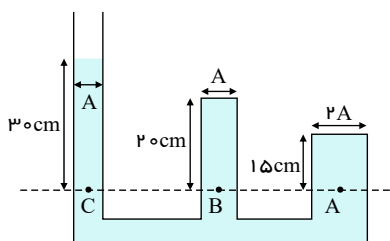


علیرضا ایدل خانی

نام آزمون: فشار ۲

تاریخ آزمون: ۱۳۹۹/۱۱/۰۳

۱- در ظرفی مطابق شکل زیر آب می‌ریزیم. اگر آب در حال تعادل باشد، کدام گزینه مقایسه‌ی درستی بین فشار نقاط A ، B و C را نشان می‌دهد؟



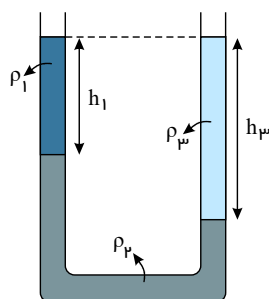
$$P_A = \frac{1}{2}P_B = \frac{1}{2}P_C \quad \text{②}$$

$$P_A = \frac{1}{2}P_C = \frac{3}{2}P_B \quad \text{①}$$

$$P_A = 2P_C = \frac{2}{3}P_B \quad \text{④}$$

$$P_A = P_B = P_C \quad \text{③}$$

۲- مطابق شکل زیر، سه مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $\rho_1 = 4g/cm^3$ ، $\rho_2 = 7g/cm^3$ و $\rho_3 = 5g/cm^3$ در لوله‌ی U شکل موجود هستند. اگر $h_3 = 15cm$ باشد، h_1 چند سانتی‌متر است؟ (سیستم در تعادل است).



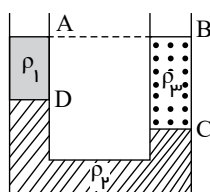
$$7.5 \quad \text{①}$$

$$9 \quad \text{②}$$

$$12 \quad \text{③}$$

$$10 \quad \text{④}$$

۳- در شکل روبه‌رو، ρ_1 ، ρ_2 و ρ_3 چگالی سه مایع مخلوط‌نشده هستند. اگر $AD = 10cm$ و $BC = 15cm$ باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

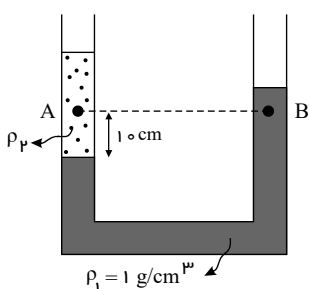


$$3\rho_2 + 2\rho_1 = \rho_2 \quad \text{②}$$

$$2\rho_2 + \rho_1 = 3\rho_3 \quad \text{①}$$

$$\rho_2 + 3\rho_1 = 2\rho_2 \quad \text{④}$$

$$2\rho_1 + \rho_2 = 3\rho_3 \quad \text{③}$$



۴- در لوله‌ی U شکل زیر، اگر $P_A = P_B + 200Pa$ باشد، ρ_2 چند g/cm^3 است؟ ($g = 10m/s^2$)

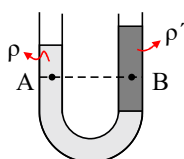
$$0.8 \quad \text{①}$$

$$800 \quad \text{②}$$

$$0.98 \quad \text{③}$$

$$980 \quad \text{④}$$

۵- مطابق شکل زیر، درون لوله‌ی U شکل، دو مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های ρ و ρ' در حالت تعادل قرار دارند. کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی چگالی دو مایع و فشار در نقاط مشخص شده درون لوله صحیح است؟ (سطح مقطع دو طرف لوله‌ی U شکل برابر است).



$$P_A = P_B, \rho > \rho' \quad \text{②}$$

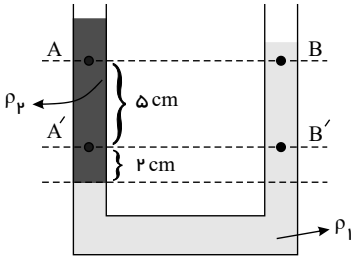
$$P_A = P_B, \rho < \rho' \quad \text{①}$$

$$P_A < P_B, \rho < \rho' \quad \text{④}$$

$$P_A < P_B, \rho > \rho' \quad \text{③}$$



۶- در شکل زیر دو مایع با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 در حال تعادل هستند. اگر اندازه اختلاف فشار نقاط A و B برابر P' اندازه اختلاف فشار A' و B' برابر P'' باشد، در این صورت حاصل $\frac{P'}{P''}$ کدام است؟



۳٫۵ (۲)

۲/۷ (۱)

۲٫۵ (۴)

۲/۵ (۳)

۷- در شکل زیر چگالی مایع نصف چگالی جیوه است. اگر فشار هوای حبس شده در لوله سمت چپ برابر با 82 cmHg باشد، فشار هوای آزاد چند سانتی متر جیوه است؟



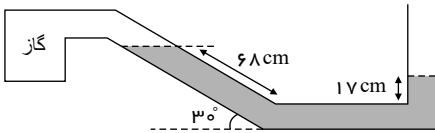
۷۸ (۲)

۷۹ (۱)

۷۴ (۴)

۷۶ (۳)

۸- با توجه به شکل، اگر فشار هوای محیط 76 cmHg و چگالی مایع در حال تعادل داخل لوله 6.8 g/cm^3 باشد، فشار مخزن گاز چند سانتی متر جیوه است؟ (چگالی جیوه 13.6 g/cm^3 است.)



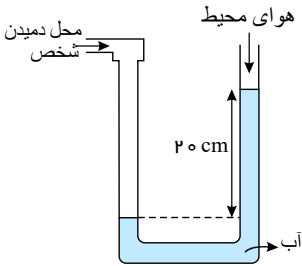
۶۷٫۵ (۲)

۶۶٫۵ (۱)

۶۵٫۵ (۴)

۶۸٫۵ (۳)

۹- مطابق شکل زیر، شخصی از دهانه فشارسنجی به آن می‌دمد. فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخص چند پاسکال است؟ $g = 10 \text{ N/kg}$ و $(\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3)$



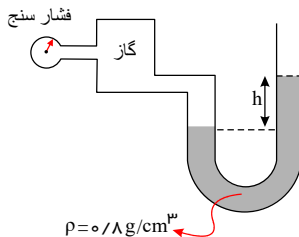
۱۵۰۰ (۱)

۲۰۰۰ (۲)

۷۵۰۰ (۳)

صفر (۴)

۱۰- در شکل زیر، فشارسنج، فشار مخزن گاز را ۲ میلی‌متر جیوه نشان می‌دهد و مایع در حال تعادل است. h چند سانتی‌متر است؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3)$



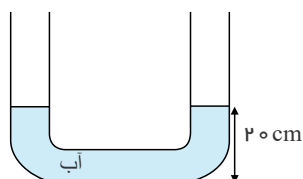
۶۸ (۱)

۶٫۸ (۲)

۳۴ (۳)

۳٫۴ (۴)

۱۱- در یک لوله U شکل آب می‌ریزیم تا سطح آب 20 cm بالاتر از ته لوله قرار گیرد. سپس در شاخه سمت راست روغن به چگالی 0.8 g/cm^3 می‌ریزیم. سطح آب در شاخه سمت چپ تا ارتفاع 25 cm بالا می‌رود. در این حالت سطح فصل مشترک روغن و هوا در شاخه سمت راست در ارتفاع چند سانتی‌متری از ته لوله قرار دارد؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3)$ و سطح مقطع لوله در دو طرف یکسان است.)



۱۲٫۵ (۲)

۲۷٫۵ (۱)

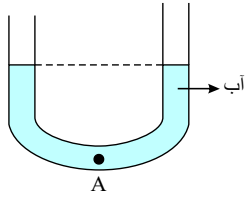
۲۱٫۲۵ (۴)

۳۱٫۲۵ (۳)



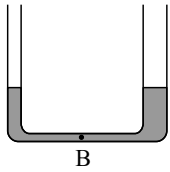
۱۲- مطابق شکل زیر، در یک لوله U شکل، مقداری آب در حالت تعادل قرار دارد. در شاخه سمت راست تا ارتفاع 16cm روغن می‌ریزیم. بعد از ایجاد تعادل، فشار در نقطه A چند پاسکال افزایش می‌یابد؟ (سطح مقطع لوله در دو طرف یکسان است).

($\rho_{\text{روغن}} = 0.8\text{g/cm}^3$, $\rho_{\text{آب}} = 1\text{g/cm}^3$, $g = 10\text{m/s}^2$)



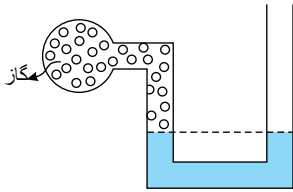
- ۱) ۶۴
- ۲) ۶۴۰
- ۳) ۱۲۸
- ۴) ۱۲۸۰

۱۳- در لوله U شکل زیر، شعاع شاخه سمت راست، ۲ برابر شعاع شاخه سمت چپ است و جیوه داخل آن در حالت تعادل قرار دارد. مقداری آب به شاخه سمت چپ اضافه می‌کنیم تا بعد از ایجاد تعادل، فشار در نقطه B به اندازه 2mmHg افزایش یابد. ارتفاع آب اضافه شده در شاخه سمت چپ چند سانتی‌متر است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1\text{g/cm}^3$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6\text{g/cm}^3$ و حجم لوله رابط ناچیز است).



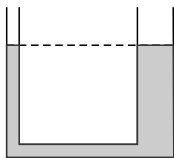
- ۱) ۵,۴۴
- ۲) ۰,۲
- ۳) ۱۳,۶
- ۴) ۰,۸

۱۴- مطابق شکل زیر، درون لوله مانومتر آب در حال تعادل قرار داشته و سطح آب در دو شاخه یکسان است. اگر در شاخه سمت راست به اندازه 30cm^3 نفت بریزیم، آب در شاخه مقابل به اندازه 5cm نسبت به حالت اولیه بالا می‌رود. فشار مخزن گاز در این حالت نسبت به حالت اولیه چند پاسکال تغییر می‌کند؟ (سطح مقطع لوله ثابت و برابر 2cm^2 است، $\rho_{\text{نفت}} = 800\text{kg/m}^3$, $\rho_{\text{آب}} = 1000\text{kg/m}^3$, $g = 10\text{N/kg}$)



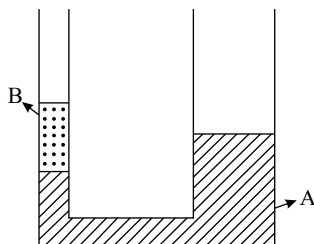
- ۱) ۷۰۰
- ۲) ۱۴۰۰
- ۳) ۱۹۰۰
- ۴) ۲۰۰

۱۵- در شکل زیر، سطح مقطع لوله در طرف راست و چپ به ترتیب، 6cm^2 و 2cm^2 می‌باشد و لوله محتوی آب در حال تعادل است. چند گرم روغن به چگالی $\rho = 0.8\text{g/cm}^3$ در لوله سمت چپ بریزیم تا بعد از ایجاد تعادل، سطح آب در آن 9cm پایین برود؟



- ($g = 10\text{N/kg}$, $\rho_{\text{آب}} = 1\text{g/cm}^3$)
- ۱) ۶
 - ۲) ۱۲
 - ۳) ۱۸
 - ۴) ۲۴

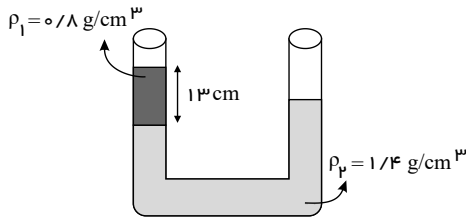
۱۶- در شکل مقابل شعاع مقطع شاخه سمت راست دو برابر شعاع مقطع شاخه سمت چپ است و ارتفاع مایع B در شاخه سمت چپ برابر با 20cm است. اگر در شاخه سمت راست مایع C به چگالی 4g/cm^3 و به ارتفاع 25cm بریزیم، پس از رسیدن مجموعه به تعادل، سطح مایع A در شاخه سمت چپ چند سانتی‌متر بالا می‌رود؟ ($\rho_A = 5\text{g/cm}^3$ و $\rho_B = 3\text{g/cm}^3$ و سه مایع مخلوط‌نشده هستند).



- ۱) ۱۲
- ۲) ۱۶
- ۳) ۴
- ۴) ۸

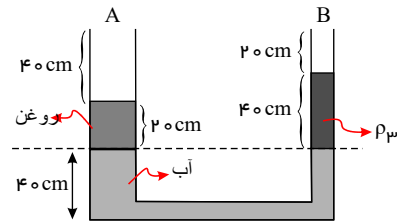


۱۷- در شکل زیر، دو مایع در لوله U شکل در حال تعادل هستند. اگر مقدار مایع به چگالی $1,2 \text{ g/cm}^3$ شاخه سمت راست اضافه کنیم، به طوری که بعد از ایجاد تعادل، سطح آزاد مایع ها در دو شاخه در یک تراز افقی قرار گیرد، ارتفاع مایع سوم در لوله سمت راست چند سانتی متر خواهد بود؟



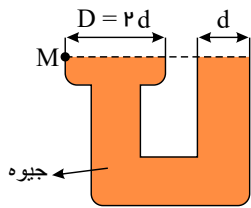
- ۱) ۷,۵
- ۲) ۱۳
- ۳) ۲۶
- ۴) ۳۹

۱۸- در شکل زیر، سطح مقطع لوله های A و B به ترتیب 300 cm^2 و 100 cm^2 است و در لوله U شکل، آب و روغن و مایع نامعلوم فرضی ρ_3 به حال تعادل قرار دارند. در لوله A آن قدر روغن می ریزیم تا این لوله کاملاً پُر شود. در این صورت چند گرم از مایع ρ_3 از لوله B به بیرون می ریزد؟ (چگالی آب و روغن به ترتیب 1 g/cm^3 و 0.8 g/cm^3 است.)



- ۱) ۴۸۰
- ۲) ۶۴۰
- ۳) ۳۲۰
- ۴) ۲۴۰

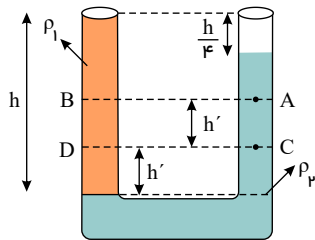
۱۹- مطابق شکل مقداری جیوه در داخل ظرف در حال تعادل است و قطر دهانه سمت چپ، دو برابر قطر دهانه سمت راست است. اگر در دهانه سمت راست، به ارتفاع 34 cm آب بریزیم، بعد از ایجاد تعادل سطح جیوه در دهانه سمت چپ نسبت به نقطه M چند سانتی متر بالاتر می رود؟



$(\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3, \rho_{\text{جیوه}} = 13,6 \text{ g/cm}^3)$

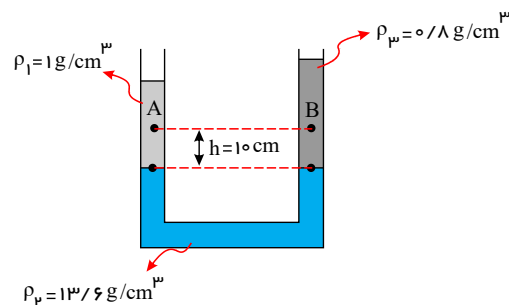
- ۱) ۰,۵
- ۲) ۶,۸
- ۳) ۲۶,۲
- ۴) ۴

۲۰- مطابق شکل مقابل، دو مایع مخلوط نشدنی در حال تعادل قرار دارند. کدام رابطه در مورد مقایسه بین فشار نقاط مختلف صحیح است؟



- ۱) $P_C > P_D > P_B > P_A$
- ۲) $P_C > P_D > P_A > P_B$
- ۳) $P_D > P_C > P_B > P_A$
- ۴) $P_D > P_B > P_C > P_A$

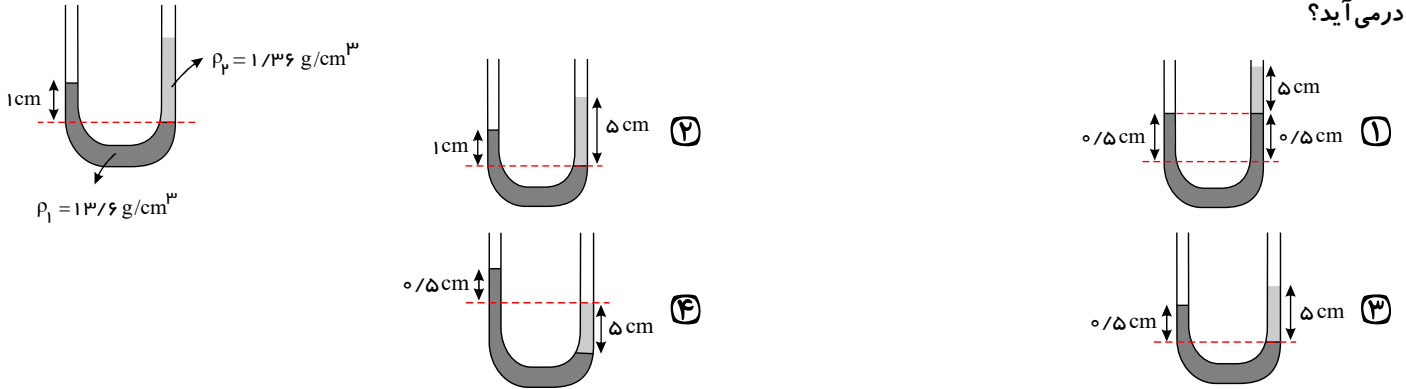
۲۱- در شکل زیر، مایع ها در یک لوله U شکل به حال تعادل اند. اختلاف فشار بین دو نقطه A و B $(P_A - P_B)$ چند پاسکال است؟ $g = 10 \text{ N/kg}$



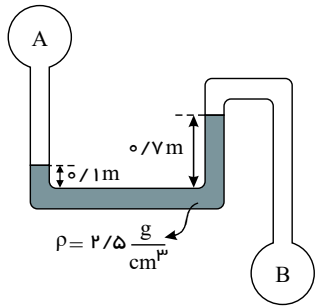
- ۱) -۲۰۰
- ۲) ۲۰۰
- ۳) -۱۰۰
- ۴) ۱۰۰



۲۲- در شکل زیر مایع‌ها در حال تعادل‌اند. اگر ارتفاع مایع با چگالی ρ_p نصف شود، بعد از ایجاد تعادل، وضعیت مایع‌ها در لوله U شکل به چه صورتی درمی‌آید؟

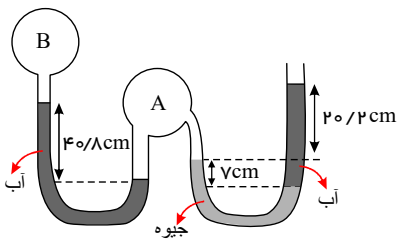


۲۳- با توجه به شکل زیر، کدام گزینه در مورد مقایسه فشار مخزن‌های A و B صحیح است؟ ($g = 10 N/kg$)



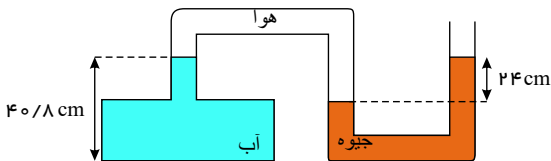
- ۱) فشار مخزن A ، $15 kPa$ از فشار مخزن B بیشتر است.
- ۲) فشار مخزن A ، $17.5 kPa$ از فشار مخزن B بیشتر است.
- ۳) فشار مخزن B ، $15 kPa$ از فشار مخزن A بیشتر است.
- ۴) فشار مخزن B ، $17.5 kPa$ از فشار مخزن A بیشتر است.

۲۴- در شکل زیر، اگر فشار هوای محیط برابر $75 cmHg$ ، چگالی آب برابر $1000 kg/m^3$ و چگالی جیوه $13600 kg/m^3$ باشد، فشار پیمانه‌ای گاز مخزن B تقریباً با کدام گزینه است؟ ($g = 10 N/kg$) و مایع‌ها در حال تعادل می‌باشند.



- ۱) $67 cmHg$
- ۲) $-8 kPa$
- ۳) $8 cmHg$
- ۴) $-11 kPa$

۲۵- در شکل زیر، جیوه و آب در حال تعادل هستند. فشار کل در کف مخزن آب برابر با چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 g/cm^3$)

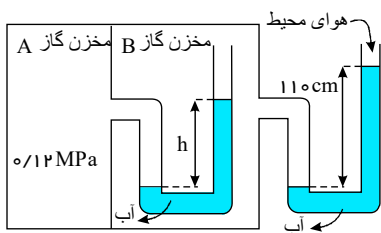


- ۱) 100
- ۲) 106

($P_o = 76 cmHg$ و $\rho_{\text{جیوه}} = 13600 g/cm^3$)

- ۱) 97
- ۲) 103

۲۶- در شکل زیر، اگر فشار هوای محیط $101 kPa$ باشد، چند سانتی‌متر است، h (سیستم در حال تعادل است، $g = 10 N/kg$)

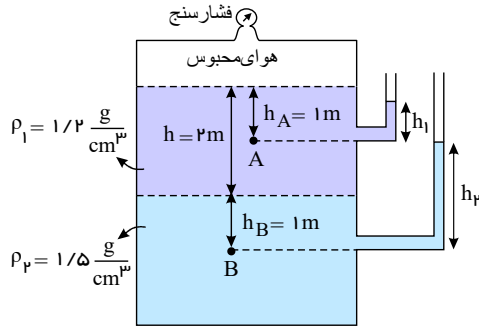


($\rho_{\text{آب}} = 1000 kg/m^3$)

- ۱) 80
- ۲) 0.8
- ۳) 120
- ۴) 1.2



۲۷- مطابق شکل، فشارسنج، فشار کل هوای محبوس را عدد $1.06 kPa$ نمایش می‌دهد. در این صورت $(h_1 + h_2)$ چند متر است؟

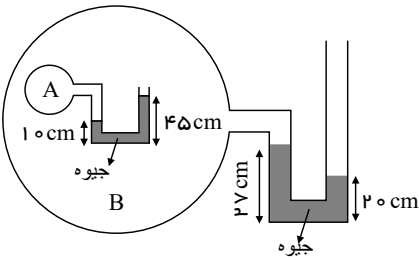


$g = 10 N/kg$ ، سیستم در تعادل است و فشار هوای محیط $P_0 = 1.0^5 Pa$ است.

- ۱) ۱٫۵
- ۲) ۳
- ۳) ۴٫۵
- ۴) ۶

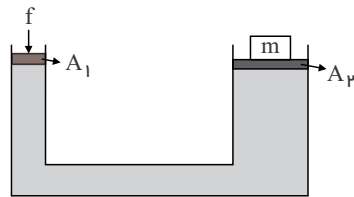
۲۸- در شکل مقابل، جیوه در دو لوله در حال تعادل است. اگر فشار هوا $P_0 = 1.08 kPa$ باشد، فشار گاز داخل مخزن A چند سانتی‌متر جیوه خواهد بود؟

$(g = 10 N/kg, \rho_{\text{جیوه}} = 13.5 g/cm^3)$



- ۱) ۱۲۲
- ۲) ۱۳۸
- ۳) ۱۰۸
- ۴) ۱۳۶

۲۹- در شکل زیر، پیستون‌ها سبک بوده و در یک تراز افقی قرار دارند. اگر اندازل نیروی f ده درصد افزایش یابد، وزنه چند کیلوگرمی بر روی وزنه



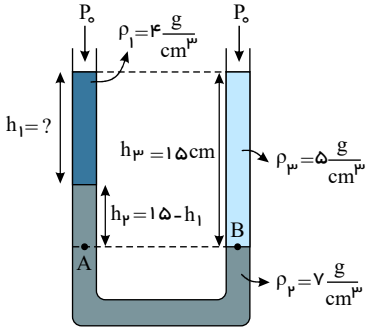
$m = 20 kg$ باید قرار دهیم تا پیستون‌ها باز هم در یک تراز افقی در حال تعادل قرار گیرند؟

- ۱) ۲۱
- ۲) ۲۲
- ۳) ۲۳
- ۴) ۲۴



پاسخنامه تشریحی

- ۱ - گزینه ۳ نقاطی که در یک سطح تراز افقی از یک مایع ساکن قرار دارند، دارای فشار یکسان می‌باشند و بستگی به شکل ظرف و سطح مقطع آن در نقاط مختلف ندارد.
۲ - گزینه ۴



چون فشار در نقطه‌های هم تراز هم درون یک مایع ساکن با هم برابر است، بنابراین فشار نقطه‌های A و B یکسان است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_o + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_v = P_o + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_2 h_v = \rho_2 h_2 \Rightarrow 4h_1 + 5(15 - h_1) = 5 \times 15$$

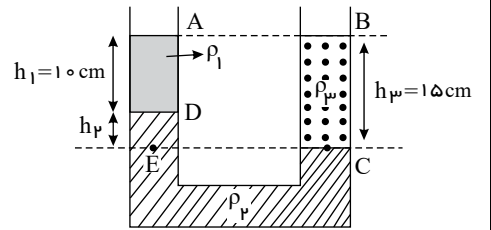
$$\Rightarrow 4h_1 + 105 - 5h_1 = 75 \Rightarrow 105 - 75 = h_1 \Rightarrow h_1 = 10 \text{ cm}$$

$$P_E = P_C \Rightarrow \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_v = \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_2 h_v = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times 10 + \rho_2 \times 5 = \rho_2 \times 15$$

$$\Rightarrow 2\rho_1 + \rho_2 = 3\rho_2$$

۳ - گزینه ۳ فشار در نقاط هم تراز یک مایع ساکن با هم برابرند. بنابراین:



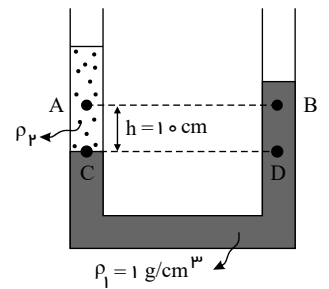
۴ - گزینه ۱ با توجه به برابری فشار در نقاط هم تراز C و D داریم:

$$P_C = P_D \Rightarrow P_A + \rho_2 g h = P_B + \rho_1 g h \Rightarrow P_A = P_B + (\rho_1 - \rho_2) g h$$

با توجه به صورت سؤال می‌توان نوشت:

$$(\rho_1 - \rho_2) g h = 200 \Rightarrow (\rho_1 - \rho_2) \times 10 \times 0.1 = 200 \xrightarrow{\rho_1 = 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3} 1000 - \rho_2 = 2000 \Rightarrow$$

$$\rho_2 = 800 \text{ kg/m}^3 = 0.8 \text{ g/cm}^3$$

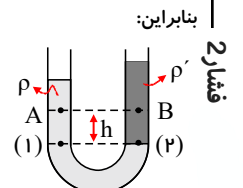


۵ - گزینه ۳ با توجه به اینکه مایع به چگالی ρ پایین‌تر از مایع به چگالی ρ' قرار گرفته است، بنابراین $\rho > \rho'$ است. از طرفی، فشار در نقاط هم تراز از یک مایع در لوله U شکل برابر است. بنابراین فشار در نقاط (۱) و (۲) برابر است.

$$P_1 = P_2$$

$$\rho g h + P_A = \rho' g h + P_B \Rightarrow P_A - P_B = \rho' g h - \rho g h = g h (\rho' - \rho)$$

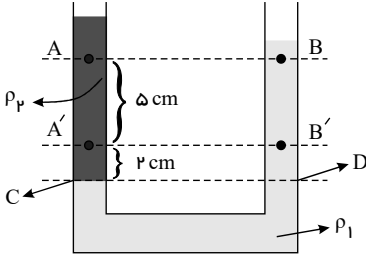
$$\xrightarrow{\rho > \rho'} P_A - P_B < 0 \Rightarrow P_A < P_B$$





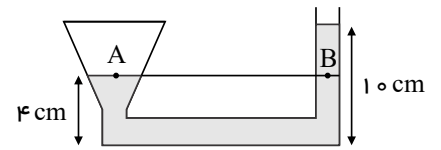
۶ - گزینه ۲

با توجه به خط تراز داریم:



$$\left. \begin{aligned} PC &= PD \\ \rho_2 g(5\text{cm}) + P_{A'} &= \rho_1 g(2\text{cm}) + P_{B'} \rightarrow P_{A'} - P_{B'} = g \times 2(\rho_1 - \rho_2) \\ PC &= PD \\ \rho_1 g 2\text{cm} + P_A &= \rho_1 g 5\text{cm} + P_B \rightarrow P_A - P_B = g \times 3(\rho_1 - \rho_2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P'}{P''} = \frac{P_A - P_B}{P_{A'} - P_{B'}} = \frac{g \times 3(\rho_1 - \rho_2)}{g \times 2(\rho_1 - \rho_2)} = \frac{3}{2} = 3,5$$

۷ - گزینه ۱ با توجه به برابری فشار در نقاط هم تراز یک مایع ساکن، داریم:



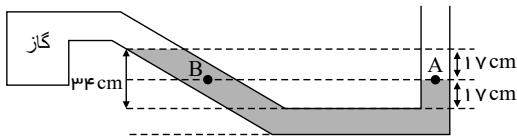
حال باید محاسبه کنیم که ۶ cm از مایع معادل چه ارتفاعی از جیوه است.

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{مایع} h_{مایع} \Rightarrow \rho_{Hg} \times h_{Hg} = \frac{\rho_{مایع}}{\rho_{Hg}} \times 6 \Rightarrow h_{Hg} = 3\text{cm}$$

$$\Rightarrow P_{مایع} = 3\text{cmHg} \Rightarrow 82 = P_0 + 3 \Rightarrow P_0 = 79\text{cmHg}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = P_{گاز} + P_{مایع}$$

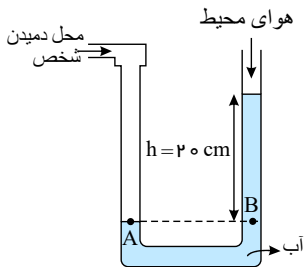
$$P_{گاز} = P_0 - P_{مایع} \quad (1)$$



$$\rho_{مایع} h_{مایع} = \rho_{جیوه} h_{جیوه} \Rightarrow 6,8 \times 17 = 13,6 h \Rightarrow h_{جیوه} = 8,5\text{cm}$$

$$(1) \rightarrow P_{گاز} = 76 - 8,5 = 67,5\text{cmHg}$$

۹ - گزینه ۲



از برابری فشار در نقاط A و B استفاده می کنیم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{دمیدن} = P_{هوای محیط} + \rho_{آب} gh$$

$$P_g = P_{دمیدن} - P_{هوای محیط}$$

$$h = 20\text{cm} = 0,2\text{m}$$

$$\Rightarrow P_g = 1000 \times 10 \times 0,2 = 2000\text{Pa}$$

$$P_{گاز} - P_0 = \rho_{جیوه} gh_{جیوه}, h_{جیوه} = 2\text{mm} \quad (1)$$

۱۰ - گزینه ۴ فشارسنج فشار پیمانه ای مخزن گاز را نشان می دهد، بنابراین:



از برابری فشار در نقاط هم تراز لوله U شکل داریم:

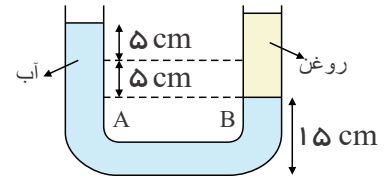
$$P_{\text{گاز}} = P_{\text{مایع}} + P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = P_{\text{مایع}} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}} \Rightarrow 13,6 \times 2 = 0,8 \times h \Rightarrow h = 34 \text{ mm} = 3,4 \text{ cm}$$

۱۱ - گزینه ۱ پس از ریختن روغن در شاخه سمت راست شکل به صورت زیر درمی آید. نقاط A و B هم تراز داخل یک مایع ساکن هستند، پس هم فشارند.

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}}$$

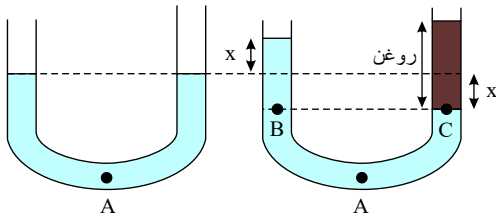
$$\Rightarrow 1 \times 10 = 0,8 \times h_{\text{روغن}} \Rightarrow h_{\text{روغن}} = 12,5 \text{ cm}$$



فاصله سطح بالایی روغن تا پایین برابر خواهد شد با:

$$12,5 + 15 = 27,5 \text{ cm}$$

۱۲ - گزینه ۲



با ریختن روغن در شاخه سمت راست، آب به اندازه x پایین می رود و در لوله سمت چپ آب به اندازه x بالا می رود. با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم تراز B و C که در یک مایع ساکن قرار دارند، می توان نوشت:

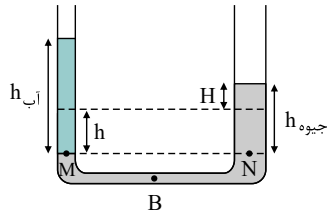
$$P_B = P_C \Rightarrow 2x\rho_{\text{آب}} = h_{\text{روغن}}\rho_{\text{روغن}} \Rightarrow 2x \times 1 = 16 \times 0,8 \Rightarrow x = 6,4 \text{ cm}$$

با توجه به شکل فشار در نقطه A به اندازه فشار ناشی از ارتفاع 6,4 cm ستون آب افزایش می یابد که با تبدیل آن به پاسکال داریم:

$$P = \rho_{\text{آب}} gh \Rightarrow P = 1000 \times 10 \times 0,064 = 640 \text{ Pa}$$

۱۳ - گزینه ۳

با اضافه کردن آب به شاخه سمت چپ، سطح جیوه در آن پایین آمده و در شاخه سمت راست بالا می رود. با توجه به این که حجم جیوه جابه جا شده در دو طرف یکسان است، می توان نوشت:



$$V_1 = V_2 \Rightarrow ha = HA \Rightarrow h\pi r^2 = H\pi R^2 \xrightarrow{R=2r} h = 4H$$

از طرفی با توجه به این که بعد از این عمل، فشار در نقطه B به اندازه 2 mmHg افزایش پیدا کرده است، می توان نتیجه گرفت:

$$H = 2 \text{ mm} = 0,2 \text{ cm}$$

بنابراین:

$$h = 4H = 4 \times 2 \Rightarrow h = 8 \text{ mm} = 0,8 \text{ cm}$$

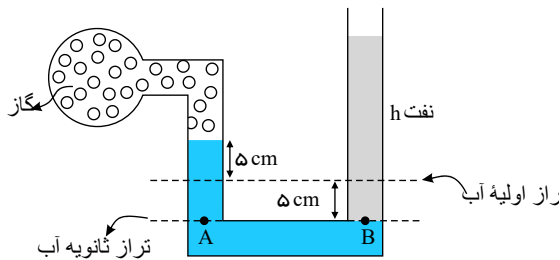
حال با توجه به برابری فشار در نقاط هم تراز M و N از یک مایع ساکن داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow 1 \times h_{\text{آب}} = 13,6 \times (0,2 + 0,8) \Rightarrow h_{\text{آب}} = 13,6 \text{ cm}$$

۱۴ - گزینه ۴

در حالت اول چون سطح آب در حال تعادل در دو شاخه هم تراز است، بنابراین $(P_g)_1 = P_0$ می باشد. در حالت ثانویه، شکلی مانند شکل روبرو داریم:



۹. دلیل یکسان بودن سطح مقطع هر دو شاخه، در هر دوی آن ها آب به اندازه 5 cm جابه جا می گردد. هم چنین ارتفاع نفت این گونه به دست می آید:



$$V_{\text{تفت}} = Ah_{\text{تفت}} \Rightarrow 30 = 2 \times h_{\text{تفت}} \Rightarrow h_{\text{تفت}} = 15 \text{ cm}$$

$$\begin{cases} P_A = (P_g)_r + (\rho gh)_{\text{آب}} \\ P_B = P_o + (\rho gh)_{\text{تفت}} \end{cases} \xrightarrow{P_A = P_B} (P_g)_r + (\rho gh)_{\text{آب}} = P_o + (\rho gh)_{\text{تفت}}$$

$$\Rightarrow (P_g)_r = P_o + (\rho gh)_{\text{تفت}} - (\rho gh)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow (P_g)_r = P_o + \underbrace{(1 \times 10^3 \times 10 \times 15 \times 10^{-2})}_{1200} - \underbrace{(10^3 \times 10 \times 10 \times 10^{-2})}_{1000} \Rightarrow (P_g)_r = P_o + 200$$

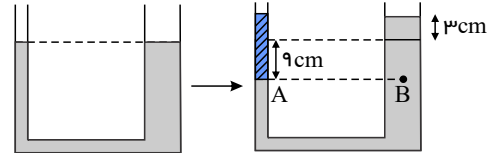
۱۵ - گزینه ۴ حجم آب جابه جاشده در دو لوله یکسان است. طبق محاسبات زیر وقتی سطح آب در لوله چپ ۹ cm پایین برود، سطح آب در طرف راست ۳ cm بالا می‌رود.

$$V_1 = V_r \Rightarrow A_1 h_1 = A_r h_r \Rightarrow 2 \times 9 = 6 h_r \Rightarrow h_r = 3 \text{ cm}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_o + \frac{mg}{A_1} = P_o + \rho gh$$

$$\Rightarrow \frac{m \times 10}{2 \times 10^{-2}} = 1000 \times 10 \times [(9 + 3) \times 10^{-2}]$$

$$\Rightarrow m = 24 \times 10^{-3} \text{ kg} = 24 \text{ g}$$

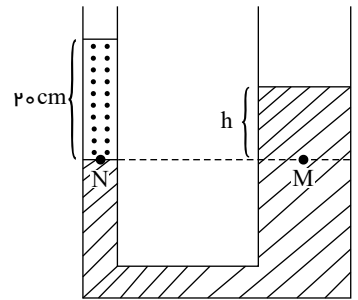


۱۶ - گزینه ۲ اگر مایع A در شاخه سمت راست به اندازه x پایین بیاید مایع A در شاخه سمت چپ به اندازه 4x بالا می‌رود. زیرا:

$$V_1 = V_r \Rightarrow A_1 x = A_r x' \xrightarrow[r_1 = 2r_r]{A = \pi r^2} x' = 4x$$

ابتدا اختلاف ارتفاع مایع A را در دو طرف لوله پیش از ریختن مایع C به دست می‌آوریم:

$$\begin{aligned} P_N = P_M &\Rightarrow P_o + \rho_B g h_B = P_o + \rho_A g h_A \\ \xrightarrow[h_B = 20 \text{ cm}]{} & 3 \times 20 = 5 \times h_A \Rightarrow h_A = 12 \text{ cm} \\ \rho_B = 3 \text{ g/cm}^3, \rho_A = 5 \text{ g/cm}^3 & \end{aligned}$$



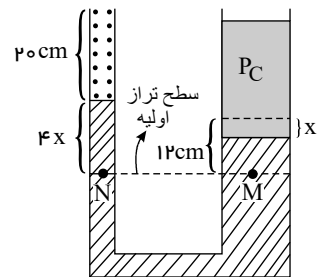
اکنون بعد از ریختن مایع C در شاخه سمت راست مجدداً رابطه هم‌فشاری نقاط M و N را می‌نویسیم. فرض می‌کنیم مایع A در شاخه سمت راست به اندازه x پایین بیاید.

$$P'_M = P'_N$$

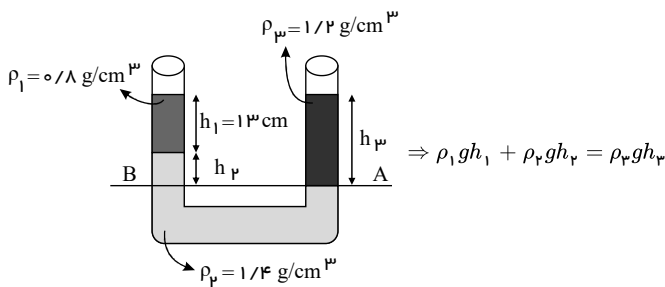
$$\Rightarrow P_o + \rho_B g h_B + \rho_A g (4x) = P_o + \rho_A g (12 - x) + \rho_C g h_C$$

$$\xrightarrow[h_B = 20 \text{ cm}, \rho_B = 3 \text{ g/cm}^3, \rho_A = 5 \text{ g/cm}^3]{} 3 \times 20 + 5 \times 4 \times x = 5(12 - x) + 4 \times 25$$

$$\xrightarrow[h_C = 25 \text{ cm}, \rho_C = 4 \text{ g/cm}^3]{} x = 4 \text{ cm} \Rightarrow 4x = 16 \text{ cm}$$



۱۷ - گزینه ۴ با توجه به توضیحات سؤال شکل نهایی مثل شکل روبرو خواهد بود:



$$\xrightarrow{g \text{ ساده}} 0.8 \times 13 + 1/4 \times h_p = 1/2 \times h_p$$

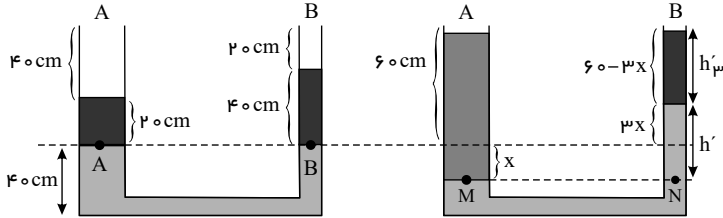


$$h_p = h_p - 13 \rightarrow 0.8 \times 13 + 1.4(h_p - 13) = 1.2h_p \rightarrow 0.8 \times 13 + 1.4h_p - 1.4 \times 13 = 1.2h_p$$

$$-0.6 \times 13 = -0.2 \times h_p \Rightarrow h_p = 39 \text{ cm}$$

در بالای خط تراز ارتفاع مایعات، از دو طرف یکسان است پس چگالی هم باید یکسان باشد و چون $\rho_1 < \rho_2$ هست باید مایع ρ_2 (که چگالی بیشتری دارد) به کمک ρ_1 بیاید؛ یعنی در سمت چپ لوله قرار بگیرد.

۱۸ - گزینه ۲



باید محاسبه کنیم که ارتفاع مایع نامعلوم چند سانتی متر افزایش می یابد. توجه داشته باشیم که مایع نامعلوم تا انتهای لوله فقط ۲۰ cm فاصله دارد.

هنگام اضافه کردن روغن، حجم آب پایین رفته در شاخه سمت چپ با حجم آب بالا آمده در شاخه سمت راست برابر است اما از آنجا که سطح مقطع A سه برابر سطح مقطع B است پس ارتفاع آب بالا آمده در شاخه B باید سه برابر ارتفاع آب پایین رفته در شاخه A باشد. (روی شکل آن ها را x و 3x نامیده ایم). برای حل مسئله به چگالی مایع نامعلوم نیاز داریم. از برابری فشار در نقاط A و B استفاده می کنیم تا چگالی آن به دست آید.

$$P_A = P_0 + (\rho g h)_{\text{روغن}}$$

$$P_B = P_0 + (\rho_p g h_p)$$

$$\frac{P_A = P_B}{\rightarrow} \rho_{\text{روغن}} \times h_{\text{روغن}} = \rho_p \times h_p \Rightarrow 0.8 \times 20 = \rho_p \times 40 \Rightarrow \rho_p = 0.4 \text{ g/cm}^3$$

اکنون از برابری فشار در دو نقطه M و N استفاده می کنیم.

$$P_M = P_0 + (\rho g h')$$

$$P_N = P_0 + (\rho g h')_{\text{آب}} + (\rho_p g h'_p)$$

$$\frac{P_M = P_N}{\rightarrow} \rho_{\text{روغن}} \times h'_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} h'_{\text{آب}} + \rho_p h'_p$$

$$\Rightarrow 0.8(60 + x) = 1 \times 40 + 0.4(60 - 3x) \Rightarrow x = 12 \text{ cm}$$

بنابراین ارتفاع کنونی مایع ρ_p برابر با $60 - 3x = 60 - 36 = 24 \text{ cm}$ است در حالی که در ابتدا ارتفاع آن ۴۰ cm بوده است.

بنابراین $40 - 24 = 16 \text{ cm}$ از این مایع به بیرون ریخته شده است. داریم:

$$V = Ah = 100 \times 10^{-4} \times 16 \times 10^{-2} = 16 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 1600 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho V = 0.4 \times 1600 = 640 \text{ g}$$

۱۹ - گزینه ۱ محاسبه می کنیم که فشار ناشی از این ارتفاع آب، معادل چند سانتی متر جیوه است.

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_w h_w \Rightarrow 13.6 h_{Hg} = 1 \times 34 \Rightarrow h_{Hg} = 2.5 \text{ cm}$$

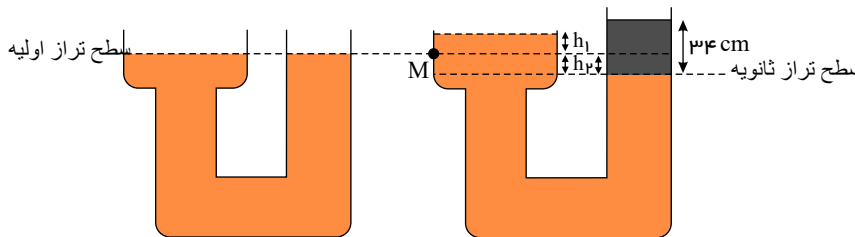
یعنی ریختن ۳۴ cm آب در دهانه راست معادل اضافه کردن ۲.۵ cm جیوه در این دهانه است. حال اگر این ۲.۵ cm را در دهانه ها تقسیم کنیم، داریم:

$$A_1 = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 h_1 = A_2 h_2 \rightarrow D^2 h_1 = d^2 h_2$$

$$A_2 = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$\frac{D=d}{\rightarrow} (2d)^2 h_1 = d^2 h_2 \Rightarrow h_2 = 4h_1 \xrightarrow{h_1 + h_2 = 2.5 \text{ cm}} h_1 = 0.5 \text{ m}$$



۲۰ - گزینه ۳ ابتدا نسبت چگالی دو مایع را به دست می آوریم:

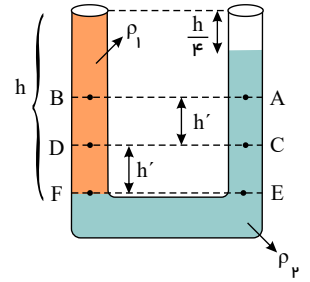
$$P_F = P_E \Rightarrow \rho_1 g h + P_0 = \rho_2 g \left(h - \frac{h}{4}\right) + P_0 \Rightarrow \rho_1 = \frac{3}{4} \rho_2$$



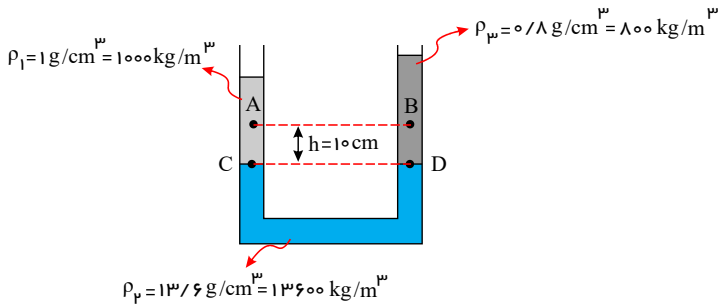
اکنون فشار را در نقاط A, B, C, D و به دست می آوریم:

$$\left. \begin{aligned} P_B &= P_F - \rho_1 g(\frac{3}{2}h') \\ P_D &= P_F - \rho_1 gh' \\ P_C &= P_E - \rho_2 gh' \\ P_A &= P_E - \rho_2 g(\frac{3}{2}h') \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \rho_1 &= \frac{3}{2}\rho_2 \\ P_F &= P_E \end{aligned} \Rightarrow P_D > P_C > P_B > P_A$$

$$\left. \begin{aligned} P_B &= P_E - \frac{3}{2}\rho_2 gh' \\ P_D &= P_E - \frac{3}{2}\rho_2 gh' \\ P_C &= P_E - \rho_2 gh' \\ P_A &= P_E - 2\rho_2 gh' \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_D > P_C > P_B > P_A$$



۲۱ - گزینه ۱



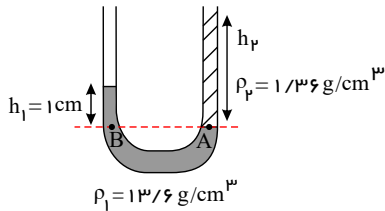
فشار در نقاط هم تراز C و D از مایع (۲) با هم برابر است. بنابراین:

$$P_C = P_D \rightarrow P_A + \rho_1 gh = P_B + \rho_2 gh$$

$$\rightarrow P_A - P_B = (\rho_2 - \rho_1)gh = (0.8 - 1.0) \times 10 \times 9.8 \rightarrow P_A - P_B = -200 Pa$$

۲۲ - گزینه ۳

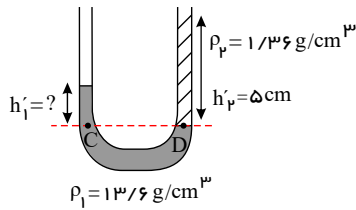
فشار در نقاط هم تراز از یک مایع ساکن برابر است. در حالت اول با توجه به شکل داریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_2 gh_2 + P_0 = \rho_1 gh_1 + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 \Rightarrow 1.36 \times h_2 = 1.36 \times 1 \Rightarrow h_2 = 1.0 cm$$

حال اگر ارتفاع مایع (۲) نصف شود، بعد از ایجاد تعادل داریم:



$$P_D = P_C \Rightarrow P_0 + \rho_2 gh'_2 = P_0 + \rho_1 gh'_1 \Rightarrow \rho_2 h'_2 = \rho_1 h'_1$$

$$\Rightarrow 1.36 \times 0.5 = 1.36 \times h'_1 \Rightarrow h'_1 = 0.5 cm$$

در نتیجه شکل گزینه (۳) صحیح است.

۲۱ - گزینه ۱ از برابری فشار در نقاط C و D استفاده می کنیم:



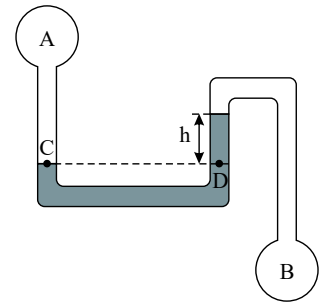
$$P_C = P_D \Rightarrow P_A = P_B + \rho gh$$

$$\rho = 12,5 \text{ g/cm}^3 = 12500 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 0,7 - 0,1 = 0,6 \text{ m}$$

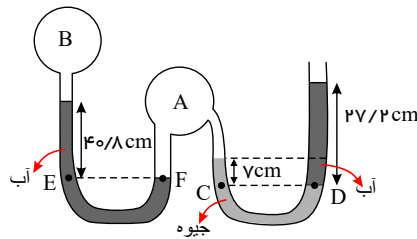
$$\Rightarrow P_A - P_B = 12500 \times 10 \times 0,6$$

$$= 15000 \text{ Pa} = 15 \text{ kPa}$$



بنابراین فشار مخزن A ، 15 kPa از فشار مخزن B بیشتر است.

۲۴ - گزینه ۴ در این سؤال فشار هوا بر حسب سانتی متر جیوه بیان شده و از دو مایع آب و جیوه استفاده شده است. برای حل راحت تر بهتر است فشار آب را نیز به سانتی متر جیوه تبدیل کنیم و سپس معادلات مربوط را بنویسیم. طبق رابطه $\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2$ می توان نوشت.



$$13600 \times g \times 1 \text{ cm} = 1000 \times g \times h_p \Rightarrow h_p = 13,6 \text{ cm}$$

یعنی فشار حاصل از ستون $13,6 \text{ cm}$ آب معادل 1 cm ستون جیوه است و اگر آن را در دو و سه ضرب کنیم می توان گفت $27,2 \text{ cm}$ آب معادل 2 cmHg و $40,8 \text{ cm}$ آب معادل 3 cmHg است. با توجه به این توضیحات به راحتی برای نقاط D و C داریم:

$$P_C = P_D \Rightarrow P_A + 7 \text{ cmHg} = 2 \text{ cmHg} + 75 \text{ cmHg} \Rightarrow P_A = 70 \text{ cmHg}$$

پس فشار گاز مخزن A بر حسب سانتی متر جیوه به دست آمد. از طرفی مخزن A به لوله U شکل سمت چپ نیز متصل است و فشار در نقاط E و F نیز برابر است، در نتیجه:

$$P_F = P_E \Rightarrow P_A = 3 \text{ cmHg} + P_B \Rightarrow 70 \text{ cmHg} = 3 \text{ cmHg} + P_B \Rightarrow P_B = 67 \text{ cmHg}$$

بنابراین فشار مخزن B برابر 67 cmHg می باشد. اما در این سؤال فشار پیمانه ای مخزن B را خواسته که عبارت است از:

$$P_B - P_0 = 67 \text{ cmHg} - 75 \text{ cmHg} = -8 \text{ cmHg}$$

برای تبدیل آن به پاسکال:

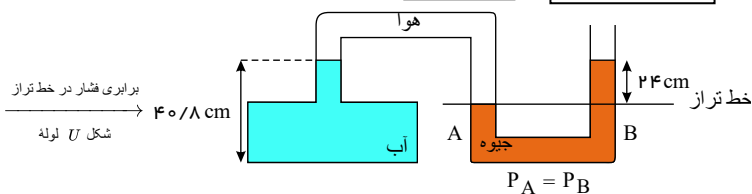
$$P_B - P_0 = -8 \text{ cmHg} = -\rho gh = -13600 \times 10 \times 0,08 = -10880 \text{ Pa} \cong -11 \text{ kPa}$$

۲۵ - گزینه ۳ فشار کف طرف برابر است با:

$$P_{\text{کف}} = \rho gh_{\text{آب}} + P_{\text{هوا لوله}}$$

مقدار فشار بر حسب cmHg است بنابراین لازم است $\rho gh_{\text{آب}}$ و $P_{\text{هوا لوله}}$ را بر حسب cmHg محاسبه کنیم:

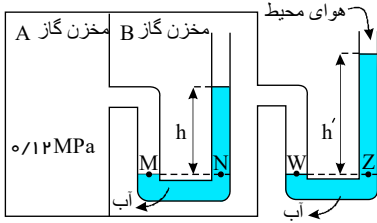
$$\rho h_{\text{آب}} = \rho h_{\text{جیوه}} \rightarrow 1 \times 40,8 = 3,6 \times h \Rightarrow h = 11,3 \text{ cm} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} = 3 \text{ cmHg}$$



$$P_{\text{هوا}} = P_{\text{جیوه}} + P_0 = 24 \text{ cmHg} + 76 \text{ cmHg} = 100 \text{ cmHg}$$

حال $P_{\text{کف}}$ را محاسبه می کنیم:

$$P_{\text{کف}} = P_{\text{آب}} + P_{\text{هوا لوله}} = 3 \text{ cmHg} + 100 \text{ cmHg} = 103 \text{ cmHg}$$



در حالت تعادل هم تراز از یک مایع، فشار برابری دارند. بنابراین:

$$P_M = P_N, P_W = P_Z$$

$$P_W = P_Z \xrightarrow{P_B = P_W} P_B = P_0 + \rho_{\text{آب}} g h'$$

از طرفی:

$$P_0 = 101 \text{ kPa} = 101 \times 10^3 \text{ Pa}, h' = 110 \text{ cm} = 1,1 \text{ m}$$

بنابراین:

$$P_B = 101 \times 10^3 + 1000 \times 10 \times 1,1 = 11,2 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_M = P_N \xrightarrow{P_A = P_M} P_A = P_B + \rho_{\text{آب}} g h$$

از طرفی:

$$P_A = 0,12 \text{ MPa} = 0,12 \times 10^6 \text{ Pa} = 12 \times 10^4 \text{ Pa}$$

بنابراین:

$$12 \times 10^4 = 11,2 \times 10^4 + 1000 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0,8 \text{ m} = 80 \text{ cm}$$

۲۷ - گزینه ۳ فشار هوای محبوس را با P و فشار هوای محیط را با P_0 نمایش می‌دهیم. h_1 و h_2 ارتفاع بالا رفته مایع است. داریم:

$$P + \rho_1 g h_A = \rho_1 g h_1 + P_0$$

$$P = 106 \text{ kPa} = 106 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$h_A = 1 \text{ m}, \rho_1 = 1,2 \text{ g/cm}^3 = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow 106 \times 10^3 + 1200 \times 10 \times 1 = 1200 \times 10 \times h_1 + 10^5$$

$$\Rightarrow 106 + 12 = 12h_1 + 100 \Rightarrow 12h_1 = 18 \Rightarrow h_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$P + \rho_1 g h + \rho_2 g h_B = \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$h = 2 \text{ m}, \rho_2 = 1,5 \text{ g/cm}^3 = 1500 \text{ kg/m}^3, h_B = 1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow 106 \times 10^3 + 1200 \times 10 \times 2 + 1500 \times 10 \times 1 = 1500 \times 10 \times h_2 + 10^5$$

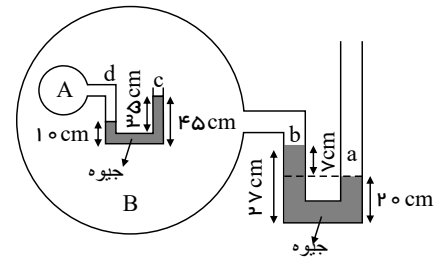
$$\Rightarrow 106 + 24 + 15 = 15h_2 + 100 \Rightarrow 15h_2 = 45 \Rightarrow h_2 = 3 \text{ m}$$

$$h_1 + h_2 = 1,5 + 3 = 4,5 \text{ m}$$

۲۸ - گزینه ۳ ابتدا فشار هوا را بر حسب cmHg به دست می‌آوریم:

$$P_0 = 108 \text{ kPa} = \rho_{\text{جیوه}} g h \Rightarrow 13500 \times 10 \times h = 108 \times 10^3$$

$$\Rightarrow h = \frac{108}{135} = 0,8 \text{ m} \Rightarrow P_0 = 80 \text{ cmHg}$$



$$P_0 = P_B + 20 \text{ cmHg} \Rightarrow P_B = 73 \text{ cmHg}$$

از برابری فشار در نقاط b و a داریم:

$$P_A = P_B + 35 \text{ cmHg} \Rightarrow P_A = 108 \text{ cmHg}$$

از برابری فشار در نقاط d و c داریم:

۲۹ - گزینه ۴ چون پیستون‌ها در یک تراز افقی قرار دارند، می‌توان نوشت:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \xrightarrow{F_1 = f, F_2 = mg} mg = \frac{A_2}{A_1} \times f \quad (1)$$

$$f' = f + \frac{10}{100} f = 1,1 f$$

ر حالت دوم که نیروی f' ده درصد افزایش می‌یابد، داریم:



چون در حالت دوم هم پیستون‌ها هم تراز هستند، داریم:

$$\frac{F'_1}{A_1} = \frac{F'_2}{A_2} \xrightarrow{F'_1 = 1,1 f, F'_2 = m'g} m'g = \frac{A_2}{A_1} \times (1,1)f \quad (2)$$

با تقسیم رابطه (2) به (1) داریم:

$$\frac{m'g}{mg} = \frac{\frac{A_2}{A_1} \times 1,1f}{\frac{A_2}{A_1} \times f} = 1,1 \Rightarrow m'g = 1,1mg \Rightarrow m' = 1,1m$$

$$\Rightarrow m' = 1,1 \times 20 = 22kg$$

$$m' - m = 22 - 20 = 2kg$$

پس مقدار افزایش جرم (یا جرم وزنه‌ای که باید روی m قرار دهیم) برابر است با:

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۳

۲ - ۴

۳ - ۳

۴ - ۱

۵ - ۳

۶ - ۲

۷ - ۱

۸ - ۲

۹ - ۲

۱۰ - ۴

۱۱ - ۱

۱۲ - ۲

۱۳ - ۳

۱۴ - ۴

۱۵ - ۴

۱۶ - ۲

۱۷ - ۴

۱۸ - ۲

۱۹ - ۱

۲۰ - ۳

۲۱ - ۱

۲۲ - ۳

۲۳ - ۱

۲۴ - ۴

۲۵ - ۳

۲۶ - ۱

۲۷ - ۳

۲۸ - ۳

۲۹ - ۴