بیاید، از طرف دیگر به اندازه x بالاتر می‌رود. حال با پیدا کردن خط تراز داریم:



$$\begin{aligned} P_A &= P_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_r g h_r \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_r h_r \\ \Rightarrow 13.6 \times 2x &= 1 \times 27.2 \Rightarrow x = \frac{27.2}{13.6 \times 2} = 1 cm \end{aligned}$$

۲۲۰. گزینه ۲ فشار در نقاط هم تراز از یک مایع ساکن، یکسان است پس فشار در نقاط M و N برابر است. به صورت زیر ابتدا فاصله h_r را می‌یابیم.

$$\begin{aligned} P_M &= P_N \\ \Rightarrow P_A + \rho_1 g h_1 &= P_B + \rho_r g h_r \\ \Rightarrow P_A - P_B &= \rho_r g h_r - \rho_1 g h_1 \\ \Rightarrow P_A - P_B &= g h_r (\rho_r - \rho_1) \\ \Rightarrow 1500 &= 10 h_r (2500 - 1000) \Rightarrow h_r = 10 cm \end{aligned}$$

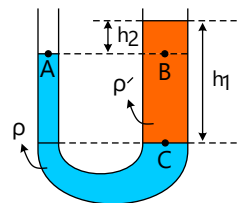


حال با مساوی قرار دادن فشار نقاط M و N ، چگالی ρ_r را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{aligned} P_M &= P_N \\ \Rightarrow \rho_1 g h_1 &= \rho_r g h_r + \rho_w g h_w \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_r h_r + \rho_w h_w \\ \Rightarrow 1 \times 55 &= \rho_r \times 15 + 1.2 \times 10 \Rightarrow 30 = 15 \rho_r \Rightarrow \rho_r = 2 \frac{g}{cm^3} \end{aligned}$$

۲۲۱. گزینه ۲ ابتدا P_C و P_B را مقایسه می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_C = P_0 + \rho' g h_1 \\ P_B = P_0 + \rho' g h_2 \end{cases} \xrightarrow{h_1 > h_2} P_C > P_B$$



$P_A = P_0$ است، پس P_A از P_B کوچک‌تر است، بنابراین داریم:

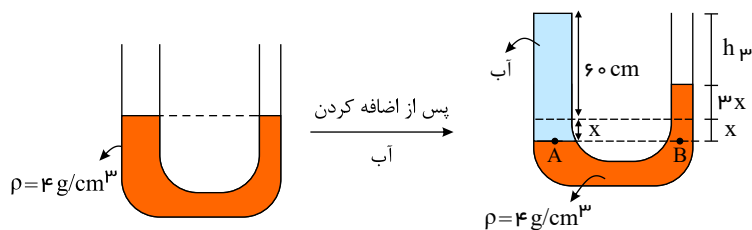
$$P_C > P_B > P_A$$

۲۲۲. گزینه ۲ قبل از هر چیز می‌دانیم که با افزودن آب به شاخه سمت چپ، سطح مایع به اندازه x پایین می‌آید، از طرفی در شاخه دیگر، سطح مایع به اندازه $3x$ بالا می‌رود زیرا حجم مایع جابه‌جا شده در دو طرف یکسان بوده، یعنی داریم:

$$V_1 = V_2 \rightarrow A_1 h_1 = A_2 h_2 \rightarrow 300 \times x = 100 \times h_2 \rightarrow h_2 = 3x$$

بنابراین با پیدا کردن خط تراز بین دو نقطه A و B داریم:

$$\begin{aligned} P_A &= P_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_r g h_r \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_r h_r \\ \Rightarrow 1 \times (60 + x) &= 1.2 (4x) \Rightarrow 60 + x = 4.8x \Rightarrow x = 12 cm \\ \rightarrow h_r &= 60 - 3x \Rightarrow h_r = 60 - 36 = 24 cm \end{aligned}$$



۲۲۳. گزینه ۱ راه حل اول: چون مقدار فشار در سطح آزاد مایع برابر با P_0 است پس گزینه های ۲ و ۴ رد می شوند.

همچنین می دانیم که هر چه چگالی مایع بیشتر باشد، مایع پایین تر قرار می گیرد پس طبق شکل سؤال $\rho > \rho'$ می باشد.

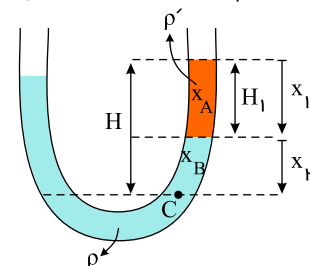
از طرفی، هر چه در عمق مایع پایین تر می رویم، فشار افزایش می یابد که این مقدار متناسب با چگالی مایع است. چون $\rho > \rho'$ می باشد، پس میزان افزایش فشار و در نتیجه شیب نمودار، در مایع آبی (ρ) بیشتر از مایع نارنجی (ρ') می باشد. بنابراین گزینه صحیح است.

راه حل دوم: فشار در عمق را در دو بخش بررسی می کنیم. یکی در عمق h_1 که در مایع به چگالی ρ می باشد:

$$0 \leq x_1 \leq H_1 \Rightarrow P_A = P_0 + \rho' g x_1 \quad (1)$$

$$H_1 \leq x_2 \leq H \Rightarrow P_B = P_0 + \rho' g H_1 + \rho g x_2 \quad (2)$$

عدد ثابت

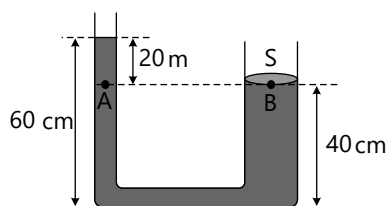


در قسمت اول فشار به صورت خطی با عمق (x_1) ارتباط دارد که شیب خط برابر با ρ' می باشد.

در قسمت دوم نیز فشار به صورت خطی با عمق (x_2) ارتباط دارد که شیب خط برابر با ρ می شود.

چون $\rho > \rho'$ است، پس شیب خط نمودار، در قسمت H_1 تا H بیشتر از قسمت 0 تا H_1 می باشد، یعنی شیب خط قسمت دوم بیشتر از قسمت اول است، بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۲۲۴. گزینه ۳ نقاط هم تراز A و B را مشخص می کنیم. فشار در نقطه B را فشار هوای محیط و فشار ناشی از درپوش یعنی $\frac{mg}{A}$ تامین می کند. بنابراین داریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho g h = \frac{mg}{A} + P_0 \Rightarrow 1 \times 20 = \frac{2000}{A} \Rightarrow A = 12.5 \text{ cm}^2$$

۲۲۵. گزینه ۴ نقاط هم تراز M و N را مشخص می کنیم. فشار روی نقطه M را ستون 15 cm از مایع با چگالی ρ_1 به علاوه فشار A و فشار روی نقطه N را ستون های 10 سانتی متر و 5 سانتی متر از دو مایع با چگالی ρ_2 و ρ_3 به علاوه فشار B می سازند. بنابراین داریم: (دقت کنید $P_A > P_B$ است)

$$P_M = P_N$$

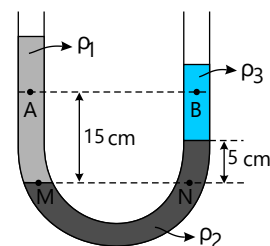
$$\Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_A = \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 + P_B$$

$$\Rightarrow P_A - P_B + \rho_1 g h_1 - \rho_2 g h_2 = \rho_3 g h_3$$

$$\Rightarrow 2900 + 1000 \times 10 \times 15 \times 10^{-2} - 800 \times 10 \times 10 \times 10^{-2} = \rho_3 \times 10 \times 5 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow 2900 + 1500 - 800 = \rho_3 \times 10 \times 5 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \rho_3 = \frac{3600}{m^3} = \frac{3.6}{cm^3}$$



۲۲۶. گزینه ۱ اگر مطابق شکل، سطح تراز اولیه را در امتداد خط چین نشان دهیم، بعد از ریختن مایع در سمت چپ سطح مایع با چگالی ρ_1 تا نقطه M پایین می آید و از طرف دیگر، سطح مایع 4 cm بالاتر از خط تراز اولیه قرار می گیرد. چون:

حجم جابه جا شده مایع ۱ در ۲ شاخه یکسان است پس:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 h_1 = A_2 h_2 \Rightarrow 10 \times h_1 = 20 \times 4 \Rightarrow h_1 = 8 \text{ cm}$$

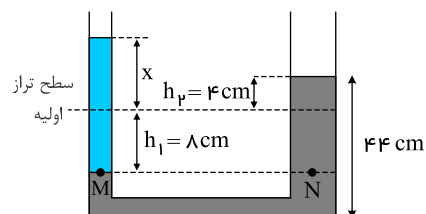
سطح مایع در شاخه سمت چپ به اندازه 8 cm پایین می آید.

$$P_M = P_N$$

$$\Rightarrow P_o + \rho_{\text{r}}gh_{\text{r}} = \rho_{\text{l}}gh_{\text{l}} + P_o$$

$$\Rightarrow \circ, \textcircled{f} \times (\textcircled{A} + x) = \textcircled{2}, \textcircled{5} \times 12$$

$$\Rightarrow 0,9x = 26,8 \Rightarrow x = 29,77 \text{ cm}$$



$$h_{\gamma} = x + \lambda \Rightarrow h_{\gamma} = 6\gamma + \lambda = \gamma \Delta cm$$

$$V = Ah \Rightarrow V = \gamma \Delta \times 10 = \gamma \Delta \cdot \text{cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = \mathbf{V} \Delta \circ \times \circ \prime \mathbf{f} = \mathbf{V} \circ \circ g$$

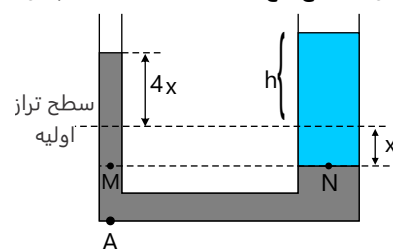
۲۲۷. گزینه ۴ چون پس از ریختن آب حجم جابه‌جا شده مایع در ۲ شاخه برابر است، پس:

$$V_l = V_r \Rightarrow A_l h_l = A_r h_r \Rightarrow 1_{\circ\circ} \times h_l = \mathfrak{r}_{\circ\circ} \times h_r \Rightarrow h_l = \mathfrak{r} h_r$$

پس اگر سطح مایع در ستون راست به اندازه x پایین آید، در ستون چپ به اندازه $4x$ بالا می‌رود. افزایش فشار در نقطه A به دلیل افزایش ارتفاع مایع به اندازه $4x$ در شاخه سمت چپ است، پس:

$$\Delta P = \rho gh \Rightarrow 2000 = 1,5 \times 10^3 \times 10 \times h$$

$$\Rightarrow x = \circ, \circ \forall m = \forall cm$$



حال با مساوی قرار دادن فشار نقاط M و N ، ارتفاع آب را به دست می آوریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2 \Rightarrow 2 \times 5 \times (5x) = 1 \times (x + h) \Rightarrow 2 \times 5 \times 5 \times 2 = 2 + h \Rightarrow h = 22 \text{ cm}$$

پس درنهایت داریم:

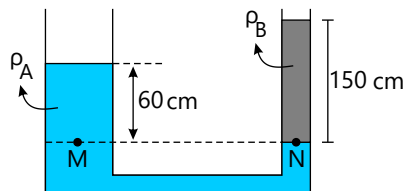
$$V = Ah \Rightarrow V = 25 \times 400 = 10000 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 1 \times 10000 = 10000g$$

۲۲۸. گزینہ ۲

چون $\rho_A > \rho_B$ است، پس از باز کردن شیر رابط، مایع A در زیر مایع B قرار گرفته، از این رو سطح مایع A پایین‌تر رفته و سطح مایع

B بالا می‌رود. با انتخاب دو نقطه هم‌تراز M و N داریم:

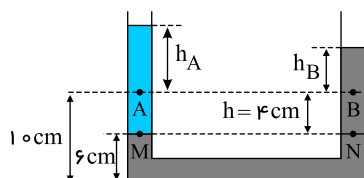


$$P_M = P_N \Rightarrow P_o + \rho_A g h_A = P_o + \rho_B g h_B \xrightarrow[h_B = 1 \Delta o \text{ cm}]{\rho_A = \rho_B \frac{g}{\text{cm}^3 \text{ r}}, h = \text{r} o \text{ cm}}$$

۲۲۹. گزینه ۳

در ابتدا نقاط هم‌تراز M و N را مشخص کرده و فشار هریک را تعیین می‌کنیم و با یکدیگر مساوی قرار می‌دهیم تا چگالی مایع B را بیابیم. با

توجه به شکل داریم:



$$P_M = P_A + \rho_A g h = P_A + 1000 \times 10 \times \frac{4}{100} = P_A + 160$$

$$P_N = P_B + \rho_B g h = P_B + \rho_B \times 10 \times \frac{4}{100} = P_B + 0.4 \rho_B$$

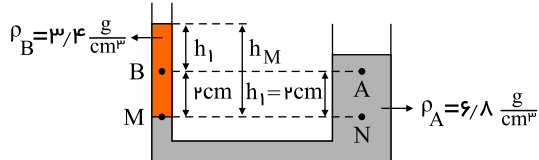
از طرفی می‌دانیم که $P_A > P_B$ است. بنابراین داریم:

$$P_M = P_N \rightarrow P_A + 160 = P_B + 0.4\rho_B \rightarrow P_A - P_B + 160 = 0.4\rho_B \xrightarrow{P_A - P_B = 960} 960 + 160 = 0.4\rho_B \rightarrow 1120 = 0.4\rho_B \rightarrow \rho_B = 280 \frac{kg}{m^3} = 2.8 \frac{g}{cm^3}$$

۲۳۰. گزینه ۳

با توجه به شکل، در ابتدا، فشار نقاط هم تراز M و N را مساوی قرار می دهیم. ارتفاع ستون h_m از ستون مایع با چگالی ρ_B به علاوه فشار هوای محیط، فشار روی نقطه M را می سازند و ارتفاع $2cm$ از مایع با چگالی ρ_A به علاوه فشار نقطه A ، فشار روی نقطه N را می سازند. از طرفی چون فشار بر حسب $cmHg$ داده شده، ارتفاع مایعات را با ارتفاع ستون جیوه ای که همان فشار را تامین می کند، جایگزین می کنیم. یعنی:

$$\rho_A h_1 = \rho_{Hg} h_{Hg} \rightarrow 6/8 \times 2 = 13.6 \times h_{Hg} \rightarrow h_{Hg} = 1cm$$



در ادامه داریم:

$$P_M = P_N \rightarrow P_0 + h_{HgM} = P_A + h_{Hg} \rightarrow 75 + h_{HgM} = 80 + 1 \rightarrow h_{HgM} = 6cm$$

حال ارتفاع ستون مایع با چگالی ρ_B را می یابیم.

$$\rho_B h_M = \rho_{Hg} h_{HgM} \rightarrow 3.4 \times h_M = 13.6 \times 6 \rightarrow h_M = 24cm$$

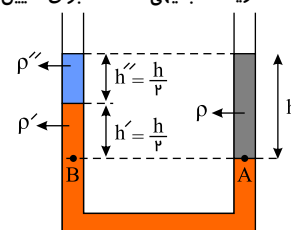
و در نهایت برای یافتن جرم مایع با چگالی ρ_B داریم:

$$m = \rho V = \rho A h = 3.4 \times 10 \times 24 \rightarrow m = 816g$$

۲۳۱. گزینه ۳ بدیهی است که برای تعیین جرم مایع با چگالی ρ ، ابتدا باید چگالی را محاسبه کنیم. به همین دلیل با استفاده از نقاط هم تراز A و B داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho g h_A = \rho' g h' + \rho'' g h''$$

$$h' = h'' = \frac{h_A}{2} \Rightarrow \rho = \frac{\rho' + \rho''}{2} = \frac{1.8 + 1.2}{2} \Rightarrow \boxed{\rho = 1.5 \frac{g}{cm^3}}$$



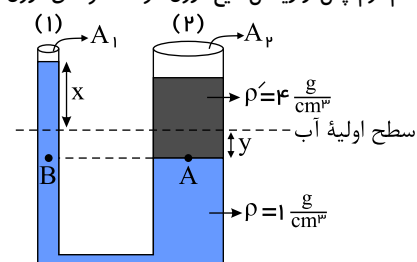
حال برای تعیین جرم مایع داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 1.5 \frac{g}{cm^3} \times 200 cm^3 = 300g$$

۲۳۲. گزینه ۳

$$\text{گام دوم: پس از ریختن مایع درون ظرف استوانه ای درون لوله، اگر جابه جایی مایع در قسمت (۱) برابر x و در قسمت (۲) برابر y باشد؛ حجم آب جابه جا شده در طرفین لوله با هم برابر است:}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} r_2 = 2r_1, A = \pi r^2 \Rightarrow \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 = 4 \Rightarrow \boxed{A_2 = 4A_1}^* \\ A_2 y = A_1 x \rightarrow \boxed{4y = x} \quad (1) \end{array} \right.$$

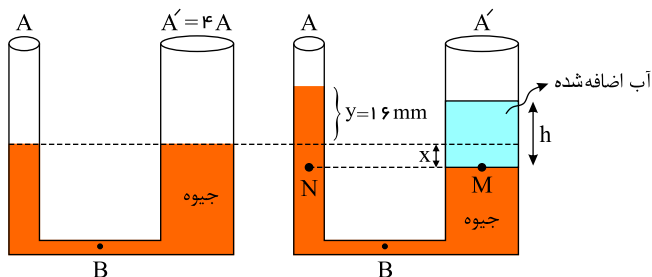


گام سوم: اصل هم فشاری در نقاط A و B :

$$\left\{ \begin{array}{l} P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho' g h_A = P_0 + \rho g (x + y) \xrightarrow{x=4y} 4 \times 20 = 1(4y) \Rightarrow y = 16cm \\ h = ? \Rightarrow \text{اختلاف سطح آب} = 4y = 16 \times 4 = 64cm \end{array} \right.$$

۲۳۳. گزینه ۱

چون به فشار در نقطه B ، $16mmHg$ اضافه شده، می‌فهمیم که جیوه در شاخه سمت چپ $16mm$ بالا رفته است. با توجه به رابطه مساحت سطح لوله‌ها:



$$A'x = Ay \Rightarrow (4A)(x) = (A)(16mm) \Rightarrow x = 4mm$$

حال برای دو نقطه هم‌تراز M و N داریم:

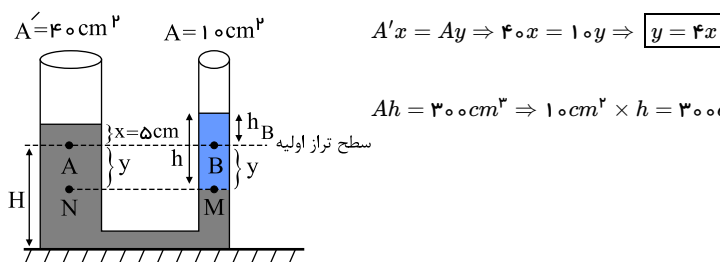
$$P_N = P_M \rightarrow P_0 + \rho_{Hg}gh_{Hy} = P_0 + \rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}} \Rightarrow 13.6g/cm^3 \times (16 + 4) \times 10^{-3} = 1g/cm^3 \times h_{\text{آب}} \Rightarrow h_{\text{آب}} = 0.272m$$

$$\text{وزن آب } W = mg = (\rho_{\text{آب}}v_{\text{آب}})g = (\rho_{\text{آب}})(A'h)g = (1000)(40 \times 10^{-4})(0.272)(10) \Rightarrow W = 1.088(N)$$

۲۳۴. گزینه ۱

برای پیدا کردن تغییر فشار ناشی از مایع در نقطه B ، کافی است که ارتفاع مایع روی نقطه B را پس از اضافه کردن مایع در لوله سمت راست، بیابیم. به همین دلیل قدم به قدم به صورت زیر عمل می‌کنیم.

قدم اول: حجم مایع جابه‌جا شده در لوله در طرفین با هم برابر است:



$$A'x = Ay \Rightarrow 40x = 10y \Rightarrow y = 4x$$

قدم دوم: ارتفاع مایع اضافه شده به شاخه سمت راست:

$$Ah = 40 \times 5 \Rightarrow 10 \times h = 200 \Rightarrow h = 20cm$$

قدم سوم: بیان شده: $x = 5cm$ بنابراین: $y = 4x = 20cm$

قدم چهارم:

$$h_B = h - y = 20cm - 20cm = 0cm$$

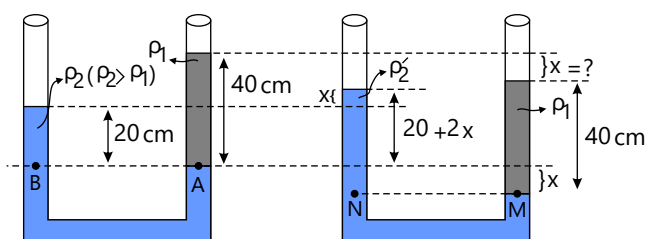
$$\text{ابتدا} \Rightarrow P_B = P_0 \text{ سپس } P'_B = P_0 + \rho gh_B \Rightarrow \Delta P_B = P'_B - P_B = \rho gh_B = 1000 \times 10 \times \frac{1}{10} = 1000Pa = 1kPa$$

۲۳۵. گزینه ۲

در ابتدا رابطه بین چگالی ρ_1 و ρ_2 را با توجه به شکل (۱) به دست می‌آوریم. سپس با توجه به

اینکه $\rho'_p = \frac{1}{3}\rho_p$ است، مقدار ρ'_p و پس از آن موقعیت مایعات در شکل (۲) را محاسبه می‌کنیم و

در نهایت جابه‌جایی سطح مایع با چگالی ρ_1 در شکل (۲) را نسبت به شکل (۱) می‌یابیم:



$$\text{قدم اول: } P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1gh_1 = P_0 + \rho_2gh_2 \Rightarrow \rho_1h_1 = \rho_2h_2 \Rightarrow \rho_1 \times 40cm = \rho_2 \times 20cm \Rightarrow \rho_1 = \frac{1}{2}\rho_2$$

$$\text{قدم دوم: } P_M = P_N \Rightarrow P_0 + \rho_1gh_1 = P_0 + \rho'_pgh'_p \xrightarrow{\rho'_p = \rho_p - \frac{50}{100}\rho_p = \frac{1}{2}\rho_p} \left(\frac{1}{2}\rho_p\right)(40) = \left(\frac{1}{2}\rho_p\right)(h'_p)$$

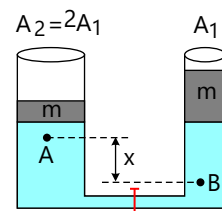
$$\Rightarrow h'_p = 40cm \Rightarrow 20 + 2x = 40cm \Rightarrow x = 10cm$$

۲۳۶. گزینه ۳

$$\text{قدم اول: } \Delta P_{AB} = \rho gx$$

فیزیک دهم فصل دو

⇒ (پس از بستن شیر و اضافه نمودن مایع B) : قدم دوم



افزایش فشار وارد بر سطح آزاد مایع
 در لوله سمت راست برابر $\frac{mg}{A_1}$
 در لوله سمت چپ برابر $\frac{mg}{2A_1}$
 است که عیناً به فشار قبلی نقاط A و B افزوده می‌شود.

$$P'_B = P_B + \frac{mg}{A_1}, \quad P'_A = P_A + \frac{mg}{2A_1} \Rightarrow \Delta P'_{A,B} = P'_B - P'_A = \Delta P_{A,B} + \frac{mg}{2A_1}$$

۲۳۷. گزینه ۲ حالت ۱: با توجه به برابری فشار نقاط هم‌سطح داریم:

$$P_A = P_B \rightarrow \underbrace{P_1}_{70 \text{ cmHg}} + \rho g(h - h') = \underbrace{P_0}_{75 \text{ cmHg}} \rightarrow \rho g(h - h') = 5 \text{ cmHg}$$

$$\rightarrow \rho \times 10 = 13.6 \times 5 \rightarrow \rho = 6.8 \text{ g/cm}^3$$

حالت ۲: در این حالت داریم: $P'_1 = 70 + \frac{10}{100} \times 70 = 77 \text{ cmHg} > P_0$

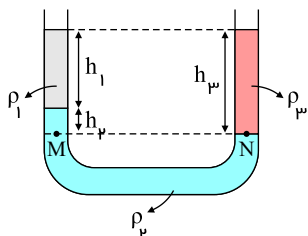
پس ارتفاع مایع در شاخه سمت راست، بیشتر از سمت چپ می‌شود. چون سطح مقطع دو شاخه یکسان است، مایع در شاخه سمت چپ x واحد پایین می‌رود و در شاخه سمت راست x واحد بالا می‌آید:

$$P_A = P_B \rightarrow \underbrace{P'_1}_{77 \text{ cmHg}} = \rho g(5 + x - (15 - x)) + \underbrace{P_0}_{75 \text{ cmHg}}$$

$$\rightarrow \cancel{6.8} \times (2x - 10) = 2 \times \cancel{13.6} \rightarrow x = 5 \text{ cm}$$

۲۳۸. گزینه ۴

چون مایع با چگالی ρ_2 پایین‌تر از دو مایع دیگر قرار گرفته است، بنابراین چگالی آن از چگالی دو مایع دیگر بیشتر است.



از طرفی با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_1 h_1 g + \rho_3 h_3 g + P_0 = \rho_2 h_2 g + P_0 \Rightarrow \boxed{\rho_1 h_1 + \rho_3 h_3 = \rho_2 h_2}$$

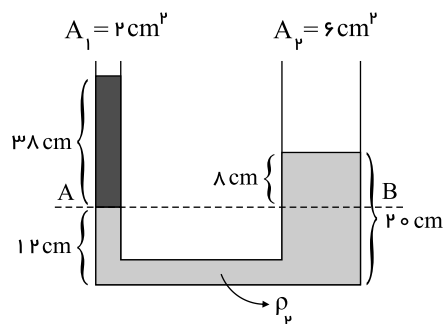
$$\xrightarrow{h_2 = (h_1 + h_3)} \rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 = \rho_2 h_1 + \rho_2 h_3 \xrightarrow{\rho_2 > \rho_3} \rho_1 < \rho_2 \Rightarrow \boxed{\rho_1 < \rho_2 < \rho_3}$$

از طرفی:

$$(\rho_2 - \rho_3) h_2 = (\rho_3 - \rho_1) h_1 \xrightarrow{h_1 > h_2} (\rho_2 - \rho_3) > (\rho_3 - \rho_1) \Rightarrow \boxed{\rho_3 < \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}}$$

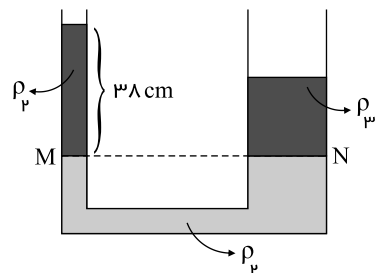
۲۳۹. گزینه ۲ قبل از هرچیزی، چگالی ρ_1 را محاسبه می‌کنیم:

$$P_{tA} = P_{tB} \rightarrow P_o + \rho_1 g h_1 = P_o + \rho_r g h_r \rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_r h_r \rightarrow \rho_1 \times 3\lambda = 2 \times \lambda \rightarrow \rho_1 = \frac{\lambda}{19} g/cm^3$$



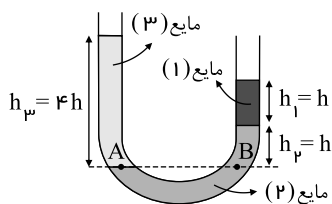
با اضافه کردن مایع (۳) اگر سطح مایع (۲) در دو طرف هم تراز شود، داریم:

$$P_{tM} = P_{tN} \rightarrow P_o + \rho_1 g h_1 = P_o + \frac{m_r g}{A_r} \rightarrow \rho_1 h_1 = \frac{m_r}{A_r} \rightarrow \frac{\lambda}{19} \times 3\lambda = \frac{m_r}{6} \rightarrow m_r = 96g$$



۲۴۰. گزینه ۲

با توجه به شکل، دو نقطه A و B را که درون مایع (۲) قرار دارد را یک سطح هم فشار در نظر می گیریم. با توجه به اینکه فشار در این دو نقطه برابر است پس:

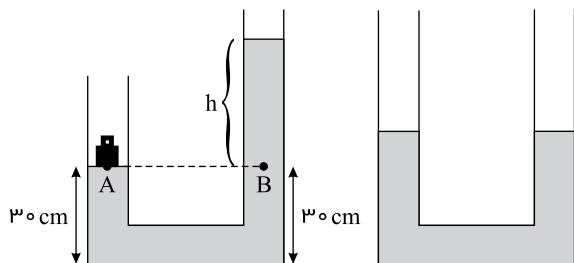


$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_r h_r = \rho_1 h_1 + \rho_r h_r \Rightarrow \rho_r \times 4h = \rho_1 h + \rho_r h \Rightarrow 4\rho_r = \rho_1 + \rho_r \Rightarrow \rho_r = 0.25(\rho_1 + \rho_r)$$

۲۴۱. گزینه ۳

$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{mg}{A} = \rho g h \Rightarrow \frac{0.3 \times 10}{5 \times 10^{-4}} = 1200 \times 10 \times h$$

$$\frac{3}{5} \times 10^4 = 12 \times 10^3 h \Rightarrow h = \frac{30}{60} m = 0.5 m = 50 cm$$



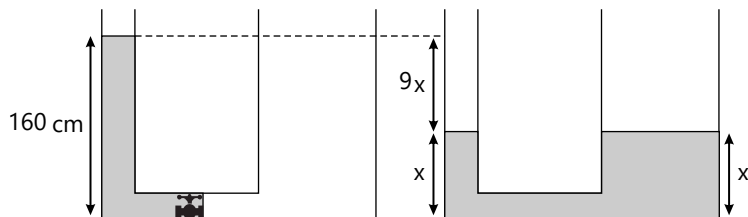
بعد از برداشتن وزنه، ارتفاع مایع در دو طرف لوله یکسان می شود. پس اگر مایع در لوله سمت چپ به اندازه x بالا برود سطح مایع در لوله سمت راست به اندازه x پایین می رود.

$$30 + x = 80 - x \Rightarrow 2x = 50 \Rightarrow x = 25 cm$$

پس ارتفاع نهایی مایع در لوله سمت چپ یا راست ۵۵cm می شود.

۲۴۲. گزینه ۲

چون قطر لوله پهن ۳ برابر باریک است پس مساحت قسمت پهن ۹ برابر باریک است. اگر آب دو لوله باریک به اندازه $9x$ پایین رود سطح آب در لوله پهن x بالا می‌رود و سطح مایع در دو طرف لوله یکسان می‌شود.



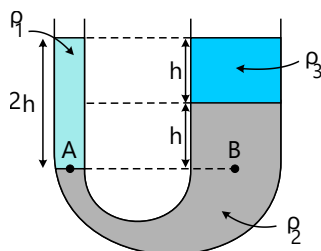
$$9x + x = 160 \Rightarrow x = 16 \text{ cm}$$

$$9x = 9 \times 16 = 144 \text{ cm}$$

میزان پایین رفتن آب در لوله باریک: $9x = 9 \times 16 = 144 \text{ cm}$

۲۴۳. گزینه ۳

با توجه به نقاط هم‌تراز A و B داریم:

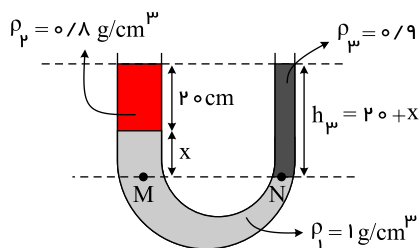


$$P_A = P_B \rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3 \rightarrow \rho_1 (2h) = \rho_2 h + \rho_3 h \rightarrow \rho_1 = \frac{\rho_2 + \rho_3}{2}$$

بدیهی است که در اینجا $\rho_1 < \rho_2$ است. پس با توجه به تساوی به دست آمده: $\rho_3 < \rho_1 < \rho_2$

۲۴۴. گزینه ۲

برای این که سطح مایع‌ها در دو طرف لوله یکسان شود، بعد از اضافه کردن مایع به چگالی ρ_3 ، فشار در نقاط هم‌تراز مایع ساکن به چگالی ρ_1 با یکدیگر برابر است، پس:



$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_3 h_3 + \rho_1 x = \rho_1 (h_1 + x) \Rightarrow 0.9 \times 20 + 1 \times x = 0.9 \times (20 + x) \Rightarrow 16 + x = 18 + 0.9x$$

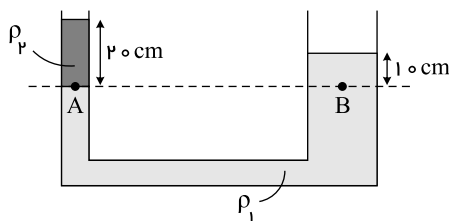
$$\Rightarrow 0.1x = 2 \Rightarrow x = 20 \text{ cm}$$

پس ارتفاع مایع ρ_3 برابر $h_3 = x + h_1 = 20 + 20 = 40 \text{ cm}$ است، پس حجم آن برابر است با:

$$V_3 = A_1 h_3 = 10 \times 40 = 400 \text{ cm}^3$$

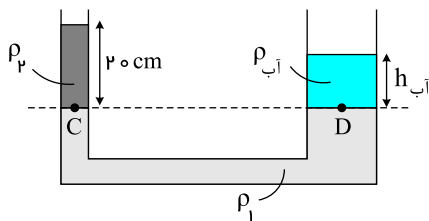
۲۴۵. گزینه ۳

قبل از ریختن آب با توجه به تعادل دو مایع، ابتدا چگالی مایع ρ_2 را به دست می‌آوریم، با تعیین نقاط هم‌تراز A و B داریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_2 g h_2 + P_0 = \rho_1 g h_1 + P_0 \rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1$$

$$\Rightarrow \rho_2 \times 20 = 1.6 \times 10 \Rightarrow \rho_2 = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$



وقتی آب در شاخه راست ریخته می‌شود، تعادل جدید حاصل می‌شود که با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز C و D داریم:

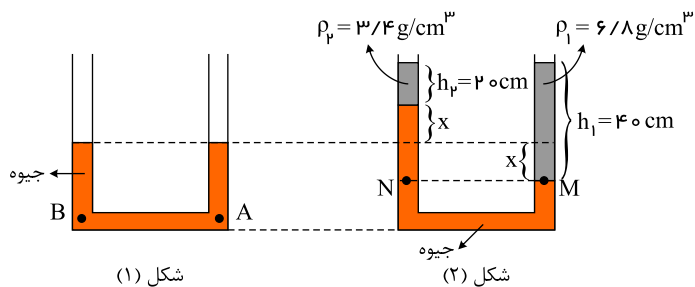
$$P_D = P_C \Rightarrow (\rho g h)_{\text{آب}} + P_0 = \rho_v g h_v + P_0 \rightarrow (\rho h)_{\text{آب}} = \rho_v h_v \rightarrow 1 \times h = 0.8 \times 20 \Rightarrow h = 16 \text{ cm}$$

$$V = Ah = 30 \times 16 = 480 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho V = 1 \times 480 = 480 \text{ g}$$

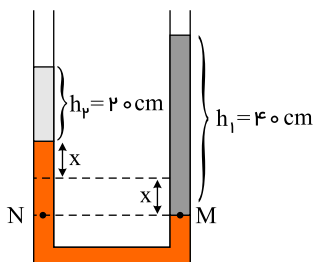
۲۴۶. گزینه ۳

با توجه به اینکه فشار حاصل از مایع اضافه‌شده به شاخه سمت راست بیشتر از فشار حاصل از مایع اضافه‌شده به شاخه سمت چپ است، پس جیوه در شاخه سمت راست به اندازه x پایین رفته و در شاخه سمت چپ به اندازه x بالا می‌آید و شکل زیر را خواهیم داشت:



شکل (۱)

شکل (۲)



$$P_M = P_N \rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_v g h_v + \rho_{\text{جیوه}} g (2x) \rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_v h_v + \rho_{\text{جیوه}} (2x) \rightarrow 6.8 (40 \text{ cm}) = 13.6 (20 \text{ cm}) + 13.6 (2x) \rightarrow x = 7.5 \text{ cm}$$

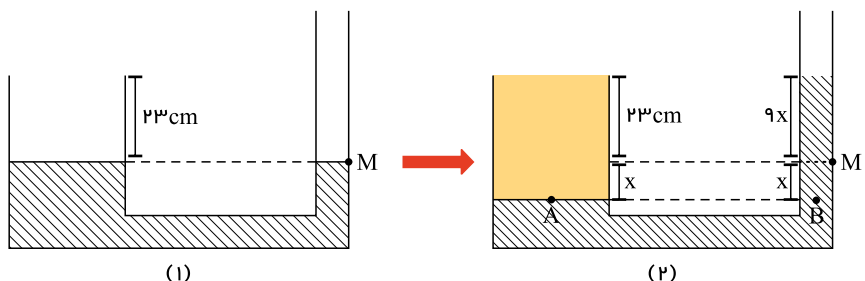
با مقایسه شکل‌های (۱) و (۲) و با توجه به اینکه $P_A = P_B$ باشد، نتیجه می‌گیریم فشار در نقطه A به اندازه x سانتی‌متر جیوه به علاوه 20 cm مایعی به چگالی $\frac{1}{4} \rho_{\text{جیوه}}$ افزایش یافته است، پس افزایش فشار در نقطه A برابر است با:

$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{Hg}} \rightarrow \frac{1}{4} \rho_{\text{جیوه}} \times 20 = \rho_{\text{جیوه}} \times h_{\text{Hg}} \rightarrow h_{\text{Hg}} = 5 \text{ cm}$$

$$7.5 \text{ cm Hg} + 5 \text{ cm Hg} = 12.5 \text{ cm Hg}$$

۲۴۷. گزینه ۳

قبل از هر چیز می‌دانیم که چون مایع تراکم‌ناپذیر است، با افزایش مایع در شاخه سمت چپ، همان حجم مایع از شاخه سمت راست بالا می‌رود. بنابراین اگر مایع در شاخه سمت چپ به اندازه x پایین بیاید، در شاخه سمت راست به اندازه $9x$ بالا می‌رود. زیرا:



(۱)

(۲)

$$(\Delta V)_{\text{چپ}} = (\Delta V)_{\text{راست}} \rightarrow A_1 (\Delta h_1) = A_v (\Delta h_v) \rightarrow D_1' (\Delta h_1) = D_v' (\Delta h_v) \xrightarrow{D_1 = 3D_v} 9 (\Delta h_1) = \Delta h_v \xrightarrow{\Delta h_1 = x} \Delta h_v = 9x$$

حال با توجه به شکل (۲) با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم‌تراز A و B داریم:

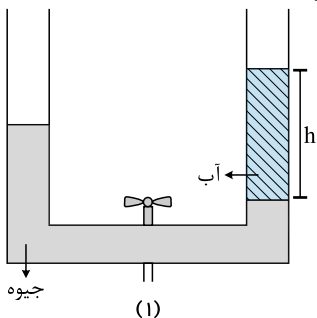
$$P_A = P_B \rightarrow \rho_v h_v = \rho_1 h_1 \xrightarrow{\rho_v = \frac{1}{10} \rho_1} \frac{1}{10} (23 + x) = 10x \rightarrow 23 = 11.5x \rightarrow x = 2 \text{ cm}$$

$$\begin{cases} h_v = (23+x) \\ h_1 = 10x \end{cases}$$

و ارتفاع مایعی که بعد از تعادل روی M قرار می گیرد، $9x$ است؛ بنابراین داریم:

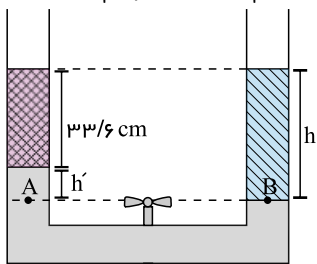
$$\text{ارتفاع مایع بالا رفته در شاخه سمت راست} = 9x = 18 \text{ cm}$$

۲۴۸. گزینه ۲ بعد از باز کردن شیر، آب و جیوه به صورت شکل زیر در حالت تعادل قرار می گیرند (دقت کنید که در اینجا فرض شده قطر لوله افقی ناچیز است):



(۱)

حال اگر مایع را روی جیوه بریزیم تا سطح آزاد مایع و آب در دو طرف لوله یکسان شود، شکلی به صورت زیر خواهیم داشت که با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم تراز A و B خواهیم داشت:



(۲)

$$P_A = P_B \rightarrow (\rho h)_{\text{مایع}} + (\rho h)_{\text{جیوه}} = (\rho h)_{\text{آب}} \rightarrow 0.85 \times 33.6 + 13.6 \times h' = 1 \times h \rightarrow 28.56 + 13.6h' = h$$

$$\rightarrow \begin{cases} h' = 0.4 \text{ cm} \\ h = 34 \text{ cm} \end{cases} \quad \left(\begin{array}{l} \text{مطابق شکل (۲)} \\ 33.6 + h' = h \end{array} \right)$$

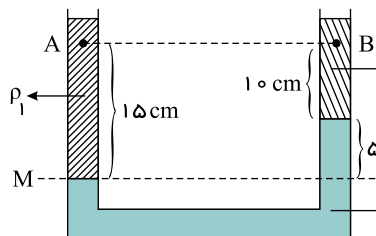
۲۴۹. گزینه ۱ برای نقاط هم تراز M و N که دارای فشار یکسان هستند، داریم:

$$P_M = P_N$$

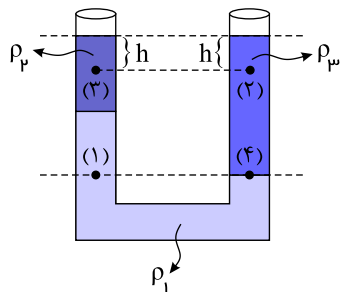
$$\Rightarrow P_A + \rho_1 g h_1 = P_B + \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3$$

$$\Rightarrow P_A + 1000 \times 10 \times \frac{15}{100} = P_B + 2000 \times 10 \times \frac{5}{100} + 800 \times 10 \times \frac{10}{100}$$

$$\Rightarrow P_A + 1500 = P_B + 1000 + 800 \Rightarrow P_A - P_B = 300 \text{ (Pa)}$$



۲۵۰. گزینه ۲ برای مقایسه چگالی ها با توجه به شکل داریم:



$$(\text{چرا؟!}) \rho_1 > \rho_3 > \rho_2$$

از هم فشاری نقاط روی خط تراز:

$$P_1 = P_2$$

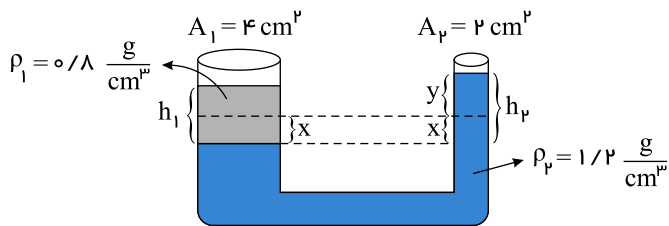
$$P_1 = P_2, P_2 > P_3 \Rightarrow P_1 > P_3$$

$$\text{از نتایج بالا} \rightarrow P_2 > P_3 \rightarrow P_1 > P_3 > P_2$$

$$\text{می دانیم: } \begin{cases} P_2 = \rho_2 g h + P_0 \\ P_3 = \rho_3 g h + P_0 \end{cases} \xrightarrow{\rho_2 > \rho_3} P_2 > P_3$$

۲۵۱. گزینه ۲

حجم مایع جابه‌جا شده در دو شاخه یکسان است.



$$\Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$A_1 x = A_2 y$$

$$4x = 2y \Rightarrow y = 2x$$

$$m = \rho_1 V_1 \Rightarrow 144 = 0.8 \times 4 \times h_1$$

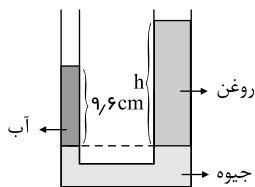
$$h_1 = \frac{144}{3.2} = 45 \text{ cm}$$

$$h_2 = x + y = 3x$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 0.8 \times 45 = 1/2 \times 3x \Rightarrow x = \frac{36}{3.6} = 10 \text{ cm}$$

$$y = 2x = 20 \text{ cm}$$

۲۵۲. گزینه ۱ شکل جدید لوله را پس از اضافه کردن روغن و هم‌ترازی جیوه در دو طرف لوله، رسم می‌کنیم:



$$\rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = 1 \times 9.6 = 0.8 h_{\text{روغن}} \Rightarrow h_{\text{روغن}} = 12 \text{ cm}$$

حال می‌توان به کمک رابطه چگالی، جرم روغن اضافه‌شده را حساب کرد:

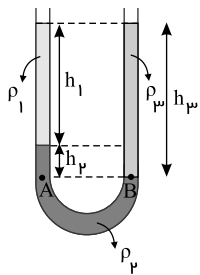
$$m = \rho V = \rho A h = 0.8 \times 8 \times 12 = 76.8 \text{ g}$$

۲۵۳. گزینه ۲ بدیهی است که چگالی مایع (۲) بیشتر از دو مایع دیگر است. با توجه به نقاط هم‌تراز A و B داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 = \rho_3 h_3 \xrightarrow{\rho_3 < \rho_2} \rho_3 < \rho_1$$

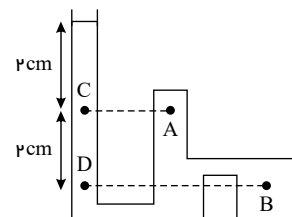
و در آخر داریم:

$$\rho_2 > \rho_3 > \rho_1$$



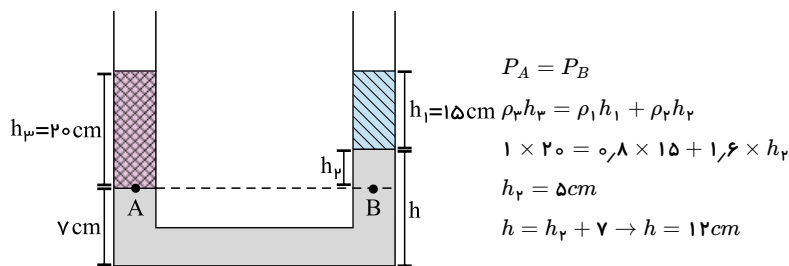
۲۵۴. گزینه ۱

با توجه به اینکه نقاط A و B در یک مایع قرار دارند، برای پیدا کردن اختلاف فشار آن‌ها داریم: (دقت کنید که برای تعیین فشار برحسب پاسکال باید همه یکاها در SI باشند).

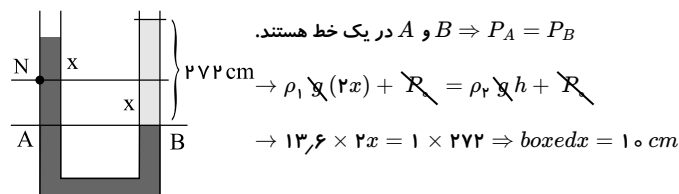


$$\Delta P = P_B - P_A = \rho g h_{AB} = 1 \times 10^3 \times 9.8 \times 2 \times 10^{-2} \rightarrow \Delta P = 196 \text{ Pa}$$

۲۵۵. گزینه ۳ با توجه به هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز A و B داریم:



۲۵۶. گزینه ۴ اگر در شاخه سمت راست، آب بریزیم و سطح جیوه در این شاخه به اندازه x پایین بیاید، سطح جیوه در شاخه روبه روی آن به اندازه x نسبت به N بالا می‌رود. حال برای دو نقطه هم‌تراز A و B داریم:



۲۵۷. گزینه ۳ اگر در سمت راست مایع بریزیم، سطح جیوه به اندازه g نسبت به حالت نشان داده شده پایین رفته، و از طرف دیگر سطح جیوه به اندازه x بالاتر می‌رود. از آنجا که حجم جیوه جابه‌جا شده در دو شاخه برابر است داریم:

$$V_1 = V_2$$

$$4A_1 \times y = A_1 \times x$$

$$x = 4y$$

روی یک خط راست $P_1 = P_2$

$$\rho_1 g(x+y) + \rho_2 g(20) = \rho_2 g(20) + \rho_1 g(y)$$

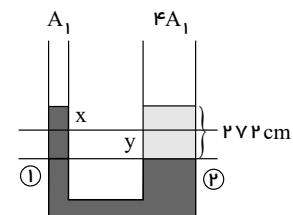
$$1.6(x+y) = 1 \times 20$$

$$x+y=20$$

$$4y+y=20$$

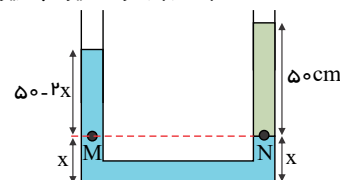
$$y = \frac{20}{5} = 4 \text{ cm}$$

$$x = 16 \text{ cm}$$



۲۵۸. گزینه ۲ بعد از باز کردن شیر آب، زیر نفت قرار می‌گیرد و مطابق شکل با انتخاب نقاط هم‌تراز M و N و مساوی قرار دادن فشار این نقاط داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} = \rho_{\text{نفت}} gh_{\text{نفت}}$$

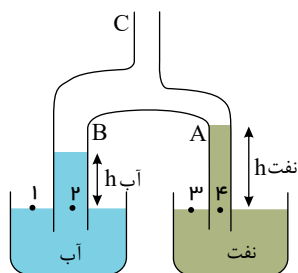


دقت کنید که کل ارتفاع ستون آب باید 50 cm باشد.

$$1000 \times (50 - 2x) = 800 \times 50 \Rightarrow 50 - 2x = 40$$

$$2x = 10 \Rightarrow x = 5 \text{ cm}$$

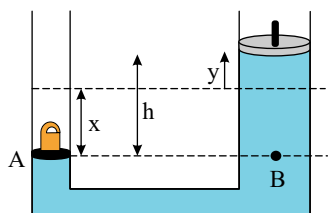
۲۵۹. گزینه ۲ با توجه به شکل فشار در سطح مایعات، یعنی در نقاط A و B ، با فشار C برابر است یعنی: $P_A = P_B = P_C$ از طرفی داریم:



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

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

۲۶۰. گزینه ۲ چون حجم مایع جابه‌جا شده در دو طرف یکسان است.



$$A_1 x = A_2 y \Rightarrow \pi r_1^2 x = \pi r_2^2 y \xrightarrow{r_2 = 2r_1} r_1^2 x = 4r_1^2 y$$

$$\Rightarrow x = 4y \xrightarrow{y = 2.5 \text{ cm}} y = 2.5 \text{ cm}$$

$$h = x + y = 2.5 \text{ cm}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow \cancel{P_o} + \frac{mg}{A_1} = \cancel{P_o} + \rho g h$$

$$\frac{mg}{A_1} = \rho g h \Rightarrow \frac{m \times 10}{4 \times 10^{-4}} = 10^3 \times 10 \times 2.5 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow m = \frac{1}{10} \text{ kg} = 100 \text{ g}$$

۲۶۱. گزینه ۱

نقاط روی یک سطح افق از یک مایع ساکن هم‌فشارند، نتیجه می‌شود که $P_A = P_B$ است. اما دو نقطه C و D با اینکه روی یک سطح تراز واقع‌اند، هم‌فشار نمی‌باشند، زیرا در دو مایع ساکن با چگالی‌های متفاوت قرار دارند. لذا برای مقایسه فشار در این دو نقطه باید گفت که افت فشار از A تا C به‌علت بیشتر بودن چگالی مایع واقع در این ناحیه، بیشتر از افت فشار از B تا D است. در نتیجه $P_D > P_C$ می‌باشد.

$$\begin{cases} P_A = \rho_1 g \Delta h + P_C \\ P_B = \rho' g \Delta h + P_D \end{cases}, \quad P_A = P_B \Rightarrow P_C + \rho_1 g \Delta h = P_D + \rho' g \Delta h$$

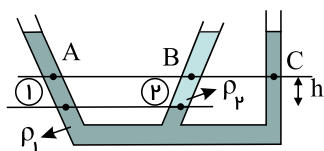
$$\Rightarrow P_D - P_C = (\rho_1 - \rho') g \Delta h \xrightarrow{\rho_1 > \rho'} P_D > P_C$$

نکته: چگالی ρ_1 از ρ_2 بیشتر است، زیرا پایین‌تر از مایع دیگر قرار گرفته است و ρ' مخلوطی از ρ_1 و ρ_2 است، پس چگالی این قسمت نیز از ρ_1 کمتر است.

۲۶۲. گزینه ۲

اگر $\rho_1 > \rho_2$ باشد بنابراین مایع زیرین مایع شماره ۱ و مایع بالایی در لوله B مایع شماره ۲ می‌باشد.

نقاط A و C از یک مایع و روی یک خط هستند، بنابراین: $P_A = P_C$



$$P_1 = P_2$$

$$\rho_1 g h + P_A = \rho_2 g h + P_B$$

$$\rightarrow (\rho_1 - \rho_2) g h = P_B - P_A > 0 \quad P_B > P_A \rightarrow P_A = P_C < P_B$$

۲۶۳. گزینه ۳ مطابق شکل اگر در شاخه سمت راست آب بریزیم، بعد از تعادل، ارتفاع h که همان اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو شاخه است را می‌یابیم.

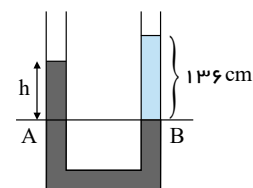
$$P_A = P_B \quad \text{روی یک راستا هستند}$$

$$\rho g h_{\text{آب}} + \cancel{P_o} = \rho g h_{\text{جیوه}} + \cancel{P_o}$$

$$13.6 \times h = 1 \times 136$$

$$h = \frac{136}{13.6} = 10 \text{ cm} \quad \text{جیوه}$$

$$P = \rho g h = 13600 \times 10 \times \frac{1}{10} = 13600 \text{ Pa}$$



۲۶۴. گزینه ۲ (اول) شرط اینکه آلیاژ روی مخلوط مایع شناور بماند، باید: $\underbrace{\rho}_{\text{آلیاژ}} \leq \underbrace{\rho}_{\text{مایع}}$

دوم) چگالی مخلوط مایع‌ها را می‌یابیم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{2(V) + 3(4V)}{5V} = \frac{14}{5} = 2.8 \text{ gr/cm}^3$$

سوم) فرض کنید X درصد از حجم آلیاژ را فلز با چگالی بیشتر تشکیل داده است. حجم دیگری معادل $(1 - \frac{x}{100})$ خواهد بود. اگر حجم آلیاژ را V' فرض می‌کنیم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{1.5(1 - \frac{x}{100})V' + 4(\frac{x}{100})V'}{V'} = 1.5 - \frac{1.5x}{100} + \frac{4x}{100}$$

$$\rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = 1.5 + \frac{2.5}{100}x \xrightarrow{\text{میع } \rho \leq \rho_{\text{آلیاژ}}} 1.5 + \frac{2.5}{100}x \leq 2.8$$

$$\frac{2.5x}{100} \leq 1.3 \rightarrow x \leq \frac{130}{2.5} = 52 \rightarrow x \leq 52\%$$

۲۶۵. گزینه ۲ نیروی شناوری برابر نیروی وزن است که در دو حالت یکسان است.

$$W_1 = W_2 \Rightarrow F_{b_1} = F_{b_2}$$

در شکل (۱) مقدار نیروی شناوری به علت فرو رفتن وزن آهنی است، بنابراین چوب کمتر در آب فرو می‌رود.

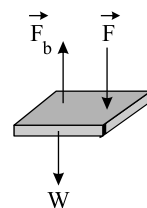
۲۶۶. گزینه ۱ هرچه سیال جابه‌جا شده بیشتر باشد، ارتفاع آب بالاتر می‌رود. اگر اجسام روی آب شناور یا غوطه‌ور باشند، وزن سیال جابه‌جا شده برابر با وزن اجسام است چون آب آن‌ها را به حالت تعادل نگه داشته، پس وزن سیال جابه‌جا شده در حالت ۱ و ۲ برابر، بنابراین ارتفاع آب در این حالات یکسان و از باقی حالات بیشتر است، چون سیال جابه‌جا شده وزن چوب + وزن آهن را خنثی کرده. در حالت ۳ فقط وزن چوب خنثی شده و در حالت ۴ وزن چوب + مقداری از وزن آهن خنثی شده پس وزن سیال جابه‌جا شده در حالت ۴ بیشتر از ۳ است، پس ارتفاع آب در آن بیشتر است.

۲۶۷. گزینه ۴ در ظرف «۱»، به اندازه وزن آب خارج شده نیروی شناوری به چوب و عکس‌العمل کل به ترازو وارد می‌شود، بنابراین عددی که ترازوی ۱ نشان می‌دهد، تغییر نمی‌کند.

در ظرف «۲»: نیروی شناوری به اندازه وزن چوب است و عکس‌العمل آن بر ترازو وارد می‌شود. بنابراین عدد ترازو به اندازه وزن چوب افزایش می‌یابد.

۲۶۸. گزینه ۱ برای ساکن نگه داشتن مکعب، بزرگی نیروی قائم باید برابر باشد با:

$$\vec{F} + \vec{W} + \vec{F}_b = 0 \Rightarrow F = F_b - W$$



نیروی شناوری در دو حالت برابر با وزن مایع جابه‌جا شده و برابر با یکدیگر است؛ پس نیروی قائم موردنیاز در هر دو حالت یکسان است.

۲۶۹. گزینه ۴ چون همان جسم در مایع ظرف (۲) بیشتر از مایع ظرف (۱) فرو رفته، پس $\rho_2 < \rho_1$ است. از طرفی با توجه به شکل $h_B > h_A$ است، بنابراین مقایسه P_A و P_B با اطلاعات داده شده مقدور نیست.

$$\begin{cases} P_B = P_0 + \rho_2 g h_B & h_B > h_A \\ P_A = P_0 + \rho_1 g h_A & \rho_2 < \rho_1 \end{cases}$$

۲۷۰. گزینه ۱ میزان فرو رفتن جسم در مایع، به جنس مایع و جسم و به عبارتی به چگالی آنها بستگی دارد که در هر دو شکل یکسان است، پس $h' = h''$.

۲۷۱. گزینه ۱ در شکل‌های ۱ و ۲ جسم در حال تعادل است، پس نیروی شناوری در دو حالت یکسان و برابر وزن است.

$$F_{b_1} = F_{b_2} = W$$

در حالت الف: $\rho_{\text{جسم}} < \rho_1 \Rightarrow$ جسم شناور است

در حالت ب: $\rho_{\text{جسم}} = \rho_2 \Rightarrow \rho_1 > \rho_2 \Rightarrow$ جسم غوطه‌ور است

۲۷۲. گزینه ۲ در اینجا هر سه جسم در یک مایع فرو رفته‌اند، بنابراین هر جسمی که درصد بیشتری از حجم خودش در مایع فرو رفته باشد، چگالی بیشتری دارد.

۲۷۳. گزینه ۲ برای یک جسم هرچه چگالی مایع بیشتر باشد، حجم کمتری از جسم داخل مایع فرو می‌رود.

۲۷۴. گزینه ۴ اگر نیروی شناوری بیشتر از وزن باشد به طرف بالا $\boxed{A}$

و اگر نیروی شناوری برابر نیروی وزن شناور $\boxed{B}$

و اگر نیروی شناوری کم‌تر نیروی وزن شناور فرو می‌رود $\boxed{C}$

و اگر نیروی شناوری برابر نیروی وزن باشد و در آب فرو رود غوطه‌ور $\boxed{D}$

۲۷۵. گزینه ۴ نیروی ارشمیدس $\rho v g$ برابر وزن مایع جابه‌جا شده است و $W = m g = \rho v g$ وزن جسم است.

$$\begin{aligned} (2) \\ W &< F \\ m g &< \rho v g \\ \rho' v g &< \rho v g \\ \rho' &< \rho \end{aligned}$$

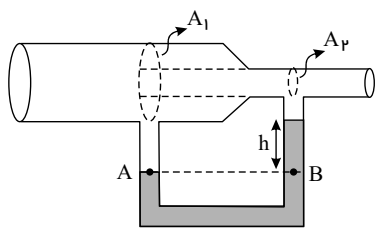
$$\begin{aligned} (1) \\ W &> F_b \\ m g &> \rho v g \\ \rho' v g &> \rho v g \\ \rho' &> \rho \end{aligned}$$

۲۷۶. گزینه ۱ چون چگالی هلیوم و هوا در ارتفاع‌های مختلف متفاوت است، در نقطه‌ای چگالی‌ها یکسان می‌شود که حالت غوطه‌وری رخ می‌دهد.

۲۷۷. گزینه ۱ با ورود گلوله به مایع، نیروی شناوری رو به بالا از طرف مایع به گلوله وارد می‌شود، بنابراین میله ساعت‌گرد دوران می‌کند.

۲۷۸. گزینه ۴

هرچه سطح مقطع لوله کوچک‌تر باشد، تندی هوا بیشتر و فشار آن کمتر می‌شود. در نتیجه چون $A_1 > A_2$ است، $P_{A_1} > P_{A_2}$ می‌شود. بنابراین آب در شاخه سمت چپ پایین و در شاخه سمت راست بالا می‌رود و داریم:



از برابری فشار در نقاط A و B داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{A_1} = P_{A_2} + \rho_{\text{آب}}gh \Rightarrow P_{A_1} - P_{A_2} = \rho_{\text{آب}}gh$$

$$P_{A_1} - P_{A_2} = 500 \text{ Pa}, \quad \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow 500 = 1000 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

۲۷۹. گزینه ۴ با توجه به افقی بودن جریان هوا و اینکه ورودی B در ارتفاع پایین‌تری قرار دارد $\leftarrow$ سرعت افقی جریان هوا در A بیشتر از B است $\leftarrow$ طبق اصل برنولی فشار هوا در A کمتر از B است $\leftarrow$ این اختلاف فشار باعث می‌شود هوا از B به طرف A حرکت کند و یک سیستم تهویه طبیعی توسط این حیوان ایجاد شود.

۲۸۰. گزینه ۳ طبق اصل برنولی، با برقراری جریان هوا در لوله افقی، فشار هوا در لوله قائم کاهش می‌یابد؛ بنابراین آب موجود در ناحیه U شکل، از طریق مسیر B خارج می‌شود.

۲۸۱. گزینه ۳

$$P_A = \rho gh_1 \quad h_1 = h_2 + 20$$

$$P_B = \rho gh_2 \quad \longrightarrow \quad P_A - P_B = \rho g(h_1 - h_2) = 1000 \times 10 \times \frac{2}{10} = 2000 \text{ Pa} = 2 \text{ kPa}$$

تنها گزینه ۳، نادرست است.

۲۸۲. گزینه ۲ طبق اطلاعات صورت سؤال، حجم آب داخل ظرف با آهنگ حجمی ثابتی که مقدار آن برابر اختلاف آهنگ حجمی ورودی و خروجی است، بیشتر می‌شود. از طرفی برای هر ظرفی با سطح مقطع ثابت داریم:

آهنگ افزایش ارتفاع $\times$ مساحت مقطع = آهنگ حجمی آب اضافه شده

$$\frac{\text{آهنگ افزایش ارتفاع قسمت (۲)}}{\text{مساحت مقطع (۲)}} = \frac{\text{آهنگ افزایش ارتفاع قسمت (۱)}}{\text{مساحت مقطع (۱)}}$$

$$\Rightarrow \frac{\left(\frac{h_2}{t_2}\right)}{h_1 - 0.4h_1} = \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} \times \frac{h_2}{0.6h_1} = \frac{1}{0.5} \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{0.6}{0.5 \times 3} = 0.4$$

۲۸۳. گزینه ۴ طبق معادله پیوستگی داشت: (ورودی با آندیس (۱) و خروجی با آندیس (۲) نمایش داده شده است)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad v_2 = v_1 - \frac{75}{100} v_1 = \frac{1}{4} v_1$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \longrightarrow \frac{\pi D_1^2}{4} v_1 = \frac{\pi D_2^2}{4} v_2 \rightarrow \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 = \frac{v_2}{v_1} \longrightarrow \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 = \frac{\frac{1}{4} v_1}{v_1} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{2}$$

۲۸۴. گزینه ۳ از معادله پیوستگی استفاده می‌کنیم:

$$A_A v_A = A_B v_B + A_C v_C \quad \xrightarrow{A_A v_A = 3 \frac{L}{s} = 3000 \frac{cm^3}{s}} \quad 3000 = 2 A_C \times 30 + A_C \times 40 \Rightarrow A_C = 30 \text{ cm}^2$$

$$v_B = 30 \frac{m}{s}, \quad A_B = 2 A_C, \quad v_C = 40 \frac{cm}{s}$$

$$C = A_C v_C = 30 \times 40 = 1200 \frac{cm^3}{s} = 1.2 \frac{L}{s}$$

۲۸۵. گزینه ۲ با استفاده از معادله پیوستگی داریم:

$$A = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$A_A v_A = A_B v_B + A_C v_C \longrightarrow D_A^2 v_A = D_B^2 v_B + D_C^2 v_C \Rightarrow 8^2 \times 15 = 6^2 \times 20 + 4^2 \times v_C$$

$$\Rightarrow v_C = \frac{4^2 \times 2^2 \times 15 - 6^2 \times 3 \times 15}{4^2} = \frac{4^2 \times 15 \times (4 - 3)}{4^2} \Rightarrow v_C = 15 \text{ m/s}$$

۲۸۶. گزینه ۱ در ابتدا تندی جریان را در مرحله پهن‌تر می‌یابیم:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \rightarrow \begin{cases} 30 = 2.5t \rightarrow t = 12 \text{ s} \text{ در لوله باریک} \\ t' = t_{\text{پهن}} - t = 137 - 12 = 125 \text{ s} \end{cases}$$

در لوله پهن‌تر:

$$50 = v \times 125 \rightarrow v' = 0.4 \frac{cm}{s}$$

در نهایت داریم:

$$\frac{v'}{v} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{0.4}{2.5} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow r' = 5 \text{ cm}$$

۲۸۷. گزینه ۲ مطابق با معادله پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

برای مقاطع A و B :

$$\frac{v_A}{v_B} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 = \left(\frac{R}{R}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow v_A = \frac{1}{4} v_B \quad (I)$$

برای مقاطع B و C :

$$\frac{v_B}{v_C} = \left(\frac{R_C}{R_B}\right)^2 = \left(\frac{2R}{R}\right)^2 = 4 \Rightarrow v_B = 4 v_C \quad (II)$$

با استفاده از رابطه (I) و (II) داریم:

$$v_A = \frac{1}{4} v_B = 16 v_C$$

۲۸۸. گزینه ۳

با توجه به معادله پیوستگی در لوله می توان نوشت:

$$A_A v_A = A_B v_B = A_C v_C$$

$$\rightarrow \begin{cases} A_A v_A = A_B v_B \rightarrow \pi r_A^2 v_A = \pi r_B^2 v_B \Rightarrow \left(\frac{3}{4}\right)^2 v_A = \left(\frac{1}{2}\right)^2 v_B \times 18 \Rightarrow v_A = \frac{18}{9} \rightarrow v_A = 2 \frac{m}{s} \\ A_C v_C = A_B v_B \rightarrow \pi r_C^2 v_C = \pi r_B^2 v_B \Rightarrow \left(\frac{5}{4}\right)^2 v_C = \left(\frac{1}{2}\right)^2 v_B \times 18 \Rightarrow v_C = 72 \frac{m}{s} \end{cases}$$

$$v_C - v_A = 72 - 2 = 70 \frac{m}{s}$$

۲۸۹. گزینه ۲

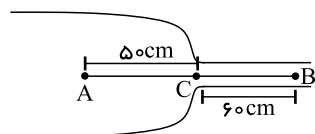
می دانیم که در این جا آهنگ شارش آب در همه قسمت های لوله یکسان است، بنابراین داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow \pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2 \rightarrow 9 v_1 = v_2 \xrightarrow{v_2 - v_1 = 40 \frac{cm}{s}} v_2 = 40 \frac{cm}{s}, v_1 = 5 \frac{cm}{s}$$

$$A_2 v_2 = A_3 v_3 \rightarrow \pi r_2^2 v_2 = \pi r_3^2 v_3 \rightarrow 40 v_2 = 1 v_3 \rightarrow v_3 = 40 v_2 = 1600 \frac{cm}{s}$$

$$\rightarrow V = 486 Lit$$

۲۹۰. گزینه ۴



ابتدا زمان پیمودن مسیر از A تا C را می یابیم:

$$\Delta x = v_x \Delta t \rightarrow 50 = 0.4 \times \Delta t \rightarrow \Delta t = 125 s$$

حال اگر این مدت را از زمان کل کم کنیم، زمان جابه جایی از C تا B به دست می آید:

$$\Delta t_{CB} = 149 - 125 \rightarrow \Delta t_{CB} = 24 s$$

حال تندی جریان آب در قسمت CB را محاسبه می کنیم:

$$\Delta x = v' \cdot \Delta t \rightarrow 60 = v' \times 24 \rightarrow v' = 2.5 \frac{m}{s}$$

در نهایت داریم:

$$A v = A' v' \rightarrow r^2 v = (r')^2 v' \rightarrow 25 \times 0.4 = (r')^2 \times 2.5 \rightarrow r' = 2 cm \xrightarrow{d=2r'} d = 4 cm$$

۲۹۱. گزینه ۳ با توجه به معادله پیوستگی در جریان های پایا و لایه ای داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \xrightarrow{A=\pi r^2} r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2 \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 4 \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 4 \xrightarrow{v_2 - v_1 = 0.3} 4 v_1 - v_1 = 0.3 \Rightarrow v_1 = 0.1 \frac{m}{s} \rightarrow v_2 = 0.4 \frac{m}{s}$$

۲۹۲. گزینه ۲

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = A v = (\pi r^2) \times v = 3/14 \times (1 \times 10^{-4})^2 \times 10$$

شعاع تندی

$$= 3/14 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} = 3/14 \frac{L}{s}$$

۲۹۳. گزینه ۲ تندی جریان با مربع قطر لوله نسبت عکس دارد:

فیزیک دهم فصل دو

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{100}{25}\right)^2 = 16 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{1600}{100} = 1 + \frac{1500}{100} \Rightarrow \frac{\Delta v}{v_1} \times 100 = 1500 \text{ درصد}$$

یعنی ۱۵۰۰٪ تندی افزایش می‌یابد.

۲۹۴. گزینه ۲

$$Av \rightarrow A_1 v_1 = 10 \times 10 = 100 \frac{cm^3}{s}$$

$$SI : 100 \frac{cm^3}{s} = ? \frac{m^3}{s} \rightarrow ? = 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \xrightarrow{A=\pi r^2} \pi r_1^2 \times 10 = \pi (2r_1)^2 \times v_2 \rightarrow 10 = 4v_2 \rightarrow v_2 = 2.5 \frac{cm}{s}$$

۲۹۵. گزینه ۲ بررسی عبارت‌ها:

الف) غلط؛ شاره باید تراکم‌ناپذیر باشد تا چگالی آن در همه نقاط ثابت باشد.

ب) صحیح؛ اینکه شاره گران‌روی نداشته باشد، یعنی اصطکاک داخلی نداشته باشد.

پ) صحیح است.

۲۹۶. گزینه ۲ سطح مقطع (۲) کمتر از سطح مقطع (۱) است؛ بنابراین مطابق معادله پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{v_2}{v_1} \xrightarrow{\frac{A_1}{A_2} > 1} \frac{v_2}{v_1} > 1 \Rightarrow v_2 > v_1$$

مطابق اصل برنولی می‌دانیم که هرچه سرعت شاره بیشتر باشد، فشار آن کمتر است، در نتیجه: $P_1 > P_2$

۲۹۷. گزینه ۲ آهنگ شارش حجمی (حجم عبوری از مقطعی از یک لوله جریان در واحد زمان) برابر است با:

$$Q = \frac{\Delta v}{\Delta t} = Av$$

اگر سیال تراکم‌ناپذیر باشد، این آهنگ برای تمامی مقاطع یکسان است.

$$Q = \text{ثابت}$$

و برای هر دو مقطع دلخواه داریم: (پیوستگی جریان تراکم‌ناپذیر)

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

یا

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

بنابر آنچه گذشت، می‌توان گفت: تندی جریان با مساحت مقطع لوله نسبت عکس دارد.

یا تندی جریان با مربع قطر مقطع لوله نسبت عکس دارد.

یعنی با نصف شدن قطر لوله، تندی جریان ۴ برابر می‌شود.

بنابراین در مسأله فوق

$$d_1 = 2d_2 \rightarrow v_2 = 4v_1$$

و گزینه ۲، درست است.

۲۹۸. گزینه ۴ با توجه به معادله پیوستگی، $(A_1 v_1 = A_2 v_2)$ ، با کاهش سطح مقطع، تندی حرکت شاره افزایش می‌یابد.

$$A_A = A_C > A_B \Rightarrow v_A = v_C < v_B$$

۲۹۹. گزینه ۲ طبق معادله پیوستگی، در قسمت B با کاهش سطح مقطع تندی سیال افزایش می‌یابد. در قسمت C با ثابت بودن سطح مقطع، تندی سیال ثابت می‌ماند و در قسمت D با افزایش

سطح مقطع تندی سیال کاهش می‌یابد.

۳۰۰. گزینه ۴ به‌طور کلی می‌دانیم که آهنگ تغییر شاره، معادل با حاصل‌ضرب (تندی $\times$ سطح مقطع لوله) است. بنابراین اول آهنگ جریان را در SI می‌یابیم، سپس تندی را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{آهنگ جریان شاره} = 6 \frac{\text{lit}}{\text{min}} = 6 \frac{\text{lit}}{\text{min}} \times \frac{10^{-3} m^3}{1 \text{ lit}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 s} = 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$10^{-4} = A \times v \Rightarrow v = \frac{10^{-4}}{10 \times 10^{-4}} = 0.1 \frac{m}{s}$$