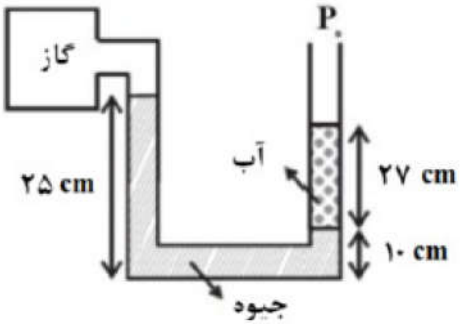
نام دبیر : مهندس مهدی باباخانی

عنوان آزمون : هومورک۴ فصل۲

۱ در شکل مقابل، قدرمطلق فشار پیمان‌های گاز برحسب سانتی‌متر جیوه کدام است؟ (ρ آب $= ۱\frac{g}{cm^۳}$ و ρ جیوه $= ۱۳/۵\frac{g}{cm^۳}$ و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و $P_۰ = ۷۵\ cmHg$)

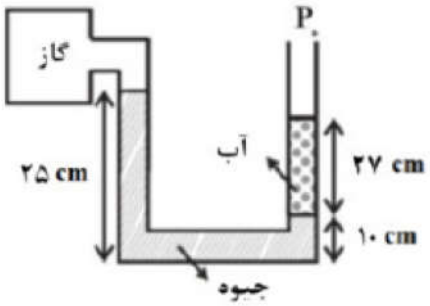


۱) ۶۲ ۲) ۲۳ ۳) ۱۳ ۴) ۵۰

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بهتر است ابتدا آب را حذف و معادل آن، جیوه با فشار برابر جایگزین نمائیم:

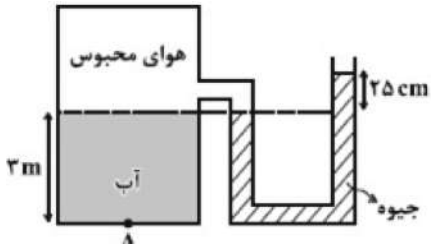
ρgh جیوه ρgh آب $\Rightarrow ۱\times ۲۷ = ۱۳/۵\times h \Rightarrow h = ۲\ cm$

این یعنی اختلاف سطح جیوه در دو طرف $۱۳\ cm = ۱۲ - ۲۵$ و معادل با فشار پیمانه‌ای گاز است.



۲) در شکل زیر آب و جیوه درحال تعادل هستند. اگر فشار در نقطهٔ A برابربا ۱۶۰kPa باشد، فشار هوای محیط چند پاسکال است؟

$$(g = ۱۰\frac{N}{kg}, \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳}, \rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})$$

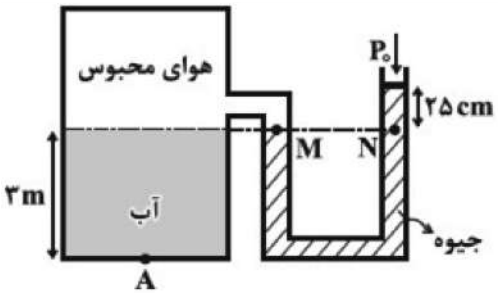


۱) ۹۶۰۰۰ ۲) ۱۳۰۰۰۰ ۳) ۱۰۰۰۰۰ ۴) ۹۴۰۰۰

پاسخ: ۱) گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا فشار هوای محبوس، داخل مخزن را به دست میآوریم:

$$P_A = P_{\text{هوای محبوس}} + (\rho gh)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow ۱۶۰۰۰۰ = P_{\text{هوای محبوس}} + ۱۰۰۰\times ۱۰\times ۳ \Rightarrow P_{\text{هوای محبوس}} = ۱۶۰۰۰۰ - ۳۰۰۰۰ = ۱۳۰۰۰۰\,\text{Pa}$$

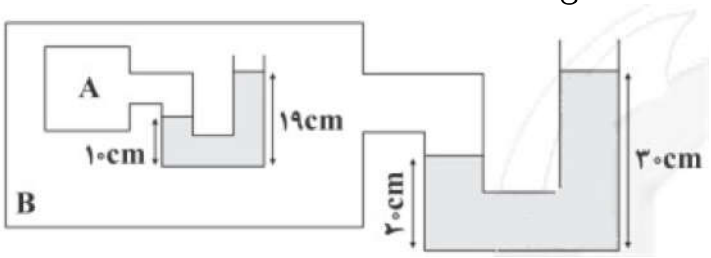


با توجه به برابری فشار در نقاط M و N از جیوه، داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_M = P_{۰} + (\rho gh')_{\text{جیوه}} \Rightarrow P_M = P_{\text{هوای محبوس}} = P_{۰} + (\rho gh')_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow ۱۳۰۰۰۰ = P_{۰} + ۱۳۶۰۰\times ۱۰\times ۰/۲۵ \Rightarrow P_{۰} = ۱۳۰۰۰۰ - ۳۴۰۰۰ = ۹۶۰۰۰\,\text{Pa}$$

۳ در شکل زیر، جیوه در دو لوله در حال تعادل است. اگر فشار گاز داخل مخزن A، ۱۰۰cmHg باشد، فشار هوا چند کیلوپاسکال است؟ ($g = ۱۰\ \frac{N}{kg}$, $\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۵\ \frac{g}{cm^۳}$)



۱) ۸۱ ۲) ۱۰۱ ۳) ۱۰۸/۵ ۴) ۱۰۹/۳۵

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. از برابری فشار در نقاط a و b داریم:

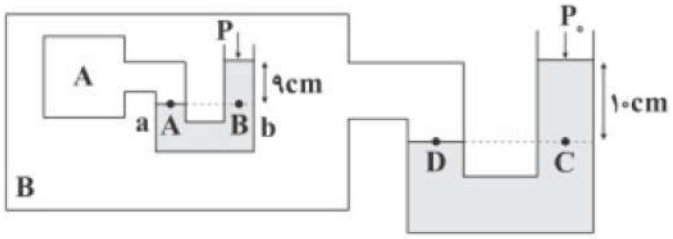
$$P_A = P_B \Rightarrow P_A = P + ۹\text{cmHg} \Rightarrow P = ۱۰۰ - ۹ = ۹۱\ \text{cmHg}$$

از برابری فشار در نقاط C و D داریم:

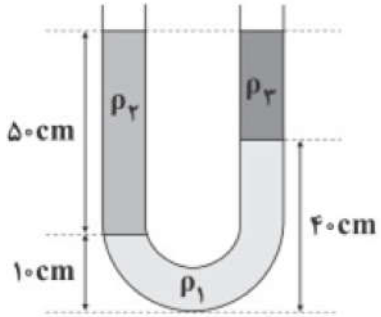
$$P_D = P_C \Rightarrow P = ۱۰\ \text{cmHg} + P_۰ \Rightarrow P_۰ = ۹۱ - ۱۰ = ۸۱\ \text{cmHg}$$

در آخر فشار هوا را بر حسب کیلوپاسکال به دست می‌آوریم:

$$P = \rho gh = ۱۳۵۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۸۱}{۱۰۰} = ۱۰۹۳۵۰\ \text{Pa} = ۱۰۹/۳۵\ \text{kPa}$$

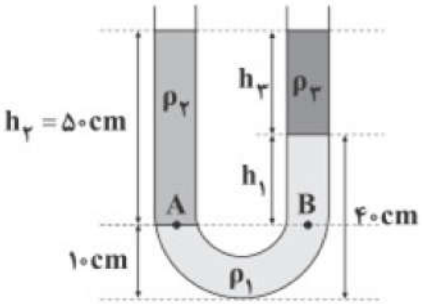


۴ در شکل زیر، مایع‌ها در حال تعادل هستند و $\rho_۱ = \frac{۳}{۲}\rho_۲$ می‌باشد، کدام گزینه درست است؟



۱ $\rho_۳ = \frac{۱}{۴}\rho_۲$ ۲ $\rho_۳ = \frac{۵}{۹}\rho_۲$ ۳ $\rho_۳ = \rho_۲$ ۴ $\rho_۳ = \frac{۹}{۵}\rho_۲$

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر داریم:

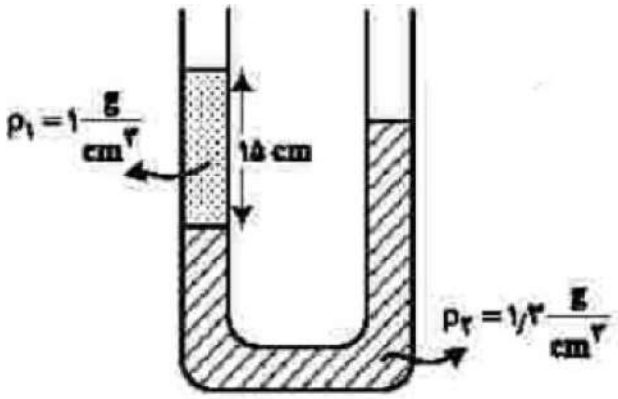


$$h_۱ = ۴۰ - ۱۰ = ۳۰\ \text{cm}$$
$$h_۳ = (۵۰ + ۱۰) - ۴۰ = ۲۰\ \text{cm}$$

فشار در دو نقطه‌ی A و B یکسان است، در نتیجه:

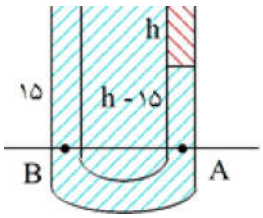
$$P_A = P_B$$
$$\Rightarrow \rho_۲ g h_۲ = \rho_۱ g h_۱ + \rho_۳ g h_۳$$
$$\Rightarrow \rho_۲ h_۲ = \rho_۱ h_۱ + \rho_۳ h_۳ \Rightarrow ۵۰\rho_۲ = ۳۰\rho_۱ + ۲۰\rho_۳ \Rightarrow ۵۰\rho_۲ = ۱۰(۳\rho_۱ + ۲\rho_۳)$$
$$\Rightarrow ۵\rho_۲ = ۳\rho_۱ + ۲\rho_۳ \xrightarrow{\rho_۱ = \frac{۳}{۲}\rho_۲} ۵\rho_۲ = \frac{۹}{۲}\rho_۲ + ۲\rho_۳ \Rightarrow \frac{۱}{۲}\rho_۱ = ۲\rho_۳ \Rightarrow \rho_۳ = \frac{۱}{۴}\rho_۲$$

۵ در شکل مقابل، سطح مقطع لوله $۱\,\mathrm{cm}^۲$ است. در سمت راست لوله، چند سانتی‌متر مکعب مایع مخلوط نشدنی به چگالی $\rho_۳ = ۰/۸\,\frac{g}{\mathrm{cm}^۳}$ بریزیم تا سطح آزاد مایع‌ها در دو طرف لوله در یک سطح باشد؟



۱) ۳/۵ ۲) ۷/۲ ۳) ۹ ۴) ۱۲

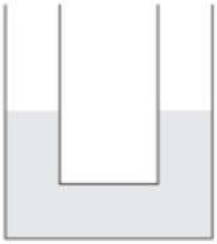
پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$P_A = P_B$$
$$۱\times۱۵ = ۱/۳(۱۵ - h) + ۰/۸h$$
$$h = ۹$$
$$V = A.h = ۹\times۱ = ۹$$

۶ مطابق شکل زیر، درون لوله‌ی Uشکل، مقدار معینی جیوه ریخته‌ایم. اگر از دهانه ی سمت راست لوله آب بریزیم تا ارتفاع ستون آب در آن $۴۰/۵\text{cm}$ شود و از دهانه ی سمت چپ نیز آنقدر آب بریزیم تا ارتفاع ستون آب در آن $۱۳/۵\text{cm}$ بشود، سطح جیوه در لوله‌ی سمت چپ نسبت به حالت اولیه چگونه تغییر می‌کند؟

($\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۵ \frac{g}{\text{cm}^۳}, \rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{\text{cm}^۳}$ و سطح مقطع لوله‌ها در دو طرف برابر است.)



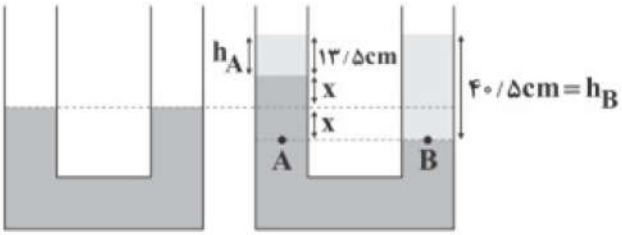
۱ ۱/۵ سانتی‌متر بالا می‌رود.

۲ ۱/۵ سانتی‌متر پایین می‌رود.

۳ ۱ سانتی‌متر بالا می‌رود.

۴ ۱ سانتی‌متر پایین می‌آید.

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون ارتفاع ستون آب در لوله‌ی سمت راست بیشتر است، پس قطعاً سطح جیوه در این سمت لوله پایین‌تر می‌رود و به همان مقدار در سمت چپ بالاتر می‌رود.



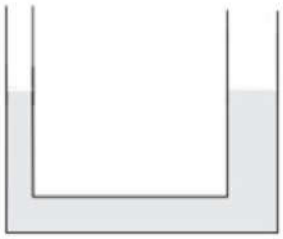
با توجه به شکل، فشار در نقاط A و B برابر است، بنابراین:

$$P_A = P_B$$
$$\Rightarrow \rho_{\text{جیوه}}\, g(۲\text{x}) + \rho_{\text{آب}}\, \text{gh}_A + P_{\text{.}} = \rho_{\text{آب}}\, \text{gh}_B + P_{\text{.}}$$
$$\Rightarrow ۲\rho_{\text{جیوه}}\, x + \rho_{\text{آب}}\, h_A = \rho_{\text{آب}}\, h_B$$
$$\Rightarrow ۲\times ۱۳/۵ \times x + ۱\times ۱۳/۵ = ۱\times ۴۰/۵ \Rightarrow x = ۱\text{cm}$$

بنابراین جیوه در لوله‌ی سمت چپ به اندازه‌ی $x = ۱\text{cm}$ بالا رفته است.

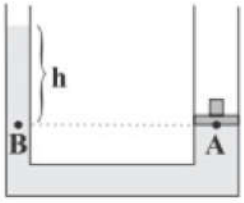
۷ مطابق شکل زیر، درون لوله‌ی Uشکل، نفت به چگالی $۰/۸\ \frac{g}{cm^۳}$ در حال تعادل است و هم‌چنین شعاع سطح مقطع شاخه‌ی سمت راست، $۵cm$ و شعاع سطح مقطع شاخه‌ی سمت چپ، $۲/۵cm$ است. اگر در شاخه‌ی سمت راست، پیستونی به جرم ۲۰۰ گرم قرار دهیم به طوری‌که تمام مقطع لوله را پوشش دهد، اختلاف سطوح مایع در دو شاخه پس از تعادل به چند سانتی‌متر خواهد رسید؟

$$\left(g = ۱۰\ \frac{m}{s^۲}, \pi \approx ۳\right)$$



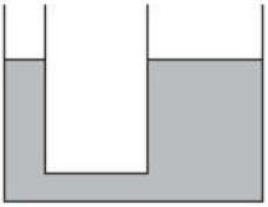
۱) ۳ ۲) $\frac{۱۰}{۳}$ ۳) $\frac{۲۰}{۳}$ ۴) ۱۰

پاسخ: **۲** گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر، با توجه به برابری فشار در نقاط A و B، فشار ایجادشده توسط پیستون باید برابر فشار ستون نفت در بالای نقطه‌ی B باشد، در نتیجه:



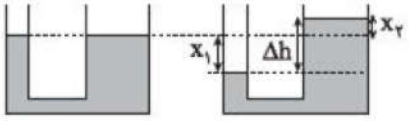
$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{پیستون}} = P_{\text{نفت}}$$
$$\Rightarrow \frac{mg}{A} = \rho gh \Rightarrow \frac{mg}{\pi r^۲} = \rho gh$$
$$\Rightarrow \frac{۲۰۰\times ۱۰^{-۳}}{۳\times ۲۵\times ۱۰^{-۴}} = ۸۰۰\times h \Rightarrow h = \frac{۲\times ۱۰^{-۱}}{۷۵\times ۱۰^{-۴}\times ۸۰۰} \Rightarrow h = \frac{۱}{۳۰}\ m = \frac{۱۰}{۳}\ cm$$

۸ در شکل زیر در لولهٔ U شکل، مایعی با چگالی $۱/۴\frac{g}{cm^۳}$ ریخته شده است و مایع در حال تعادل قرار دارد. مساحت شاخهٔ سمت چپ $۱۰cm^۲$ و لوله سطح مقطع دایره‌ای دارد. هم‌چنین قطر شاخهٔ راست دو برابر قطر شاخهٔ چپ می‌باشد. در سطح مایع در دهانهٔ چپ، پیستونی به جرم $۱۷۵g$ قرار می‌دهیم. سطح مایع در شاخهٔ راست چند cm بالا می‌رود؟



۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۷/۵

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\frac{A_۲}{A_۱}=\left(\frac{D_۲}{D_۱}\right)^۲ \Rightarrow \frac{A_۲}{۱۰}=\left(\frac{۲D_۱}{D_۱}\right)^۲ \Rightarrow A_۲=۴۰\,cm^۲$$

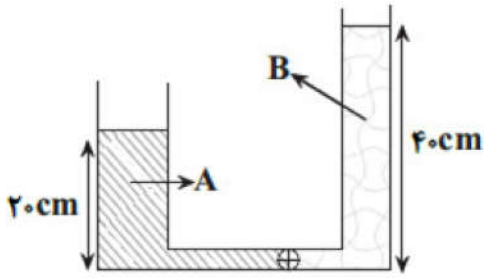
$$\Delta V_۲=\Delta V_۱ \Rightarrow A_۲x_۲=A_۱x_۱ \Rightarrow x_۱=۴x_۲$$

$$\Delta h=x_۱+x_۲=۵x_۲$$

$$P_{\text{پیستون}}=P_{\text{مایع}} \Rightarrow \frac{mg}{A_۱}=\rho g\Delta h \Rightarrow \frac{۱۷۵\times۱۰^{-۳}\times۱۰}{۱۰\times۱۰^{-۴}}=۱۴۰۰\times۱۰\times۵x_۲$$

$$\Rightarrow x_۲=\frac{۱۷۵۰}{۱۴۰۰\times۱۰\times۵} \Rightarrow x_۲=\frac{۱۷۵}{۷۰۰۰}\times۱۰^۲\,cm \Rightarrow x_۲=\frac{۱۷۵}{۷۰}=۲/۵\,cm$$

۹ در لولهٔ U شکل زیر شعاع مقطع شاخهٔ سمت چپ ۲ برابر شعاع مقطع شاخهٔ سمت راست است و جرم مایع A، ۵۰ درصد بیشتر از جرم مایع B است. اگر شیر لولهٔ رابط را باز کنیم، پس از رسیدن مجموعه به تعادل، ارتفاع سطح آزاد مایع A از پایین لوله، چند سانتی‌متر می‌شود؟ (حجم لولهٔ رابط ناچیز است.)

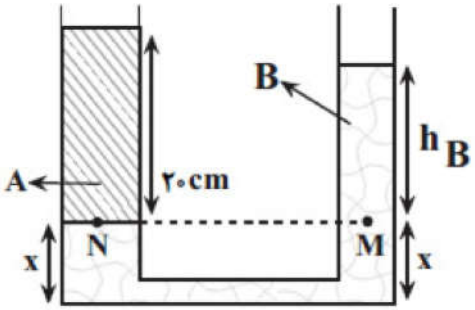


۱) ۳۰ ۲) ۲۵ ۳) ۲۸ ۴) ۱۵

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا نسبت چگالی مایع A به چگالی مایع B را به دست میآوریم:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{\frac{m_A}{V_A}}{\frac{m_B}{V_B}}\xrightarrow[V_A=۲۰\times A_A,A_A=۴A_B]{m_A=۱/۵m_B\,,\,V_B=۴۰\times A_B}\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{\frac{۱/۵m_A}{۲۰\times ۴A_B}}{\frac{m_B}{۴۰A_B}}=\frac{۶۰}{۸۰}\Rightarrow\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۱۵}{۲۰}=\frac{۳}{۴}$$

با توجه به اینکه $\rho_B>\rho_A$ است، با باز شدن شیر رابط مایع B وارد شاخهٔ سمت چپ می‌شود؛ بنابراین چون نقاط M و N هم‌تراز و در یک مایع واقع‌اند، با نوشتن رابطهٔ برابری فشار در نقاط M و N داریم:



$$P_N=P_M\Rightarrow\rho_A gh_A+P_.=\rho_B gh_B+P_.$$
$$\Rightarrow\rho_A h_A=\rho_B h_B$$
$$\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{h_B}{h_A}\xrightarrow[h_A=۲۰\text{ cm}]{\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۳}{۴}}\frac{۳}{۴}=\frac{h_B}{۲۰}\Rightarrow h_B=۱۵\text{ cm}$$

در آخر، با توجه به برابری حجم مایع B در حالت اول و دوم داریم:

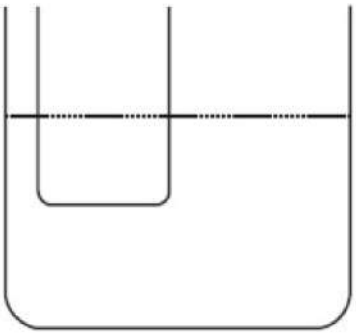
$$(h_B+x)A_B+\mathrm{xA}_A=۴۰\times A_B\xrightarrow[h_B=۱۵\text{ cm}]{A_A=۴A_B}(۱۵+x)A_B+x\times ۴A_B=۴۰A_B$$

$$\Rightarrow ۱۵+x+۴x=۴۰\Rightarrow x=۵\text{ cm}$$

بنابراین فاصلهٔ سطح آزاد مایع A از پایین لوله برابر است با:

$$h'_A=۲۰+x=۲۰+۵\Rightarrow h'_A=۲۵\text{ cm}$$

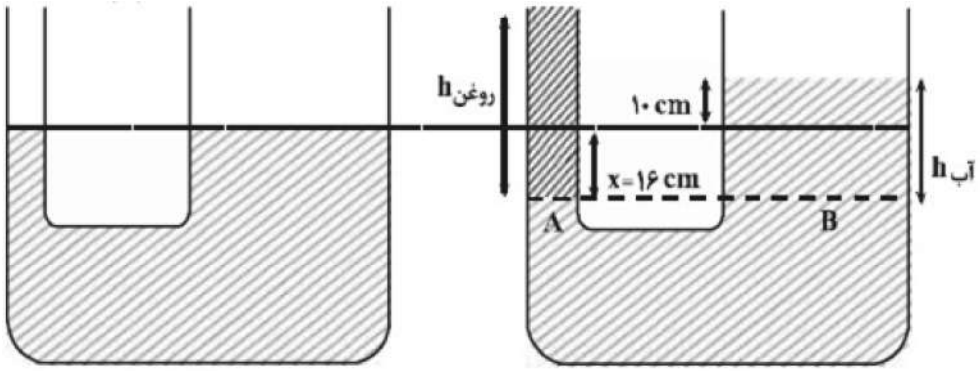
۱۰ مطابق شکل مقابل، در یک لولهٔ U شکل که مساحت قاعدهٔ سمت راست و چپ آن، به‌ترتیب $۸\text{cm}^۲$ و $۵\text{cm}^۲$ است، آب وجود دارد. در لولهٔ سمت چپ، چند گرم روغن بریزیم، تا سطح آب در لولهٔ سمت راست، ۱۰ cm بالا برود؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}, \rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{\text{cm}^۳}\right)$



۱) ۶۵ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۳۰ ۴) ۲۰۸

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر، با ریختن روغن در لولهٔ با قطر کم‌تر، بر سطح آب در این لوله فشار بیشتری وارد می‌شود و سطح آن به اندازهٔ x پایین می‌رود، در نتیجه، سطح آب در لولهٔ با قطر بزرگ‌تر به اندازهٔ $h = ۱۰\text{ cm}$ بالا خواهد رفت. با توجه به این‌که حجم آب جابه‌جا شده یکسان است، می‌توان نوشت:

$$\Delta V_{\text{چپ}} = \Delta V_{\text{راست}} \Rightarrow A_{\text{چپ}} \times x = A_{\text{راست}} \times h \xrightarrow[A_{\text{چپ}}=۵\text{cm}^۲]{A_{\text{راست}}=۸\text{cm}^۲} \times ۵ \times x = ۸ \times ۱۰ \Rightarrow x = ۱۶\text{ cm}$$



«شکل اولیه» «شکل نهایی»

اکنون برای نقاط هم‌فشار A و B در مرز جدایی آب و روغن، داریم:

$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A=\frac{F}{A_A}=\frac{mg}{A_A}} \frac{m_{\text{روغن}}g}{A_A} = \rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}}$$

$$\xrightarrow[\rho_{\text{آب}}=۱\frac{g}{\text{cm}^۳}=۱۰۰۰\frac{\text{kg}}{m^۳}]{A_A=۵\text{cm}^۲=۵\times۱۰^{-۴}m^۲,\ h_{\text{آب}}=۱۰+۱۶=۲۶\text{cm}=۰/۲۶m}$$

$$\frac{m_{\text{روغن}}}{۵\times۱۰^{-۴}} = ۱۰۰۰ \times ۰/۲۶ \Rightarrow m_{\text{روغن}} = ۱۳۰\times۱۰^{-۳}\text{kg} = ۱۳۰g$$

۱۱) سطح مقطع یک لولهٔ U شکل $۳\text{cm}^۲$ است و در آن مایعی با چگالی $\rho_۱ = ۲\frac{g}{\text{cm}^۳}$ ریخته شده است. مایع در هر شاخهٔ لوله ۱۵ cm بالا آمده است. در یکی از شاخه‌ها، $۳۰\text{cm}^۳$ مایع مخلوط نشدنی با چگالی $\rho_۲ = ۱\frac{g}{\text{cm}^۳}$ می‌ریزیم و در شاخهٔ مقابل نیز $۳۰\text{cm}^۳$ مایع مخلوط نشدنی دیگری به چگالی $\rho_۳ = ۰/۸\frac{g}{\text{cm}^۳}$ می‌ریزیم. اختلاف ارتفاع سطح آزاد مایع‌ها در دو شاخه، چند سانتی‌متر است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

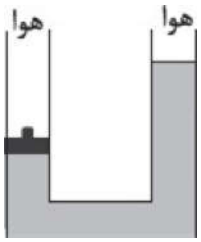
پاسخ: ۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۲) استوانه‌ای با مساحت قاعدهٔ $۴\text{cm}^۲$ روی سطح افقی گذاشته شده است و در آن $۱۵\text{cm}^۳$ جیوه قرار دارد. اگر روی جیوه آن‌قدر آب بریزیم که عمق آب به ۱۷ سانتی‌متر برسد، فشار پیمانه‌ای در کف استوانه به چند سانتی‌متر جیوه می‌رسد؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\rho_{\text{آب}})$

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶/۵ ۴) ۷/۵

پاسخ: ۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۳) در شکل مقابل، جرم پیستون در لوله‌ی سمت چپ ۵۰۰g و سطح مقطع لوله در همه‌جا $۲\text{cm}^۲$ و مایع در حال تعادل است. اگر پیستون را از روی مایع برداریم، مایع در لوله‌ی سمت چپ چند سانتی‌متر بالا می‌رود؟ $(\rho_{\text{مایع}} = ۵\frac{g}{\text{cm}^۳}, g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: ۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

ابتدا اختلاف سطح مایع را در دو طرف لوله محاسبه می‌کنیم:

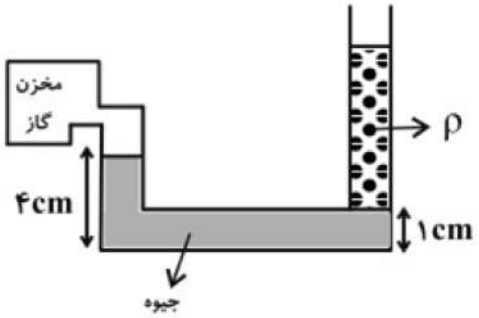
$$P_۰ + \frac{mg}{A} = P_۰ + \rho gh \Rightarrow \frac{mg}{A} = \rho gh$$

$$\frac{۰/۵\times۱۰}{۲\times۱۰^{-۴}} = ۵۰۰۰\times۱۰\times h \Rightarrow ۲/۵\times۱۰^{۴} = ۵\times۱۰^{۴}h$$

$$\Rightarrow h = ۰/۵m = ۵۰\ \text{cm}$$

بعد از برداشتن پیستون، مایع در دو طرف لوله هم‌سطح می‌شود، پس سطح مایع در لوله‌ی سمت چپ ۲۵cm بالا می‌رود.

۱۴ در شکل زیر، دو مایع داخل لوله‌ی U شکلی با سطح مقطع $۲/۵\text{cm}^۲$ در حال تعادل قرار دارند. اگر فشار پیمانه‌ای گاز داخل مخزن $۵\ \text{cmHg}$ باشد، جرم مایع به چگالی ρ چند گرم است؟ ($\rho_{\text{Hg}} = ۱۳/۵\ \frac{g}{\text{cm}^۳}$)



۱) ۱۶۲ ۲) ۲۷۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۰۳/۷۵

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به برابری فشار در نقاط هم تراز یک مایع ساکن داریم:

$$P_{\text{گاز}} + P_{\text{Hg}} = P_{\text{مایع}} + P_{۰} \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_{۰} = P_{\text{مایع}} - P_{\text{Hg}}$$

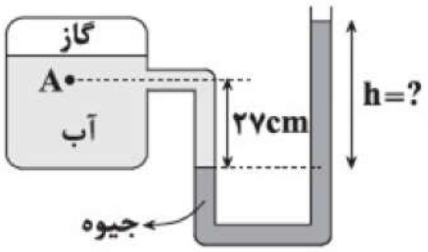
$$\Rightarrow ۵\ \text{cmHg} = P_{\text{مایع}} - ۳\text{cmHg} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = ۸\text{cmHg}$$

$$\Rightarrow P_{\text{مایع}} = \frac{(\rho h)_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}} \Rightarrow (\rho h)_{\text{مایع}} = ۸\times ۱۳/۵ = ۱۰۸\ \frac{g}{\text{cm}^۲}$$

$$m_{\text{مایع}} = \rho_{\text{مایع}} V_{\text{مایع}} = (\rho h)_{\text{مایع}} A = ۱۰۸\times ۲/۵ = ۲۷۰\text{g}$$

۱۵ در شکل مقابل، فشار در نقطهٔ A، برابر ۱۰۵ cmHg می‌باشد. ارتفاع h چند سانتی‌متر است؟

$(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}، \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۵\frac{g}{cm^۳}، \rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{cm^۳}، P_۰ = ۷۶\ cmHg)$



۱) ۲۹ ۲) ۶۲ ۳) ۳۸ ۴) ۳۱

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا فشار ناشی از ۲۷ سانتی‌متر آب را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست میآوریم:

$$(\rho_۱ h_۱)_{\text{آب}} = (\rho_۲ h_۲)_{\text{جیوه}} \xrightarrow[\rho_۲ = ۱۳/۵\frac{g}{cm^۳}]{\rho_۱ = ۱\frac{g}{cm^۳},\ h_۱ = ۲۷\ cm} ۱ \times ۲۷ = ۱۳/۵ \times h_۲$$

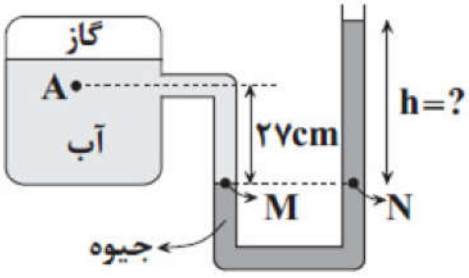
$$\Rightarrow h_۲ = ۲cm \Rightarrow P_۲ = ۲\ cmHg$$

اکنون با توجه به این‌که طبق رابطهٔ $P = \rho gh$، فشار $P_۰ = ۱۰^۵\ Pa$ معادل $P_۰ = ۷۶\ cmHg$ است، برای نقطه‌های هم‌تراز M و N که هر دو در یک مایع واقع‌اند، می‌توان نوشت:

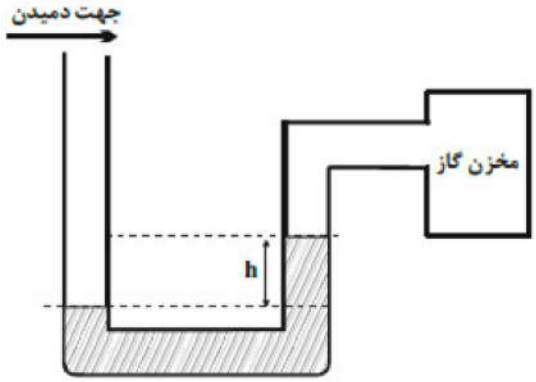
$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + P_{\text{آب}} = P_۰ + P_{\text{جیوه}}$$

$$\xrightarrow[P_{\text{آب}} = ۲\ cmHg]{P_A = ۱۰۵\ cmHg,\ P_۰ = ۷۶\ cmHg}$$

$$۱۰۵ + ۲ = ۷۶ + P_{\text{جیوه}} \Rightarrow P_{\text{جیوه}} = ۳۱cmHg \Rightarrow h = ۳۱\ cm$$



۱۶ در شکل مقابل، اگر در بالای لولهٔ یک فشارسنج شاره (مانومتر) در جهت نشان داده شده هوا را بدمیم، قدرمطلق فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن چگونه تغییر می‌کند؟ (مایع درون لوله، قبل از دمیدن و بعد از آن در حال تعادل قرار می‌گیرد.)



۱ تغییری نمی‌کند.
۲ کاهش می‌یابد.
۳ افزایش می‌یابد.
۴ اظهارنظر قطعی ممکن نیست.

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با دمیدن در بالای لولهٔ فشارسنج، طبق اصل برنولی، با افزایش تندی هوا، فشار هوای شاخهٔ سمت چپ لولهٔ U شکل کاهش می‌یابد.

با توجه به ثابت بودن فشار گاز درون مخزن، مقداری از مایع درون لولهٔ U شکل به شاخهٔ سمت چپ منتقل می‌شود تا با کاهش ارتفاع h، کاهش فشار هوا را جبران کند. بنابراین اندازهٔ فشار پیمانه‌ای گاز مخزن کاهش می‌یابد.

$$P_{\cdot} = \rho gh + P_{\text{گاز}} \Rightarrow P_g = P_{\text{گاز}} - P_{\cdot} = -\rho gh$$

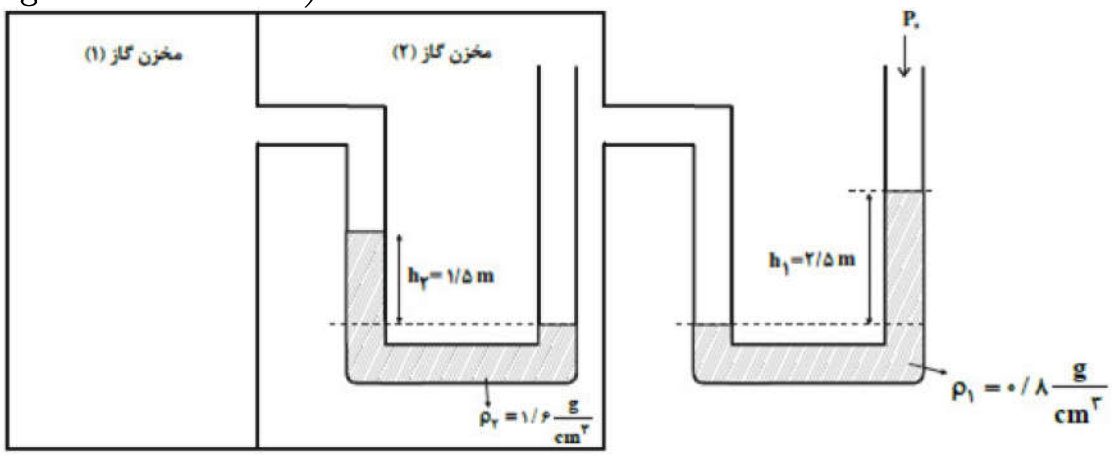
$h\downarrow \rightarrow Pg\downarrow$ نکته: طبق تعریف فشار پیمانه‌ای داریم:

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_{\cdot}$$

در این سؤال فشار پیمانه‌ای منفی است و بیانگر این نکته است که فشار گاز از فشار هوا کمتر است.

۱۷ در شکل زیر، مایعات درون لوله‌ها در حال تعادل قرار دارند. فشار مخزن گاز ۲ چند برابر فشار مخزن گاز ۱ است؟

$$\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}, P_۰ = ۰/۱\ MPa\right)$$



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۶}{۵}$

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا فشار گاز مخزن ۲ را به دست میآوریم:

$$P_۲ = P_۰ + \rho_۱ g h_۱ \Rightarrow P_۱ = ۱۰^۵ + ۸۰۰\times۱۰\times۲/۵ = ۱۰^۵ + ۲\times۱۰^۴ = ۱/۲\times۱۰^۵\ Pa$$

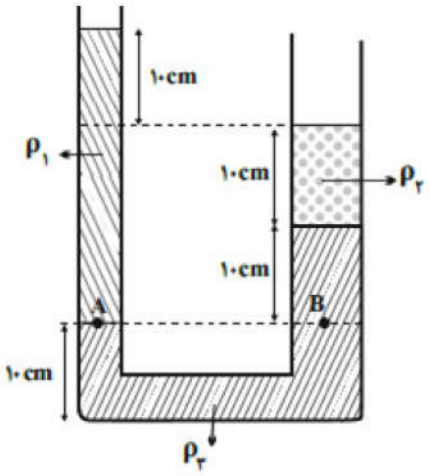
فشار گاز مخزن ۱ نیز برابر است با:

$$P_۲ = P_۱ + \rho_۲ g h_۲ = ۱/۲\times۱۰^۵ - ۱۶۰۰\times۱۰\times۱/۵ \Rightarrow P_۱ = ۹/۶\times۱۰^۴\ Pa$$

حال نسبت $\frac{P_۲}{P_۱}$ را می‌یابیم:

$$\Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{۱/۲\times۱۰^۵}{۹/۶\times۱۰^۴} = \frac{۵}{۴}$$

۱۸ مطابق شکل مقابل، سه مایع مخلوط نشدنی در حال تعادل‌اند. اگر شعاع مقطع شاخهٔ سمت چپ، نصف شعاع مقطع شاخهٔ سمت راست باشد، کدام رابطه بین چگالی مایع‌ها برقرار است؟



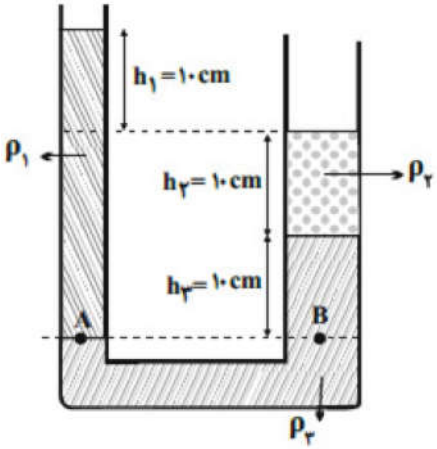
۱ $\rho_۱ = ۳\rho_۲ + \rho_۳$ ۲ $\rho_۲ = ۳\rho_۱ - \rho_۳$ ۳ $\rho_۳ = ۳\rho_۱ - ۳\rho_۲$ ۴ $۴\rho_۱ = ۲\rho_۲ + \rho_۳$

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به برابری فشار در دو نقطهٔ هم‌تراز A و B، داریم:

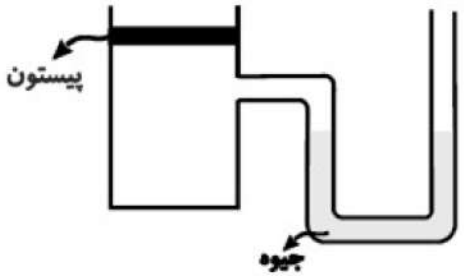
$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۱ gh_۱ + P_۰ = \rho_۲ gh_۲ + \rho_۳ gh_۳ + P_۰$$

$$\Rightarrow \rho_۱ \times ۳۰ = \rho_۲ \times ۱۰ + \rho_۳ \times ۱۰ \Rightarrow ۳\rho_۱ = \rho_۲ + \rho_۳$$

$$\Rightarrow \rho_۲ = ۳\rho_۱ - \rho_۳$$

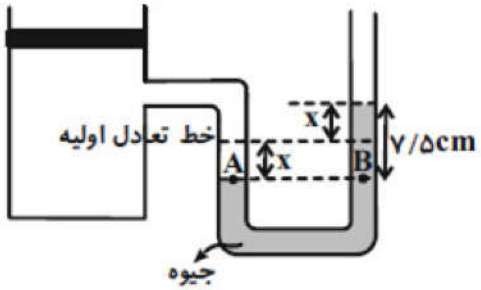


۱۹ در شکل مقابل، وزن و اصطکاک پیستون ناچیز است. وزنه‌ی چند کیلوگرمی را به آرامی روی پیستون قرار دهیم تا در حالت تعادل، اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه در لوله به $۷/۵$ سانتی‌متر برسد؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$، مساحت قاعده‌ی پیستون $۵۰cm^۲$ و چگالی جیوه $۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}$ است.)



۱) $۳/۲$ ۲) $۴/۳$ ۳) $۵/۱$ ۴) $۶/۴$

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانیم اگر در یک شاخه‌ی لوله‌ی U شکل با سطح مقطع یک‌نواخت سطح جیوه به اندازه‌ی x پایین برود، در شاخه‌ی دیگر به اندازه‌ی x بالا میآید و اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه در لوله به $۲x$ می‌رسد. پس در این سؤال اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه $۷/۵\ cm$ است:



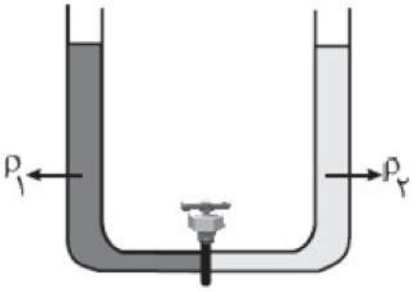
$$P_A = P_B = P_{۰} + P_{\text{جیوه}}$$

در حالت اول قبل از گذاشتن وزنه فشار وارد بر پیستون همان $P_{۰}$ بود، پس برای $۷/۵\ cm$ اختلاف ارتفاع ستون جیوه، لازم است تا وزنه‌ی اضافه شده فشاری معادل $۷/۵\ cm$ جیوه ایجاد کند:

$$P_{\text{وزنه}} = P_{\text{جیوه}} \Rightarrow \frac{mg}{A} = (\rho gh)_{\text{جیوه}} \Rightarrow m = \rho Ah \xrightarrow[A=۵۰cm^۲]{\rho=۱۳/۶\frac{g}{cm^۳},\ h=۷/۵\ cm}$$

$$m = ۱۳/۶ \times ۷/۵ \times ۵۰ = ۵۱۰۰g = ۵/۱\ kg$$

۲۰ لوله‌ی Uشکلی با سطح مقطع $۲\,\mathrm{cm}^۲$ محتوی حجم مساوی از مایع‌هایی به چگالی $\rho_۱$ و $\rho_۲$ است. جرم مایعات ۱ و ۲ به‌ترتیب $۵۷/۶g$ و $۴۸g$ می‌باشد و شیر رابط بین دو طرف لوله، بسته است. اگر پس از باز کردن شیر رابطه و ایجاد تعادل، سطح مایع در لوله‌ی چپ $۲\,\mathrm{cm}$ تغییر کند، چگالی $\rho_۱$ چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ (از حجم لوله‌ی رابط صرف‌نظر شود.)



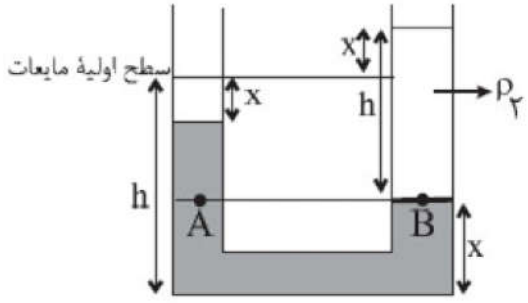
۱) ۱ ۲) ۱/۲ ۳) ۱/۴ ۴) ۲

پاسخ: ۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. حجم مایعات و در نتیجه ارتفاع دو مایع در دو طرف یکسان است. از طرفی با توجه به جرم مایع‌ها می‌توان گفت:

$$\begin{matrix} m_۱ = ۵۷/۶g \\ m_۲ = ۴۸g \end{matrix} \xrightarrow{V_۱=V_۲} \rho_۱ > \rho_۲$$

با باز کردن شیر رابط ، مایع ۱ به اندازه‌ی x پایین میآید و در طرف راست به اندازه‌ی x بالا می‌رود که $x = ۲\,\mathrm{cm}$ است.

با توجه به هم‌فشاری نقاط A و B داریم:



$$P_A = P_A \Rightarrow \rho_۱(h - ۲x) = \rho_۲ h \ (۱)$$

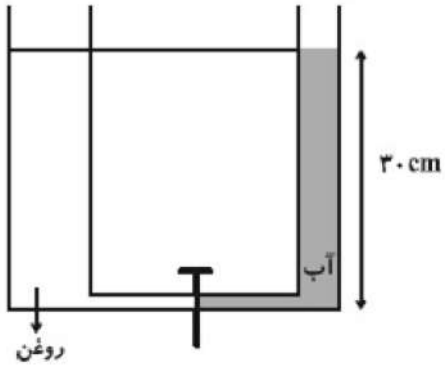
از طرفی داریم:

$$m_۱ = \rho_۱ \mathrm{hA} \Rightarrow \rho_۱ h = \frac{m_۱}{A} = \frac{۵۷/۶}{۲} = ۲۸/۸ \frac{g}{\mathrm{cm}^۲}$$

$$\rho_۲ h = \frac{m_۲}{A} \Rightarrow \rho_۲ h = \frac{۴۸}{۲} = ۲۴ \frac{g}{\mathrm{cm}^۲} \xrightarrow{\text{رابطه ۱}} ۲۸/۸ - ۴\rho_۱ = ۲۴ \Rightarrow \rho_۱ = ۱/۲ \frac{g}{\mathrm{cm}^۳}$$

۲۱ در شکل مقابل، ابتدا شیر ارتباطی بین دو شاخه‌ی چپ و راست لوله‌ی Uشکل، بسته است. به‌ترتیب از راست به چپ، ابتدا اختلاف فشاری که در دو طرف شیر ارتباطی وجود دارد، چند پاسکال است و اگر شیر را باز کنیم، پس از برقراری تعادل، اختلاف سطح آزاد دو مایع چند سانتی‌متر می‌شود؟

($g = ۱۰\frac{N}{kg}$، $\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}$، $\rho_{روغن} = ۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ و قطر مقطع لوله‌ی بزرگ‌تر ۲ برابر قطر مقطع لوله‌ی کوچک‌تر است و حجم لوله‌ی باریک ارتباطی را ناچیز فرض کنید.)



۱) ۶۰۰ - ۲۴ ۲) ۶۰۰ - ۶ ۳) صفر - ۲۴ ۴) صفر - ۶

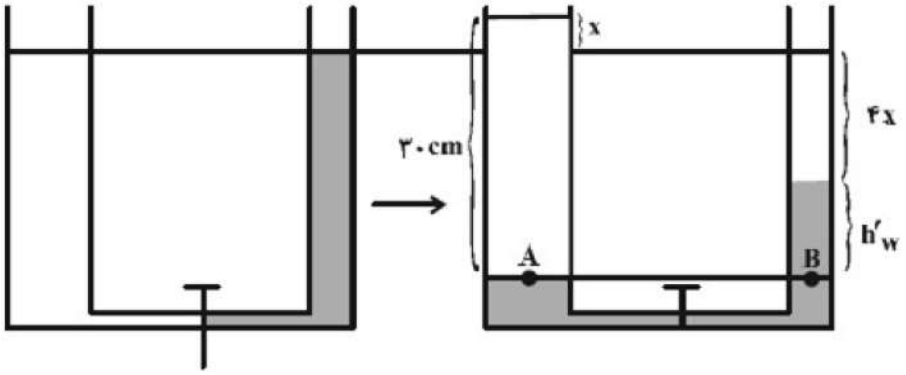
پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون ارتفاع دو مایع یکسان است $(h_W = h_O)$ بنابراین داریم:

اختلاف فشار : $P_{آب} - P_{روغن} = \rho_W gh_W - \rho_O gh_O = (\rho_W - \rho_O)gh$

$= (۱\times۱۰^{۳} - ۰/۸\times۱۰^{۳})\times۱۰\times۳۰\times۱۰^{-۲} \Rightarrow \Delta P = ۶۰۰\,Pa$

حال اگر شیر ارتباطی را باز کنیم، آب به سمت چپ حرکت کرده و سطح آزاد آب پایین می‌آید. چون روغن باز هم در همان لوله قرار دارد، پس ارتفاع آن باز هم ۳۰ cm است. می‌دانیم نقاط A و B هم‌فشار هستند. پس:

$P_A = P_B \Rightarrow \rho_O h_O = \rho_W h'_W \Rightarrow ۰/۸\times۳۰ = ۱\times h'_W \Rightarrow h'_W = ۲۴\,cm$



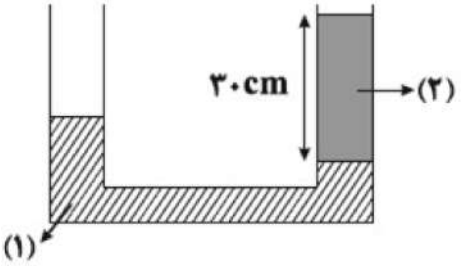
هم‌چنین چون قطر لوله‌ی سمت چپ ۲ برابر قطر لوله‌ی سمت راست است، پس مساحت مقطع لوله‌ی سمت چپ ۴ برابر مساحت مقطع لوله‌ی سمت راست خواهد بود. با توجه به برابری حجم مایع جابه‌جا شده در دو طرف لوله با فرض این‌که روغن به اندازه‌ی x در لوله‌ی سمت چپ بالا برود، آب در لوله‌ی سمت راست به اندازه‌ی $۴x$ پایین می‌آید.

$۳۰ = x + ۴x + ۲۴ = ۵x + ۲۴ \Rightarrow x = ۱/۲\,cm$

در نتیجه مطابق شکل اختلاف ارتفاع سطح دو مایع برابر خواهد بود با:

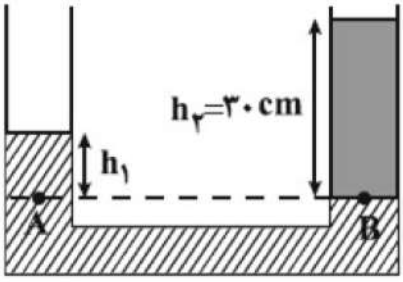
$h_{مایع\ بالا\ رفته} + h_{مایع\ پایین\ آمده} = ۵x = ۶\,cm$

۲۲ در شکل مقابل، دو مایع مخلوط نشدنی ۱ و ۲ با چگالی‌های $\rho_۱ = ۱/۶ \frac{g}{cm^۳}$ و $\rho_۲ = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ به حالت تعادل داخل لوله‌ی Uشکلی که سطح مقطع آن در تمام نقاط یکسان و برابر $۵cm^۲$ قرار دارند. اگر ۲۴ گرم از مایع سومی به چگالی $\rho_۳$ را داخل شاخه‌ی سمت چپ بریزیم، سطح مایع ۱ در طرف راست چند cm بالا می‌آید؟ $(\rho_۳ < \rho_۱)$



۱) ۰/۷۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۳

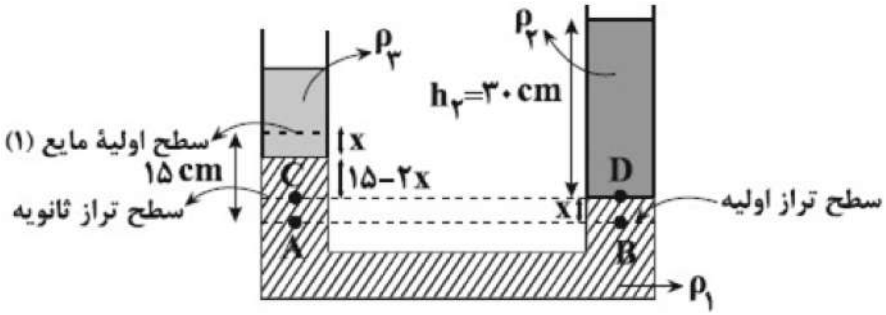
پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. قبل از ریختن مایع، با توجه به هم‌فشار نقاط هم‌تراز داخل یک مایع داریم:



$$A = P_B \Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ \xrightarrow[\rho_۲ = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}, h_۲ = ۳۰\ cm]{\rho_۱ = ۱/۶ \frac{g}{cm^۳}}$$

$$۱/۶ h_۱ = ۰/۸ \times ۳۰ \Rightarrow h_۱ = ۱۵\ cm$$

پس از ریختن مایع سوم در شاخه سمت چپ، شکل به صورت زیر خواهد شد. بنابراین طبق رابطه‌ی چگالی داریم:



$$m_۳ = \rho_۳ V_۳ = \rho_۳ h_۳ A \Rightarrow \rho_۳ h_۳ = \frac{m}{A} = \frac{۲۴}{۵} = ۴/۸ \frac{g}{cm^۲}$$

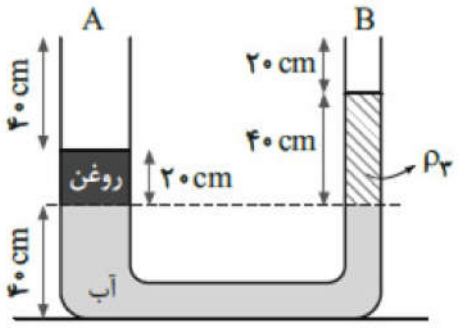
اگر سطح مایع $\rho_۱$ در شاخه سمت چپ به اندازه‌ی x پایین بیاید از طرف راست به اندازه ی x بالا می‌رود. بنابراین با مساوی قرار دادن فشار در نقاط هم‌تراز D و C در مایع $\rho_۱$ داریم:

$$P_C = P_D \Rightarrow \rho_۱ (۱۵ - ۲x) + \rho_۳ h_۳ = \rho_۲ h_۲$$

$$۱/۶(۱۵ - ۲x) + ۴/۸ = ۳۰ \times ۰/۸ \Rightarrow x = ۱/۵\ cm$$

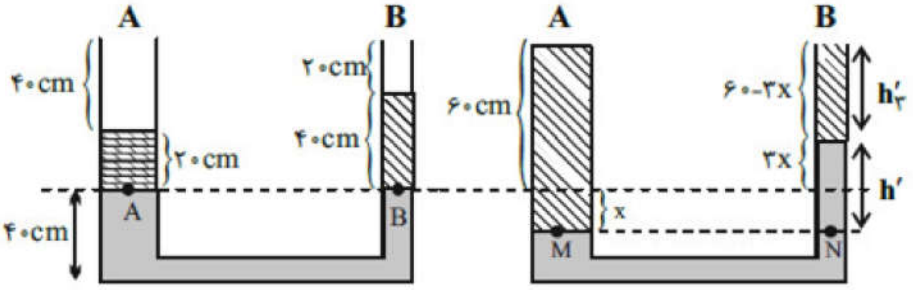
۲۳ در شکل مقابل، سطح مقطع لوله‌های A و B به‌ترتیب $۳۰۰\text{cm}^۲$ و $۱۰۰\text{cm}^۲$ است و در لوله‌ی U شکل، آب، روغن و مایع نامعلوم $\rho_۳$ به حال تعادل قرار دارند. در لوله‌ی A آن‌قدر روغن می‌ریزیم تا این لوله کاملاً پر شود. در این صورت چند گرم از مایع $\rho_۳$ از لوله‌ی B به بیرون می‌ریزد؟

$$\left(\rho_{\text{روغن}} = ۰/۸\frac{g}{\text{cm}^۳}, \rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{\text{cm}^۳}\right)$$



۱) ۴۸۰ ۲) ۶۴۰ ۳) ۳۲۰ ۴) ۲۴۰

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. باید محاسبه کنیم که ارتفاع مایع نامعلوم چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد. توجه داشته باشید که مایع نامعلوم تا انتهای لوله فقط ۲۰ cm فاصله دارد.



هنگام اضافه کردن روغن، حجم آب پایین رفته در شاخه ی سمت چپ با حجم آب بالا آمده در شاخه‌ی سمت راست برابر است اما از آن‌جا که سطح مقطع A سه برابر سطح مقطع B است پس ارتفاع آب بالا آمده در شاخه‌ی B باید سه برابر ارتفاع آب پایین رفته در شاخه‌ی A باشد. (روی شکل آن‌ها را x و $۳x$ نامیده‌ایم.)

برای حل مسئله به چگالی مایع نامعلوم نیاز داریم. از برابری فشار در نقاط A و B استفاده می‌کنیم تا چگالی آن به دست آید. $P_A = P_۰ + (\rho gh)_{\text{روغن}}$

$$P_B = P_۰ + (\rho_۳ gh_۳) \xrightarrow{P_A=P_B} \rho_{\text{روغن}} \times h_{\text{روغن}} = \rho_۳ \times h_۳ \Rightarrow ۰/۸ \times ۲۰ = \rho_۳ \times ۴۰$$

$$\Rightarrow \rho_۳ = ۰/۴\frac{g}{\text{cm}^۳}$$

اکنون از برابری فشار در دو نقطه‌ی M و N استفاده می‌کنیم.

$$P_M = P_۰ + (\rho gh')_{\text{روغن}}$$

$$P_N = P_۰ + (\rho gh')_{\text{آب}} + (\rho_۳ gh'_۳) \xrightarrow{P_M=P_N} \rho_{\text{روغن}} \times h' - \text{روغن} = \rho_{\text{آب}} \times h'_{\text{آب}} + \rho_۳ h'_۳$$

$$\Rightarrow ۰/۸(۶۰ + x) = ۱ \times ۴x + ۰/۴(۶۰ - ۳x) \Rightarrow x = ۱۲\,\text{cm}$$

بنابراین ارتفاع کنونی مایع $\rho_۳$ برابر با $۶۰ - ۳x = ۶۰ - ۳۶ = ۲۴\,\text{cm}$ است در حالی‌که در ابتدا ارتفاع آن ۴۰ cm بوده است.

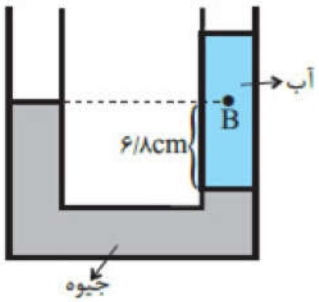
بنابراین $۴۰ - ۲۴ = ۱۶\,\text{cm}$ از این مایع به بیرون ریخته شده است. داریم:

$$V = \text{Ah} = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۶ \times ۱۰^{-۲} = ۱۶ \times ۱۰^{-۴} m^۳ = ۱۶۰۰\text{cm}^۳$$

$$m = \rho \text{V} = ۰/۴ \times ۱۶۰۰ = ۶۴۰g$$

۲۴ در شکل مقابل آب و جیوه در حال تعادل قرار دارند. فشار در نقطه‌ی B چند سانتی‌متر جیوه است؟

$$\left(P_{\circ} = ۷۴/۲\ \text{cmHg}, g = ۱۰\frac{m}{s^۲}, \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\frac{g}{\text{cm}^۳}\right)$$



۱) ۸۰/۵
۲) ۸۱/۵
۳) ۷۴/۲
۴) ۷۴/۷

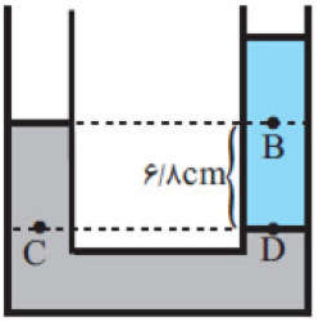
پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با مساوی قرار دادن فشار در نقاط هم‌تراز داخل جیوه داریم: $P_C = P_D$

$$P_{\text{جیوه}} + P_{\circ} = P_{\text{آب}} + P_B \ (*)$$

حال فشار ستون آب را به دست میآوریم.

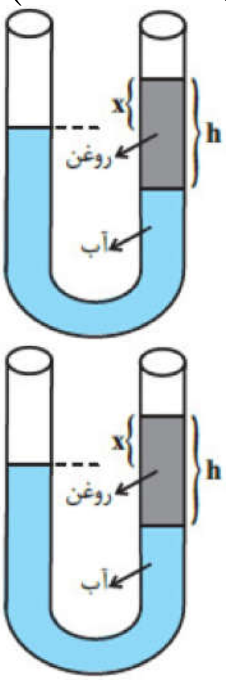
$$P_{\text{آب}} = \frac{(\rho \times H)_{\text{آب}}}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{۱ \times ۶/۸}{۱۳/۶} = ۰/۵\ \text{cmHg}$$

$$\xrightarrow{(*)} ۶/۸ + ۷۴/۲ = ۰/۵ + P_B \Rightarrow P_B = ۸۰/۵\ \text{cmHg}$$



۲۵ مطابق شکل مقابل، آب و روغن در یک ظرف U شکل در حال تعادل هستند. برای این‌که اختلاف ارتفاع سطوح آزاد دو مایع در دو طرف (x) نصف شود، چه کار باید کرد؟

$\left(\rho_{\text{روغن}} = ۰/۸\frac{g}{cm^۳}, \rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{cm^۳}\right)$



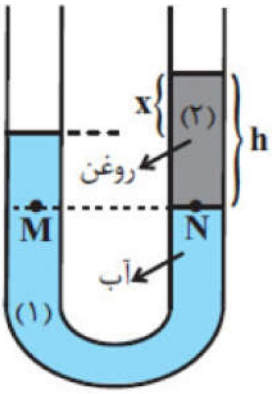
۱ به اندازه‌ی $۰/۴h$ آب در لوله‌ی سمت چپ بریزیم.

۲ به اندازه‌ی $۰/۴h$ روغن در لوله‌ی سمت چپ بریزیم.

۳ به اندازه‌ی $۰/۵h$ روغن از لوله خارج کنیم.

۴ به اندازه‌ی $۰/۵h$ آب در لوله‌ی سمت چپ بریزیم.

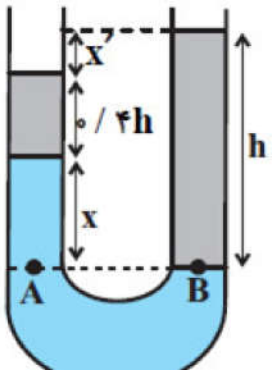
پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تعادل را برای آب و روغن موجود در لوله می‌نویسیم:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_. = \rho_۱ gh_۱ = P_. + \rho_۲ gh_۲$$
$$\Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ \Rightarrow ۱\times(h-x) = ۰/۸\times h$$
$$\Rightarrow h - x = ۰/۸h \Rightarrow x = ۰/۲h$$

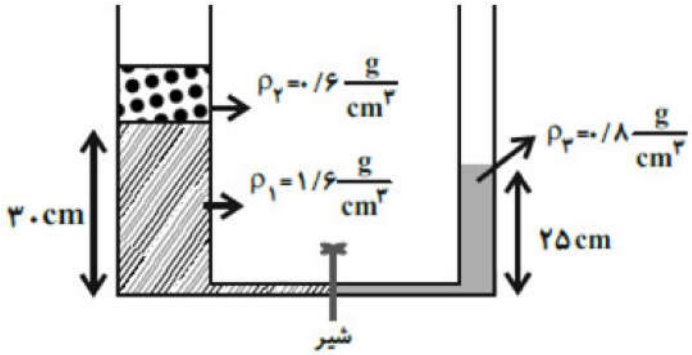
با توجه به رابطه‌ی به دست آمده x به طور مستقیم به h یعنی ارتفاع روغن وابسته است برای این‌که x نصف شود لازم است که ارتفاع روغن (h) نصف شود.

بررسی گزینه‌ی ۲:



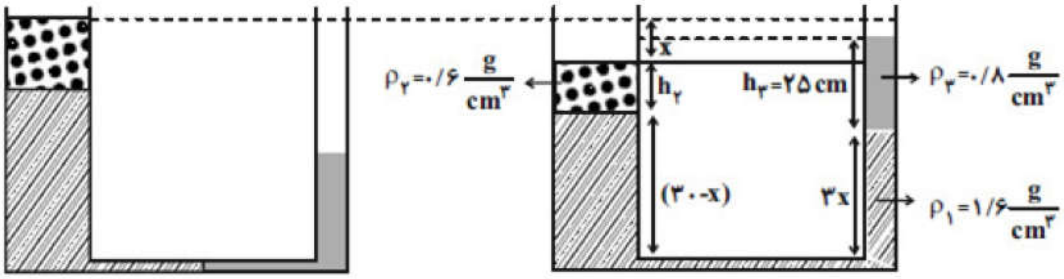
$$P_A = P_B \Rightarrow (\rho h)_{\text{روغن}} + (\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{روغن}}$$
$$= ۰/۴h\rho_{\text{روغن}} + \rho_{\text{آب}} x = \rho_{\text{روغن}} h \Rightarrow \rho_{\text{آب}} x = ۰/۶\rho_{\text{روغن}} h$$
$$\Rightarrow x\times ۱ = ۰/۶\times ۰/۸h$$
$$x = ۰/۴۸h$$
$$x' = h - ۰/۴h - ۰/۴۸h \Rightarrow x' = ۰/۱۲h$$

۲۶ در شکل مقابل، سطح مقطع لوله‌ی سمت چپ، سه برابر سطح مقطع لوله‌ی سمت راست است. اگر شیر بین دو ظرف را باز کنیم، پس از برقراری تعادل، سطح آزاد مایع در شاخه‌ی سمت راست، $۲\ \text{cm}$ بالاتر از سطح آزاد مایع در شاخه‌ی سمت چپ قرار می‌گیرد. در این صورت، اختلاف ارتفاع مایع $\rho_۱$ در دو طرف لوله چند سانتی‌متر است؟ (از حجم مایع در لوله‌ی رابط صرف‌نظر کنید.)



۱) $\frac{۲۹}{۸}$ ۲) $۷/۵$ ۳) $۱۲/۱۵$ ۴) $۶/۲$

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$P_۰ + \rho_۲ g h_۲ + (۳۰ - x) g \rho_۱ = P_۰ + \rho_۳ g h_۳ + \rho_۱ g (۳x) \Rightarrow \rho_۲ h_۲ + (۳۰ - x)\rho_۱$$
$$\rho_۳ h_۳ + \rho_۱ (۳x) \Rightarrow ۰/۶ h_۲ + (۳۰ - ۴x) ۱/۶ = ۰/۸ \times ۲۵ \Rightarrow ۰/۶ h_۲ + ۴۸ - ۶/۴ x = ۲۰$$
$$\Rightarrow ۰/۶ h_۲ - ۶/۴ x = -۲۸ \ (*)$$

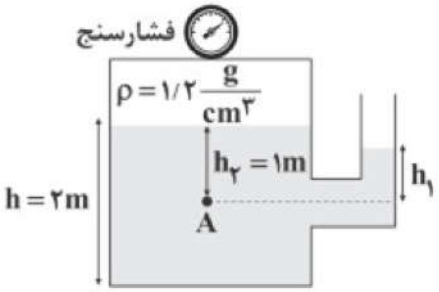
از طرفی داریم:

$$h_۲ + (۳۰ - x) = h_۳ + ۳x - ۲ \Rightarrow h_۲ - ۴x = ۲۳ - ۳۰ \Rightarrow h_۲ - ۴x = -۷ (**)$$
$$\xrightarrow{(**),(*)} \begin{cases} h_۲ = ۱۶/۸\ \text{cm} \\ x = ۵/۹۵\ \text{cm} \end{cases}$$

بنابراین اختلاف ارتفاع مایع $\rho_۱$ برابر است با:

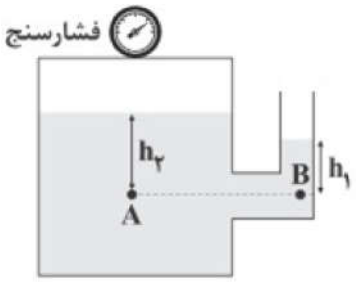
$$L = |۳۰ - x - ۳x| = |۳۰ - ۴x| \Rightarrow L = ۶/۲\ \text{cm}$$

۲۷ مطابق شکل زیر، فشارسنج، فشار کل هوای محبوس در ظرف را عدد ۱۰۶kPa نمایش می‌دهد. در این صورت نسبت $\frac{h_۲}{h_۱}$ برابر کدام گزینه است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$, فشار هوا $= P_۰ = ۱۰^۵ \ Pa$)



۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) ۳

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق اطلاعات سؤال داریم:



$$\begin{cases} P = ۱۰۶\,kPa = ۱۰۶\times۱۰^۳\ Pa \\ \rho = ۱/۲ \frac{g}{cm^۳} = ۱۲۰۰ \frac{kg}{m^۳} \end{cases}$$

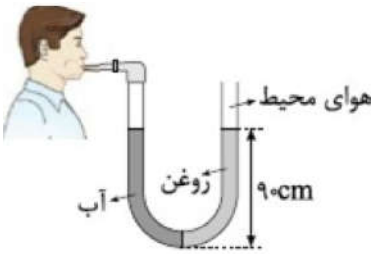
طبق فشار بالا فشار نقاط A و B با هم برابر است، بنابراین:

$$P_A = P_B \Rightarrow P + \rho g h_۲ = \rho g h_۱ + P_۰$$
$$\Rightarrow ۱۰۶\times۱۰^۳ + ۱۲۰۰\times۱۰\times۱ = ۱۲۰۰\times۱۰\times h_۱ + ۱۰^۵$$
$$\Rightarrow ۱۰۶ + ۱۲ = ۱۲h_۱ + ۱۰۰ \Rightarrow ۱۲h_۱ = ۱۸ \Rightarrow h_۱ = ۱/۵m$$

بنابراین نسبت $\frac{h_۲}{h_۱}$ برابر است با:

$$\frac{h_۲}{h_۱} = \frac{۱}{۱/۵} = \frac{۱۰}{۱۵} = \frac{۲}{۳}$$

۲۸ در لوله‌ی U شکل مقابل، حجم‌های برابر از آب و روغن در دو طرف لوله قرار دارد. یک طرف لوله به هوای محیط و طرف دیگر به دهان شخص متصل است. فشار پیمانه‌ای هوای داخل ریه‌ی شخص چند کیلوپاسکال است؟ ($P_{۰} = ۱۰۰\text{kPa}, \rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{\text{cm}^۳}, \rho_{\text{روغن}} = ۰/۸\frac{g}{\text{cm}^۳}, g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) $+۱۰۱/۸$ ۲) $-۱۰۱/۸$ ۳) $+۱/۸$ ۴) $-۱/۸$

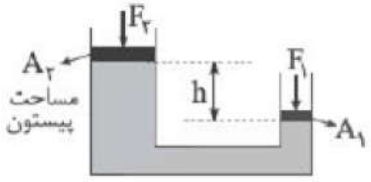
پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مجموعه فشارها در دو طرف لوله باید برابر باشد.

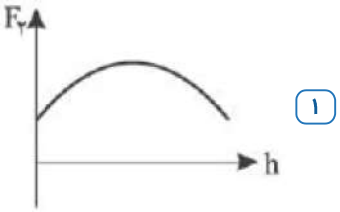
$$P_{\text{ریه}} + P_{\text{آب}} = P_{۰} + P_{\text{روغن}}$$

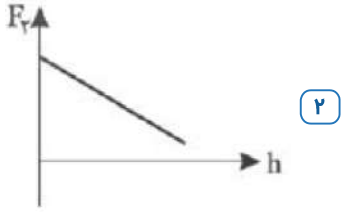
فشار پیمانه‌ای $P = P_{\text{ریه}} - P_{۰} = P_{\text{روغن}} - P_{\text{آب}} = (\rho gh)_{\text{روغن}} - (\rho gh)_{\text{آب}}$

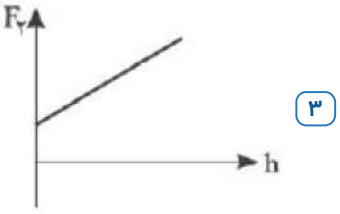
$$\rightarrow P_g = ۸۰۰\times۱۰\times۰/۹ - ۱۰۰۰\times۱۰\times۰/۹ = -۱۸۰۰\text{Pa} = -۱/۸\,\text{kPa}$$

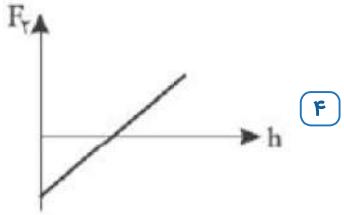
۲۹ شکل زیر نمونه‌ای از یک جک هیدرولیکی است. با توجه به شکل، نمودار $F_۲$ برحسب h برای تعادل جک کدام است؟ (وزن پیستون ها را در مقایسه با مابقی نیروها ناچیز و مقدار $F_۱$ ثابت فرض می‌شود.)



۱


۲


۳


۴


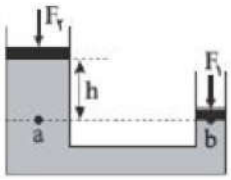
پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

رابطهٔ فشار برای نقاط هم‌تراز a و b عبارت است از:

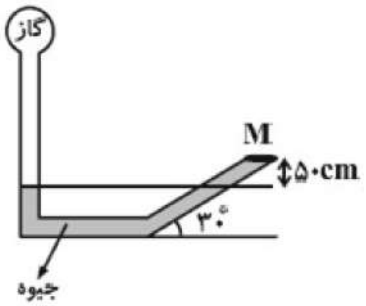
$$P_a = P_b \Rightarrow \cancel{P_۰} + \frac{F_۲}{A_۲} + \rho gh = \cancel{P_۰} + \frac{F_۱}{A_۱}$$

$$\Rightarrow \frac{F_۲}{A_۲} = \frac{F_۱}{A_۱} - \rho gh \Rightarrow F_۲ = \underbrace{\frac{A_۲}{A_۱}F_۱}_{\text{ثابت}} - \underbrace{\rho g A_۲ h}_{\text{ثابت}}$$

شبیه یک تابع خطی $y = -۲x + ۵$ است. خطی با شیب منفی و عرض از مبدأ مثبت یعنی گزینهٔ (۲).

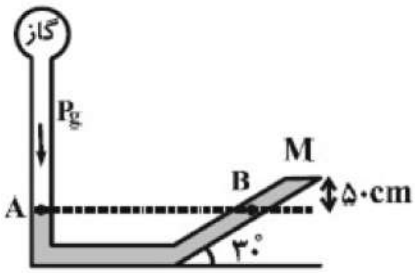


۳۰ در شکل مقابل، به درپوش بسته‌ی M نیرویی به بزرگی $۶۰N$ از طرف جیوه وارد می‌شود. اگر مساحت درپوش $۵۰\text{cm}^۲$ باشد، فشار گاز درون مخزن چند کیلوپاسکال است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{\text{kg}}$ و $\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\frac{g}{\text{cm}^۳}$)



۱) ۸۰ ۲) ۶۸/۱۲ ۳) ۶۹۲۰ ۴) ۱۴۸

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در شکل زیر، فشار دو نقطه‌ی هم‌تراز A و B در جیوه‌ی ساکن برابر است و داریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_g = P_M + P_{\text{جیوه}}$$

به عبارت دیگر، فشار در نقطه‌ی B برابر مجموع فشار ستون جیوه به ارتفاع h و فشاری است که از طرف درپوش به جیوه وارد می‌شود. حال هریک را می‌یابیم:

$$P_M = \frac{F_M}{A} \xrightarrow{F_M=۶۰N\,,\,A=۵\times۱۰^{-۳}m^۲} P_M = \frac{۶۰}{۵\times۱۰^{-۳}} = ۱۲۰۰۰\,\text{Pa}$$

$$P_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{جیوه}}\text{gh}_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰\times۱۰\times\frac{۱}{۲} = ۶۸۰۰۰\,\text{Pa}$$

در نتیجه داریم: $P_g = ۱۲۰۰۰ + ۶۸۰۰۰ = ۸۰۰۰۰\text{Pa} = ۸۰\,\text{kPa}$