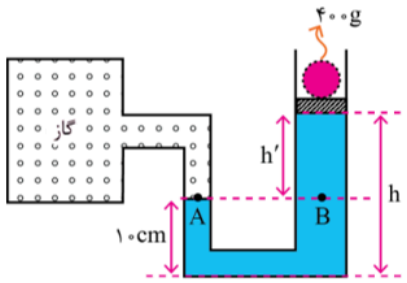
۱



می‌دانیم فشار در دو نقطهٔ A و B مساوی است. بنابراین:

$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{گاز}} = P_{\text{مایع}} + P_{\text{وزنه}} + P_0$$

$$\rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}} - P_0}_{P_{g(\text{گاز})}} = P_{\text{مایع}} + P_{\text{وزنه}}$$

$$\rightarrow P_{g(\text{گاز})} = P_{\text{مایع}} + P_{\text{وزنه}}$$

$$\rho g h' \quad \frac{mg}{A}$$

$$\rightarrow ۸\times۱۰^{۳} = (۲\times۱۰^{۳}\times۱۰\times h') + \frac{۰/۴\times۱۰}{۲۰\times۱۰^{-۴}}$$

$$\xrightarrow{\div ۱۰^{۲}} ۸ = ۲۰h' + ۲ \rightarrow ۲۰h' = ۶ \rightarrow h' = ۰/۳\,m = ۳۰\,cm$$

در نهایت طبق شکل می‌توان نوشت:

$$h = h' + ۱۰ = ۴۰\,cm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲

ابتدا حجم شاره‌ای که فاصلهٔ A تا B را طی کرده است محاسبه می‌کنیم تا بتوانیم به کمک آن آهنگ شارش حجمی را بدست آوریم:

$$\text{حجم شاره} = A\times L = ۲۰\times۴۰ = ۸۰۰\,cm^{۳}$$

$$\text{آهنگ شارش حجمی در قسمت (۱)} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{۸۰۰}{۰/۵} = ۱۶۰۰\,cm^{۳}$$

می‌دانیم آهنگ شارش حجمی در دو قسمت لوله با هم مساوی است. پس در قسمت دوم نیز آهنگ شارش حجمی معادل $۱۶۰۰\frac{cm^{۳}}{s}$ است و برای این قسمت می‌توان نوشت:

$$\text{آهنگ شارش حجمی} = A_۲\times V_۲ \rightarrow ۱۶۰۰ = ۵V_۲ \rightarrow V_۲ = ۳۲۰\frac{cm}{s} = ۳/۲\frac{m}{s}$$

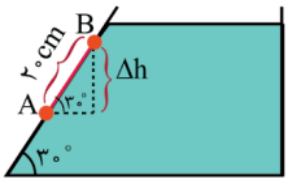
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳

فقط درون لوله چرب شده است، پس در بیرون لوله و دیواره‌ها، سطح مایع مقعر و درون لوله، سطح آب برآمده و پایین‌تر از سطح آب درون ظرف خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۴



$$\sin ۳۰^{\circ} = \frac{\Delta h}{AB}$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{\Delta h}{۲۰\,cm} \rightarrow \Delta h = ۱۰\,cm \rightarrow \Delta h = ۰/۱(m)$$

$$\Delta P = P_A - P_B = \rho g \Delta h$$

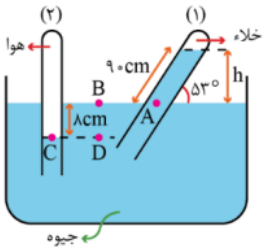
$$۸۰۰ = \rho\times۱۰\times۰/۱ \rightarrow \rho = ۸۰۰\frac{kg}{m^{۳}}$$

گزینه ۱ صحیح است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵



گام اول: فشار هوای محیط را با استفاده از ارتفاع ستون جیوه در لولهٔ (۱) بدست می‌آوریم:

$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{خلاء}} + h_{(cmHg)} = P_. \rightarrow$$

$$۰ + ۹۰\sin ۵۳^\circ = P_. \rightarrow P_. = ۹۰ \times ۰/۸ \rightarrow P_. = ۷۲ cmHg$$

گام دوم: اکنون می‌توان با نوشتن اصل برابری فشار نقاط هم‌تراز برای دو نقطهٔ C و D، فشار هوای جمع شده در انتهای لولهٔ (۲) را بدست آورد:

$$P_C = P_D \rightarrow P_{\text{هوای لوله}} = P_. + ۸ cmHg \rightarrow P_{\text{هوای لوله}} = ۷۲ + ۸ = ۸۰ cmHg$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶

$$\frac{P_۲}{P_۱} = ۱/۴ \Rightarrow \frac{P_. + \rho g h_۲}{P_. + \rho g h_۱} = ۱/۴ \Rightarrow \frac{P_. + ۱۲ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۰/۴۵}{P_. + ۱۲ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۰/۰۵} = ۱/۴ \Rightarrow \frac{P_. + ۵۴۰۰۰}{P_. + ۶۰۰۰} = ۱/۴ \Rightarrow ۱/۴P_. + ۸۴۰۰ = P_. + ۵۴۰۰۰$$

$$\Rightarrow ۰/۴P_. = ۴۵۶۰۰ \Rightarrow P_. = \frac{۴۵۶۰۰}{۰/۴} = ۱۱۴۰۰۰ Pa \Rightarrow P_. = ۱۱۴ kPa$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷

فشار حاصل از ستون مایع باید حداقل برابر ۱۱۵۵ پاسکال باشد تا مایع وارد رگ شود، بنابراین می‌توان نوشت:

$$P = \rho g h \rightarrow ۱۱۵۵ = ۱۰۵۰ \times ۱۰ \times h$$

$$\rightarrow h = \frac{۱۱۵۵}{۱۰۵۰۰} = ۰/۱۱ m = ۱۱ cm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۸

معادله پیوستگی : $A_۱v_۱ = A_۲v_۲ \xrightarrow{A_۱ > A_۲} v_۱ < v_۲$

$$v_۱ < v_۲ \xrightarrow{\text{اصل برنولی}} P_۱ > P_۲$$

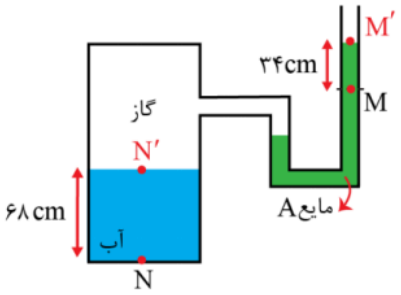
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۹



به کمک رابطه اختلاف فشار دو نقطهٔ N و N′ می‌توان نوشت:

$$P_N = P_{N'} + P_{آب} \quad (۱)$$

فشار آب را برحسب cmHg محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{آب} h_{آب} = \rho_{جیوه} h_{جیوه} \rightarrow ۱ \times ۶۸ = ۱۳/۶ h_{جیوه}$$

$$\rightarrow h_{جیوه} = ۵\,cm \rightarrow P_{آب} = ۵\,cmHg$$

$$(۱) \xrightarrow[P_{آب}=۵cmHg]{P_N=۷۹cmHg} ۷۹ = P_{N'} + ۵ \rightarrow P_{N'} = ۷۴\,cmHg \rightarrow P_{گاز} = ۷۴\,cmHg$$

از طرف دیگر فشار پیمانه‌ای گاز ۴cmHg است. یعنی می‌توان گفت:

$$P_{g(گاز)} = P_{گاز} - P_{.}$$

$$\rightarrow ۴ = ۷۴ - P_{.} \rightarrow P_{.} = ۷۰\,cmHg$$

در گام آخر از رابطهٔ اختلاف فشار دو نقطهٔ M و M′ استفاده می‌کنیم:

$$P_M = P_{M'} + P_{مایع} \quad (۲)$$

تبدیل فشار مایع A به سانتی‌متر جیوه:

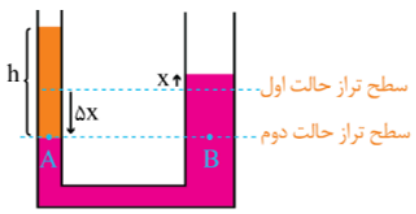
$$\rho_{مایع} h_{مایع} = \rho_{جیوه} h_{جیوه} \rightarrow ۰/۶ \times ۳۴ = ۱۳/۶ \times h_{جیوه}$$

$$\rightarrow h_{جیوه} = ۱/۵\,cm \rightarrow P_{مایع} = ۱/۵\,cmHg$$

$$(۲) \xrightarrow[P_{مایع}=۱/۵cmHg]{P_M=P_{.}=۷۰cmHg} P_M = ۱/۵ + ۷۰ = ۷۱/۵\,cmHg$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۰



$$\frac{A_A}{A_B} = \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^۲ = \left(\frac{۲}{۲\sqrt{۵}}\right)^۲ = \frac{۱}{۵} \rightarrow \frac{\Delta h_A}{\Delta h_B} = ۵$$

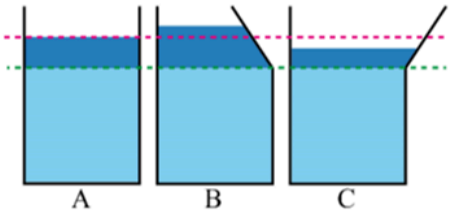
$$P_A = P_B \rightarrow (\rho h)_{مایع} = (\rho h)_{جیوه} \rightarrow ۶/۸ \times h = ۱۳/۶ \times ۶x \rightarrow h = ۱۲x \quad (۱)$$

$$\text{اختلاف ارتفاع سطح آزاد دو مایع} = h - ۶x = ۳۰ \xrightarrow{(۱)} ۱۲x - ۶x = ۳۰ \rightarrow x = ۵\,cm \rightarrow h = ۶۰\,cm$$

$$\text{حجم مایع اضافه شده } V = \pi r_A^۲ h = ۳ \times ۱^۲ \times ۶۰ = ۱۸۰\,cm^۳$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱



اگر مقدار مساوی مایع به هر ۳ ظرف اضافه کنیم، در ظرف B، افزایش ارتفاع مایع از بقیه ظرف‌ها بیشتر خواهد شد، در نتیجه افزایش فشار وارد بر کف ظرف $(\Delta P = \rho g \Delta h)$ نیز از بقیه ظرف‌ها بیشتر می‌شود. در مورد مقایسه نیروی مایع و وزن مایع، کافی است با استفاده از نکته درسنامه، استوانه‌های فرضی در شکل بالا رسم کنید، خواهید دید که مایع درون استوانه فرضی شکل B بیشتر از مایع واقعیِ درون این ظرف است، در نتیجه در ظرف B، (وزن مایع > نیروی مایع بر کف) است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲ گام ۱) ابتدا باید فشار هوا در محل ظرف را به دست آوریم:

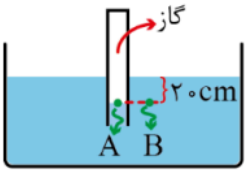
$$P_{هوا} = P_. - \bar{\rho}_{هوا} gh = ۱۰^۵ - ۱/۲۵ \times ۱۰ \times ۲۴۰۰ = ۷ \times ۱۰^۴ Pa$$

گام ۲) حال می‌توان فشار کل در نقطه A از مایع را به دست آورد:

$$P_{کل} = (\rho gh)_{مایع} + P_{هوا} \rightarrow ۸/۶ \times ۱۰^۴ = ۸۰۰ \times ۱۰ \times h + ۷ \times ۱۰^۴ \rightarrow ۱/۶ \times ۱۰^۴ = ۸ \times ۱۰^۳ h \rightarrow h = ۲m$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳



گام ۱) در شکل مقابل فشار نقاط A و B برابر است، پس می‌توان نوشت:

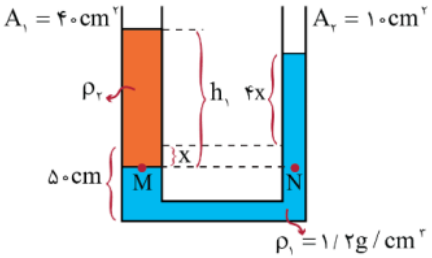
$$P_A = P_B \rightarrow P_{گاز} = \rho gh + P_. \rightarrow P_{گاز} - P_. = \rho gh$$

گام ۲) $P_{گاز} - P_.$ فشار پیمانه‌ای است، پس:

$$۲۰۰۰ = \rho \times ۱۰ \times ۰/۲ \rightarrow \rho = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} = ۱ \frac{g}{cm^۳}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۴ فرض کنیم با اضافه کردن ۲ لیتر مایع به چگالی $۰/۶ \frac{g}{cm^۳}$ به شاخه سمت چپ، سطح مایع ۱ در شاخهٔ سمت چپ به اندازه x پایین بیاید. در این‌صورت باتوجه به نسبت $\frac{A_۱}{A_۲} = ۴$ نتیجه می‌گیریم مایع ۱ در شاخهٔ سمت راست به اندازه ۴x بالا می‌آید:



$$V_۱ = A_۱ h_۱ \Rightarrow ۲۰۰۰cm^۳ = ۴۰cm^۲ \times h_۱ \Rightarrow h_۱ = ۵۰cm$$

$$P_M = P_N \Rightarrow \cancel{P_.} + \rho_۲ g h_۱ = \cancel{P_.} + \rho_۱ g(۵x)$$

$$\Rightarrow \rho_۲ h_۱ = \rho_۱ (۵x) \Rightarrow \cancel{۰/۶}^{۱} \frac{g}{cm^۳} \times ۵۰cm = \cancel{۱/۲}^{۲} \times ۵x$$

$$\Rightarrow ۱۰x = ۵۰cm \Rightarrow \boxed{x = ۵cm}$$

$$\text{ارتفاع سطح آزاد مایع در شاخهٔ سمت راست از کف ظرف} = (۵۰cm) + (۴x) = ۵۰cm + ۲۰cm = \boxed{۷۰cm}$$

گزینهٔ ۱ صحیح است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵

بررسی موارد:

الف: ذرات سازنده گازها با تندی بسیار زیاد به دیواره‌های ظرف و یا ذرات دیگر برخورد می‌کنند و پدیده پخش اتفاق می‌افتد. همچنین چون تندی و انرژی جنبشی ذرات گاز بیشتر از مایعات است، پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایعات اتفاق می‌افتد.

ب: نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب در مقایسه با نیروی دگرچسبی آب و شیشه کمتر است، اما برای شیشه‌ای که با لایه نازکی از روغن چرب شده باشد یا دوداندود شده باشد، نیروی دگرچسبی آب و شیشه (چرب یا دوداندود) از نیروی هم‌چسبی مولکول‌های مایع کمتر است. این عبارت درست است.

پ: این عبارت نیز کاملاً درست است. کشش سطحی آب باعث می‌شود موهای قلم‌مو کنار هم بمانند.

ت: این عبارت نادرست است. فشارسنج بوردون، فشار پیمانه‌ای را اندازه‌گیری می‌کند.

بنابراین عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۶ با توجه به نکات فوق، می‌توانیم از رابطهٔ $P=\rho gh$ برای محاسبهٔ فشار دو جسم استفاده کنیم.

$$P=\rho gh \rightarrow \frac{P_{\text{استوانه}}}{P_{\text{مکعب}}}=\frac{\rho_{\text{استوانه}}}{\rho_{\text{مکعب}}}\times\frac{h_{\text{استوانه}}}{h_{\text{مکعب}}}=۱\times۱=۱$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷ مطابق با نمودار، دستگاه تحقیقاتی ابتدا تا عمق $h_۱$ زیر آب می‌رود که در آنجا فشار، ۲ برابر فشار هوا در سطح دریا است. سپس به عمق $h_۲$ می‌رود که فشار به $۱/۲P_.$ کاهش می‌یابد.

ابتدا باید عمق $h_۱$ را پیدا کنیم.

$$P_{h_۱}=P_.+\rho gh_۱ \rightarrow ۲P_.=P_.+\rho gh_۱$$

$$۲P_.-P_.=۱۰^۵=۱۰۰۰\times۱۰\times h_۱ \rightarrow h_۱=۱۰m$$

پس ابتدا ۱۰ متر به زیر آب می‌رود. حالا باید عمق $h_۲$ را پیدا کنیم.

$$P_{h_۲}=P_.+\rho gh_۲ \rightarrow ۱/۲P_.=P_.+\rho gh_۲$$

$$۰/۲\times۱۰^۵=۱۰۰۰\times۱۰\times h_۲ \rightarrow h_۲=۲m$$

پس دستگاه تحقیقاتی به عمق ۲m آب دریا می‌آید.

دقت کنید که ابتدا ۱۰ متر به زیر آب می‌رود و سپس ۸ متر بالا می‌آید، بنابراین مسافتی که طی کرده است $۱۰+۸=۱۸m$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۸ برای محاسبه نیرو، ابتدا باید فشار در نقاط M و N را بدست بیاوریم.

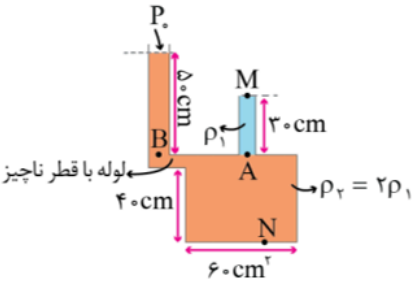
فشار در نقطه N برابر است با:

$$P_N=P_.+\rho_۲g(۰/۵+۰/۴)=P_.+۹\rho_۲$$

برای محاسبه P_M فشار در نقطه M، ابتدا دو نقطه هم‌تراز در مایع $\rho_۲$ پیدا می‌کنیم. این نقاط A و B هستند پس داریم:

$$P_A=P_B \rightarrow P_M+\rho_۱g\times۰/۳=P_.+\rho_۲g\times۰/۵$$

$$P_M=P_.+۵\rho_۲-۳(\frac{\rho_۲}{۲})=P_.+۳/۵\rho_۲$$



حالا باید رابطه نیرو و فشار را بنویسیم:

$$\frac{F_N}{F_M}=۲۴ \rightarrow \frac{P_NA_N}{P_MA_M}=۲۴ \rightarrow \frac{(P_.+۹\rho_۲)\times۶۰}{(P_.+۳/۵\rho_۲)\times۵}=۲۴$$

$$\frac{P_.+۹\rho_۲}{P_.+۳/۵\rho_۲}=۲ \rightarrow P_.=۲\rho_۲=\rho_۲gh_۲ \rightarrow h_۲=۲۰cm$$

پس فشار $P_.$ معادل فشار ۲۰cm از مایع با چگالی $\rho_۲$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۹ هر ظرفی که فشار ستون مایع داخل لوله بیشتر باشد، فضای بالای آن می‌تواند خلأ باشد و در واقع ستون مایع، فشار هوا را نشان می‌دهد.

ظرف ۱ : $P_۱=\rho_۱gh_۱=۱۳۵۰۰\times۱۰\times۰/۷=۹۴۵۰۰Pa$

ظرف ۲ : $P_۲=\rho_۲gh_۲=۱۰۰۰۰\times۱۰\times۱=۱۰۰۰۰۰Pa$

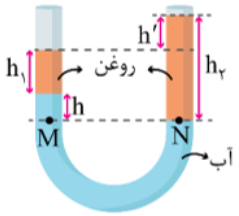
ظرف ۳ : $P_۳=\rho_۳gh_۳=۶۸۰۰\times۱۰\times۱/۵=۱۰۲۰۰۰Pa$

فشار ستون مایع در ظرف ۳ بیشتر است؛ پس فضای خالی بالای آن می‌تواند خلأ باشد. دقت کنید طبق محاسبات فوق، فشار هوای محیط حداقل ۱۰۲۰۰۰Pa است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰



ابتدا در سطح جدایی مایعات، دو نقطه هم‌فشار پیدا می‌کنیم.

$$P_M = P_N \rightarrow \rho_w h + \rho_o h_1 = \rho_o h_2$$

که ρ_o چگالی روغن و ρ_w چگالی آب است.

از سؤال متوجه می‌شویم که $h_2 = 5cm$ و $h_1 = 3cm$ است.

$$(1\times h)+(\frac{3}{4}\times 3)=(\frac{3}{4}\times 5)\rightarrow h = 1/5cm$$

از طرفی برای پیدا کردن h'، با توجه به شکل داریم:

$$h_2 = h' + h_1 + h \rightarrow 5 = h' + 3 + 1/5 \rightarrow h' = 0/5cm$$

$$\frac{h'}{h}=\frac{0/5}{1/5}=\frac{1}{3}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱

فشار پیمانه‌ای، اختلاف فشار یک شاره و فشار هوا است، چون فشار در محل شناگر برابر مجموع فشار هوا و فشار آب است، فشار پیمانه‌ای در واقع همان فشار آب است که برابر $40000Pa$ می‌باشد. فشار آب روی سینه شناگر در واقع فقط ناشی از آب است، پس می‌توان نوشت:

$$P = \rho gh \rightarrow 40000 = 1000\times 10\times h \rightarrow h = 4m$$

پس شناگر در عمق $4m$ آب دریا در حال شنا کردن است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۲

می‌دانیم که آهنگ شارش حجمی شاره ثابت است، یعنی اگر در هر لحظه مثلاً ۱۰ لیتر مایع از سطح مقطع A می‌گذرد، مقدار ۱۰ لیتر نیز از سطح مقطع‌های B و C نیز می‌گذرد. شرط این کار این است که در هر کجا سطح مقطع کوچک‌تر می‌شود، تندی شاره افزایش یابد.

با توجه به سطح مقطع‌ها، دیده می‌شود که $v_B > v_C > v_A$ در نتیجه فشار شاره در سطح مقطع‌های A، B و C، به صورت $P_A > P_C > P_B$ خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳

از معادله پیوستگی می‌دانیم که هر چه سطح مقطع بیشتر شود، تندی شاره کاهش می‌یابد. پس آب از سطح مقطع کوچک‌تر (تندی بیشتر) وارد شده و از سطح مقطع بزرگ‌تر (تندی کمتر) خارج می‌شود، پس جهت جریان آب ← است (از راست به چپ)

معادله پیوستگی را می‌نویسیم:

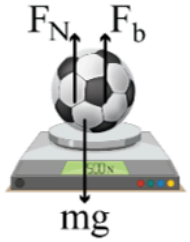
$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \xrightarrow[\text{D قطر است}]{A=\pi\frac{D^2}{4}} \pi\frac{D_1^2}{4}\times 12 = \pi\times\frac{D_2^2}{4}\times\frac{4}{3}$$

نسبت قطر سطح مقطع پهن‌تر به قطر سطح مقطع قسمت باریک‌تر، یعنی $\frac{D_2}{D_1}$ برابر است با:

$$\frac{D_2^2}{D_1^2}=9\rightarrow\frac{D_2}{D_1}=3$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۴



نیروهای وارد بر توپ وقتی روی ترازو است، مطابق شکل روبه‌رو می‌باشد:

$$F_N + F_b = mg \rightarrow 0/5 + F_b = 10m \xrightarrow{F_b \neq 0}$$

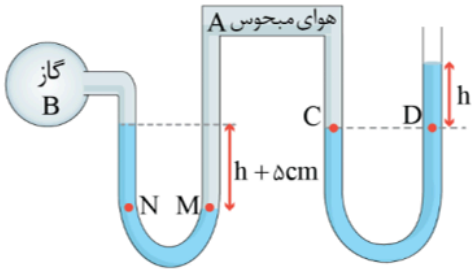
$$\rightarrow 10m > 0/5 \rightarrow m > 0/05kg \rightarrow m > 50g$$

طبق درسنامه، پیکان‌ها که نشان‌دهنده نیرو می‌باشند، باید از بالا به پایین بزرگ‌تر شوند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵



مطابق شکل مقابل، در هر دو لوله فشار را در نقاط هم‌تراز برابر قرار می‌دهیم و دو معادله ایجاد می‌کنیم:

$$P_C = P_D \rightarrow P_A = \rho gh + P_. \rightarrow P_A = ۱۰^۳ \times ۱۰h + P_.$$

$$P_M = P_N \rightarrow P_A = \rho g(h + ۰/۰۵) + P_B \rightarrow P_A = ۱۰^۳ \times ۱۰(h + ۰/۰۵) + P_B$$

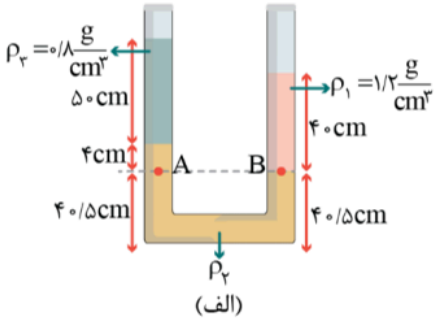
در معادلات (۱) و (۲) چون P_A مشترک است، قسمت دوم را برابر هم قرار می‌دهیم:

$$۱۰^۴h + P_. = ۱۰^۴h + ۱۰^۴ \times ۰/۰۵ + P_B \rightarrow P_B - P_. = -۵۰۰Pa$$

همان‌طور که می‌دانیم فشار پیمانه‌ای اختلاف فشار شاره و هوا است به همین دلیل $P_B - P_.$ را محاسبه کردیم.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶

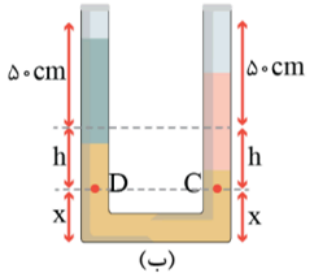


ابتدا دو نقطهٔ هم‌تراز A و B را در نظر گرفته و چگالی $\rho_۲$ را به‌دست می‌آوریم:

$$P_A = P_B$$

$$\rightarrow \rho_۲ g \times ۴ + ۰/۸ \times g \times ۵۰ = ۱/۲ g \times ۴۰$$

$$\rightarrow ۴\rho_۲ + ۴۰ = ۴۸ \rightarrow \rho_۲ = ۲ \frac{g}{cm^۳}$$



مایع $\rho_۱$ را اضافه کرده و در شکل جدید با توجه به هم‌ترازی نقاط C و D ارتفاع h را محاسبه می‌کنیم:

$$P_C = P_D$$

$$\rightarrow ۱/۲ g(۵۰ + h) = ۲gh + ۵۰ \times ۰/۸ \times g$$

$$\rightarrow ۶۰ + ۱/۲h = ۲h + ۴۰ \rightarrow h = ۲۵cm$$

با توجه به شکل‌های(الف) و (ب) داریم:

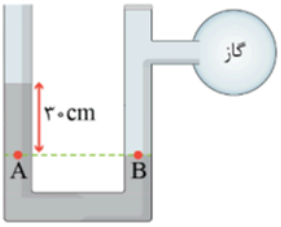
مجموع ارتفاع مایع $\rho_۲$ در حالت اول $= ۴۰/۵ + ۴۰/۵ + ۴ = ۸۵cm$

مجموع ارتفاع مایع $\rho_۲$ در حالت دوم $= x + x + h \rightarrow ۸۵ = ۲x + ۲۵ \rightarrow x = ۳۰cm$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷

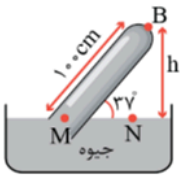


با توجه به نقاط هم تراز A و B داریم:

$$P_A = P_B$$
$$\rightarrow \rho gh + P_{\circ} = P_{\text{گاز}}$$

$$\xrightarrow[\rho=1/5\frac{g}{cm^3},h=30cm]{\rho_{\text{گاز}}=100500Pa} 1/5\times10^3\times10\times30\times10^{-2}+P_{\circ}=100500\rightarrow P_{\circ}=96000Pa$$

در ادامه ارتفاع قائم ستون جیوه در لوله را محاسبه می‌کنیم:



$$\sin 37^\circ = \frac{h}{100} \rightarrow h = 60cm$$

با توجه به نقاط هم‌تراز M و N داریم:

$$P_M = P_N$$
$$\rightarrow 13/5\times10^3\times10\times0/6+P_{\text{ته‌لوله}}=96\times10^3 \rightarrow P_{\text{ته‌لوله}}=15000Pa$$

بزرگی نیرویی به انتهای لوله وارد می‌شود، برابر با:

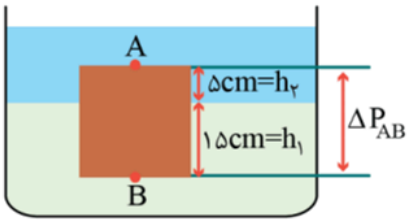
$$F = PA = 15000\times2\times10^{-4} = 3N$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۸

ابتدا اختلاف فشار ناشی از دو وجه بالا و پایین را محاسبه می‌کنیم:

همان‌طور که می‌دانیم برای محاسبهٔ اختلاف فشار دو نقطه، فقط فشار شاره‌های محصور بین همان دو نقطه را به‌دست می‌آوریم و اصلاً کاری به فشارهای بالا و زیر این دو نقطه نداریم:



$$\Delta P_{AB} = \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 = 2\times10^3\times10\times0/15+1\times10^3\times10\times0/05$$
$$\rightarrow \Delta P_{AB} = 3500Pa$$

چون جسم به شکل مکعب است، مساحت همهٔ وجه‌ها با هم برابر است، بنابراین:

$$A = a^2 = (20\times10^{-2}m)^2 = 4\times10^{-2}m^2$$

حال با توجه به رابطهٔ $F = PA$ اختلاف بزرگی نیروی وارد بر دو وجه را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta F = P_B A - P_A A = (P_B - P_A)A = 3500\times4\times10^{-2} = 140N$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹ حجم آب اضافه‌شده برابر است با:

$$\Delta V = \text{آهنگ} \times \text{زمان} = ۱۲۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۵۶ \times ۶۰ = ۴۲۰ m^۳$$

بنابراین افزایش ارتفاع آب برابر است با:

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{۴۲۰}{۲۰۰} = ۲/۱ m = ۲۱۰ cm$$

پس ارتفاع آب از $۳۰ cm$ به $۲۴۰ cm$ رسیده است.

فشار درکف استخر، ۲۵ درصد افزایش یافته، پس می‌توان نوشت:

$$P_۲ = P_۱ + \frac{۲۵}{۱۰۰} P_۱ = \frac{۱۲۵}{۱۰۰} P_۱ \rightarrow P_۲ = \frac{۵}{۴} P_۱$$

حال معادلهٔ فشار را یک بار برای عمق $۳۰ cm$ و بار دیگر برای عمق $۲۴۰ cm$ می‌نویسیم:

$$h_۱ = ۰/۳ m \rightarrow P_۱ = \rho g h_۱ + P_{هوا} \rightarrow P_۱ = ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۰/۳ + P_{هوا} \quad (۱)$$

$$h_۲ = ۲/۴ m \rightarrow P_۲ = \rho g h_۲ + P_{هوا} \rightarrow \frac{۵}{۴} P_۱ = ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۲/۴ + P_{هوا} \quad (۲)$$

حال معادلهٔ (۱) را بر معادلهٔ (۲) تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{۴}{۵} = \frac{۳ \times ۱۰^۳ + P_{هوا}}{۲۴ \times ۱۰^۳ + P_{هوا}} \rightarrow ۱۵ \times ۱۰^۳ + ۵P_{هوا} = ۹۶ \times ۱۰^۳ + ۴P_{هوا}$$

$$\rightarrow P_{هوا} = ۸۱۰۰۰ \rightarrow$$ این عدد، فشار هوا در شهرستان آباده است

حال رابطهٔ فشار هوا در ارتفاع h را نوشته و ارتفاع شهرستان آباده را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{هوا} = P_۰ - \rho g h$$

$$\rightarrow ۸۱۰۰۰ = ۱۰^۵ - ۱ \times ۱۰ h \rightarrow h = ۱۹۰۰ m$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۰ چون فشار ناشی از دو مایع خواسته شده، پس نیازی به $P_۰$ نداریم. چون مایع (N) جیوه است و در صورت سؤال فشار برحسب $cmHg$ خواسته شده‌است، پس داریم:

$$P_N = ۵ cmHg$$

چون جرم و سطح مقطع مایع (M) را در صورت سؤال به ما داده است، فشار مایع (M) را از رابطهٔ $P = \frac{mg}{A}$ به‌دست می‌آوریم و همزمان این فشار را به $cmHg$ تبدیل می‌کنیم:

$$P_M : \frac{mg}{A} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} \rightarrow \frac{۵۴۰}{۲} = ۱۳/۵ \times h_{جیوه}$$

$$\rightarrow h_{جیوه} = ۲۰ cmHg$$

$$\text{فشار حاصل از دو مایع} = ۵ cmHg + ۲۰ cmHg = ۲۵ cmHg$$

دقت کنید که فشار پیمانه‌ای کف ظرف، در واقع همان فشار ناشی از دو مایع است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱

بررسی موارد:

الف: چون جسم، غوطه‌ور شده‌است، نیروی شناوری و وزن آن هم‌اندازه هستند. (✓)

ب: اگر حفرهٔ درون کره با هر مایعی پر شود، کره سنگین‌تر می‌شود، (چگالی آن بیشتر می‌شود) و درون ظرف ته نشین می‌شود. (✓)

ج: برای بررسی این قسمت، باید چگالی مخلوط را با چگالی کره برابر قرار دهیم. منظور از چگالی کره، چگالی ظاهری کره و نه چگالی آهن است.

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1\times 2 + 0/8\times 6}{2+6} = 0/85 \frac{g}{cm^3}$$

$$\rho_{\text{کره}} = \frac{m}{V_{\text{کل}}} = \frac{\rho_{\text{آهن}} \times V_{\text{آهن}}}{\frac{4}{3}\pi R^3} \rightarrow 0/85 = \frac{8\times V_{\text{آهن}}}{4\times 5^3} \Rightarrow V_{\text{آهن}} = \frac{425}{8} = 53/125\, cm^3$$

بنابراین از $500 cm^3$ حجم کره، $53/125 cm^3$ آن آهن است و باقی‌ماندهٔ آن، یعنی $446/875 cm^3$ را فضای خالی تشکیل می‌دهد، پس حجم فضای خالی کمی کمتر از ۹۰٪ است (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۲

$$d_B = d_A - \frac{75}{100} d_A = \frac{25}{100} d_A \rightarrow d_B = \frac{1}{4} d_A$$

چون مساحت با توان دوم قطر رابطهٔ مستقیم دارد، پس داریم:

$$d_B = \frac{1}{4} d_A \xrightarrow{A \propto d^2} A_B = \frac{1}{16} A_A$$

از طرفی طبق معادلهٔ پیوستگی، تندی با سطح مقطع رابطهٔ عکس دارد، بنابراین:

$$A_B = \frac{1}{16} A_A \xrightarrow{v \propto \frac{1}{A}} v_B = 16 v_A$$

در صورت سؤال، اختلاف تندی شاره در دو قسمت را $7/5 \frac{m}{s}$ داده است، پس بنابراین:

$$v_B - v_A = 7/5 \rightarrow 16 v_A - v_A = 7/5 \rightarrow v_A = 0/5 \frac{m}{s} \rightarrow v_A = 50 \frac{cm}{s}$$

آهنگ شارش حجمی شاره در قسمت‌های A و B برابر است، پس داریم:

$$\text{آهنگ شارش حجمی} = 9 \frac{L}{min} = \frac{9\times 10^3 cm^3}{60 s} = 150 \frac{cm^3}{s}$$

$$\text{آهنگ شارش حجمی} = v_A A_A \rightarrow 150 \frac{cm^3}{s} = 50 \frac{cm}{s} \times A_A \rightarrow A_A = 3 cm^2$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۳

گام اول:

اگر اطلاعات مربوط به نقره را با اندیس (۱) و اطلاعات مربوط به طلا را با اندیس (۲) نشان دهیم، چگالی آلیاژ برابر است با:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \xrightarrow{V = \frac{m}{\rho}} \rho = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} = \frac{2+1}{\frac{2}{10000} + \frac{1}{20000}} = 12000 \frac{kg}{m^3} = 12 \frac{g}{cm^3}$$

گام دوم:

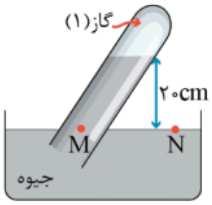
چگالی آلیاژ از چگالی آب بیش‌تر است (بدون محاسبه هم واضح بود!)، بنابراین کره در آب ته‌نشین می‌شود. چگالی آلیاژ از چگالی جیوه کم‌تر است، بنابراین کره روی سطح جیوه شناور می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴

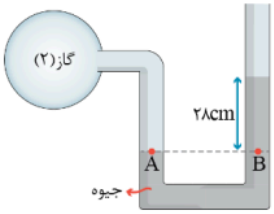
گام اول:



فشار پیمانه‌ای گاز (۱) برابر است با:

$$P_M = P_N \Rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}۱}}_{\text{فشار پیمانه‌ای گاز (۱)}} + ۲۰\,\text{cmHg} = P_۰$$
$$\Rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}۱} - P_۰}_{\text{فشار پیمانه‌ای گاز (۱)}} = -۲۰\,\text{cmHg}$$

گام دوم:



فشار پیمانه‌ای گاز (۲) برابر است با:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{۲\ \text{گاز}} = P_۰ + ۲۸\,\text{cmHg}$$
$$\Rightarrow \underbrace{P_{۲\ \text{گاز}} - P_۰}_{\text{فشار پیمانه‌ای گاز (۲)}} = ۲۸\,\text{cmHg}$$

بنابراین فشار پیمانه‌ای گاز (۱)، $۴۸\,\text{cmHg}$ کم‌تر از فشار پیمانه‌ای گاز (۲) است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۵

گام اول:

شیب نمودار فشار برحسب عمق متناسب با چگالی مایع است، پس چون شیب قسمت دوم نمودار، ۳ برابر قسمت اول است، می‌توان نتیجه گرفت که چگالی مایع B، ۳ برابر چگالی مایع A است. فشار در کف ظرف برابر $۱۰۵/۲\,\text{kPa}$ است، بنابراین:

$$P = P_۰ + \rho_A g h_A + \rho_B g h_B \Rightarrow ۱۰۵/۲\times۱۰^۳ = ۱۰^۵ + \rho_A \times ۱۰ \times \frac{۱۰}{۱۰۰} + ۳\rho_A \times ۱۰ \times \frac{۱۴}{۱۰۰}$$
$$\Rightarrow ۵۲۰۰ = \rho_A + ۴/۲\rho_A \Rightarrow \rho_A = ۱۰۰۰\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^۳}$$

گام دوم:

جرم و وزن هر لیتر مایع A برابر است با:

$$m = \rho_A V = ۱۰۰۰\times۱۰^{-۳} = ۱\,\text{kg} \Rightarrow W = mg = ۱\times۱۰ = ۱۰\,\text{N}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۶

گام اول:

تندی آب در نقطهٔ B برابر است با:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow \pi D_A^۲ v_A = \pi D_B^۲ v_B$$
$$\Rightarrow ۳^۲ \times ۲ = ۱^۲ \times v_B \Rightarrow v_B = ۱۸\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

گام دوم:

طبق قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، کار کل انجام شده روی قطره برابر است با:

$$W_t = \frac{۱}{۲}m\left(v_۲^۲ - v_۱^۲\right) = \frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۳}\left[(۰/۱۸)^۲ - (۰/۰۲)^۲\right] = ۱/۶\times۱۰^{-۵}\,\text{J}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷

تعیین کنیم چه فشاری در کف ظرف نیروی ۴/۶ نیوتونی ایجاد می‌کند.

$$P=\frac{F}{A}\rightarrow F=PA\rightarrow ۴/۶=۲۵\times۱۰^{-۴}\times P\rightarrow P=۱۸۴۰Pa$$

تعیین می‌کنیم چه مقدار از این ۱۸۴۰پاسکال مربوط به نفتی است که از قبل وجود دارد.

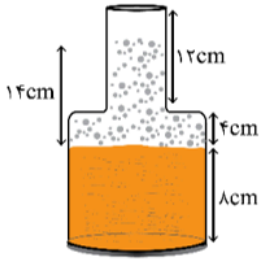
$$P=\rho gh\rightarrow P_{نفت}=\rho_{نفت}\times g\times h_{نفت}=۹۰۰\times۱۰\times۸\times۱۰^{-۲}=۷۲۰Pa$$

بنابراین از ۱۸۴۰پاسکال فشار مورد نیاز برای شکستن کف ظرف ۷۲۰ پاسکال مربوط به نفتی است که از قبل است. بنابراین روغن باید $(۱۸۴۰-۷۲۰)=۱۱۲۰$ پاسکال فشار ایجاد نماید.

چه ارتفاعی از روغن ۱۱۲۰ پاسکال فشار ایجاد می‌کند؟

$$P_{روغن}=\rho_{روغن}gh_{روغن}\rightarrow ۱۱۲۰=۸۰۰\times۱۰\times h_{روغن}\rightarrow h_{روغن}=۱۴cm$$

۱۴ سانتی‌متر افزایش ارتفاع توسط روغن چه حجمی دارد؟



$$\left.\begin{array}{l}۲۵cm^{۲}\text{ قسمت با سطح مقطع }V_{۱}=A_{۱}\times h_{۱}=۲۵\times۴=۱۰۰cm^{۳}\\ ۱۰cm^{۲}\text{ قسمت با سطح مقطع }V_{۲}=A_{۲}\times h_{۲}=۱۰\times۱۰=۱۰۰cm^{۳}\end{array}\right\}\Rightarrow V=V_{۱}+V_{۲}=۲۰۰cm^{۳}$$

حال باید زمان پر شدن روغن را محاسبه کنیم.

$$۰/۳۶\frac{Lit}{min}\xrightarrow[min=۶۰s]{Lit=۱۰۰۰cm^{۳}}\begin{array}{ll}۶cm^{۳} & ۱s\\ ۲۰۰cm^{۳} & ?\end{array}$$

بنابراین $\frac{۲۰۰}{۶}=\frac{۱۰۰}{۳}s$ طول می‌کشد تا شیشه در آستانه شکستن قرار بگیرد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۸

$$P_{۱}=\rho gh_{۱}+P_{۰}\rightarrow ۱۳۵۰۰\times۱۰\times۰/۷=\rho\times۱۰\times۸+P_{۰}\quad(۱)$$
$$P_{۲}=\rho gh_{۲}+P_{۰}\rightarrow ۱۳۵۰۰\times۱۰\times۰/۷۵=\rho\times۱۰\times۱۲+P_{۰}\quad(۲)$$

با کم کردن رابطهٔ (۱) از (۲) داریم:

$$۱۳۵۰۰\times۱۰\times۰/۰۵=\rho\times۱۰\times۴\rightarrow\rho=\frac{۶۷۵}{۴}\frac{kg}{m^{۳}}$$

با جای‌گذاری ρ در رابطهٔ (۱)، فشار هوا به دست می‌آید.

$$۱۳۵۰۰\times۱۰\times۰/۷=\frac{۶۷۵}{۴}\times۱۰\times۸+P_{۰}\rightarrow ۹۴۵۰۰=۱۳۵۰۰+P_{۰}$$
$$\rightarrow P_{۰}=۸۱۰۰۰Pa=۸۱kPa$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۹

گام اول:

آهنگ شارش حجمی ثابت است بنابراین آهنگ لوله (۲) نیز $۴/۸\frac{L}{min}$ می‌باشد.

گام دوم:

چون ابعاد لوله بر حسب سانتی‌متر است و در آخر تندی بر حسب $\frac{cm}{s}$ از ما خواسته شده، بهتر است $۴/۸\frac{L}{min}$ را بر حسب $\frac{cm^۳}{s}$ بنویسیم.

$$۴/۸\frac{L}{min}\xrightarrow[min=۶۰s]{Lit=۱۰۰۰cm^۳}\frac{۴/۸\times۱۰۰۰}{۶۰}=۸۰\frac{cm^۳}{s}$$

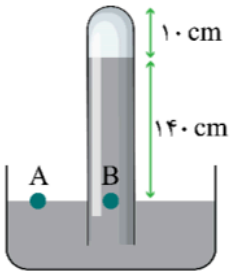
گام سوم:

می‌دانیم سطح مقطع لوله (۲) برابر $۵\times۵\times۳=۷۵cm^۲$ می‌باشد، بنابراین به راحتی تندی آب را به‌دست می‌آوریم:

$$۸۰\frac{cm^۳}{s}=۷۵cm^۲\times v\rightarrow v=\frac{۸۰}{۷۵}=\frac{۱۶}{۱۵}\frac{cm}{s}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۰



فشار در نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن باهم برابر است؛ بنابراین:

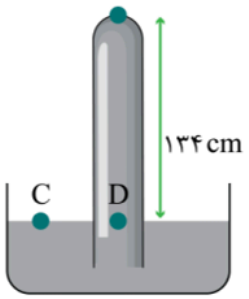
$$P_A=P_B\Rightarrow P_.=P_{مایع}=۷۰cmHg$$

پس ارتفاع ستون مایع برابر است با:

$$\rho_{مایع}gh_{مایع}=\rho_{جیوه}gh_{جیوه}$$
$$۶/۸\times h_{مایع}=۱۳/۶\times۷۰\Rightarrow h_{مایع}=۱۴۰cm$$

با پایین آوردن لوله در راستای قائم، مایع بخش خلأ را پر می‌کند و به لوله نیرو وارد می‌کند:

$$F_{ته\,لوله}=P_{ته\,لوله}\times A_{ته\,لوله}\Rightarrow ۴/۰۸=P_{ته\,لوله}\times۱۰\times۱۰^{-۴}\Rightarrow P_{ته\,لوله}=۴۰۸۰Pa$$



طبق رابطهٔ $P=\rho gh$ فشار ته لوله را برحسب cmHg می‌نویسیم:

$$P=\rho gh\Rightarrow ۴۰۸۰=۱۳۶۰۰\times۱۰\times h\Rightarrow h=۳cmHg$$
$$P_C=P_D\Rightarrow P_.=P_{مایع}+P_{اضافی}\Rightarrow ۷۰=P_{مایع}+۳$$
$$P_{مایع}=۶۷cmHg\Rightarrow \rho_{مایع}gh_{مایع}=\rho_{جیوه}gh_{جیوه}$$
$$۶/۸\times h_{مایع}=۱۳/۶\times۶۷$$
$$h_{مایع}=۱۳۴cm$$

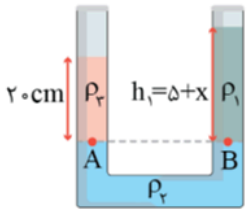
میزان جابه‌جایی لوله در راستای قائم:

$$x=۱۴۰+۱۰-۱۳۴=۱۶cm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۱ با اضافه کردن مایع به شاخهٔ سمت راست، وضعیت مایعات به شکل زیر درمی‌آید:



$$P_B = P_A$$
$$P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$
$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$
$$0/4 \times (5 + x) = 0/8 \times 20$$
$$2 + 0/4x = 16 \Rightarrow 0/4x = 14 \Rightarrow x = 35cm$$
$$\text{حجم} = A \times h = 100cm^2 \times 35cm = 3500cm^3$$
$$\frac{3500}{1000} = 3/5Lit$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۲ بررسی گزینه‌ها:

۱) در قسمت B، لوله به‌تدریج درحال باریک شدن است، پس تندی آب به‌تدریج افزایش می‌یابد. (×)

۲) مساحت مقطع قسمت A، بزرگ‌تر از مساحت مقطع قسمت C است، پس طبق معادلهٔ پیوستگی، تندی آب در A، کم‌تر از تندی آب در C است، بنابراین با توجه به اصل برنولی، فشار در قسمت A، بیش‌تر از فشار در قسمت C است. (✓)

۳) قسمت C باریک‌تر از قسمت E است، پس تندی آب در قسمت C، بیش‌تر از قسمت E است. (×)

۴) در قسمت D، مساحت مقطع لوله به‌تدریج درحال افزایش است، پس تندی آب درحال کاهش است و درنتیجه انرژی جنبشی یک قطرهٔ آب، درحال کاهش می‌باشد. (×)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۴۳ **نیروی دگرچسبی بین آب و شیشه بیشتر از هم‌چسبی آب است. به همین جهت سطح آب در لوله بالا آمده و فرورفتگی دارد، ولی هنگامی که شیشه‌ای روغنی شود، نیروی دگرچسبی بین آن و مولکول‌های آب کاهش می‌یابد و سطح آب برآمده می‌شود.**

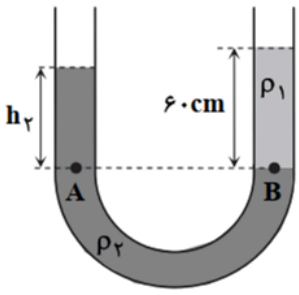
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۴۴

$$P = P_0 + \rho g h = 10^5 + 1000 \times 10 \times 2/5 = 125000Pa$$
$$F = PA = 125000 \times 20 \times 10^{-4} = 250N$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۵

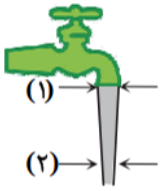


$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_2 g h_2 = P_0 + \rho_1 g h_1$$
$$\Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 \times 60 \Rightarrow 1/2\rho_1 h_2 = \rho_1 \times 60 \Rightarrow h_2 = \frac{60}{1/2} = 50cm$$
$$H = 60 - 50 = 10cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۶ با توجه به معادلهٔ پیوستگی داریم:



$$A_1v_1 = A_2v_2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\pi R_2^2}{\pi R_1^2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \left(\frac{\frac{1}{2}R_1}{R_1}\right)^2 = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۷ گزینهٔ ۱: بخش اول درست است ولی مایع را باید به آرامی سرد نماییم.

گزینهٔ ۲: تعریف درست پلاسما است.

گزینهٔ ۳: شیشه جزو جامدهای بلورین نیست.

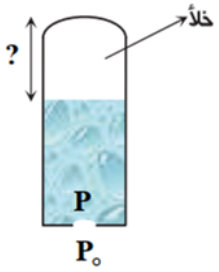
گزینهٔ ۴: ذرات جامد نمی‌توانند درون جامد از جایی به جای دیگر بروند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۴۸ وقتی مقداری آب روی شیشه می‌ریزیم، سطح شیشه خیس می‌شود؛ زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است. موهای یک قلم‌مو هنگام خروج از آب به هم می‌چسبند زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و موهای قلم‌مو کمتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۹ خروج آب زمانی متوقف می‌شود که فشار ستون آب مخزن با فشار هوای محیط برابر شود.



$$P_{آب} = P_0 \Rightarrow \rho_{آب} g h_{آب} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه}$$

$$\Rightarrow 1 \times h_{آب} = 13/6 \times 70 \Rightarrow h_{آب} = 952\,cm$$

$$\Delta h = 100 \times 10 - 952 = 48\,cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۵۰ با بالارفتن پیستون، آب وارد لولهٔ باریک می‌شود. حال اگر پیستون به‌اندازهٔ x بالا رود، سطح آب درون لوله به‌اندازهٔ بیشتر از x بالا خواهد رفت؛ در نتیجه فاصلهٔ سطح آزاد آب در لوله تا پیستون افزایش می‌یابد، لذا طبق رابطهٔ $P = \rho gh + P_0$ فشار وارد بر پیستون و نیروی وارد بر آن افزایش خواهد یافت.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۱ نیروی ناشی از فشار پیمانه‌ای آب در کف ظرف را باید از حاصل‌ضرب فشار پیمانه‌ای در مساحت کف ظرف به‌دست بیاوریم و به جرم آب موجود بستگی ندارد.

$$P_g = \rho gh = (1000\frac{kg}{m^3})(10\frac{N}{kg})(\frac{40}{100}m) = 4000\,Pa$$

$$F = P_g \times A = 4000 \times 50 \times 10^{-4} = 20\,N$$

لازم به ذکر است که وزن آب $mg = 1/8 \times 10 = 18\,N$ است و نیروی وارد بر کف ظرف کمی بیشتر از وزن آب است و علت این افزایش نیرو، دیوارهٔ مایل ظرف است که به‌طرف پایین نیرو وارد می‌کند.

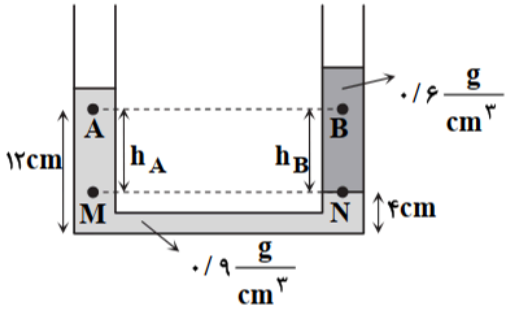
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۲ هرچه فاصله از سطح زمین بیشتر می‌شود، فشار هوا کاهش می‌یابد؛ در نتیجه فشار هوا با فاصله از سطح زمین نسبت مستقیم ندارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۵۳

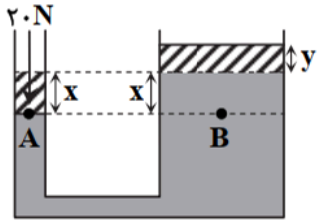


$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_A g h_A + P_A = \rho_B g h_B + P_B$$
$$\Rightarrow ۰/۹\times۱۰^{۳}\times۱۰\times(۱۲-۴)\times۱۰^{-۲} + P_A = ۰/۶\times۱۰^{۳}\times۱۰\times(۱۲-۴)\times۱۰^{-۲} + P_B$$
$$\Rightarrow ۹۰\times۸ + P_A = ۶۰\times۸ + P_B$$
$$\Rightarrow P_B - P_A = ۲۴۰ Pa$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۵۴

فرض می‌کنیم که سطح آب در سمت چپ به اندازهٔ x پایین بیاید و در طرف راست به اندازهٔ y بالا برود. با توجه به اینکه حجم آب جابه‌جا شده (هاشور خورده) یکسان است، داریم:

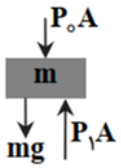


$$x\times A_{\text{چپ}} = y\times A_{\text{راست}} \Rightarrow x\times۱۰ = y\times۴۰ \Rightarrow x = ۴y$$
$$P_A = P_B \Rightarrow P_۰ + \frac{F}{A_{\text{چپ}}} = P_۰ + \rho g(x+y)$$
$$\Rightarrow \frac{۲۰}{۱۰\times۱۰^{-۴}} = ۱۰۰۰\times۱۰(۴y+y) \Rightarrow y = \frac{۲\times۱۰^{۴}}{۵\times۱۰^{۴}} = ۰/۴ m = ۴۰ cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

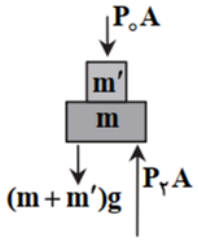
۵۵

در حالت اول، پیستون در حال تعادل است. اگر جرم پیستون برابر m باشد، می‌توان نوشت:



$$P_۰A + mg = P_۱A \quad (۱) \text{ رابطهٔ}$$

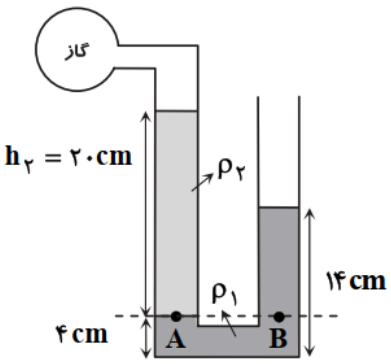
در حالت دوم، مجدداً مجموعهٔ پیستون و وزنهٔ روی آن در حال تعادل است. اگر جرم اضافه‌شده را m' بنامیم، می‌توان نوشت:



$$P_۰A + (m+m')g = P_۲A \xrightarrow{\text{رابطهٔ (۱)}} P_۱A + m'g = P_۲A \Rightarrow m'g = (P_۲ - P_۱)A$$
$$\Rightarrow \frac{۵۰}{۱۰۰۰}\times۱۰ = ۲۵۰\times A \Rightarrow A = \frac{۵\times۱۰^{-۱}}{۲۵۰} = ۲\times۱۰^{-۳} m^{۲} = ۲۰ cm^{۲}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۶

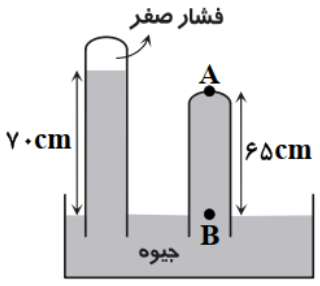


$$\begin{cases} P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_۲ g h_۲ = \rho_۱ g h_۱ + P_۰ \\ \text{پیمانه‌ای: } P_g = P_{\text{گاز}} - P_۰ \end{cases}$$
$$\Rightarrow P_g = P_{\text{گاز}} - P_۰ = \rho_۱ g h_۱ - \rho_۲ g h_۲$$
$$\Rightarrow \rho_۱\times۱۰\times(\frac{۱۴-۴}{۱۰۰}) - ۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰} = -۶۰۰$$
$$\Rightarrow \rho_۱ - ۲۰۰۰ = -۶۰۰ \Rightarrow \rho_۱ = ۱۴۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} = ۱/۴ \frac{g}{cm^{۳}}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۷ لولهٔ سمت چپ نشان می‌دهد فشار هوا در محیط $P_0 = 70\,cmHg$ است. ابتدا فشار هوا را برحسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:



$$P_0 = \rho gh \Rightarrow P_0 = 13600 \times 10 \times \frac{70}{100} = 95200\,Pa$$

فشاری که به انتهای بستهٔ لوله وارد می‌شود:

$$P_0 = P_B = P_A + 65\,cmHg \Rightarrow P_A = P_0 - 65 = 5\,cmHg$$

$$P_A = \rho gh \Rightarrow P_A = 13600 \times 10 \times \frac{5}{100} = 6800\,Pa$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۸ با توجه به تعادل ظرف در سطح آب، مشخص می‌شود که نیروی شناوری با وزن ظرف و محتویات آن برابر است، پس با افزایش وزن محتویات ظرف، نیروی شناوری هم افزایش می‌یابد. در واقع با افزایش حجم ظرف درون آب، نیروی شناوری وارد بر ظرف هم افزایش می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۵۹ چون آب تراکم‌ناپذیر است، آهنگ جریان شاره در هر قسمت از لوله با سایر قسمت‌های آن یکسان است. به همین دلیل اگر در هر ثانیه ۳ لیتر آب از هر مقطع از قسمت A عبور کند، در همین مدت ۳ لیتر آب از هر مقطع از قسمت B نیز عبور خواهد کرد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۶۰ افزایش دمای آب و افزودن مایع ظرف‌شویی، نیروی هم‌چسبی و در نتیجه کشش سطحی آب را کاهش می‌دهد، در نتیجه در هر دو بار حلقه در آب فرو می‌رود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۶۱

$$\Delta P = \rho gh \Rightarrow 104600 - 103000 = \rho_{\text{مایع}} \times 10 \times 0/2 \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 800\,\frac{kg}{m^3}$$

اگر چگالی جسم بیشتر از چگالی مایع باشد، جسم در مایع فرو می‌رود و اگر چگالی آن کمتر از چگالی مایع باشد به طرف بالا (سطح مایع) می‌آید. بنابراین از آنجا که جسم در مایع غوطه‌ور و در حال تعادل است، چگالی آن برابر با چگالی مایع خواهد بود:

$$\rho_{\text{مکعب}} = \rho_{\text{مایع}} = 800\,\frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{\text{مکعب}} = \frac{m}{V} \Rightarrow m = 800 \times (0/2)^3 = 6/4\,kg$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۲ فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن $= P_{\text{گاز}} - P_0 = -1/5 \times 10^3\,Pa \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 - 1/5 \times 10^3$

با توجه به وضعیت پوسته فشار در دو طرف آن برابر است: $P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{گلیسیرین}} gh = P_0 + \rho_{\text{آب}} gh$

$$\Rightarrow P_0 - 1/5 \times 10^3 + \rho_{\text{گلیسیرین}} gh = P_0 + \rho_{\text{آب}} gh \Rightarrow \rho_{\text{گلیسیرین}} gh - \rho_{\text{آب}} gh = 1/5 \times 10^3\,Pa$$

$$\Rightarrow (\rho_{\text{گلیسیرین}} - \rho_{\text{آب}})gh = 1/5 \times 10^3 \Rightarrow \rho_{\text{گلیسیرین}} - \rho_{\text{آب}} = \frac{1/5 \times 10^3}{10 \times 0/6} = 250\,\frac{kg}{m^3}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۳ از آنجا که ترازو عدد یکسانی را نشان می‌دهد، مجموع جرم ظرف و مایع داخل آن برای هر دو ظرف یکسان است. با توجه به اینکه جرم ظرف‌ها نیز یکسان است، پس جرم و حجم مایع داخل ظرف‌ها نیز یکسان خواهد بود. $(m_۱ = m_۲ \Rightarrow V_۱ = V_۲)$

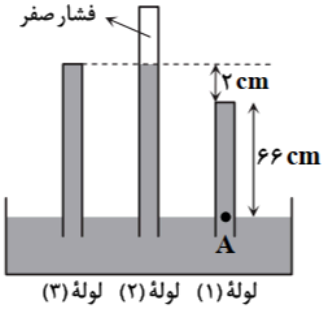
$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow A_۱h_۱ = A_۲h_۲ \Rightarrow a^۲h_۱ = \pi(\frac{a}{۲})^۲h_۲ \Rightarrow \frac{h_۲}{h_۱} = \frac{۴}{\pi}$$

فشار پیمانه‌ای $P_g = \rho gh \Rightarrow \frac{P_{g_۲}}{P_{g_۱}} = \frac{h_۲}{h_۱} = \frac{۴}{\pi}$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۴ با توجه به لولهٔ (۲) متوجه می‌شویم که فشار هوا $۶۸\,cmHg$ است. از آنجا که ارتفاع جیوه در لولهٔ (۳) و لولهٔ (۲) یکسان است، فشار در انتهای لولهٔ (۳) نیز صفر بوده و در نتیجه نیروی وارد بر انتهای لولهٔ (۳)، صفر خواهد بود.

برای لولهٔ (۱) نیز داریم:



$$\left.\begin{array}{l} P_A = P_{\text{انتهای لولهٔ ۱}} + P_{\text{ستون جیوه}} \\ P_A = P_۰ = ۶۸\,cmHg \end{array}\right\} \Rightarrow P_{\text{انتهای لولهٔ ۱}} = ۲cmHg = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۲}{۱۰۰} = ۲۷۲۰\,Pa$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = ۲۷۲۰ \times ۵ \times ۱۰^{-۴} = ۱/۳۶\,N$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

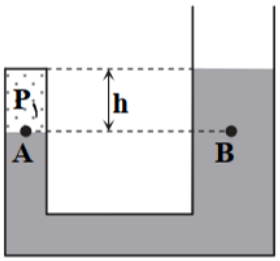
۶۵ اتم‌های برخی از جامدها در طرح‌های منظمی کنار هم قرار می‌گیرند. این جامدها که در یک الگوی تکرارشونده از این واحدهای منظم ساخته می‌شوند را جامدهای بلورین می‌نامند. نمک‌ها، فلزها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی جزو جامدهای بلورین هستند.

جامدهای بی‌شکل برخلاف جامدهای بلورین در طرح‌های منظمی قرار ندارند. شیشه مثالی از یک جامد بی‌شکل است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۶۶ حالت اول:

فشار دو نقطهٔ هم‌تراز درون یک مایع با هم برابر است:



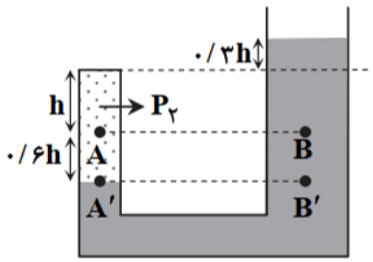
$P_A = P_B \Rightarrow P_۱ = P_۰ + \rho gh$ (۱) رابطهٔ

حالت دوم:

در حالت دوم، چون حجم گاز ۶۰ درصد اضافه شده، با توجه به اینکه مساحت مقطع لوله ثابت است، پس ارتفاع گاز ۶۰ درصد افزایش می‌یابد؛ یعنی گاز در شاخهٔ سمت چپ $۰/۶h$ پایین‌تر آمده است. اگر فرض کنیم سطح مایع در طرف مقابل به‌اندازهٔ x بالاتر رفته، با توجه به تساوی حجم مایع جابه‌جاشده خواهیم داشت:

$$۰/۶h \times A = x \times ۲A \Rightarrow x = ۰/۳h$$

حالا فشار دو نقطهٔ هم‌تراز A' و B' را که درون آب قرار دارند، با هم برابر قرار می‌دهیم:



$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow P_۲ = P_۰ + \rho g(۰/۶h + ۰/۳h + h) = P_۰ + \rho g \times ۱/۹h$ (۲) رابطهٔ

$$\xrightarrow{\text{روابط (۱) و (۲)}} P_۲ - P_۱ = ۱۸۰۰\,Pa \Rightarrow P_۰ + ۱/۹\rho gh - P_۰ - \rho gh = ۱۸۰۰$$

$$\Rightarrow ۰/۹\rho gh = ۱۸۰۰ \Rightarrow ۰/۹ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times h = ۱۸۰۰ \Rightarrow h = ۰/۲m = ۲۰cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۶۷ با دمیدن (فوت کردن) در لولهٔ افقی، هوای بالای لولهٔ قائم با تندی زیادی جریان می‌یابد و فشار آن کاهش پیدا می‌کند (فشار در نقطهٔ C کاهش می‌یابد). در نتیجه فشار هوای محیط که بر سطح آب ظرف وارد می‌شود، باعث بالا رفتن آب در لولهٔ قائم می‌گردد.
توجه: فشار هوای محیط با فشار نقطهٔ A برابر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۸ پلاسما حالتی از ماده است که اغلب در دماهای بالا تشکیل می‌شود و فاصلهٔ بین ذرات جامد و مایع، یکسان و در حدود یک آنگستروم است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۶۹ وقتی مایع دیوارهٔ لوله را تر نکند، سطح مایع درون لوله پایین‌تر از سطح مایع درون ظرف و به‌صورت برآمده می‌ایستد؛ مانند لولهٔ مویین شیشه‌ای درون ظرف حاوی جیوه.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۰ در حالت عادی فاصلهٔ بین مولکول‌های مایع طوری است که نیروی بین مولکول‌ها جاذبه است؛ نمونهٔ آن کشش سطحی مایع است و وقتی مثلاً در اثر فشار زیاد فاصلهٔ بین مولکول‌ها بسیار کم شود، نیروی بین مولکول‌های مایع به‌صورت دافعه بروز می‌کند؛ نمونهٔ آن تحمل فشار زیاد مایع در مقابل تراکم است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۱ حرکت سریع مولکول‌های مایع و گاز و برخورد آن‌ها به یکدیگر یا به ماده‌ای که درون آن‌ها قرار گرفته سبب پخش می‌شود.
مولکول‌های گاز در مقایسه با مولکول‌های مایع بسیار سریع‌تر حرکت می‌کنند، از این‌رو پخش در گاز سریع‌تر صورت می‌پذیرد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۲ الف) علت کروی شدن قطره‌های آب در حال سقوط، کشش سطحی آب در سطح خارجی قطره است که آن را از هر طرف می‌کشد. چون کمترین سطح برای حجم بیشتر، کره است، قطره کروی می‌شود.
ب) افزایش دما، نیروی هم‌چسبی را کم می‌کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۳ از بیرون، یکی فشار هوای اطراف و دیگری فشار وزنه است که روی روزنهٔ خروج اثر می‌گذارند. مجموع این دو فشار برابر فشار درون زودپز است.

$$P_{\circ} + P_{\text{وزنه}} = P_{\text{درون زودپز}} \Rightarrow \circ/۹ + P_{\text{وزنه}} = ۲/۵ \Rightarrow P_{\text{وزنه}} = ۱/۶\,atm$$

$$P_{\text{وزنه}} = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow ۱/۶\times۱۰^{۵} = \frac{m\times۹/۸}{۴/۹\times۱۰^{-۶}} \Rightarrow m = \circ/\circ۸\,kg = ۸\circ g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۴ هر چقدر از سطح دریا به ارتفاعات حرکت کنیم، فشار هوا کم می‌شود.

$$P_{\text{شهر}} = P_{\circ} - \rho gh$$

$$\Rightarrow P_{\text{شهر}} = ۱/\circ۱\times۱۰^{۵} - ۱/\circ۱\times۱\circ\times۱۰^{۳} = ۹\circ/۹\times۱۰^{۳}\,Pa = ۹\circ/۹\,kPa$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۵
$$\begin{cases} P_B - P_A = ۱۶\,cmHg \\ P_B - P_{\circ} = ۱۲\,cmHg \end{cases} \Rightarrow P_A - P_{\circ} = -۱۶ + ۱۲ \Rightarrow P_A - P_{\circ} = -۴\,cmHg$$

یعنی فشار مخزن A، ۴cmHg از فشار هوای محیط کمتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۶ با توجه به شاخهٔ سمت چپ می‌توان نوشت:

$$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho_1 g(3h_1) \Rightarrow 140 = 80 + 3\rho_1 g h_1 \Rightarrow \rho_1 g h_1 = 20\,kPa$$

از شاخهٔ سمت راست داریم:

$$P_A = P_0 + \rho_2 g h + \rho_1 g h_1 \Rightarrow 140 = 100 + \rho_2 g h + 20 \Rightarrow \rho_2 g h = 20\,kPa$$

$$\Rightarrow \rho_2 \times 10 \times 1/6 = 20 \times 10^3 \Rightarrow \rho_2 = 1250 \frac{kg}{m^3} = 1/25 \frac{g}{cm^3}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۷ آب در بخش باریک لوله فشار کمتری دارد، چون تندی آن بیشتر است:

$$\text{آهنگ عبور آب} = Av \Rightarrow 6/28 \times 10^{-3} = \pi \times 0/02^2 \times v \Rightarrow v = 5 \frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۸ موارد «الف»، «پ» و «ت» درست بیان شده‌اند ولی مورد «ب» نادرست است، چون آهنگ جریان آب در تمام قسمت‌ها برابر است؛ به‌طوری که در بخش باریک تندی بیشتر و در بخش پهن تندی کمتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۹ فشار آب در کف بطری مجموع فشار هوا و فشار ناشی از ارتفاع آب است. ابتدا ارتفاع آب در بخش باریک (d) را محاسبه می‌کنیم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 = \frac{1000}{V} \Rightarrow V = 1000\,cm^3$$

$$V = Ah \Rightarrow V = 15 \times 50 = 750\,cm^3 \Rightarrow V_{\text{آب در قسمت باریک}} = 1000 - 750 = 250\,cm^3 \Rightarrow d = \frac{250}{25} = 10\,cm$$

$$h_{\text{کل}} = 15 + 10 = 25\,cm$$

حالا فشار کل در کف ظرف را می‌یابیم:

$$P = P_0 + \rho g h \Rightarrow P = 100 \times 10^3 + 1000 \times 10 \times 0/25 = 102500\,Pa$$

با استفاده از تعریف اولیهٔ فشار داریم:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow 102500 = \frac{F}{50 \times 10^{-4}} \Rightarrow F = 512/5\,N$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۰ نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و مولکول‌های شیشه کمتر از نیروی هم‌چسبی بین خود مولکول‌های جیوه است. در نتیجه جیوه سطح شیشه را خیس نمی‌کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

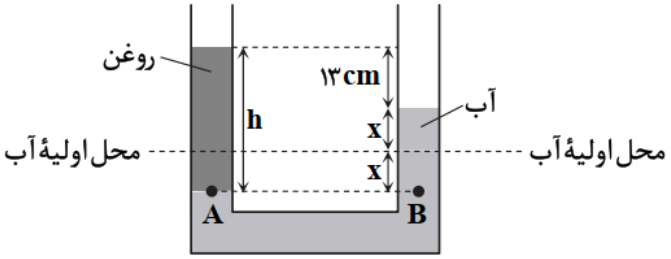
۸۱ اختلاف فشار در دو طرف سوراخ : $\Delta P = P_0 + \rho g h - P_{\text{داخل زیردریایی}} = (10^5 + 1000 \times 10 \times 30) - 9 \times 10^4 = 4 \times 10^5 - 9 \times 10^4 = 31 \times 10^4\,Pa$

$$m_{\text{وزنه}} g = \Delta P A \Rightarrow m_{\text{وزنه}} g = 31 \times 10^4 \times 3 \times 10^{-4} = 93\,N \Rightarrow m_{\text{وزنه}} = 9/3\,kg$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۲ با اضافه کردن روغن در شاخهٔ چپ، آب در این شاخه به‌اندازهٔ x پایین آمده و در شاخهٔ سمت راست به‌اندازهٔ x بالا می‌رود؛ پس اختلاف سطح آب دو شاخه $2x$ خواهد بود.



$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_{روغن} g h_{روغن} = P_0 + \rho_{آب} g h_{آب}$$

$$\Rightarrow \rho_{روغن} h_{روغن} = \rho_{آب} h_{آب}$$

$$\Rightarrow 0/8 \times h = 1 \times 2x \quad (1) \text{ رابطهٔ}$$

$$h - 2x = 13 \xrightarrow{(1) \text{ رابطهٔ}} h - 0/8h = 13 \Rightarrow h = 65\,cm$$

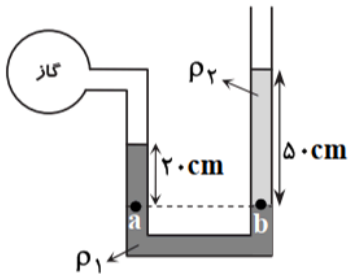
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۳ کرهٔ اول غوطه‌ور مانده، پس وزن آن با نیروی شناوری وارد بر آن برابر است.

با توجه به اینکه حجم دو کره یکسان است، اگر هر دو کره کاملاً درون آب باشند، نیروی شناوری وارد بر هر دو یکسان خواهد بود؛ اما با توجه به سبک‌تر بودن کرهٔ دوم، نیروی شناوری آن بیشتر از وزنش بوده و آن را به سطح آب می‌رساند و کره در سطح آب شناور می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۴



$$P_a = P_b \Rightarrow P_{گاز} + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow 72800 + (13600 \times 10 \times \frac{20}{100}) = 95000 + (\rho_2 \times 10 \times \frac{50}{100})$$

$$\Rightarrow 100000 = 95000 + 5\rho_2 \Rightarrow \rho_2 = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۵ حجم خالی قسمت پایین ظرف $300\,cm^3$ است؛ بنابراین روغن $600\,cm^3$ از قسمت بالایی ظرف را نیز پر می‌کند به‌طوری که ارتفاع روغن در قسمت بالایی برابر $\frac{600}{40} = 15\,cm$ خواهد بود.

افزایش نیروی وارد بر کف ظرف به‌دلیل اضافه شدن فشار حاصل از روغن است.

$$\Delta F = P_{روغن} \times A_{کف} = (\rho g h)_{روغن} \times A_{کف} = 0/8 \times 10^3 \times 10 \times \frac{25}{100} \times 30 \times 10^{-4} = 6\,N$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۶ طبق معادلهٔ پیوستگی، برای شارهٔ تراکم‌ناپذیر داریم: $A_1 v_1 = A_2 v_2 = A_3 v_3$

چون $A_1 < A_2 < A_3$ است، پس داریم: $v_1 > v_2 > v_3$

از سوی دیگر، مطابق اصل برنولی برای شاره‌ای که به‌طور لایه‌ای و در امتداد افق حرکت می‌کند، در مسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد؛ پس $P_1 < P_2 < P_3$ خواهد بود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۷ علت پدیدهٔ مورد «الف» نیروی هم‌چسبی بیشتر مولکول‌های آب نسبت به ریزگردها است.

علت پدیدهٔ مورد «ب» وجود نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب است.

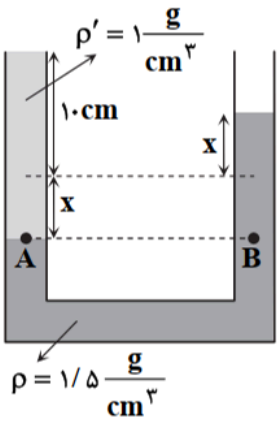
پس عبارت‌های «الف» و «ب» نادرست هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۸ سطح مایع با چگالی $\rho = ۱/۵ \frac{g}{cm^۳}$ در شاخهٔ سمت چپ به‌اندازهٔ x پایین‌تر می‌رود و در شاخهٔ سمت راست به‌اندازهٔ x بالاتر می‌رود:

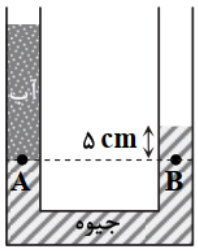
$$P_A = P_B \Rightarrow P_۰ + \rho' g h' = P_۰ + \rho g h$$
$$\Rightarrow \rho' h' = \rho h \Rightarrow ۱ \times (۱۰ + x) = ۱/۵ \times ۲x$$
$$\Rightarrow ۱۰ = ۲x \Rightarrow x = ۵\,cm$$



محل اولیهٔ سطح

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۹



$$P_B = P_A \Rightarrow (\rho g h)_{جیوه} + P_۰ = (\rho g h)_{آب} + P_۰$$
$$\rho_{جیوه} h_{جیوه} = \rho_{آب} h_{آب} \Rightarrow ۱۳/۶ \times ۵ = ۱ \times h_{آب} \Rightarrow h_{آب} = ۶۸\,cm$$
$$V_{آب} = Ah \Rightarrow V_{آب} = ۳ \times ۶۸ = ۲۰۴\,cm^۳$$
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱ = \frac{m}{۲۰۴} \Rightarrow m = ۲۰۴\,g$$

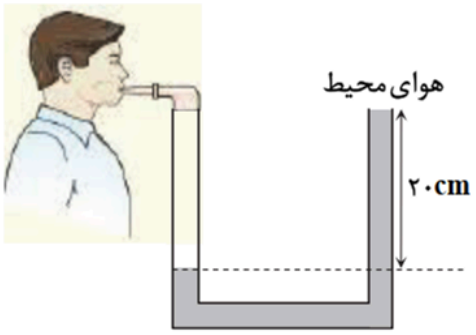
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۰ در قسمت بالای گنبد، مقطع عبور هوا کاهش می‌یابد، پس تندی هوا بیشتر شده؛ درنتیجه فشار هوا کاهش می‌یابد.
بنابراین فشار هوای بیرون گنبد کمتر از فشار هوای درون گنبد شده و جریان هوا از داخل به خارج (از منطقهٔ پرفشار به کم‌فشار) گنبد صورت می‌گیرد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۱ پس از دمیدن شخص در لوله، سطح جیوه در شاخهٔ سمت راست ۱۰cm بالا رفته و در شاخهٔ سمت چپ نیز ۱۰cm پایین می‌آید؛ به این ترتیب اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه ۲۰cm است و فشار پیمانه‌ای ریهٔ شخص به ۲۰cmHg می‌رسد.

$$P - P_۰ = ۲۰\,cmHg \Rightarrow P = ۲۰ + ۷۰ = ۹۰\,cmHg$$
$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = (\rho g h)_{جیوه} A$$
$$\Rightarrow F = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۹ \times ۱ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow F = ۱۲/۲۴\,N$$



(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹۲

$$P_1 = P_0 + P_{\text{جیوه}} = ۷۵\,cmHg + ۲۵\,cmHg = ۱۰۰\,cmHg$$

$$P_2 = ۱۰۰ + \frac{۵}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۱۰۵\,cmHg$$

$$P_2 = P_0 + P_{\text{جیوه}} + P_{\text{آب}} \Rightarrow ۱۰۵ = ۷۵ + ۲۵ + P_{\text{آب}} \Rightarrow P_{\text{آب}} = ۵\,cmHg$$

اکنون باید ارتفاع آب را محاسبه کنیم:

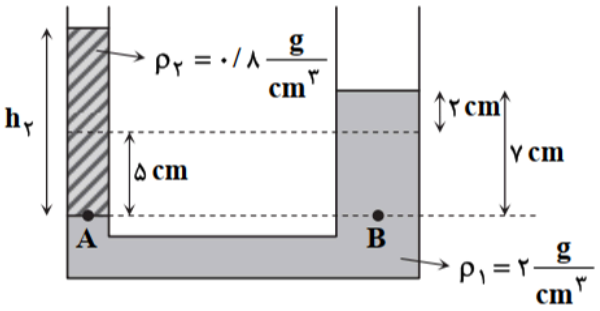
$$P_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱ \times h_{\text{آب}} = ۱۳/۶ \times ۵ \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۶۸\,cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۳

میزان جابه‌جایی مایع در لولهٔ U‌شکل با سطح مقطع آن رابطهٔ عکس دارد. فشار در نقاط هم‌تراز A و B برابر است:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_2 g h_2 = \rho_1 g \times ۷$$

$$\Rightarrow ۰/۸ h_2 = ۲ \times ۷ \Rightarrow h_2 = \frac{۱۴۰}{۸} = ۱۷/۵\,cm$$

حجم مایع اضافه‌شده برابر است با:

$$V = A h_2 = ۲ \times ۱۷/۵ = ۳۵\,cm^3$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۴

آهنگ شارش حجمی مایع ورودی از مقطع A با مجموع آهنگ شارش حجمی مایع خروجی از مقطع‌های B و C برابر است.

$$\text{آهنگ شارش حجمی شاره از مقطع A} = ۰/۶ \frac{L}{min} = ۰/۶ \times \frac{۱۰^3\,cm^3}{۶۰\,s} = ۱۰ \frac{cm^3}{s}$$

$$\text{آهنگ شارش حجمی شاره از مقطع A} = \text{آهنگ شارش حجمی شاره از مقطع B} + \text{آهنگ شارش حجمی شاره از مقطع C}$$

$$\Rightarrow ۱۰ = ۴ + \text{آهنگ شارش حجمی شاره از مقطع C} \Rightarrow \text{آهنگ شارش حجمی شاره از مقطع C} = ۶ \frac{cm^3}{s}$$

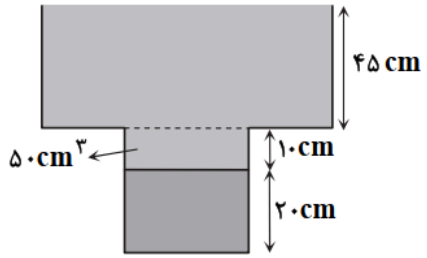
آهنگ شارش مایع از لوله‌ای با سطح مقطع A با تندی v برابر است با:

$$\text{آهنگ شارش حجمی شاره از مقطع C} = vA \Rightarrow ۶ = v \times ۲ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow v = ۳ \times ۱۰^2 \frac{cm}{s} = ۳ \frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۵

ابتدا ارتفاع مایع در مقطع بالایی ظرف را به‌دست می‌آوریم:



$$h = \frac{۴۵۰}{۱۰} = ۴۵\,cm$$

پس نتیجه می‌شود که $۵ \times ۱۰ = ۵۰\,cm^3$ مایع از ظرف بیرون می‌ریزد.

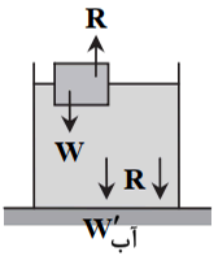
$$F = PA = \rho g h' \times A_{\text{کف ظرف}} \Rightarrow F = ۱/۸ \times ۱۰^3 \times ۱۰ \times \frac{۵۰}{۱۰۰} \times ۵ \times ۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow F = ۴/۵\,N$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹۶ وقتی چوب شناور می‌شود یعنی نیروی شناوری به اندازهٔ W به چوب روبه بالا وارد می‌شود. عکس‌العمل این نیروی شناوری از طرف چوب به آب روبه پایین وارد شده و به وزن آب افزوده می‌شود.



$$R + W'_{آب} = W + W'_{آب}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۷ برای هم‌سطح نمودن باید سطح روغن در شاخهٔ سمت چپ به‌اندازهٔ $5\,cm$ پایین آید و در شاخهٔ سمت راست سطح جیوه $5\,cm$ بالا رود. به این ترتیب اختلاف فشار ریهٔ شخص با فشار هوا برابر $10\,cmHg$ است.

$$\text{فشار پیمانه‌ای} = P_{شخص} - P_0 = P_{جیوه} = \rho gh \Rightarrow P_{شخص} - P_0 = 13600 \times 10 \times 0/10 = 13600\,Pa = 13/6\,kPa$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۸ طبق اصل برنولی هر چقدر تندی حرکت شاره در لولهٔ افقی بیشتر باشد، فشار در آن ناحیه کمتر است. به این ترتیب بخش باریک لوله فشار کمتری دارد.

$$\text{آهنگ شارش حجمی آب} = Av$$

$$Av = 10\,cm^2 \times 60\frac{cm}{s} = 600\frac{cm^3}{s} = 600\frac{cm^3}{s} \times \frac{1\,m^3}{10^6\,cm^3} \times \frac{60\,s}{1\,min} \Rightarrow Av = 3/6 \times 10^{-2}\frac{m^3}{min}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۹ هم‌چسبی و دگرچسبی نیروهای بین مولکولی هستند. تفاوت آن‌ها در این است که هم‌چسبی، جاذبهٔ بین مولکول‌های همسان و دگرچسبی جاذبهٔ بین مولکول‌های ناهمسان است.

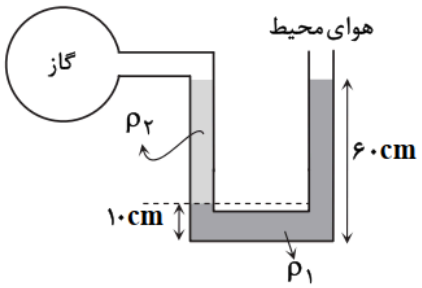
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۰۰ برای آنکه گاز وارد آب نشود، باید فشار (فشار کل) در عمق h مساوی یا بیشتر از فشار گاز باشد؛ بنابراین حداقل عمق h وقتی است که فشار گاز مخزن برابر با فشار در عمق h باشد.

$$P_{مخزن} = P_0 + \rho gh \Rightarrow 250 \times 10^3 = 10^5 + 1000 \times 10 \times h \Rightarrow h = 15\,m$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۱



$$P = \rho gh$$

$$P_2 = \rho_2 \times 10 \times (60 - 10) \times 10^{-2} = 5\rho_2$$

$$P_1 = 25000 \times 10 \times (60 - 10) \times 10^{-2} = 12500\,Pa$$

$$\text{فشار پیمانه‌ای گاز} = -13500 \times 10 \times 0/1 = -13500\,Pa$$

$$P_{گاز} + P_2 = P_0 + P_1$$

$$\text{فشار پیمانه‌ای گاز} = P_{گاز} - P_0 = P_1 - P_2 \Rightarrow -13500 = 12500 - 5\rho_2 \Rightarrow \rho_2 = 5200\frac{kg}{m^3} = 5/2\frac{g}{cm^3}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۲ گزاره‌های «الف» و «ب» درست هستند. توجه کنید که با چرب کردن کارت بانکی، نیروی دگرچسبی بین کارت و آب کم می‌شود و در نتیجه نمی‌تواند بر وزن سکه‌های دیگر غلبه کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

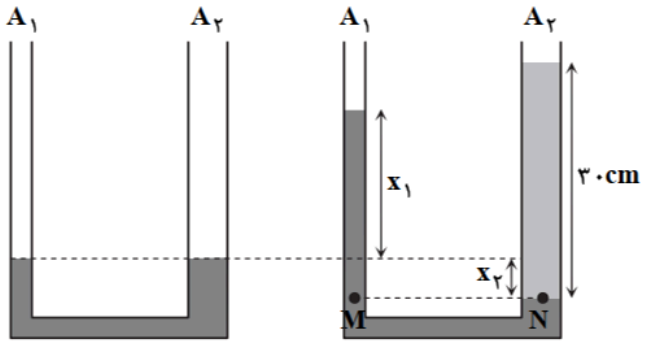
۱۰۳

$$P = P_0 + \rho gh = 10^5 + 1000 \times 10 \times 2/5 = 125000 Pa$$

$$F = PA = 125000 \times 20 \times 10^{-4} = 250 N$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۴



$$\frac{A_2}{A_1} = (\frac{D_2}{D_1})^2 = 2^2 = 4$$

اگر حجم آب منتقل‌شده از شاخهٔ راست به شاخهٔ چپ V باشد، داریم:

$$V = A_1 x_1 = A_2 x_2 \Rightarrow x_1 = 4x_2$$

$$P_M = P_N$$

$$\Rightarrow \rho_{آب} g \times (5x_2) = \rho_{روغن} g \times 30 \Rightarrow 1 \times 5x_2 = 0/8 \times 30$$

$$\Rightarrow x_2 = 4/8 cm$$

جابه‌جایی آب در سمت چپ: $x_1 = 4x_2 = 4 \times 4/8 = 19/2 cm$

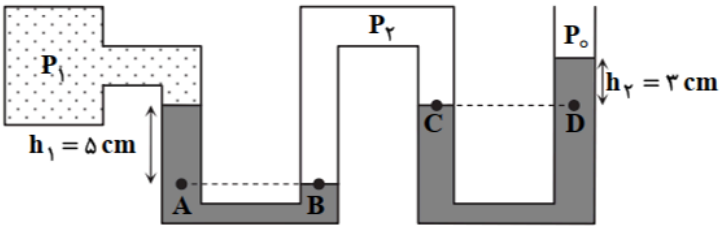
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۰۵

$$P = P_0 + \rho gh \Rightarrow 1/9 \times 10^5 = 1 \times 10^5 + \rho \times 10 \times 10 \Rightarrow 0/9 \times 10^5 = \rho \times 10^2 \Rightarrow \rho = 900 \frac{kg}{m^3}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۶



$$\begin{cases} P_A = P_B \Rightarrow P_1 + \rho gh_1 = P_2 \\ P_C = P_D \Rightarrow P_2 = \rho gh_2 + P_0 \end{cases} \Rightarrow P_1 + \rho gh_1 = P_0 + \rho gh_2 \Rightarrow P_1 - P_0 = \rho gh_2 - \rho gh_1 = \rho g(h_2 - h_1)$$

$$= 13600 \times 10 \times (0/03 - 0/05) \Rightarrow P_g = -2720 Pa = -2/72 kPa$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۷

$$|\Delta P| = \rho g |\Delta h| = 1 \times 10 \times 3000 = 30000 = 30 kPa$$

هر قدر از سطح زمین بالاتر رویم، ستون هوای بالای سرمان کمتر و در نتیجه فشار نیز کم می‌شود، پس فشار در ارتفاع ۳ کیلومتری $30 kPa$ کمتر از فشار در سطح زمین خواهد بود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۸

ارتفاع ستون جیوه در بارومتر به فشار هوا بستگی دارد و قطر مقطع لوله اهمیتی ندارد؛ بنابراین $h_1 = h_3$ است، اما در لولهٔ (۲)، به دلیل وجود بخار جیوه و اینکه این بخار، خود دارای یک فشار غیرصفر (هرچند بسیار کم) است؛ ارتفاع ستون جیوه در لولهٔ (۲) کمتر از ارتفاع ستون جیوهٔ لوله‌های (۱) و (۳) خواهد بود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۹

$$v_1 = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۶}{۰/۴} = ۱۵\frac{cm}{s}$$

$$\text{معادلهٔ پیوستگی}: A_1v_1 = A_2v_2 \Rightarrow ۲۰\times ۱۵ = ۵\times v_2 \Rightarrow v_2 = ۶۰\frac{cm}{s}$$

$$\text{آهنگ شارش حجمی آب} = \frac{\text{حجم شاره (آب)}}{\text{زمان}} = A_1v_1 = A_2v_2 = ۵\times ۶۰ = ۳۰۰\frac{cm^3}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۰

$$\text{آهنگ حجمی خروج آب} = Av = \pi r^2 \times v = ۳\times(۰/۳\times ۱۰^{-۳})^2 \times ۱۰ = ۳\times ۰/۰۹\times ۱۰^{-۵} = ۰/۲۷\times ۱۰^{-۵} = ۲/۷\times ۱۰^{-۶}\frac{m^3}{s} = ۲/۷\frac{cm^3}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۱

طبق متن کتاب درسی گزاره‌های الف، ب و پ درست بیان شده‌اند اما مورد ت نادرست است. چون فاصلهٔ بین مولکول‌ها در جامد و مایع تقریباً برابر و حدود یک انگستروم ولی فاصله بین مولکول‌ها در گاز بسیار زیاد و در حدود $۳۵\mathring{A}$ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۱۲

به دلیل قوی‌تر بودن نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب نسبت به نیروی دگرچسبی آب و موهای قلم‌مو هنگام خروج قلم‌مو از آب، مولکول‌های آب بین موهای قلم‌مو توسط دیگر مولکول‌های آب جذب می‌شوند و از بین موهای قلم‌مو خارج می‌شوند و موهای قلم‌مو به هم می‌چسبند.

در مورد گزینهٔ «۱» به جملهٔ زیر کتاب درسی توجه کنید:

«همین طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبهٔ بین آنها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطرهٔ آب آویزان از شاخهٔ درخت دیده می‌شود.»

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

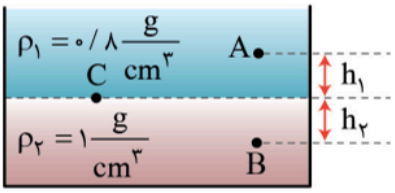
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۱۳ **گام اول:** مایع با چگالی بیشتر پایین قرار می‌گیرد. پس چگالی مایع ته‌نشین $\rho_۲ = ۱\frac{g}{cm^۳}$ و مایع بالای آن $\rho_۱ = ۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ است.

گام دوم: اختلاف فشار بین A و B و اختلاف فشار بین A و C را به دست می‌آوریم:



$$P_A + \rho_۱ gh_۱ + \rho_۲ gh_۲ = P_B \Rightarrow P_B - P_A = \rho_۱ gh_۱ + \rho_۲ gh_۲$$

$$\Rightarrow P_B - P_A = ۰/۸\times۱۰^۳ \times ۱۰\times h_۱ + ۱\times۱۰^۳ \times ۱۰\times h_۲ = ۸\times۱۰^۳ h_۱ + ۱۰^۴ h_۲$$

$$P_A + \rho_۱ gh_۱ = P_C \Rightarrow P_C - P_A = \rho_۱ gh_۱ = ۰/۸\times۱۰^۳ \times ۱۰\times h_۱$$

$$\Rightarrow P_C - P_A = ۸\times۱۰^۳ \times h_۱$$

طبق صورت سوال $\frac{P_B - P_A}{P_C - P_A} = ۳$ است. با استفاده از اختلاف فشارهای به دست آمده و جایگذاری آن‌ها در این نسبت، رابطهٔ بین $h_۱$ و $h_۲$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_B - P_A}{P_C - P_A} = ۳ \Rightarrow \frac{۸\times۱۰^۳ \times h_۱ + ۱۰^۴ h_۲}{۸\times۱۰^۳ \times h_۱} = ۳ \Rightarrow ۱۰^۴ h_۲ = ۲\times۸\times۱۰^۳ h_۱ \Rightarrow ۵h_۲ = ۸h_۱$$

از طرفی با توجه به شکل $h_۱ + h_۲ = ۷۲ - ۲۰ = ۵۲cm$ است. پس با توجه به معادلهٔ به دست آمده و این معادله، $h_۱ = ۲۰cm$ و $h_۲ = ۳۲cm$ است.

گام سوم: فشار نقطهٔ B را حساب می‌کنیم.

$$P_B = P_۰ + \rho_۱ g(h_۱ + ۰/۲) + \rho_۲ gh_۲ = ۱۰^۵ + ۰/۸\times۱۰^۳ \times ۱۰\times(۰/۲ + ۰/۲) + ۱\times۱۰^۳ \times ۱۰\times ۰/۳۲$$

$$P_B = ۱۰^۵ + ۳۲۰۰ + ۳۲۰۰ = ۱۰۶۴۰۰pa = ۱۰۶/۴kpa$$

روش دوم: گام دوم:

طبق صورت سؤال معادله مقابل برقرار است:

$$\Delta P_{AB} = ۳\Delta P_{AC} \Rightarrow \Delta P_{AC} + \Delta P_{BC} = ۳\Delta P_{AC} \Rightarrow \Delta P_{BC} = ۲\Delta P_{AC}$$

از طرفی ΔP_{BC} و ΔP_{AC} به صورت مقابل قابل محاسبه است:

$$\rho_۲ \cancel{g} h_۲ = \rho_۲ \cancel{g} h_۲ \Rightarrow ۱\times h_۲ = ۲\times ۰/۸h_۱ \Rightarrow h_۲ = ۱/۶h_۱ \quad , \quad h_۱ + h_۲ = ۵۲ \Rightarrow h_۱ = ۲۰cm, h_۲ = ۳۲cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

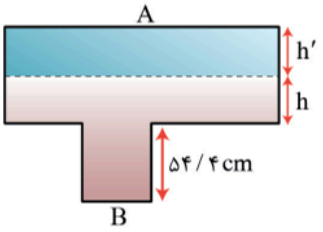
۱۱۴

گام اول: در حالت اول فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم. فشار ناشی ۵۴/۴ cm آب را ابتدا به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم و با ارتفاع ۵۰cm جیوه جمع می‌کنیم.

$$P_{\text{آب}} P_{\text{جیوه معادل}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱\times ۵۴/۴ = ۱۳/۶ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۴\,\text{cmHg}$$

$$P_{\text{ته ظرف}} = P_{\text{آب}} + P_{\text{جیوه}} = ۴ + ۵۰ = ۵۴\,\text{cmHg}$$

گام دوم: با وارونه کردن ظرف، باز هم جیوه پایین قرار می‌گیرد. در این حالت وضعیت قرارگیری دو مایع به صورت شکل زیر است:



با توجه به اینکه حجم جیوه باید در هر دو شکل با هم برابر باشد، پس:

$$۵۰\cancel{A_{A}}^{۴} = ۵۴/۴ \times \cancel{A_{B}}^{۱} + h \times \cancel{A_{A}}^{۴}$$

$$\Rightarrow ۲۰۰ = ۵۴/۴ + ۴h \Rightarrow h = ۳۶/۴\,\text{cm}$$

گام سوم: بنابراین ارتفاع آب $h' = ۵۰ - h = ۱۳/۶\,\text{cm}$ است. حالا فشار در ته ظرف را بر حسب سانتی‌متر جیوه حساب می‌کنیم. فشار ۱۳/۶ cm آب را ابتدا برحسب سانتی‌متر جیوه حساب می‌کنیم.

$$P_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه معادل}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱\times ۱۳/۶ = ۱۳/۶ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۱\,\text{cm}$$

پس فشار در ته ظرف برحسب سانتی‌متر جیوه برابر است با :

$$P_{\text{ته ظرف}} = P_{\text{آب}} + P_{\text{جیوه}} = ۱\,\text{cmHg} + [(۵۴/۴ + ۳۶/۴)\,\text{cmHg}] = ۱ + ۹۰/۸ = ۹۱/۸\,\text{cmHg}$$

بنابراین فشار در ته ظرف به اندازهٔ $۹۱/۸ - ۵۴ = ۳۷/۸\,\text{cmHg}$ افزایش می‌یابد.

گام چهارم: فشار ظرف بر سطح افقی از رابطهٔ $p = \frac{mg}{A}$ به دست می‌آید که m جرم مجموعهٔ ظرف و مایع‌های درون آن است که در هر دو حالت ثابت است. چون مساحت مقطع B ظرف $\frac{۱}{۴}$ مساحت مقطع A ظرف است، فشار در حالت دوم که مساحت مقطع B ظرف روی سطح افقی قرار دارد، ۴ برابر فشار در حالت اول است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۱۵

سرنخ با حرکت پیستون و ورود آب به بخش باریک، ارتفاع آب افزایش می‌یابد از سویی، فضای در اختیار آب را جیوه اشغال می‌کند.

گام اول: با ورود آب به بخش باریک ارتفاع آب در لوله باریک افزایش می‌یابد و در بخش پهن کاهش می‌یابد از طرفی چون در پخش پهن جیوه جای آب را می‌گیرد. بنابراین ارتفاع آب و ارتفاع جیوه افزایش می‌یابد. افزایش ارتفاع دو مایع را حساب می‌کنیم:

$$\text{افزایش حجم آب بخش باریک = حجم آب پخش پهن} \Rightarrow A_{۱}h_{۱} = A_{۲}\Delta h_{۲} \Rightarrow ۵a \times ۱۰ = a \times \Delta h_{۲} \Rightarrow \Delta h_{۲} = ۵۰\,\text{cm}$$

بنابراین $۵۰ - ۱۰ = ۴۰\,\text{cm}$ = افزایش خالص ارتفاع آب و $۱۰\,\text{cm}$ = افزایش ارتفاع جیوه است.

گام دوم: تغییر فشار در محل کف ظرف و تغییر نیروی وارد بر هر سانتی‌متر مربع از کف ظرف را به دست می‌آوریم:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{آب}} + \Delta P_{\text{جیوه}} = \rho g h_{\text{آب}} + \rho g h_{\text{جیوه}}$$

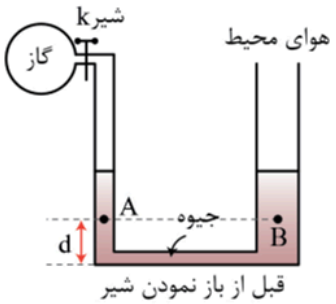
$$\Delta P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۴۰ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱۰ = ۱۷۶۰۰\,\text{pa}$$

$$\Delta P = \frac{\Delta F}{A} \rightarrow ۱۷۶۰۰ = \frac{\Delta F}{۱\times ۱۰^{-۴}} \rightarrow \Delta F = ۱/۷۶\,\text{N}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

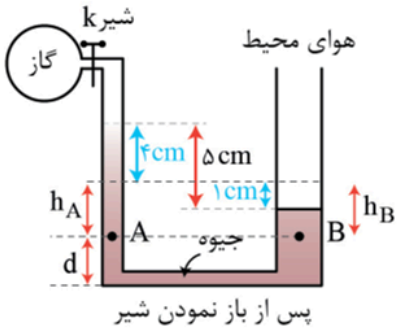
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۶ **گام اول:** نقطه هم‌تراز B را در شاخهٔ زیر تعیین می‌کنیم:



قبل از باز نمودن شیر

برای فشار نقطه A از فشار نقطه B که هم‌تراز آن است کمک می‌گیریم چرا که از فشار گاز مخزن اطلاعی نداریم. پس از باز نمودن شیر، چون فشار نقطه A که همان فشار نقطهٔ B است کم شده پس باید سطح جیوه در شاخه سمت راست به اندازهٔ ۱cm پایین آید و در شاخه سمت چپ بالا رود. این مقدار را روی شکل پایین نشان داده‌ایم. ضمناً چون قطر لوله راست ۲ برابر قطر لوله چپ است پس سطح مقطع آن ۴ برابر سطح مقطع لوله چپ است (πr^2). حجم جیوهٔ انتقالی از لوله راست به چپ برابر است به این ترتیب ارتفاع افزایشی در لوله سمت چپ چهار برابر ارتفاع کاهشی لوله سمت راست است به این ترتیب با کاهش ۱cm، جیوه در لوله سمت چپ ۴cm بالا می‌رود. پس نحوهٔ قرارگیری مایع‌ها به صورت مقابل خواهد شد:



پس از باز نمودن شیر

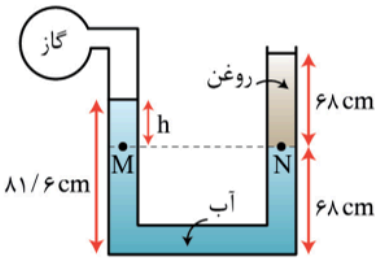
گام دوم: حال با توجه به سطح هم‌تراز رسم شده، رابطهٔ فشار را در هر شاخه می‌نویسیم:

$$P_{\text{گاز}} + 5\ \text{cmHg} = P_0 \longrightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = -5\ \text{cmHg}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۷



گام اول: ابتدا در حالت اولیه فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن را برحسب سانتی‌متر جیوه حساب می‌کنیم.

$$P_M = P_N \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P(h_{\text{cm آب}}) = P_0 + P(۶۸_{\text{cm روغن}})$$

$$\Rightarrow P_{g_1} = P_{\text{گاز}} - P_0 = P(۶۸_{\text{cm روغن}}) - P(h_{\text{cm آب}}) \quad , \quad h = ۸۱/۶ - ۶۸ = ۱۳/۶\,\text{cm}$$

فشار ۱۳/۶cm آب و ۶۸ cm روغن را به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم.

$$\begin{cases} \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱ \times ۱۳/۶ = ۱۳/۶ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۱\,\text{cmHg} \\ \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} = ۰/۸ \times ۶۸ = ۱۳/۶ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۴\,\text{cmHg} \end{cases}$$

حالا فشار پیمانه‌ای گاز برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آید:

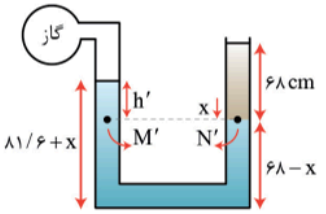
$$P_{g_1} = ۴\,\text{cmHg} - ۱\,\text{cmHg} = +۳\,\text{cmHg}$$

گام دوم: فشار پیمانه‌ای گاز قرار است به ۱۳۶۰pa – برسد. این فشار را به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم:

$$\left|P_{g_2}\right| = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱۳۶۰ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۱\,\text{cmHg}$$

بنابراین فشار پیمانه‌ای از ۳cmHg+ باید به ۱cmHg- برسد، یعنی فشار گاز باید ۴cmHg تغییر کند.

گام سوم: چون فشار گاز کاهش یافته است، آب در ستون متصل به گاز بالاتر می‌آید و شکل جدید به صورت زیر خواهد شد. تساوی فشار نقاط هم تراز M' و N' را می‌نویسیم تا مقدار h' به دست بیاید.



$$P_{M'} = P_{N'} \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = P_0 + \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} - \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} \Rightarrow -۱۳۶۰ = ۸۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۶۸}{۱۰۰} - ۱۰^۳ \times ۱۰ \times h'$$

$$\Rightarrow ۱۰^۴ h' = ۶۸۰۰ \Rightarrow h' = \frac{۶۸}{۱۰۰}\,\text{m} = ۶۸\,\text{cm}$$

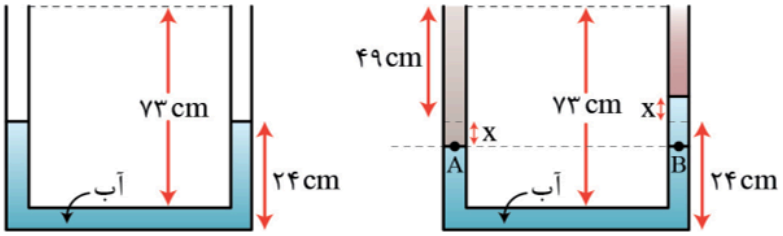
با توجه به مقایسهٔ شکل اول و دوم $h' = (۸۱/۶ + x) - (۶۸ - x) = ۱۳/۶ + ۲x$ است، پس $x = \frac{h' - ۱۳/۶}{۲} = ۲۷/۲\,\text{cm}$ است.

همان میزان اضافه شدن ارتفاع آب به شاخهٔ سمت چپ است. پس ارتفاع آب در این شاخه به $۸۱/۶ + ۲۷/۲ = ۱۰۸/۸\,\text{cm}$ می‌رسد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۸ **گام اول:** پس از اضافه نمودن دو مایع سطح آب و مایع‌ها در شکل نشان داده شده است نکته قابل توجه این است که سطح آب در شاخه‌ای که مایع با چگالی $۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ می‌ریزیم پایین‌تر از سطح آب در شاخه دیگر که مایع با چگالی $۰/۸۵\frac{g}{cm^۳}$ می‌ریزیم خواهد بود. در شاخه سمت چپ مایع با چگالی $۰/۸۵\frac{g}{cm^۳}$ می‌ریزیم و سطح آب به اندازه x پایین می‌آید و در شاخه دیگر سطح آب به اندازه x بالا می‌رود و اختلاف ارتفاع آب در دو شاخه به ۲x می‌رسد.



گام دوم: تساوی فشار نقاط A و B را می‌نویسیم تا مقدار x به دست بیاید:

$$P_A = P_B \rightarrow P_۰ + \rho gh = P_۰ + \rho' gh' + \rho'' gh''$$

$$\rho h = \rho' h' + \rho'' h'' \rightarrow ۰/۸۵(۴۹+x) = ۱\times ۲x + ۰/۸(۴۹-x)$$

$$۰/۸۵\times ۴۹ + ۰/۸۵x = ۲x + ۰/۸\times ۴۹ - ۰/۸x \rightarrow ۰/۰۵\times ۴۹ = ۰/۳۵x \rightarrow x = ۷cm$$

اکنون فشار پیمانه‌ای را می‌توان با مایع‌های هر شاخه حساب کرد.

ارتفاع مایع با چگالی $۰/۸\frac{g}{cm^۳} = ۴۹ - x = ۴۹ - ۷ = ۴۲cm$

ارتفاع آب $= ۲۴ + x = ۲۴ + ۷ = ۳۱cm$ $\quad P - P_۰ = \rho gh + \rho' gh'$

$P - P_۰ = ۸۰۰\times ۱۰\times ۰/۴۲ + ۱۰۰۰\times ۱۰\times ۰/۳۱$ $\quad P - P_۰ = ۶۴۶۰pa$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۱۹ **الف** درست؛ چون نیروی کشش نخ جسم ۱ را به طرف درون مایع می‌کشد این نشان می‌دهد که چنان چه نخ قطع شود نیروی شناوری جسم ۱، آن را به طرف بالا می‌کشد تا بخش بیشتری از آن را از مایع خارج کند یعنی $F_{۱b} > W_۱$ است. از طرفی نخ جسم ۲ را به طرف بالا می‌کشد و این نشان می‌دهد که اگر نخ قطع شود جسم ۲ رو به پایین می‌رود یعنی $W_۲ > F_{۲b}$ به این ترتیب (الف) درست است.

ب درست؛ مجموع دو جسم به حال تعادل قرار دارند پس باید مجموع نیروهای رو به بالا $(F_{۱b} + F_{۲b})$ با مجموع نیروهای رو به پایین برابر باشد پس (ب) درست است. کشش نخ به یک جسم رو به پایین و به جسم دیگر رو به بالا وارد می‌شود پس در کل دو جسم بی‌تأثیر است.

پ درست؛ جسم ۱ که روی مایع شناور مانده باید چگالی کمتری از چگالی مایع داشته باشد و چنان‌چه نخ قطع شود جسم ۲ ته نشین می‌شود چون اکنون نخ مانع شده است پس $\rho_۲ > \rho_{مایع}$.

ت نادرست؛ چون $\rho_۱ < \rho_{مایع}$ و $\rho_۲ > \rho_{مایع}$ پس $\rho_۱ < \rho_۲$ درست است ولی $\rho_۲ \neq \rho_۱$ از این رو این مورد نادرست است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۰ وقتی پدال گاز بیشـــتر فشرده می‌شـــود، دریچهٔ پروانه‌ای متصل به سیم گاز بازتر می‌شود و میزان هوایی که از فیلتر هوا می‌گذرد افزایش می‌یابـــد. با افزایش میزان هوای ورودی، تندی هوا در محل لوله ونتوری افزایش می‌یابد و فشـــار هوا کاهش بیشـــتری می‌یابد. در نتیجه سوخت بیشتری به بیرون پاشیده می‌شود و با هوای ورودی مخلوط می‌شود و خودرو می‌تواند سریع‌تر حرکت کند.

این تست عیناً از یکی از تمرینات کتاب درسی گرفته شده است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۲۱ ابتدا باید ارتفاع روغن اضافه شده را حساب کنیم. برای این منظور حجم روغن و حجم فضای خالی قسمت پهن ظرف را حساب می‌کنیم:

$$V_{\text{روغن}} = \frac{m}{\rho} = \frac{۲۰۰g}{۰/۸\frac{g}{cm^۳}} = ۲۵۰cm^۳ \qquad V_{\text{فضای خالی}} = A_۱h_۱ = ۲۰\times۱۰ = ۲۰۰cm^۳$$

باتوجه به اعداد به دست آمده، $۲۵۰-۲۰۰=۵۰cm^۳$، روغن وارد فضای لولهٔ بالایی ظرف می‌شود. پس ارتفاع روغن اضافه شده برابر است با:

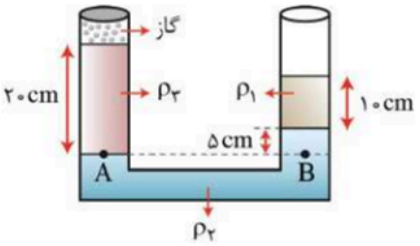
$$h_{\text{روغن}} = ۱۰cm + h_{\text{لوله بالا}} = ۱۰ + \frac{۵۰cm^۳}{۱۰cm^۲} = ۱۵cm$$

در نهایت نیروی اضافه شده به $۱cm^۲$ از کف ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\Delta F = \rho gh_{\text{روغن}} \times A = (۸۰۰\times۱۰\times\frac{۱۵}{۱۰۰})\times۱۰^{-۴} = ۰/۱۲N$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۲ قبل از برداشتن درپوش فشار پیمانه‌ای گاز زیر درپوش (P_g) را حساب می‌کنیم:



$$P_A = P_B$$

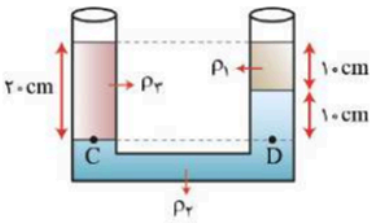
$$\rho_۳gh_۳ + P_{\text{گاز}} = \rho_۲gh_۲ + \rho_۱gh_۱ + P_۰$$

$$P_{\text{گاز}} - P_۰ = \rho_۲gh_۲ + \rho_۱gh_۱ - \rho_۳gh_۳$$

$$P_g = ۸۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰} + ۷۰۰\times۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰} - \rho_۳\times۱۰\times\frac{۲}{۱۰}$$

$$P_g = ۴۰۰ + ۷۰۰ - ۲\rho_۳ = ۱۱۰۰ - ۲\rho_۳$$

بعد از برداشـــتن درپوش وضعیت قرارگیری مایع‌ها طبق گفتهٔ طراح به صورت شـــکل زیر می‌شود. باتوجه به تساوی فشار در دو نقطهٔ C و D، چگالی مایع (۳) را به دست می‌آوریم.



$$P_C = P_D \Rightarrow \rho_۳gh'_۳ = \rho_۲gh'_۲ + \rho_۱gh'_۱ \Rightarrow \rho_۳\times۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰} = ۷۰۰\times۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰} + ۸۰۰\times۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow ۲\rho_۳ = ۷۰۰ + ۸۰۰ \Rightarrow \rho_۳ = ۷۵۰\frac{g}{cm^۳}$$

حالا با استفاده از رابطهٔ به دست آمده قبل از برداشتن درپوش، فشار پیمانه‌ای گاز را به دست می‌آوریم:

$$P_g = ۱۱۰۰ - ۲\rho_۳ = ۱۱۰۰ - ۲\times۷۵۰ = -۴۰۰Pa$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۳ باتوجه به معادلهٔ پیوستگی، آهنگ جریان آب در لولهٔ N برابر با لولهٔ M است، بنابراین:

$$A_N v_N = A_M v_M \Rightarrow A_N v_N = (\pi r_m^2) v_m = ۳\times(۴\times۱۰^{-۲})^۲ \times ۱/۵ = ۳\times۱۶\times۱۰^{-۴}\times ۱/۵ \Rightarrow A_N v_N = ۷/۲\times۱۰^{-۳}\ \frac{m^۳}{s}$$

با فرض اینکه ظرف به حجم $۸۶۴L$ در مدت t پُر شود، t برابر است با:

$$\text{آهنگ جریان شاره} = \frac{V}{t} \Rightarrow A_N V_N = \frac{V}{t} \Rightarrow ۷/۲\times۱۰^{-۳} = \frac{۸۶۴\times۱۰^{-۳}}{t} \Rightarrow t = \frac{۸۶۴}{۷/۲} = \frac{۸۶۴۰}{۷۲} = ۱۲۰s = ۲min$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۴ ابتدا با استفاده از نیروی وارد بر هر سانتی‌متر از کف ظرف، فشار در ته ظرف را حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{۲۰}{۱\times۱۰^{-۴}} = ۲\times۱۰^۵ Pa$$

فشار در ته ظرف برابر مجموع فشار آب و جیوه و هوا است، پس مجموع فشار آب و جیوه برابر است با:

$$P_{آب} + P_{جیوه} + P_۰ = ۲\times۱۰^۵ \Rightarrow P_{آب} + P_{جیوه} + ۱۰^۵ = ۲\times۱۰^۵ \Rightarrow P_{آب} + P_{جیوه} = ۱۰^۵ Pa$$

اگر ارتفاع جیوه در ظرف را h متر در نظر بگیریم، ارتفاع آب $۱/۱۸ - h$ متر خواهد بود. با استفاده از رابطهٔ $P = \rho gh$، مجموع فشار آب و جیوه در ته ظرف را حساب می‌کنیم و برابر $۱۰^۵ Pa$ قرار می‌دهیم.

$$P_{آب} + P_{جیوه} = ۱۰^۵ \Rightarrow \rho_{آب} g h_{آب} + \rho_{جیوه} g h_{جیوه} = ۱۰^۵$$

$$\Rightarrow ۱۰^۳\times۱۰\times(۱/۱۸ - h) + ۱۳۶۰۰\times۱۰\times h = ۱۰^۵ \Rightarrow h = ۰/۷m = ۷۰cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۵ برای محاسبهٔ فشار در نقطهٔ A باید ارتفاع h مشخص باشد. طبق تساوی فشار در دو طرف نقطهٔ A، ارتفاع h را به دست می‌آوریم:

$$P_{ریه} + \rho_{روغن} g h_{روغن} = P_{مخزن} + \rho_{آب} g h_{آب} \Rightarrow ۱۱۰/۸\times۱۰^۳ + ۸۰۰\times۱۰\times h = ۱۳۶۰۰\times۱۰\times۰/۸ + ۱۰۰۰\times۱۰\times h$$

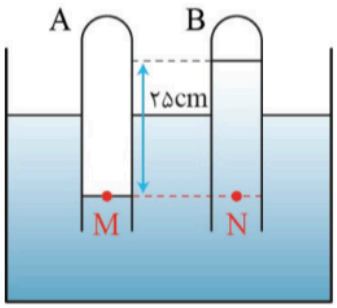
$$\Rightarrow ۲۰۰۰ = ۲۰۰۰h \Rightarrow h = ۱m$$

با استفاده از یکی از شاخه‌ها، فشار نقطهٔ A را به دست می‌آوریم. در شاخهٔ سمت چپ داریم:

$$P_A = P_{\text{هوای دمیده‌شده}} + P_{روغن} = ۱۱۰/۸ + ۱۰^۳ + ۸۰۰\times۱۰\times۱ = ۱۱۸/۸\times۱۰^۳ Pa = ۱۱۸/۸kPa$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۶ تساوی فشار در دو نقطه هم تراز مشخص شده را می‌نویسیم:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_A = P_B + P_{۲۵cm\ مایع}$$

$$\xrightarrow{-P_۰} P_A - P_۰ = (P_B - P_۰) + P_{۲۵cm\ مایع}$$

$$\Rightarrow ۴cmHg = (P_B - P_۰) + P_{۲۵cm\ مایع}$$

$$\Rightarrow P_B - P_۰ = ۴cmHg - P_{۲۵cm\ مایع}$$

بنابراین کافی است فشار ناشی از $۲۵cm$ مایع را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست بیاوریم:

$$P_{مایع} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} \Rightarrow \rho_{مایع} g h_{مایع} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} \Rightarrow ۵/۴\times۲۵ = ۱۳/۵\times h_{جیوه} \Rightarrow h_{جیوه} = ۱۰cm$$

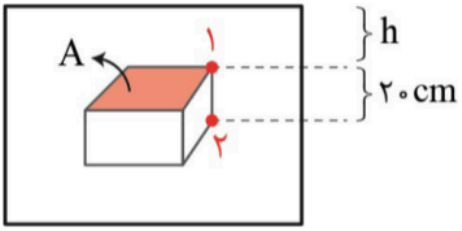
پس فشار پیمانه‌ای گاز درون لولهٔ B برابر است با:

$$P_B - P_۰ = ۴cmHg - ۱۰cmHg = -۶cmHg$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۲۷ باتوجه به شـــکل، اختلاف نیروهای وارد بر بالا و پائین مکعب را به دســـت می‌آوریم و آن را برابر ۱۲۰N قرار می‌دهیم تا چگالی مایع به دست بیاید:



$$\begin{cases} P_۱ = \rho gh + P_۰ \\ P_۲ = \rho h(h + ۰/۲) + P_۰ \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_۱ = P_۱A \\ F_۲ = P_۲A \end{cases} \Rightarrow F_۲ - F_۱ = (P_۲ - P_۱)A = (\rho g(۰/۲))A$$

$$F_۲ - F_۱ = ۱۲۰N \Rightarrow \rho g(۰/۲) \times A = ۱۲۰ \Rightarrow \rho \times ۱۰ \times \frac{۲}{۱۰} \times ۴ \times ۱۰^{-۲} = ۱۲۰ \Rightarrow \rho = ۱۵۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

حالا می‌توانیم فشار در کف ظرف را حساب کنیم:

$$P = \rho gh_{کل} + P_۰ = ۱۵۰۰ \times ۱۰ \times ۵ + ۱۰^۵ = ۱۷۵ \times ۱۰^۳ Pa = ۱۷۵ kPa$$

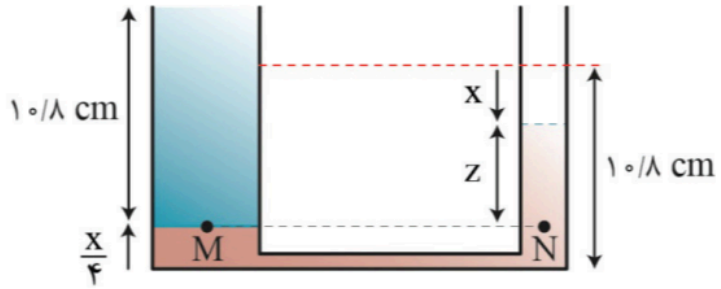
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۸ با باز کردن شیر، چون فشار ستون جیوه بیشتر از ستون آب است، سطح جیوه پایین می‌آید. اگر سطح جیوه x سانتی‌متر پائین بیاید در طرف دیگر به ارتفاع h جیوه اضافه می‌شود که h برابر است با:

$$A_۱h_۱ = A_۲h_۲ \Rightarrow (\pi r^۲) \times x = (\pi (۲r)^۲) \times h \Rightarrow h = \frac{x}{۴}$$

بنابراین وضعیت قرارگیری مایع‌ها پس از باز کردن شیر بین هر دو شاخه به صورت شکل زیر می‌شود.

باتوجه به تساوی فشار دو نقطهٔ M و N، مقدار x را به دست می‌آوریم:



$$Z = ۱۰/۸ - (x + \frac{x}{۴}) = ۱۰/۸ - \frac{۵}{۴}x$$

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

$$\Rightarrow ۱ \times ۱۰/۸ = ۱۳/۵ \times (۱۰/۸ - \frac{۵}{۴}x) \Rightarrow ۰/۸ = ۱۰/۸ - \frac{۵}{۴}x \Rightarrow x = ۸cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۹ با اســـتفاده از معادلهٔ پیوســـتگی، تندی آب در مقطع بزرگ لوله را حســـاب می‌کنیم. تندی آب در مقطع بزرگ را v و تندی آب در قطع کوچک را $v+۳/۲\frac{m}{s}$ در نظر می‌گیریم، پس طبق معادلهٔ پیوستگی، v برابر است با:

$$A_۱v_۱=A_۲v_۲\Rightarrow \pi(۱۵)^۲\times v=\pi(۵)^۲\times(v+۳/۲)\Rightarrow ۹v=v+۳/۲$$

$$\Rightarrow ۸v=۳/۲\Rightarrow v=۰/۴\frac{m}{s}$$

آهنگ شارش شاره را در SI به دست می‌آوریم و آن را به واحد لیتر بر دقیقه تبدیل می‌کنیم:

$$A_۱v_۱=\pi(۱۵\times۱۰^{-۲})^۲\times۰/۴=۲۷\times۱۰^{-۳}\frac{m^۳}{S}$$

$$A_۱v_۱=۲۷\times۱۰^{-۳}\times\frac{۱۰^۳L}{\frac{۱}{۶۰}min}=۱۶۲۰\frac{L}{min}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به دلیل غلبهٔ نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه بر نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب، سطح آب درون لولهٔ مویین بالاتر از سطح آب درون ظرف قرار می‌گیرد، هم‌چنین سطح آب درون لولهٔ مویین به صورت فرورفته خواهد بود. (رد ۳ و ۴)

گام دوم: به دلیل چرب‌بودن سطح بیرونی لولهٔ مویین، نیروی دگرچسبی بین آب و سطح بیرونی لولهٔ مویین، کم‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب می‌شود؛ بنابراین سطح آب در تماس با بیرون لولهٔ مویین، به صورت برآمده خواهد بود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۳۱ **پاسخ تشریحی** به کمک رابطهٔ $P=\frac{F}{A}$، نیروی عمودی وارد بر سطح پنجرهٔ زیردریایی را به دست می‌آوریم:

$$P=\frac{F}{A}\xrightarrow[P=۵\times۱۰^۵\ Pa]{A=\pi\frac{d^۲}{۴},d=۰/۴\ m}۵\times۱۰^۵=\frac{F}{\frac{\pi}{۴}\times(۰/۴)^۲}\Rightarrow F=۵\times۱۰^۵\times\frac{۳/۱۴}{۴}\times۰/۱۶=۶/۲۸\times۱۰^۴\ N$$

۴ درست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۳۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** فشار در عمق ۴متری و ۳متری مایع را به کمک رابطهٔ $P=P_۰+\rho gh$ به دست می‌آوریم:

فشار در عمق ۳متری $(P_۱)\Rightarrow P_۱=P_۰+\rho g(۳)=۱۰^۵+۳۰\rho$

فشار در عمق ۴متری $(P_۲)\Rightarrow P_۲=P_۰+\rho g(۴)=۱۰^۵+۴۰\rho$

گام دوم: فشار در عمق ۴متری، ۱۲/۵ درصد بیشتر از فشار در عمق ۳متری است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{۱۱۲/۵}{۱۰۰}\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{۹}{۸}\Rightarrow\frac{۴۰\rho+۱۰^۵}{۳۰\rho+۱۰^۵}=\frac{۹}{۸}\Rightarrow ۳۲۰\rho+۸\times۱۰^۵=۲۷۰\rho+۹\times۱۰^۵\Rightarrow ۵۰\rho=۱۰^۵\Rightarrow\rho=\frac{۱۰^۵}{۵۰}kg/m^۳$$

گام سوم: فشار در عمق ۲متری مایع را به دست می‌آوریم:

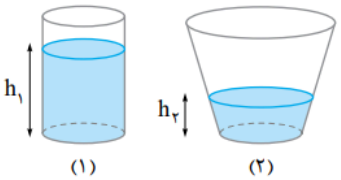
$$P=P_۰+\rho gh=۱۰^۵+\frac{۱۰^۵}{۵۰}\times۱۰\times۲=۱/۴\times۱۰^۵\ Pa=۱۴۰\ kPa$$

۴ درست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** فشار ناشی از مایع در کف یک ظرف، بدون در نظر گرفتن شکل آن از رابطهٔ $P = \rho gh$ به دست می‌آید. از آن‌جا که سطح مقطع کف هر دو ظرف یکسان است و جرم یکسانی از یک مایع در دو ظرف ریخته شده است، با توجه به شکل ظرف‌ها، ارتفاع مایع درون ظرف (۲) کم‌تر از ظرف (۱) خواهد شد که در شکل مقابل مشخص شده است.



$$\Rightarrow h_1 > h_2 \xrightarrow[\rho_1 = \rho_2]{P=\rho gh} P_1 > P_2$$

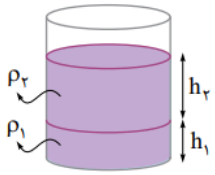
همین جا معلوم می‌شود که ۳ درست است.

گام دوم: اگر ظرف حاوی مایع، متوازی‌السطوح باشد (استوانه، مکعب و ...)، آن‌گاه مجاز هستیم که به کمک رابطهٔ $P = \frac{mg}{A}$ فشار ناشی از مایع بر کف ظرف را به دست آوریم؛ بنابراین فشار ناشی از مایع بر کف ظرف (۱) برابر است با:

$$P_1 = \frac{mg}{A} \xrightarrow{m=0/8\,kg,\ A=400\,cm^2} P_1 = \frac{0/8 \times 10}{400 \times 10^{-4}} = 200\,Pa$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۴ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** دو مایع (۱) و (۲) با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 را در نظر بگیرید $(\rho_1 > \rho_2)$. مایع (۱) به دلیل چگالی بیشتر ته‌نشین می‌شود، شکل زیر نحوهٔ قرارگیری این دو مایع را نمایش می‌دهد.



توجه کنید جرم دو مایع با هم برابر است؛ بنابراین داریم:

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow \rho_1 A h_1 = \rho_2 A h_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \xrightarrow{\rho_1 > \rho_2} h_1 < h_2$$

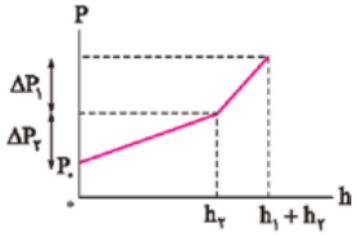
گام دوم: فشار در سطح آزاد مایع، سطح جدایی دو مایع و کف ظرف را به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{سطح آزاد مایع}} = P_0$$

$$P_{\text{سطح جدایی دو مایع}} = \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$P_{\text{کف ظرف}} = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + P_0$$

گام سوم: نمودار فشار برحسب ارتفاع از سطح آزاد مایع را رسم می‌کنیم:



$$\Delta P_1 = \rho_1 g h_1$$

$$\Delta P_2 = \rho_2 g h_2$$

$$\xrightarrow{\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2} \Delta P_1 = \Delta P_2 \text{ و } h_2 > h_1$$

پس شیب خط در ابتدا باید کم‌تر از قسمت دوم باشد، یعنی ۱ درست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۵ پاسخ تشریحی

گام اول: رابطهٔ تغییر فشار برحسب ارتفاع را برای هوا می‌نویسیم:

$$\Delta P=\rho g\Delta h \xrightarrow[h_1=3\,km=3\times10^3\,m,\,h_2=9\,km=9\times10^3\,m,\,g=10\,N/kg]{P_1=70\,kPa=70\times10^3\,Pa,\,P_2=30\,kPa=30\times10^3\,Pa} 70\times10^3-30\times10^3=\rho\times10\times(9\times10^3-3\times10^3)$$

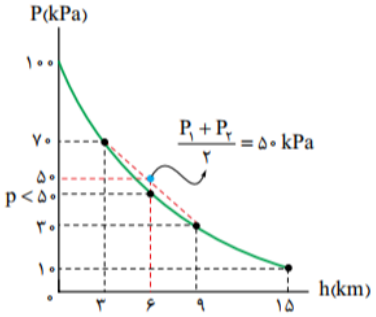
$$\Rightarrow 70-30=\rho\times10\times(9-3)\Rightarrow 40=\rho\times10\times6\Rightarrow \rho=\frac{2}{3}\,kg/m^3$$

پس مورد (الف) صحیح است.

گام دوم: مورد (ب) صحیح نیست.

$$\rho=\frac{2}{3}\,g/cm^3=\frac{2000}{3}\,kg/m^3$$

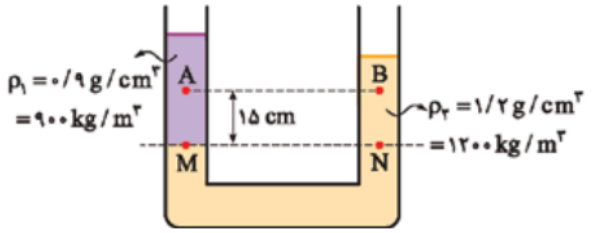
گام سوم: اگر تغییرات فشار هوا خطی بود، فشار متوسط هوا $(\frac{P_1+P_2}{2}=\frac{30+70}{2}=)50\,kPa$ به دست می‌آمد، اما در واقعیت این‌طور نیست و همان‌طور که در نمودار دیده می‌شود، فشار هوا در ارتفاع ۶کیلومتری از سطح زمین، کم‌تر از این مقدار است؛ پس مورد (ت) صحیح است.



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۶ پاسخ تشریحی

گام اول: مطابق شکل، سطح افقی فرضی را از نقاط M و N در طرفین لوله می‌گذرانیم:



$$P_M=P_N$$

گام دوم: رابطهٔ اختلاف فشار را یک بار بین نقاط A و M و بار دیگر بین نقاط B و N می‌نویسیم و از آن‌جا اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B را به دست می‌آوریم: $(\Delta h_1=\Delta h_2=h=15\,cm)$

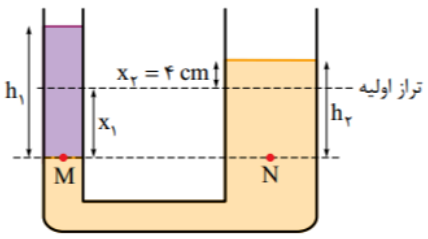
$$\left.\begin{aligned}P_M-P_A&=\rho_1 gh\\P_N-P_B&=\rho_2 gh\end{aligned}\right\}\Rightarrow P_N-P_B-(P_M-P_A)=(\rho_2-\rho_1)gh\Rightarrow P_N-P_B-P_M+P_A=(\rho_2-\rho_1)gh$$

$$\Rightarrow P_A-P_B=(1200-900)\times10\times\frac{15}{100}=450\,Pa$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۷ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به شکل، فاصلهٔ x_1 و ارتفاع h_2 را به دست می‌آوریم:



$$A_1x_1 = A_2x_2 \Rightarrow 2x_1 = 5\times 4 \Rightarrow x_1 = 10\ cm$$
$$h_2 = x_1 + x_2 = 10 + 4 = 14\ cm$$

گام دوم: فشار در نقاط M و N با هم برابر هستند و می‌توان نوشت:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \xrightarrow[h_2=14\ cm]{\rho_2=1\ g/cm^3} \rho_1 h_1 = 1\times 14 \Rightarrow \rho_1 h_1 = 14\ g/cm^2$$

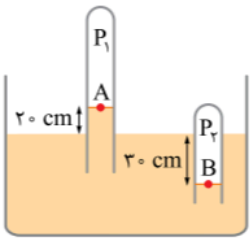
توجه در مواردی که هر دو انتهای لوله باز بوده و با هوای آزاد در تماس هستند، نوشتن P_0 لزومی ندارد.

گام سوم: جرم روغن را به دست می‌آوریم:

$$m_1 = \rho_1 V_1 = \rho_1 h_1 A_1 = 14\times 2 = 28\ g$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۸ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** اختلاف فشار گاز در لوله‌های ۱ و ۲، با اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B برابر است.



$$P_2 - P_1 = P_B - P_A = (P_g)_{AB}$$

گام دوم: اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:

$$(P_g)_{AB} = \frac{\rho_{مایع}}{\rho_{جیوه}} \times h \xrightarrow[\rho_{جیوه}=13/6\ g/cm^3]{\rho_{مایع}=1/7\ g/cm^3,\ h=20+30=50\ cm} (P_g)_{AB} = \frac{1/7}{13/6}\times 50 = \frac{50}{8} = 6/25\ cmHg$$

گام سوم: فشار P_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$P_2 - 60 = 6/25 \Rightarrow P_2 = 66/25\ cmHg$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۹ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** یک بار رابطهٔ بین P_1 و P_2 و بار دیگر رابطهٔ بین P_2 و P_0 را می‌نویسیم:

$$\left.\begin{aligned} P_1 + (P_g)_{روغن} &= P_2 \\ P_2 &= P_0 + (P_g)_{آب} \end{aligned}\right\} \Rightarrow P_1 + (P_g)_{روغن} = P_0 + (P_g)_{آب} \Rightarrow P_1 - P_0 = (P_g)_{آب} - (P_g)_{روغن}$$

گام دوم: فشار پیمانه‌ای روغن و آب را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌نویسیم و از آن‌جا فشار پیمانه‌ای محفظهٔ (۱) را به دست می‌آوریم:

$$P_1 - P_0 = \frac{\rho_{آب}}{\rho_{جیوه}}\times h_{آب} - \frac{\rho_{روغن}}{\rho_{جیوه}}\times h_{روغن} \Rightarrow P_1 - P_0 = \frac{1}{13/6}\times 17 - \frac{0/85}{13/6}\times 12 = 1/25 - 0/75 \Rightarrow P_1 - P_0 = 0/5\ cmHg$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** شناوربودن جسم A، نشان می‌دهد چگالی جسم A کم‌تر از چگالی آب است ($\rho_A < \rho_{آب}$) و غوطه‌وربودن جسم B، نشان‌دهندهٔ این است که چگالی جسم B برابر با چگالی آب است ($\rho_B = \rho_{آب}$)؛ بنابراین $\rho_A < \rho_B$ است.

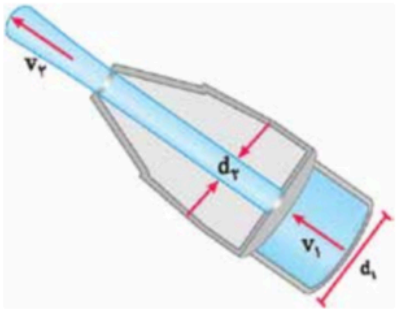
گام دوم: در حالت غوطه‌وری و شناوری جسم در وضعیت تعادل قرار دارد و اندازهٔ نیروی وزن با اندازهٔ نیروی رو به بالای شناوری برابر است؛ بنابراین داریم:

$$\left.\begin{aligned} \text{جسم A} &\Rightarrow (F_b)_A = m_A g \\ \text{جسم B} &\Rightarrow (F_b)_B = m_B g \end{aligned}\right\} \xrightarrow{m_A=m_B} (F_b)_A = (F_b)_B$$

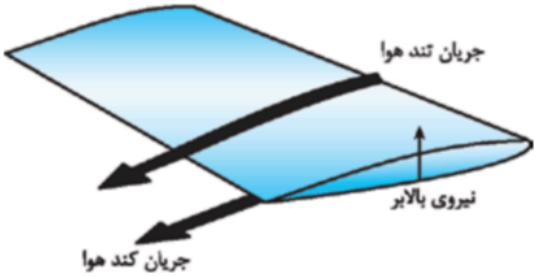
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۱ **پاسخ تشریحی** در تفنگ آب‌پاش و شیر آتش‌نشانی، طبق معادلهٔ پیوستگی $(A_1v_1 = A_2v_2)$، به دلیل کاهش سطح مقطع در خروجی، تندی آب افزایش می‌یابد.



طراحی بال‌های هواپیما طوری است که تندی هوا در بالای بال نسبت به پایین بال، بیشتر است؛ بنابراین طبق اصل برنولی فشار هوا در بالای بال کم‌تر از قسمت زیرین بال است و در نتیجه بال‌ها به طرف بالا هل داده می‌شوند.



در کاربراتور موتور بنزینی، با فشار پدال گاز، هوا وارد کاربراتور شده و در قسمتی که سطح مقطع کم‌تر شده، با افزایش تندی طبق اصل برنولی فشار کاهش می‌یابد و در نتیجه در این ناحیه، سوخت بیشتری به ماشین می‌رسد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۴۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** آهنگ جریان آب درون شیلنگ را برحسب m^3/s به دست می‌آوریم:

$$\text{آهنگ جریان آب} = Av = 1/2\times10^{-4}\times0/75 = 9\times10^{-5}\,m^3/s$$

گام دوم: به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای، آهنگ جریان را برحسب لیتر بر دقیقه به دست می‌آوریم:

$$\text{آهنگ جریان آب} = 9\times10^{-5}\,m^3/s\times\frac{1000\,L}{1\,m^3}\times\frac{60\,s}{1\,min} = 5/4\,\frac{L}{min}$$

گام سوم: مدت‌زمان پرشدن ظرف ۱۸لیتری را به کمک تناسب به دست می‌آوریم:

$$\begin{array}{c|c} 5/4\,L & 18\,L \\ \hline 1\,min & x\,min \end{array} \Rightarrow x = \frac{18}{5/4} = \frac{10}{3}\,min$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۴۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی، تندی آب هنگام برخورد به زمین را محاسبه می‌کنیم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2^{\,0}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow v_1^2 + 2gh_1 = v_2^2 \Rightarrow 3^2 + 2\times10\times0/8 = v_2^2 \Rightarrow v_2^2 = 25 \Rightarrow v_2 = 5\,m/s$$

گام دوم: به کمک رابطهٔ پیوستگی، مساحت باریکهٔ آب در لحظهٔ برخورد به زمین را حساب می‌کنیم:

$$A_1v_1 = A_2v_2 \xrightarrow[A_2=?,\ v_2=5\ m/s]{A_1=1/5\ cm^2,\ v_1=3\ m/s} 1/5\times3 = A_2\times5 \Rightarrow A_2 = \frac{4/5}{5} = 0/9\,cm^2$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۴ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** آب به صورت پیوسته در لوله جاری است؛ بنابراین در مدت‌زمان یکسان، جرم و حجم یکسان از شاره از لوله عبور می‌کند، به عبارتی آهنگ شارش آب (Av) در طول لوله ثابت است (عبارت «ب»، نادرست است).

گام دوم: با توجه به گزاره‌های ارائه‌شده، بهتر است ابتدا فشار در نقطهٔ B و A را مقایسه کنیم. طبق اصل برنولی، در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره (کاهش سطح مقطع)، فشار آن کم می‌شود؛ بنابراین فشار در نقطهٔ B کم‌تر از A است (عبارت «پ» درست و عبارت «ت» نادرست است).

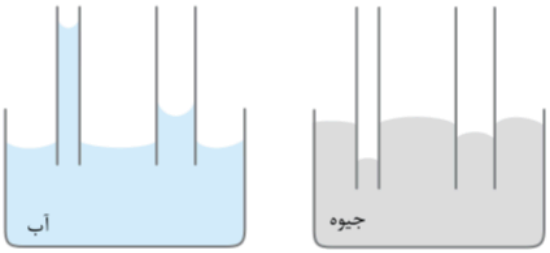
گام سوم: معادلهٔ پیوستگی در دو مقطع A و B را می‌نویسیم.

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow \frac{\pi}{۴} D_A^{۲} \times v_A = \frac{\pi}{۴} D_B^{۲} \times v_B \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = (\frac{D_A}{D_B})^{۲} \xrightarrow{D_B = ۰/۸ D_A} \frac{v_B}{v_A} = (\frac{D_A}{۰/۸ D_A})^{۲} = \frac{۲۵}{۱۶}$$

تندی آب در نقطهٔ B به اندازهٔ $(\frac{۲۵}{۱۶} - ۱) \times ۱۰۰$ درصد بیشتر از تندی آب در نقطهٔ A است که این مقدار برابر ۵۶/۲۵ درصد است؛ پس عبارت «الف» نادرست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۵ **پاسخ تشریحی** تک‌تک عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

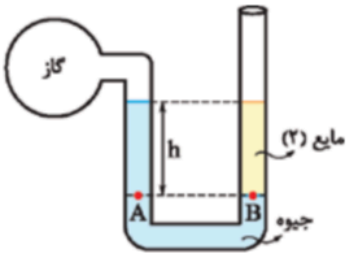


گزارهٔ «الف» نادرست. هر چه لولهٔ مویین باریک‌تر باشد، پدیدهٔ مویینگی در آن بیشتر رخ می‌دهد. در لولهٔ داخل آب، آب ارتفاع بیشتری خواهد داشت، اما در مورد جیوه، ارتفاع جیوه پایین‌تر از سطح آزاد جیوه خواهد شد. در شکل‌های روبه‌رو این تفاوت‌ها را می‌بینید.

گزارهٔ «ب» نادرست. نمک و فلزها جزء جامدهای بلورین هستند. گزاره‌های «پ» و «ت» درست هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۴۶ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** مطابق شکل، دو نقطهٔ A و B در یک مایع قرار دارند و هم‌تراز هستند؛ بنابراین فشار A و B برابر است.



$$P_A = P_B \Rightarrow$$
$$P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{جیوه}} gh = \rho_۲ gh + P_۰ \Rightarrow$$
$$\underbrace{P_{\text{گاز}} - P_۰}_{\text{فشار پیمانه‌ای گاز}} = \rho_۲ gh - \rho_{\text{جیوه}} gh$$

$$P_{\text{پیمانه‌ای گاز}} = (\rho_۲ - \rho_{\text{جیوه}})gh = (۳/۴ - ۱۳/۶) \times ۱۰^{۳} \times g \times ۰/۱ = -۱۰۲۰ g\,\text{Pa}$$

گام دوم: برای تبدیل پاسکال به سانتی‌متر جیوه از تکنیک زیر استفاده می‌کنیم.

$$\text{Pa} \xrightarrow{\div(\frac{\rho_{\text{جیوه}} g}{۱۰۰})} \text{cm Hg}$$

توجه کنید، $\rho_{\text{جیوه}}$ در سیستم SI و برحسب kg/m^3 برابر ۱۳۶۰۰است.

$$P_{\text{پیمانه‌ای گاز}} = \frac{-۱۰۲۰ g}{(\frac{۱۳۶۰۰ g}{۱۰۰})} = \frac{-۱۰۲۰۰۰}{۱۳۶۰۰} = \frac{-۱۰۲۰}{۱۳۶} = -۷/۵\,\text{cmHg}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۷ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** هر سه مایع، درون یک مخزن استوانه‌ای ریخته شده‌اند و از آن‌جا که حجم هر سه مایع یکسان است؛ بنابراین ارتفاع هر سه مایع برابر است.

$$\text{ارتفاع هر مایع} = \frac{\text{ارتفاع کل}}{۳} = \frac{۸/۱۶}{۳} = ۲/۷۲\,\text{m} = ۲۷۲\,\text{cm}$$

گام دوم: فشار ستون مایع (۱) را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{مایع}(۱)-\text{cmHg}} = \frac{\rho_۱ h_۱}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{۱/۷ \times ۲۷۲}{۱۳/۶} = ۳۴\,\text{cmHg}$$

گام سوم: فشار ستون مایع (۲) را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{مایع}(۲)-\text{cmHg}} = \frac{\rho_۲ h_۲}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{۰/۸۵ \times ۲۷۲}{۱۳/۶} = ۱۷\,\text{cmHg}$$

گام چهارم: فشار ستون مایع (۳) را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{مایع}(۳)-\text{cmHg}} = \frac{\rho_۳ h_۳}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{۰/۸ \times ۲۷۲}{۱۳/۶} = ۱۶\,\text{cmHg}$$

گام پنجم: فشار در کف مخزن ناشی از فشار هوا و فشار سه مایع است؛ بنابراین داریم:

$$P_{\text{کف ظرف}} = P_۱ + P_۲ + P_۳ + P_۰ = ۳۴ + ۱۷ + ۱۶ + ۷۳ = ۱۴۰\,\text{cmHg}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۸ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** آهنگ شارش حجمی شاره را برحسب $\text{m}^۳/\text{s}$ به دست می‌آوریم:

$$\text{آهنگ جریان شاره} = ۳۷۵\frac{\text{L}}{\text{min}} \times \frac{۱\,\text{m}^۳}{۱۰۰۰\,\text{L}} \times \frac{۱\,\text{min}}{۶۰\,\text{s}} = \frac{۱}{۱۶۰}\,\text{m}^۳/\text{s}$$

گام دوم: طبق معادلهٔ پیوستگی برای شاره‌های تراکم‌ناپذیر، آهنگ جریان شاره (Av) در طول لوله یکسان است؛ بنابراین داریم:

$$A_A v_A = \frac{۱}{۱۶۰}\,(\text{m}^۳/\text{s}) \Rightarrow A_A \times ۱۰ = \frac{۱}{۱۶۰} \Rightarrow A_A = \frac{۱}{۱۶۰۰}\,\text{m}^۲$$

$$A_B v_B = \frac{۱}{۱۶۰}\,(\text{m}^۳/\text{s}) \Rightarrow A_B \times ۲ = \frac{۱}{۱۶۰} \Rightarrow A_B = \frac{۱}{۳۲۰}\,\text{m}^۲$$

گام سوم: اختلاف دو سطح مقطع A و B را به دست می‌آوریم:

$$A_B - A_A = \frac{۱}{۳۲۰} - \frac{۱}{۱۶۰۰} = \frac{۴}{۱۶۰۰} = \frac{۱}{۴۰۰}\,\text{m}^۲ = \frac{۱۰^۴\,\text{cm}^۲}{۴۰۰} = ۲۵\,\text{cm}^۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

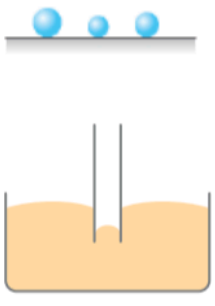
۱۴۹ **پاسخ تشریحی** با توجه به درس‌نامهٔ ۱، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغنی که قطره‌هایش بزرگ‌تر است، بیشتر است؛ یعنی شکل ب.

با توجه به قسمت ۲ درس‌نامه، دمای روغنی که قطره‌هایش کوچک‌تر است، بیشتر است؛ یعنی شکل الف.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۵۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینیم، به دلیل قطره‌ای‌شدن مایع روی سطح شیشه، نتیجه می‌گیریم نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و شیشه بیشتر است.

گام دوم: بیشتربودن نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و شیشه، باعث می‌شود که سطح مایع در لولهٔ مویین به صورت برآمده باشد و سطح آن پایین‌تر از سطح مایع درون ظرف قرار گیرد که در شکل روبه‌رو نشان داده شده است.



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۱ **پاسخ تشریحی** تک‌تک عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

الف) درست

ب) نادرست: نیروهای بین مولکولی در فاصلهٔ بسیار کم از نوع دافعه و در فاصله نسبتاً زیاد از نوع جاذبه است.

پ) نادرست: نیروی بین مولکولی که در فاصله‌های نزدیک ایجاد می‌شود از نوع دافعه است و باعث تراکم‌ناپذیری مایع می‌شود.

ت) نادرست: نیروی بین مولکولی می‌تواند بین دو مادهٔ متفاوت نیز ایجاد شود که به آن نیروی دگرچسبی می‌گوییم.

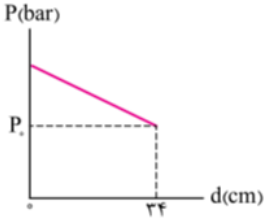
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۵۲ **پاسخ تشریحی** مطابق نکتهٔ اشاره‌شده در درس‌نامه، نسبت P_A به P_B را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{\rho_A g h_A}{\rho_B g h_B}=\frac{h_A}{h_B}=\frac{۱}{۲}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۵۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** در این نمودار، d فاصله از کف ظرف است، با توجه به این‌که ارتفاع مایع $۳۴\,cm$ است، در فاصلهٔ $۳۴\,cm$ از کف ظرف *(جایی که خبری از مایع نیست)*، فشار، تنها ناشی از هوا است.

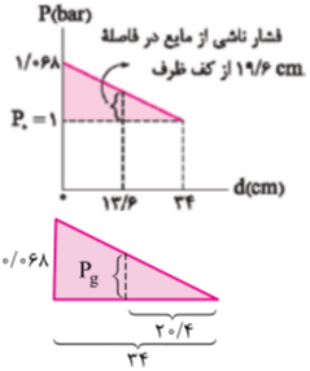


حال با توجه به نمودار، معلوم می‌شود که فشار $۱\,bar$ همان $P_.$ است:

$$P_. = ۱\,bar = ۱۰^۵\,Pa$$

گام دوم: از آن‌جا که ارتفاع مایع $۳۴\,cm$ است و فشار در عمق $h = ۲۰/۴\,cm$ خواسته شده، فشار در این نقطه معادل $d = ۳۴ - ۲۰/۴ = ۱۳/۶\,cm$ از کف ظرف است.

گام سوم: به کمک نمودار، فشار ناشی از مایع (فشار پیمانه‌ای) را در فاصلهٔ $۱۳/۶\,cm$ از کف ظرف، به دست می‌آوریم:



به کمک تشابه دو مثلث رنگی در نمودار داریم:

$$\Rightarrow \frac{۰/۰۶۸}{۳۴}=\frac{P_g}{۲۰/۴} \rightarrow \text{فشار ناشی از مایع در فاصلهٔ } ۱۳/۶\,cm \text{ از کف ظرف}$$

$$P_g = ۰/۰۴۰۸\,bar = ۴۰۸۰\,Pa$$

گام چهارم: فشار ناشی از مایع در فاصلهٔ $۱۳/۶\,cm$ از کف (عمق $۲۰/۴\,cm$) را به $cmHg$ تبدیل می‌کنیم.

$$P_{cmHg}=\frac{P_{Pa}}{\rho_{Hg}\times g}=\frac{۴۰۸۰}{۱۳۶۰۰\times ۱۰}=۰/۰۳\,m\,Hg = ۳\,cmHg$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۴ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** فشار ناشی از $۱۰cm$ جیوه و هوا را در کف ظرف به دست می‌آوریم. (حالت اول)

$$P_۱ = P_۰ + P_{۱۰cmHg} = ۷۵ + ۱۰ = ۸۵cmHg$$

گام دوم: فشار با اضافه‌شدن مایع ρ، ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. فشار در حالت دوم را نیز به دست می‌آوریم.

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{۱۱۰}{۱۰۰} \Rightarrow \frac{P_۲}{۸۵} = \frac{۱۱۰}{۱۰۰} \Rightarrow P_۲ = ۹۳/۵cmHg$$

گام سوم: اختلاف فشار در حالت دوم و اول، ناشی از مایع به چگالی ρ است، فشار ناشی از مایع ρ را به دست می‌آوریم:

$$P_{\rho مایع} = P_۲ - P_۱ = ۹۳/۵ - ۸۵ = ۸/۵cmHg$$

گام چهارم: حجم کل ظرف استوانه‌ای $۱۰۰۰cm^۳$ و حجم جیوهٔ به کار رفته $۲۰۰cm^۳$ است، بنابراین حجم مایع $۸۰۰cm^۳$ است؛ بنابراین ارتفاع مایع برابر است با:

$$V_{مایع} = Ah_{مایع} \Rightarrow ۸۰۰ = ۲۰ \times h_{مایع} \Rightarrow h_{مایع} = ۴۰cm$$

گام پنجم: فشار ناشی از $۴۰cm$ مایع، برحسب سانتی‌متر جیوه $۸/۵cmHg$ است، از طرفی چگالی مایع از رابطهٔ $P_{cmHg} = \frac{\rho_{مایع} h_{مایع}}{\rho_{جیوه}}$ به دست می‌آید.

$$P_{cmHg} = \frac{\rho_{مایع} h_{مایع}}{\rho_{جیوه}} \Rightarrow ۸/۵ = \frac{\rho_{مایع} \times ۴۰}{۱۳/۶} \Rightarrow$$

$$\rho_{مایع} = \frac{۸/۵ \times ۱۳/۶}{۴۰} = ۲/۸۹g/cm^۳$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۵ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ارتفاع آب درون ظرف را به دست می‌آوریم:

$$V_{آب} = A \times h_{آب} \Rightarrow ۵۴۴ = ۲۰ \times h_{آب} \Rightarrow h_{آب} = ۲۷/۲cm$$

گام دوم: فشار ستون $۲۷/۲cm$ آب با چگالی $\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}$ را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:

$$P_{cmHg} = \frac{\rho_{آب} h_{آب}}{\rho_{جیوه}} = \frac{۱ \times ۲۷/۲}{۱۳/۶} = ۲cmHg$$

گام سوم: فشار سنجه‌ای (*همون فشار پیمانه‌ای فورمونه!*) در کف ظرف که ناشی از آب و روغن است، برابر $۵cmHg$ است، حال فشار ناشی از روغن را به دست می‌آوریم:

$$P_{ناشی\ از\ روغن\ و\ آب} = P_{آب} + P_{روغن} \Rightarrow ۵cmHg = ۲cmHg + P_{روغن} \Rightarrow P_{روغن} = ۳cmHg$$

گام چهارم: فشار ناشی از ستون روغن برابر $۳cmHg$ است، ارتفاع روغن را به کمک رابطهٔ $P_{cmHg} = \frac{\rho_{روغن} h_{روغن}}{\rho_{جیوه}}$ به دست می‌آوریم:

$$P_{cmHg} = \frac{\rho_{روغن} h_{روغن}}{\rho_{جیوه}} \Rightarrow ۳ = \frac{۰/۸ \times h_{روغن}}{۱۳/۶} \Rightarrow h_{روغن} = ۵۱cm$$

گام پنجم: حجم روغن اضافه‌شده برابر است با:

$$V = Ah = ۲۰ \times ۵۱ = ۱۰۲۰cm^۳$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۶ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** مطابق نمودار، فشار هوا در ارتفاع $h=0$ (سطح آزاد دریا) برابر $10^5\,Pa$ و فشار هوا در ارتفاع $9\,km$، $3\times10^4\,Pa$ است. چگالی متوسط هوا را در این محدوده به دست می‌آوریم:

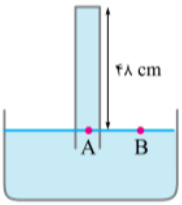
$$P_0-P=\rho_{av}gh \Rightarrow 10^5-3\times10^4=\rho_{av}\times10\times9\times10^3 \Rightarrow 10-3=9\rho_{av} \Rightarrow \rho_{av}=\frac{7}{9}kg/m^3$$

گام دوم: جرم ستون هوا را از رابطهٔ $m=\rho_{av}V$ تا ارتفاع $9\,km$ سطح زمین به دست می‌آوریم:

$$m=\rho_{av}V=\rho_{av}(Ah)=\frac{7}{9}\times(100\times10^{-4}\times9\times10^3)=70\,kg$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۵۷ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** مطابق شکل، فشار دو نقطهٔ A و B به دلیل هم‌تراز بودن در مایع، برابر است؛ بنابراین داریم:



$$P_A=P_B$$

$$\Rightarrow P_{\text{انتهای لوله}}+\rho_{\text{مایع}}gh_{\text{مایع}}=P_0 \Rightarrow P_{\text{انتهای لوله}}+1/7\times10^3\times10\times0/48=P_0$$

گام دوم: فشار هوا را برحسب پاسکال به دست می‌آوریم:

$$P_0=\rho_{\text{جیوه}}gh_{\text{معادل جیوه}}=13/6\times10^3\times10\times76\times10^{-2}=7/6\times13/6\times10^3\,Pa$$

گام سوم: فشار وارد بر انتهای لوله را حساب می‌کنیم:

$$P_{\text{انتهای لوله}}+4/8\times1/7\times10^3=7/6\times13/6\times10^3$$

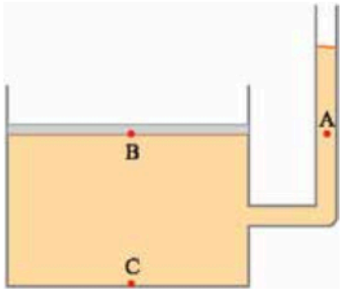
$$\Rightarrow P_{\text{انتهای لوله}}+0/6\times13/6\times10^3=7/6\times13/6\times10^3 \Rightarrow P_{\text{انتهای لوله}}=7\times13/6\times10^3\,Pa$$

گام چهارم: نیروی وارد بر انتهای لوله را به دست می‌آوریم:

$$F_{\text{انتهای لوله}}=P_{\text{انتهای لوله}}\times A=7\times13/6\times10^3\times5\times10^{-4}=47/6\,N$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۸ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** مطابق شکل مقابل زمانی که در داخل لوله آب می‌ریزیم، فشار در نقطهٔ A به اندازه ΔP_A افزایش می‌یابد و طبق اصل پاسکال، فشار در تمام مایع (مانند B و C) نیز به همین اندازه افزایش می‌یابد، بنابراین داریم:



$$\Delta P_A=\Delta P_B=\Delta P_C \Rightarrow \frac{F_A}{A_A}=\frac{F_B}{A_B}=\frac{F_C}{A_C} \Rightarrow \frac{W_{\text{آب}}}{A_A}=\frac{F_B}{A_B}=\frac{F_C}{A_C}$$

$$\xrightarrow{A_B=A_C \Rightarrow F_B=F_C} \frac{W_{\text{آب}}}{A_A}=\frac{F_B}{A_B} \Rightarrow \frac{0/27\times10}{3\times(1)^2}=\frac{F_B}{3\times(30)^2} \Rightarrow F_B=2430\,N$$

پس، نیرویی که مایع به سطح بالایی مخزن استوانه‌ای وارد می‌کند (F_B) و نیرویی که مایع به کف مخزن استوانه‌ای وارد می‌کند (F_C)، به اندازهٔ $2430\,N$ افزایش می‌یابند. (درستی گزارهٔ الف و نادرستی گزارهٔ پ)

گام دوم: با افزودن $270\,g$ آب درون لوله، تغییرات ارتفاع آب را به دست می‌آوریم:

$$m=\rho V \Rightarrow 270=1\times(Ah) \Rightarrow 270=1\times(3\times1^2)(h) \Rightarrow h=90\,cm$$

گام سوم: تغییرات فشار پیمانه‌ای در کف مخزن ناشی از $90\,cm$ آب برابر است با:

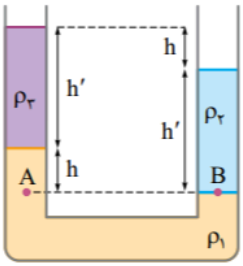
$$P_{\text{نسبی آب}}=\rho gh=10^3\times10\times0/9=9000\,Pa$$ (نادرستی ب)

گام چهارم: اندازهٔ نیرویی که مخزن استوانه‌ای به سطح افقی وارد می‌کند، ناشی از نیروی وزن ظرف و مایع است که با اضافه‌شدن $270\,g$ آب، وزن آب به اندازهٔ $W=mg=0/27\times10=2/7\,N$، افزایش می‌یابد. (درستی عبارت ت)

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۹



پاسخ تشریحی **گام اول:** مطابق شکل دو نقطهٔ A و B در مایع ρ_1 قرار دارند و هم‌تراز هستند، بنابراین فشار نقاط A و B برابر است.

$$P_A = P_B \Rightarrow$$

$$P_0 + \rho_2 g h' + \rho_1 g h = P_0 + \rho_2 g h' \Rightarrow \rho_2 g h' + \rho_1 g h = \rho_2 g h' \Rightarrow \rho_2 h' + \rho_1 h = \rho_2 h'$$

گام دوم: با توجه به فرض سؤال $\rho_1 = 2\rho_2 = 3\rho_3$، رابطهٔ به دست آمده در گام اول را ساده‌تر می‌کنیم:

$$\rho_2 h' + \rho_1 h = \rho_2 h' \xrightarrow[\rho_2 = 1/5\rho_3]{\rho_1 = 3\rho_3} \rho_2 h' + 3\rho_2 h = 1/5\rho_2 h' \Rightarrow h' + 3h = 1/5h' \Rightarrow 3h = 0/5h' \Rightarrow \frac{h}{h'} = \frac{0/5}{3} = \frac{1}{6}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

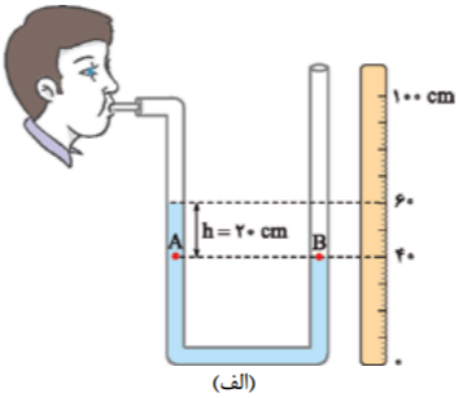


(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۶۱

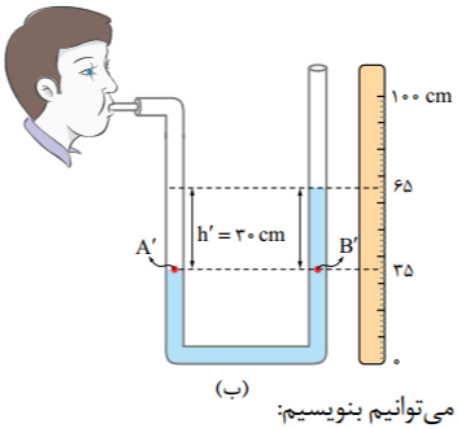


(الف)

پاسخ تشریحی **گام اول:** در ابتدا، ارتفاع مایع در لولهٔ سمت راست، ۵۰cm است. وقتی این فرد *عزیز!* هوای دم را وارد ریه‌های خود می‌کند، ارتفاع مایع در لولهٔ سمت راست به ۴۰cm می‌رسد؛ یعنی مایع در لولهٔ راست به اندازهٔ ۱۰cm پایین آمده و به اندازهٔ ۱۰cm در لولهٔ چپ بالا می‌رود. پس در این حالت، شکل مانومتر به صورت شکل «الف» می‌شود.

در شکل «الف»، نقاط A و B در یک مایع هستند و هم‌ترازند؛ بنابراین فشار آن‌ها با هم برابر است و می‌توانیم بنویسیم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{دم} + \rho gh = P_0 \xrightarrow[g=10\,m/s^2,\,h=0/2\,m]{\rho=8\,g/cm^3=8\times10^3\,kg/m^3} P_{دم} = P_0 - 8\times10^3\times10\times0/2 \Rightarrow P_{دم} = P_0 - 16\times10^3$$



(ب)

گام دوم: از طرفی وقتی این فرد *بازیگوش!* هوای بازدم را وارد لوله می‌کند، ارتفاع مایع در لولهٔ سمت راست به ۶۵cm می‌رسد؛ یعنی مایع در لولهٔ راست به اندازهٔ ۱۵cm نسبت به حالت عادی بالا آمده و به اندازهٔ ۱۵cm در لولهٔ چپ پایین می‌رود. در این حالت، شکل مانومتر به صورت شکل «ب» می‌شود.

در شکل «ب» هم نقاط A' و B' در یک مایع هستند و هم‌ترازند؛ پس فشار آن‌ها با هم برابر است و می‌توانیم بنویسیم:

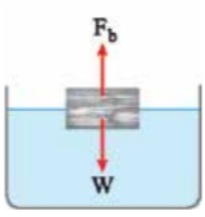
$$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow P_{بازدم} = \rho gh' + P_0 \xrightarrow[g=10\,m/s^2,\,h'=0/3\,m]{\rho=8\,g/cm^3=8\times10^3\,kg/m^3} P_{بازدم} = 8\times10^3\times10\times0/3 + P_0 = 24\times10^3 + P_0$$

گام سوم: حالا می‌توانیم اختلاف فشار دم و بازدم این فرد *کنجکاو* را به دست آوریم:

$$P_{بازدم} - P_{دم} = (24\times10^3 + P_0) - (P_0 - 16\times10^3) = 40\times10^3\,Pa$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۶۲



پاسخ تشریحی با توجه به این‌که چگالی جسم کم‌تر از چگالی شاره است، پس این جسم بر روی سطح شاره شناور می‌ماند. (رد ۳ و ۴). از طرفی چون جسم بر روی سطح شاره، شناور و در حال تعادل مانده است؛ پس می‌توانیم نتیجه بگیریم که نیروی شناوری وارد بر جسم، هم اندازهٔ نیروی وزن آن است.

$$F_b = W = mg$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۳ **پاسخ تشریحی** عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

«الف» و «ب»: برای این‌که نسبت تندی شاره در قسمت B به تندی آن در قسمت A را به دست آوریم، کافی است از معادلهٔ پیوستگی استفاده کنیم. برای این کار داریم:

$$A_A v_A = A_B v_B \xrightarrow{A=\pi r^2} \pi r_A^2 v_A = \pi r_B^2 v_B \xrightarrow{r_A = 2 r_B} (2r_B)^2 v_A = r_B^2 v_B$$

$$\Rightarrow 4 r_B^2 v_A = r_B^2 v_B \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = 4$$

پس «الف» غلط و «ب» درسته!

پ) آهنگ شارش حجمی درون یک لوله، به صورت نسبت حجم شارهٔ جابه‌جا شده به مدت زمان تعریف می‌شود. در حالت پایا و در مدت زمان یکسان برای شارهٔ تراکم‌ناپذیر، جرم و حجم یکسانی از هر مقطع لوله عبور می‌کند. پس آهنگ شارش حجمی شاره در قسمت B برابر با آهنگ شارش حجمی شاره در قسمت A است. ×

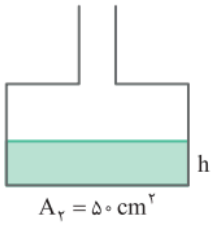
ت) با توجه به اصل برنولی، چون تندی شاره در قسمت B بیشتر از تندی آن در قسمت A است، پس فشار شاره در قسمت B کم‌تر از فشار آن در قسمت A است. ×

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۶۴ **پاسخ تشریحی** اصل برنولی به ما می‌گوید که اگر شاره‌ای به طور لایه‌ای و در امتداد افق حرکت کند، در جاهایی از مسیر شاره که تندی آن افزایش می‌یابد، فشار آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین با وزش باد بر روی سطح دریا، فشار هوا در این ناحیه کاهش می‌یابد و در نتیجه با کاهش فشار هوا، نیروی کم‌تری از بالا بر موج‌های دریا وارد می‌شود و ارتفاع موج‌های دریا افزایش می‌یابد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

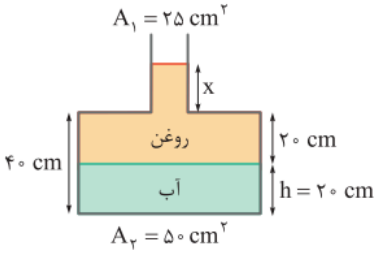
۱۶۵ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به این‌که در ظرف ۱۰۰۰g آب ریخته شده است، ارتفاع آب (h) در این حالت را به دست می‌آوریم:



$$V_{آب} = \frac{m_{آب}}{\rho_{آب}} = \frac{1000}{1} = 1000\ cm^3$$

$$V_{آب} = A_2 \times h \Rightarrow 1000 = 50 \times h \Rightarrow h = 20\ cm$$

گام دوم: حجم روغن و سپس ارتفاع روغن درون ظرف را به دست می‌آوریم:



$$V_{روغن} = \frac{m_{روغن}}{\rho_{روغن}} = \frac{1600}{0/8} = 2000\ cm^3$$

$$V_{روغن} = A_1 x + A_2(20) \Rightarrow 2000 = 25(x) + 50(20) \Rightarrow 1000 = 25x \Rightarrow x = 40\ cm$$

بنابراین ارتفاع روغن در ظرف، $60\ cm\ (=20+40)$ است.

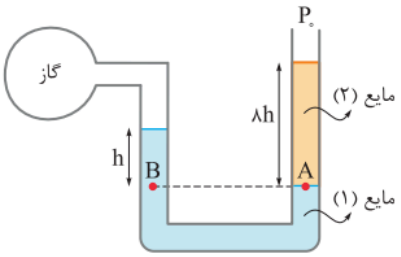
گام سوم: از آن‌جا که سؤال، تغییرات فشار را پس از اضافه‌کردن روغن خواسته است، کافی است فشار ناشی از روغن را به دست آوریم:

$$\Delta P = P_{روغن} = \rho_{روغن} g h_{روغن} = 0/8 \times 10^3 \times 10 \times 0/6 = 4/8\ kPa$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud

۱۶۶ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** دو نقطهٔ A و B در یک مایع و در یک تراز قرار دارند، بنابراین فشار در این دو نقطه برابر است.



$$P_A = P_B$$
$$\Rightarrow P_0 + \rho_2 g(8h) = P_{\text{گاز}} + \rho_1 gh$$
$$\xrightarrow[P_{\text{گاز}}=1/2P_0]{\rho_1=4\rho_2} P_0 + 8\rho_2 gh = 1/2P_0 + 4\rho_2 gh \Rightarrow 4\rho_2 gh = 0/2P_0 \Rightarrow 20\rho_2 gh = P_0$$

گام دوم: فشار پیمانه‌ای را در نقطهٔ A به دست می‌آوریم:

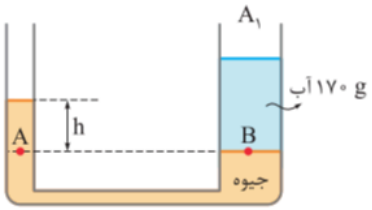
$$P_A = P_0 + \rho_2 g(8h) \Rightarrow \underbrace{P_A - P_0}_{\text{فشار پیمانه‌ای در نقطهٔ A}} = 8\rho_2 gh$$

گام سوم: نسبت فشار پیمانه‌ای نقطهٔ A را به فشار هوا به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_{A\text{پیمانه‌ای}}}{P_0} = \frac{8\rho_2 gh}{20\rho_2 gh} = \frac{8}{20} = \frac{2}{5}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۶۷ **پاسخ تشریحی** با اضافه‌کردن ۱۷۰ گرم آب به شاخهٔ سمت راست، جیوه در شاخهٔ سمت راست پایین می‌آید و به اندازهٔ همان حجم، جیوه در شاخهٔ سمت چپ بالا می‌رود. شکل مقابل وضعیت نهایی آب و جیوه را نشان می‌دهد.



فشار در نقاط هم‌تراز A و B با هم برابرند:

$$P_A = P_B \Rightarrow \cancel{P_0} + \rho_{\text{جیوه}} gh = \cancel{P_0} + \frac{mg}{A_1} \Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} h = \frac{m}{A_1} \Rightarrow 13/6\times10^3 \times h = \frac{170\times10^{-3}}{5\times10^{-4}}$$
$$\Rightarrow h = \frac{170\times10^{-3}}{5\times10^{-4}\times13/6\times10^3} = \frac{17\times10^{-2}}{68\times10^{-1}} = \frac{1}{40}\,m \Rightarrow h = \frac{100}{40}\,cm = 2/5\,cm$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۶۸ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به کمک معادلهٔ پیوستگی، رابطهٔ بین تندی در بخش‌های A و B را مشخص می‌کنیم:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow r_A^2 \times v_A = r_B^2 \times v_B \xrightarrow{r_A=2r_B} 4v_A = v_B$$

گام دوم: طبق اصل برنولی، با افزایش تندی شارهٔ در حال حرکت، فشار آن کاهش می‌یابد.

$$v_B > v_A \xrightarrow{\text{اصل برنولی}} P_B < P_A$$

بنابراین موارد «ب» و «ت»، درست هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۹ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به یکسان‌بودن جرم آب و روغن، نسبت ارتفاع آب و روغن را در حالت اول حساب می‌کنیم:

$$m_{آب}=m_{روغن} \xrightarrow{m=\rho V} \rho_{آب}V_{آب}=\rho_{روغن}V_{روغن} \xrightarrow[\rho_{روغن}=۰/۸\rho_{آب}]{V=Ah} \rho_{آب}\times Ah_{آب}=۰/۸\rho_{آب}\times Ah_{روغن} \Rightarrow h_{آب}=۰/۸h_{روغن}$$

گام دوم: با توجه به یکسان‌بودن حجم آب و روغن در حالت دوم، نسبت ارتفاع آب و روغن را در این حالت نیز حساب می‌کنیم:

$$V_{آب}=V_{روغن} \xrightarrow[A_{یکسان}]{V=Ah} h'_{آب}=h'_{روغن}$$

گام سوم: با توجه به پرشدن ظرف در هر دو حالت، نسبت $\frac{h_{روغن}}{h'_{روغن}}$ را به دست می‌آوریم:

$$\text{حالت اول}: h_{ظرف}=h_{آب}+h_{روغن} \xrightarrow{h_{آب}=۰/۸h_{روغن}} h_{ظرف}=۰/۸h_{روغن}+h_{روغن}=۱/۸h_{روغن} \quad (I)$$

$$\text{حالت دوم}: h_{ظرف}=h'_{آب}+h'_{روغن} \xrightarrow{h'_{آب}=h'_{روغن}} h_{ظرف}=h'_{روغن}+h'_{روغن}=۲h'_{روغن} \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(II)\text{و}(I)} ۱/۸h_{روغن}=۲h'_{روغن} \Rightarrow h'_{روغن}=۰/۹h_{روغن}$$

گام چهارم: طبق رابطهٔ $P_{مایع}=\rho gh$، فشار را در هر دو حالت حساب می‌کنیم:

$$\text{حالت اول}: P_۱=\rho_{آب}gh_{آب}+\rho_{روغن}gh_{روغن} \xrightarrow[h_{آب}=۰/۸h_{روغن}]{\rho_{روغن}=۰/۸\rho_{آب}} P_۱=\rho_{آب}g(۰/۸h_{روغن})+(۰/۸\rho_{آب})gh_{روغن} \Rightarrow P_۱=۱/۶\rho_{آب}gh_{روغن}$$

$$\text{حالت دوم}: P_۲=\rho_{آب}gh'_{آب}+\rho_{روغن}gh'_{روغن} \xrightarrow[h'_{آب}=h'_{روغن}]{\rho_{روغن}=۰/۸\rho_{آب}} P_۲=\rho_{آب}gh'_{روغن}+(۰/۸\rho_{آب})gh'_{روغن}$$

$$\Rightarrow P_۲=۱/۸\rho_{آب}gh'_{روغن} \xrightarrow{h'_{روغن}=۰/۹h_{روغن}} P_۲=۱/۸\rho_{آب}g(۰/۹h_{روغن})$$

گام پنجم: درصد تغییر فشار را به دست می‌آوریم:

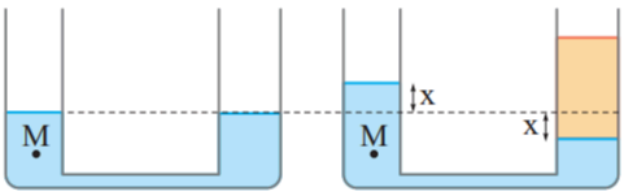
$$\text{درصد تغییر فشار}=\frac{P_۲-P_۱}{P_۱}\times ۱۰۰=\frac{۱/۸\rho_{آب}g(۰/۹h_{روغن})-۱/۶\rho_{آب}gh_{روغن}}{۱/۶\rho_{آب}gh_{روغن}}\times ۱۰۰=\frac{۰/۰۲\rho_{آب}gh_{روغن}}{۱/۶\rho_{آب}gh_{روغن}}\times ۱۰۰$$

$$=\frac{۲}{۱۶۰}\times ۱۰۰=٪۱/۲۵$$

بنابراین فشار در کف ظرف ۱/۲۵ درصد افزایش می‌یابد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

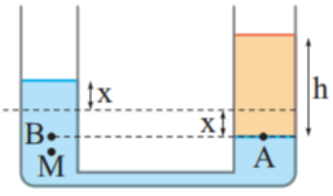
۱۷۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا پس از افزودن آب به شاخهٔ سمت راست، تغییرات را در لوله اعمال می‌کنیم. با توجه به یکسان‌بودن سطح مقطع لوله در دو شاخه، اگر در شاخهٔ سمت راست سطح جیوه به اندازهٔ x پایین برود، در شاخهٔ سمت چپ سطح جیوه به اندازهٔ x بالا خواهد رفت.



مطابق شکل مقابل داریم:

گام دوم: ارتفاع آب اضافه‌شده را حساب می‌کنیم. با توجه به این‌که فشار در نقطهٔ M به اندازهٔ ۵ cmHg زیاد شده است، به اندازهٔ ۵ cm ارتفاع مایع جیوه بالای نقطهٔ M افزوده شده؛ بنابراین x برابر با ۵cm است.

حالا مطابق شکل مقابل از روی برابری فشار در نقاط A و B داریم:



$$P_A=P_B \Rightarrow \rho_{آب}gh=\rho_{جیوه}g(۲x) \Rightarrow \rho_{آب}h=۲\rho_{جیوه}x$$

$$\xrightarrow[\rho_{جیوه}=۱۳/۶g/cm^۳]{\rho_{آب}=۱g/cm^۳,x=۵cm} ۱\times h=۲\times ۱۳/۶\times ۵ \Rightarrow h=۱۳۶cm$$

گام سوم: حجم آب اضافه‌شده را حساب می‌کنیم:

$$V=Ah \xrightarrow{A=۵cm^۲,h=۱۳۶cm} V=۵\times ۱۳۶=۶۸۰cm^۳$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

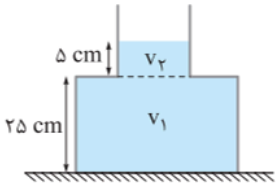
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۱ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با معلوم‌بودن نیروی وارد بر کف ظرف، ارتفاع مایع را به دست می‌آوریم:

$$F = \rho g h A \xrightarrow[g=۱۰\,N/kg\ ,A=۵۰cm^۲=۵۰\times۱۰^{-۴}m^۲]{F=۱۲N,\rho=۰/۸\,g/cm^۳=۸۰۰\,kg/m^۳}$$

$$۱۲ = ۸۰۰\times۱۰\times h\times۵۰\times۱۰^{-۴} \Rightarrow ۱۲ = ۸\times۵h \Rightarrow h = ۰/۳m$$

$$\Rightarrow h = ۳۰cm$$



گام دوم: حجم کل مایع را به دست آورده و با استفاده از رابطهٔ چگالی، جرم مایع را محاسبه می‌کنیم:

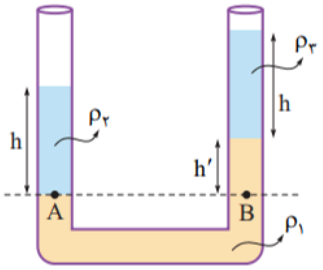
$$V = V_۱ + V_۲ = ۵۰\times۲۵ + ۲۰\times۵ = ۱۲۵۰ + ۱۰۰ = ۱۳۵۰cm^۳$$

$$m = \rho V \xrightarrow[V=۱۳۵۰cm^۳]{\rho=۰/۸\,g/cm^۳} m = ۰/۸\times۱۳۵۰ = ۸\times۱۳۵ = ۱۰۸۰g$$

$$\Rightarrow m = ۱/۰۸kg$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۷۲ **پاسخ تشریحی** یک سطح افقی فرضی را از طرفین لوله می‌گذرانیم تا لوله را در نقاط A و B قطع کند. سپس فشار در نقاط A و B را مساوی با هم قرار می‌دهیم.



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۲gh_۲ = \rho_۳gh_۳ + \rho_۱gh_۱$$

$$\Rightarrow \rho_۲h_۲ = \rho_۳h_۳ + \rho_۱h_۱ \xrightarrow[\rho_۲=۵\rho_۳]{\rho_۱=۱۰\rho_۳}$$

$$\Rightarrow ۵\rho_۳h = \rho_۳h + ۱۰\rho_۳h' \Rightarrow ۴h = ۱۰h'$$

$$\Rightarrow \frac{h'}{h} = ۰/۴$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** تندی شاره در هنگام عبور از قسمت B را به دست می‌آوریم.

$$v_A A_A = v_B A_B \Rightarrow v_A r_A^۲ = v_B r_B^۲ \Rightarrow ۰/۵\times(۲r_B)^۲ = v_B r_B^۲$$

$$۰/۵\times۴ = v_B \Rightarrow v_B = ۲\,m/s$$

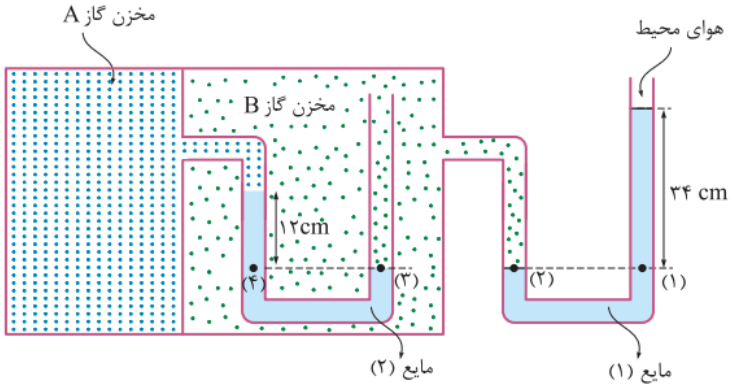
گام دوم: کار کل انجام‌شده روی ۸۰۰ گرم شاره را زمانی که از ناحیهٔ A به ناحیهٔ B حرکت می‌کند به دست می‌آوریم:

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲}\times m(v_B^۲ - v_A^۲) = \frac{۱}{۲}(۰/۸)(۲^۲ - ۰/۵^۲) = ۰/۴(۴ - ۰/۲۵) = +۱/۵\,J$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۴ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا نقاط هم‌فشار را مشخص می‌کنیم. مطابق شکل زیر داریم:



$$P_۱ = P_۲ = P_۳ = P_۴$$

گام دوم: فشار پیمانه‌ای (P_g) را در نقطهٔ (۴) به دست می‌آوریم:

$$P_۴ = P_۱ \xrightarrow{P_g = P - P_۰} P_{g_۴} = P_۱ - P_۰ \xrightarrow{P_۱ = \rho_۱ g h_۱ + P_۰} P_{g_۴} = \rho_۱ g h_۱$$

$$\xrightarrow[h_۱ = ۳۴cm = ۰/۳۴m]{\rho_۱ = ۱/۲\, g/cm^۳ = ۱۲۰۰\, kg/m^۳} P_{g_۴} = ۱۲۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳۴ = ۱۲۰۰ \times ۳/۴\, Pa$$

گام سوم: فشار پیمانه‌ای مخزن گاز (A) را حساب می‌کنیم:

$$P_{g_۴} = P_{g_A} + \rho_۲ g h_۲ \xrightarrow[\rho_۲ = ۰/۸۵\, g/cm^۳ = ۸۵۰(\frac{kg}{m^۳}),\ h_۲ = ۱۲cm = ۰/۱۲m]{P_{g_۴} = ۱۲۰۰ \times ۳/۴ Pa} ۱۲۰۰ \times ۳/۴ = P_{g_A} + (۸۵۰ \times ۱۰ \times ۰/۱۲)$$

$$\Rightarrow P_{g_A} = (۱۲۰۰ \times ۳/۴) - \underbrace{(۸۵۰ \times ۱/۲)}_{۰/۸۵ \times ۱۲۰۰} = ۱۲۰۰(۳/۴ - \frac{۳/۴}{۴}) = \frac{۳}{۴} \times ۱۲۰۰ \times ۳/۴ Pa$$

گام چهارم: فشار پیمانه‌ای مخزن گاز (A) را برحسب mmHg به دست می‌آوریم:

$$P_{g_A} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} \xrightarrow{\rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰ kg/m^۳} \frac{۳}{۴} \times ۱۲۰۰ \times ۳/۴ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h \Rightarrow h = ۲/۲۵ \times ۱۰^{-۲} mHg = ۲۲/۵ mmHg$$

بنابراین فشار پیمانه‌ای مخزن A برابر ۲۲/۵ میلی‌متر جیوه است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۵ فرض می‌کنیم **P** فشار گاز محبوس بین دو مایع باشد، در این صورت با استفاده از قانون برابری فشار در نقاط هم‌تراز مایع ساکن خواهیم داشت:

$$P_۱ = P + \rho_۱ g h_۱ = P + (۱/۲۵ \times ۱۰^۳) \times ۱۰ \times ((۵۵ - ۱۵) \times ۱۰^{-۲}) \Rightarrow P_۱ = P + ۵۰۰۰\,(Pa) \quad (۱)$$

$$P_۲ = P - \rho_۲ g h_۲ = P - (۰/۸ \times ۱۰^۳) \times ۱۰ \times ((۳۵ - ۱۰) \times ۱۰^{-۲}) \Rightarrow P_۲ = P - ۲۰۰۰\,(Pa) \quad (۲)$$

با توجه به صورت سؤال، $P_۱$، سه برابر $P_۲$ است، لذا داریم:

$$\xrightarrow{(۲),(۱)} \frac{P_۱}{P_۲} = \frac{P + ۵۰۰۰}{P - ۲۰۰۰} = ۳ \Rightarrow P + ۵۰۰۰ = ۳(P - ۲۰۰۰) \Rightarrow P + ۵۰۰۰ = ۳P - ۶۰۰۰ \Rightarrow P = ۵۵۰۰ Pa = ۵/۵ kPa$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۶ طبق معادله پیوستگی:

$$A_1v_1 = A_2v_2 \xrightarrow{A=\pi r^2} \pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2 \rightarrow (\frac{r_2}{r_1})^2 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{180}{20} = 9$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{r_2}{r_1} = 3 \rightarrow r_2 = 3r_1 \quad \text{محاسبه درصد تغییرات}: \frac{\Delta r}{r_1} \times 100 = \frac{r_2 - r_1}{r_1} \times 100 = \frac{3r_1 - r_1}{r_1} \times 100 = \frac{2r_1}{r_1} \times 100 = 200\%$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۷ فشار کل در عمق مورد نظر، برابر مجموع فشار هوا، فشار حاصل از وزن پیستون و فشار ستون مایع است.

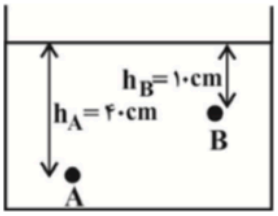
$$P = P_0 + \frac{mg}{A} + \rho gh = 10^5 + \frac{200}{100 \times 10^{-4}} + 3000 \times 10 \times 50 \times 10^{-2} \Rightarrow P = 1/35 \times 10^5 Pa = 1/35\ atm$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۸ نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است، بنابراین سطح جیوه در لولهٔ مویین پایین‌تر از سطح آزاد جیوه در ظرف قرار می‌گیرد.

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۹ در یک مایع ساکن، اندازهٔ اختلاف فشار بین دو نقطه به فاصلهٔ عمودی بین دو نقطه بستگی دارد که برابر با اختلاف عمق دو نقطه از سطح آزاد مایع می‌باشد، داریم:



$$P_A - P_B = (\rho gh_A + P_0) - (\rho gh_B + P_0) \Rightarrow P_A - P_B = \rho g(h_A - h_B) \xrightarrow[h_A = 40cm = 0/4m,\ h_B = 10cm = 0/1m]{\rho = 1\frac{g}{cm^3} = 1000\frac{kg}{m^3}}$$

$$\Rightarrow P_A - P_B = 1000 \times 10 \times (0/4 - 0/1) = 3000Pa = 3kPa$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۸۰ برای محاسبه فشار جامدات منظم (مانند استوانه و مکعب) در کف آنها از فرمول $(P = \rho gh)$ می‌توان استفاده کرد:

$$P_{\text{بیشینه}} - P_{\text{کمینه}} = \rho g(h_{\text{بیشینه}} - h_{\text{کمینه}})$$

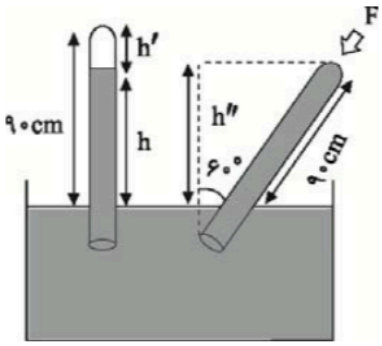
$$720Pa = \rho \times 10 \times (0/03 - 0/012) \Rightarrow \rho = 4000\frac{kg}{m^3} = 4000\frac{g}{L}$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۱ ابتدا ارتفاع ستون جیوه را در حالتی که لوله به طور قائم قرار گرفته است به‌دست می‌آوریم:

$$h' = \frac{V}{A} = \frac{۵۶cm^۳}{۴cm^۲} = ۱۴cm \qquad h = ۹۰ - ۱۴ = ۷۶cm$$



$$h'' = ۹۰\cos ۶۰^\circ = ۴۵cm$$

هنگامی که لوله را کج می‌کنیم جیوه تمام لوله را پر می‌کند و ارتفاع قائم آن برابر است با:

توجه داشته باشید که اگر انتهای لولهٔ مورب باز بود و طول آن به اندازهٔ کافی بزرگ بود، جیوه در لوله آنقدر بالا می‌رفت تا ارتفاع قائم آن به اندازهٔ $۷۶cm$ شود. اما چون انتهای لوله بسته است در این حالت فشاری که از طرف جیوه بر ته لوله وارد می‌شود برابر است با:

$$P' = ۷۶ - ۴۵ = ۳۱cmHg$$

با توجه به اینکه فشار هوا یعنی $۱۰^۵Pa$ معادل فشار ستونی از جیوه به ارتفاع $۷۶cm$ است، می‌توان P' را برحسب پاسکال به‌دست آورد.

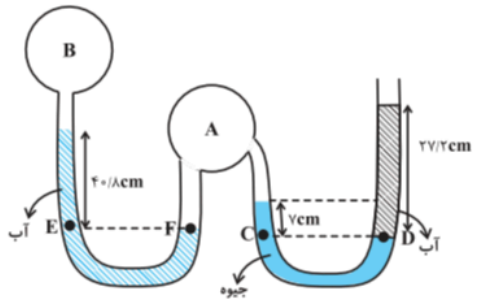
$$P' = \frac{۳۱}{۷۶} \times ۱۰^۵ \cong ۰/۴ \times ۱۰^۵ Pa$$

بنابراین نیروی وارد بر ته لوله برابر است با:

$$F = P'A = ۰/۴ \times ۱۰^۵ \times ۴ \times ۱۰^{-۴} = ۱۶N$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۲ هدف مسئله $P_B - P_۰$ است. در این سوال فشار هوا بر حسب سانتی‌متر جیوه بیان شده و از دو مایع آب و جیوه استفاده شده است. برای حل بهتر است فشار آب را نیز به سانتی‌متر جیوه تبدیل کنیم و سپس معادلات مربوط را بنویسیم. طبق رابطهٔ $\rho_۱gh_۱ = \rho_۲gh_۲$ می‌توان نوشت:



$$۱۳۶۰۰ \times g \times ۱cm = ۱۰۰۰ \times g \times h_۲ \Rightarrow h_۲ = ۱۳/۶cm$$

یعنی فشار حاصل از ستون هر $۱۳/۶cm$ آب معادل $۱cmHg$ ستون جیوه است و اگر آن را در دو و سه ضرب کنیم می‌توان گفت $۲۷/۲cm$ آب معادل $۲cmHg$ و $۴۰/۸cm$ آب معادل $۳cmHg$ است. با توجه به این توضیحات به‌راحتی برای نقاط C و D داریم:

$$P_C = P_D \Rightarrow P_A + ۷cmHg = ۲cmHg + ۷۵cmHg \Rightarrow P_A = ۷۰cmHg$$

از طرفی مخزن A به لولهٔ U شکل سمت چپ نیز متصل است و فشار در نقاط E و F نیز برابر است، در نتیجه:

$$P_F = P_E \Rightarrow P_A = ۳cmHg + P_B \qquad \Rightarrow ۷۰cmHg = ۳cmHg + P_B \Rightarrow P_B = ۶۷cmHg$$

بنابراین فشار مخزن B برابر $۶۷cmHg$ می‌باشد. اما در این سوال فشار پیمانه‌ای مخزن B را خواسته که عبارت است از:

$$P_B - P_۰ = ۶۷cmHg - ۷۵cmHg = -۸cmHg$$

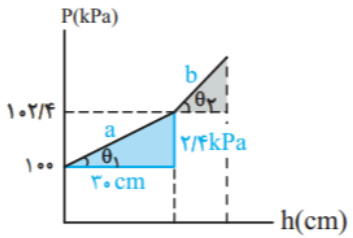
برای تبدیل آن به پاسکال:

$$P_B - P_۰ = -۸cmHg = -\rho gh = -۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۰۸ = -۱۰۸۸۰Pa \cong -۱۱kPa$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۳ خط **a**، مربوط به مایع با چگالی ρ_1 است که با تابع $P_1 = P_0 + \rho_1 gh$ بیان می‌شود.



حال با توجه به نمودار و این که شیب خط **a** برابر $\rho_1 g$ است ρ_1 را می‌یابیم:

$$\text{شیب خط } a = \tan\theta_1 = \rho_1 g \quad (1) \qquad \text{در مثلث قائم‌الزاویهٔ رنگی}: \tan\theta_1 = \frac{2/4kPa}{30cm} = \frac{2400Pa}{0/3m} = 8000\frac{Pa}{m} \quad (2)$$

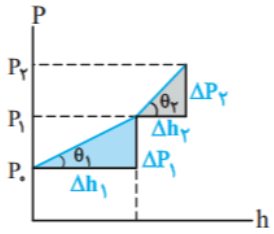
همانطور که ملاحظه می‌کنید، کمیت‌های صورت و مخرج مربوط به شیب خط را در **SI** به‌دست آوردیم. تا از ترکیب دو رابطهٔ (۱) و (۲) یکای چگالی در **SI** به‌دست آید. در ادامه داریم:

$$\xrightarrow{(1)\text{ و }(2)} \rho_1 g = 8000 \Rightarrow 10\rho_1 = 8000 \Rightarrow \rho_1 = 800 kg/m^3$$

برای یافتن ρ_2 از دادهٔ سؤال یعنی $\tan\theta_2 = 17\tan\theta_1$ استفاده می‌کنیم:

$$\tan\theta_2 = 17\tan\theta_1 \xrightarrow{\tan\theta=\rho g} \rho_2 g = 17\rho_1 g \Rightarrow \rho_2 = 17\rho_1 \xrightarrow{\rho_1=800kg/m^3} \rho_2 = 17\times 800 = 13600\ kg/m^3$$

راهبرد حل: مسئله نمودار فشار برحسب عمق دو مایع مخلوط نشدنی را داده و چگالی دو مایع را می‌خواهد. در راستای حل باید دانست که نمودار $P = f(h)$، به صورت خط‌هایی است که با تابع $P = P_0 + \rho gh$ بیان می‌شوند. نکتهٔ کلیدی برای یافتن ρها، تعیین شیب خطوط فوق با استفاده از $\tan\theta = \rho g$ است. برای یافتن $\tan\theta$ از مثلث‌های قائم‌الزاویه مطابق شکل استفاده می‌کنیم:

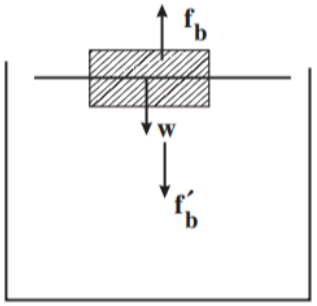


$$\tan\theta_1 = \frac{\Delta P_1}{\Delta h_1}\ ,\ \tan\theta_1 = \rho_1 g$$

$$\tan\theta_2 = \frac{\Delta P_2}{\Delta h_2}\ ,\ \tan\theta_2 = \rho_2 g$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۸۴ با توجه به اینکه چوب در سطح آب شناور است می‌توان نتیجه گرفت که نیروی شناوری برابر وزن چوب است.



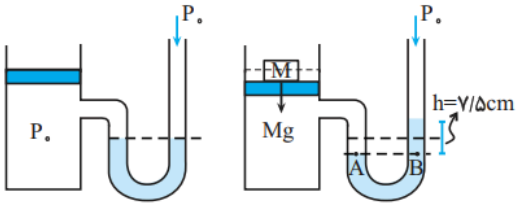
عکس‌العمل نیروی شناوری f'_b که هم‌اندازه با وزن چوب است به آب رو به پایین اثر می‌کند. بنابراین میزان افزایش نیرو در کف ظرف، از طرف مایع، با توجه به استوانه‌ای بودن شکل ظرف برابر وزن چوب شناور شده در سطح آب است. یعنی نیروی وارد به کف ظرف از طرف مایع نسبت به حالت قبل تغییری نمی‌کند.

$$f_b = w$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۵



(۲)

مطابق شکل (۱) یک سیلندر شامل گاز که توسط یک پیستون بدون جرم محبوس است به یک فشارسنج متصل است و سیستم در حال تعادل است. طبق دادهٔ مسئله، جرم **M** را روی پیستون قرار می‌دهیم و در اثر فشار حاصل از آن سطح جیوه در شاخهٔ دیگر به اندازهٔ **۷ / ۵ cm** به بالا رانده می‌شود. مسئله جرم **M** را از ما می‌خواهد.

برای حل می‌توان گفت چون قبل از افزودن وزنه، جیوه در دو شاخه هم‌سطح است، بنابراین فشار هوای زیر پیستون با فشار هوا برابر است و اختلاف ارتفاع ایجاد شده صرفاً ناشی از وزن وزنه است، بنابراین فشار هوا را در محاسبات وارد نمی‌کنیم. در شکل (۲)، دو نقطهٔ هم‌تراز **A** و **B** هم‌فشارند داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{W}{A} = \rho gh \xrightarrow{W=mg} \frac{mg}{A} = \rho gh \Rightarrow m = \rho Ah$$

$$\xrightarrow{\rho = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳},\ h = ۷/۵ \times ۱۰^{-۲} m,\ A = ۵ \times ۱۰^{-۳} m^۲} m = ۱۳۶۰۰ \times ۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۷/۵ \times ۱۰^{-۲} = ۱۳۶ \times ۵ \times ۷۵ \times ۱۰^{-۴} = ۵/۱ kg$$

حتماً دقت کردید که ρ، **A** و **h** در **SI** جایگزین شدند.

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۶

ابتدا مشخص می کنیم شعاع شلنگ دوم چند برابر شلنگ اول است:

$$r_۲ = r_۱ - ۰/۲۵ r_۱ \Rightarrow r_۲ = \frac{۷۵}{۱۰۰} r_۱ \Rightarrow \frac{r_۲}{r_۱} = \frac{۷۵}{۱۰۰} = \frac{۳}{۴}$$

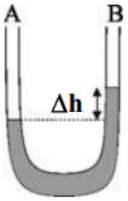
اکنون، چون آهنگ شارش آب در هر دو حالت یکسان است، با استفاده از معادلهٔ پیوستگی به صورت زیر تندی خروجی آب را می یابیم:

$$A_۱ v_۱ = A_۲ v_۲ \xrightarrow{A=\pi r^۲} \pi r_۱^۲ v_۱ = \pi r_۲^۲ v_۲ \Rightarrow \frac{v_۱}{v_۲} = \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۲ \xrightarrow{v_۱ = ۲۷ \frac{cm}{s}} \frac{۲۷}{v_۲} = \frac{۹}{۱۶} \Rightarrow \frac{۹}{۱۶} = v_۲ = ۴۸ \frac{cm}{s}$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۸۷

اولاً چون لولهٔ افقی در نقطهٔ **B** باریک‌تر از نقطهٔ **A** و در نتیجه تندی شاره در نقطهٔ **B** بیش‌تر است، بنابراین طبق اصل برنولی فشار در نقطهٔ **B** کم‌تر از نقطهٔ **A** بوده و سطح مایع در شاخهٔ **B** بالاتر از **A** خواهد بود و داریم:



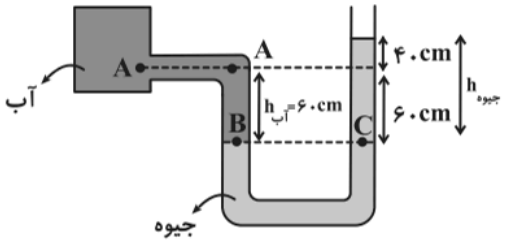
$$\Delta P = \rho g \Delta h \xrightarrow{\rho = ۲۰۰۰ \frac{kg}{m^۳},\ \Delta P = ۵۰۰ Pa} ۵۰۰ = ۲۰۰۰ \times ۱۰ \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{۵}{۲۰۰} m = ۲/۵ cm$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۸ نقاط **B** و **C** را به‌عنوان نقاط هم‌فشار انتخاب می‌کنیم:

$$P_B = P_C = P_0 + P_{جیوه} \Rightarrow P_B = P_0 + P_{جیوه}$$



حال فشار نقطهٔ **A** را می‌نویسیم:

$$P_A = P_B - P_{آب} \xrightarrow{P_B = P_0 + P_{جیوه}} P_A = P_0 + P_{جیوه} - P_{آب}$$

اختلاف فشار نقطهٔ **A** و فشار هوا برابر است با:

$$P_A - P_0 = P_{جیوه} - P_{آب} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} - \rho_{آب} g h_{آب} \Rightarrow P_A - P_0 = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۱ - ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۶}{۱۰}$$

$$\Rightarrow P_A - P_0 = ۱۳۰ \times ۱۰^۳ Pa \Rightarrow P_A - P_0 = ۱۳۰ kPa$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۹ با توجه به معادلهٔ پیوستگی، حجم مایع ورودی با حجم مایع خروجی (آهنگ شارش سیال ثابت) برابر است.

آهنگ شارش در مقطع (۱) : $A_1 v_1 = ۱۸۰۰ \frac{Lit}{h} \xrightarrow{\text{تبدیل واحد}} ۱۸۰۰ \frac{Lit}{h} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s} \times \frac{۱m^۳}{۱۰^۳ Lit} = ۰/۵ \times ۱۰^{-۳} \frac{m^۳}{s} = ۵ \times ۱۰^{-۴} \frac{m^۳}{s}$

آهنگ شارش $= A_۲ v_۲ \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۴} = ۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times v_۲$ $\qquad v_۲ = \frac{۵ \times ۱۰^{-۴}}{۵۰ \times ۱۰^{-۴}} = ۰/۱ \frac{m}{s}$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۰ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: وقتی قلم مویی را از آب بیرون می‌کشیم، به دلیل کشش سطحی بین مولکول‌های آب موهای آن به‌هم می‌چسبند.

گزینهٔ «۲»: در طوفان شن، یک باد ضعیف می‌تواند ذرات شن را به هوا بفرستد، اما یک طوفان شدید دریایی تنها قادر به پراکندن مقدار اندکی آب به‌صورت قطره‌های ریز است که علت آن نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است.

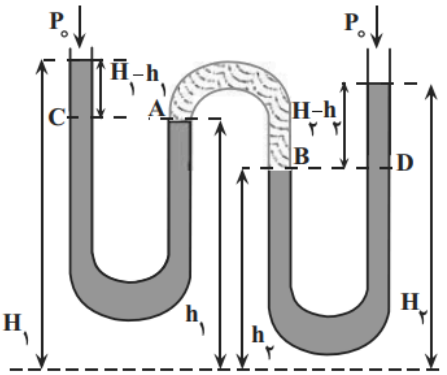
گزینهٔ «۳»: نیروی دگرچسبی بین آب و بدن حشره، باعث افتادن حشره در آب می‌شود.

گزینهٔ «۴»: برای چسباندن تکه‌های شیشه آن‌ها را گرم می‌کنند تا نرم شوند، در این حالت، مولکول‌های دو تکه شیشه آن‌قدر به‌هم نزدیک می‌شوند تا نیروی بین‌مولکولی که کوتاه‌بُرد است، بتواند دو قطعه را به‌هم چسباند.

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۱ فشار در نقاط هم‌تراز **A** و **C** و هم‌چنین **B** و **D** یکسان است. بنابراین:



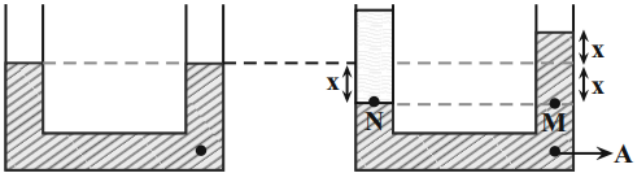
$$P_A = P_C \Rightarrow P_A = P_\circ + \rho g(H_1 - h_1)$$
$$P_B = P_D \Rightarrow P_B = P_\circ + \rho_g(H_2 - h_2)$$

از طرف دیگر، فشار نقطه‌های **A** و **B** که هر دو برابر فشار هوای محبوس است، با هم برابر هستند. در این حالت داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_\circ + \rho_g(H_1 - h_1) = P_\circ + \rho_g(H_2 - h_2)$$
$$\Rightarrow \rho g(H_1 - h_1) = \rho g(H_2 - h_2) \Rightarrow H_1 - h_1 = H_2 - h_2$$
$$\Rightarrow H_1 + h_2 = H_2 + h_1$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۹۲ با اضافه نمودن روغن در شاخهٔ سمت چپ لوله، سطح آب درون این شاخه به اندازهٔ **x** پایین می‌رود و در شاخهٔ سمت راست به اندازهٔ **x** بالا خواهد رفت. بنابراین، با توجه به شکل، فشار در نقطهٔ **A** به اندازهٔ فشار ستونی از آب به ارتفاع **x** افزایش یافته است. در این حالت داریم:



$$\Delta P_A = \rho_{آب} g \Delta h_A \xrightarrow[\Delta P_A = ۵۰۰ pa]{\Delta h_A = x, \rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}} ۵۰۰ = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times x \Rightarrow x = ۰/۰۵ m = ۵ cm$$

از طرف دیگر، برای نقاط هم‌تراز **M** و **N** که در یک مایع واقعاند، فشار یکسان است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_\circ + \rho_{آب} g h_{آب} = P_\circ + \rho_{روغن} g h_{روغن} \Rightarrow \rho_{آب} h_{آب} = \rho_{روغن} h_{روغن}$$

$$\xrightarrow[\rho_{روغن} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}, \rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}]{h_{آب} = ۲x = ۲ \times ۵ = ۱۰ cm} ۱ \times ۱۰ = ۰/۸ \times h_{روغن} \Rightarrow h_{روغن} = ۱۲/۵ cm$$

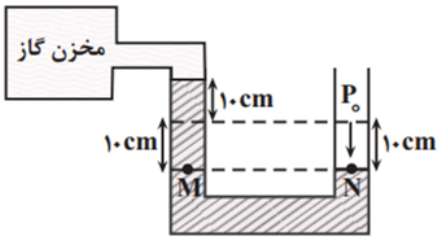
در آخر با داشتن ارتفاع روغن و سطح مقطع لوله، به‌صورت زیر جرم روغن اضافه شده را می‌یابیم:

$$m = \rho v \xrightarrow{v = Ah} m = \rho A h \xrightarrow[A = ۱۰ cm^۲, h = ۱۲/۵ cm]{\rho = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}} m = ۰/۸ \times ۱۰ \times ۱۲/۵ = ۱۰۰ g$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۳ چون مایع در شاخهٔ متصل به مخزن گاز بالا می‌رود، فشار هوا از فشار گاز بیشتر است. بنابراین، با توجه به شکل زیر و یکسان بودن فشار در نقطه‌های هم‌تراز یک مایع می‌توان نوشت



$$\rho_{مایع}h_{مایع}=\rho_{جیوه}h_{جیوه}\xrightarrow[\rho_{جیوه}=۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}]{\rho_{مایع}=۳/۴\frac{g}{cm^۳},h_{مایع}=۱۰+۱۰=۲۰cm}۳/۴\times۲۰=۱۳/۶\times h_{جیوه}\Rightarrow h_{جیوه}=۵cm\Rightarrow P_{مایع}=۵cmHg$$

$$P_M=P_N\xrightarrow{P_N=P_0}P_{گاز}+P_{مایع}=P_0\xrightarrow{P_0=۷۰cmHg}P_{گاز}+۵=۷۰\Rightarrow P_{گاز}=۶۵cmHg$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۹۴ برای سهولت در محاسبات، ابتدا تغییر فشار هریک از مخزن‌های گاز A و B را برحسب سانتی‌متر مایع می‌نویسیم. اگر مایع را x فرض کنیم، داریم:

مخزن گاز B: $\Delta P_B=+۲cmHg=\frac{+۲\times۱۳/۶}{۳/۴}=+۸cm\,x$ مخزن گاز A: $\Delta P_A=-۳cmHg=\frac{-۳\times۱۳/۶}{۳/۴}=-۱۲cmx$

می‌بینیم فشار مخزن A، ۱۲ سانتی‌متر مایع کاهش و فشار مخزن B، ۸ سانتی‌متر مایع افزایش یافته است. بنابراین، در مجموع اختلاف فشاری به اندازهٔ ۲۰ سانتی‌متر مایع باعث می‌شود، مایع در شاخهٔ سمت چپ پایین رود و در شاخهٔ سمت راست بالا رود. با توجه به این‌که قطر سطح مقطع لوله‌ها برابر $D_A=D$ و $D_B=۲D$ و حجم مایع جابه‌جا شده در لوله‌های سمت چپ و سمت راست، یکسان است، می‌توان نوشت:

$$v_A=v_B\Rightarrow h_Aa_A=h_Ba_B\xrightarrow{A=\pi\frac{D^۲}{۴}}h_A\times\pi\frac{D_A^۲}{۴}=h_B\times\pi\frac{D_B^۲}{۴}\Rightarrow h_A\times D^۲=h_B\times۴D^۲\Rightarrow h_A=۴h_B$$

از طرف دیگر داریم:

$$h_A+h_B=۲۰cm\Rightarrow ۴h_B+h_B=۲۰\Rightarrow h_B=۴cm$$

می‌بینیم ارتفاع مایع در شاخهٔ سمت چپ لوله $۴cm$ پایین می‌رود. بنابراین ارتفاع مایع در این شاخه برابر است با:

$$h=۳۰-۴=۲۶cm$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۵ ابتدا ارتفاع آب اضافه شده در ظرف را می‌یابیم. چون آب به قسمت باریک ظرف اضافه شده است، داریم:

$$\Delta V=A_۱\Delta h\xrightarrow[A_۱=۴cm^۲]{\Delta V=۴۰cm^۳}۴۰=۴\times\Delta h\Rightarrow\Delta h=۱۰cm=۰/۱m$$

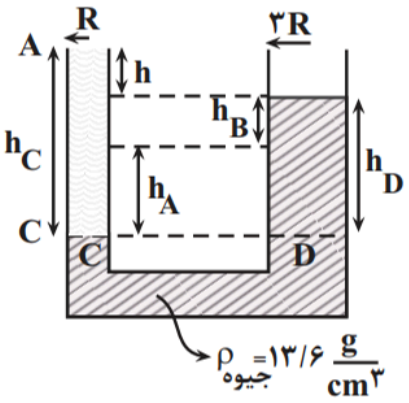
اکنون افزایش نیروی وارد بر کف ظرف را می‌یابیم:

$$\Delta F=\Delta P\times A_۲\xrightarrow{\Delta P=\rho g\Delta h}\Delta F=\rho g\Delta h\times A_۲\xrightarrow[\rho=۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}]{A_۲=۲۰\times۱۰^{-۴}m^۲}\Delta F=۱۰۰۰\times۱۰\times۰/۱\times۲۰\times۱۰^{-۴}=۲N$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۶ می‌دانیم حجم جیوه پایین آمده در شاخهٔ **A** با حجم جیوه بالا رفته در شاخهٔ **B** یکسان است. بنابراین داریم:



$$V_{پایین‌رفته}=V_{بالاآمده}\xrightarrow{V=Ah=\pi r^۲h}$$

$$\pi r_A^۲h_A=\pi r_B^۲h_B\xrightarrow[r_B=۳R]{r_A=R,h_A=۹cm}R^۲\times۹=۹R^۲\times h_B\Rightarrow h_B=۱cm$$

از طرف دیگر، برای دو نقطهٔ هم‌تراز **C** و **D** که فشار یکسانی دارند، می‌توان نوشت:

$$P_C=P_D\Rightarrow P_۰+\rho_{مایع}gh_C=P_۰+\rho_{جیوه}gh_D\Rightarrow\rho_{مایع}h_C=\rho_{جیوه}h_D\xrightarrow[\rho_{جیوه}=۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}]{\rho_{مایع}=۶/۸\frac{g}{cm^۳},h_D=۹+۱=۱۰cm}$$

$$۶/۸\times h_C=۱۳/۶\times۱۰\Rightarrow h_C=۲۰cm$$

بنابراین اختلاف ارتفاع سطح آزاد دو مایع برابر است با:

$$h=h_C-h_D=۲۰-۱۰=۱۰cm$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۹۷ با توجه به شکل، حجم جسم فرورفته درون ۳ ظرف و در نتیجه حجم شاره جابه‌جا شده به‌صورت $V_۱>V_۳>V_۲$ است. با توجه به این که چگالی شاره درون این ۳ ظرف با حجم شارهٔ جابجا شده توسط جسم‌ها، نسبت عکس دارد. لذا $\rho_۱<\rho_۳<\rho_۲$ می‌باشد.

از طرف دیگر، می‌دانیم مایعی که چگالی بیشتری دارد پایین قرار می‌گیرد. بنابراین از پایین ظرف به طرف بالا به ترتیب، ابتدا مایع ۲، سپس مایع ۳ و در آخر مایع (۱) در بالا قرار می‌گیرد.

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۹۸ طبق تعریف، آهنگ شارش حجمی شاره، برابر نسبت حجم شارهٔ جابه‌جا شده به زمان است. بنابراین داریم:

$$\text{آهنگ شارش حجمی}=\frac{V}{t}\Rightarrow\text{آهنگ شارش حجمی}=\frac{۳/۶L}{۱min}=\frac{۳۶۰cm^۳}{۶۰s}=۶۰\frac{cm^۳}{s}$$

از طرف دیگر، طبق معادلهٔ پیوستگی، آهنگ شارش حجمی در تمامی قسمت‌های لوله یکسان و ثابت است. بنابراین برای قسمت خروجی لوله داریم:

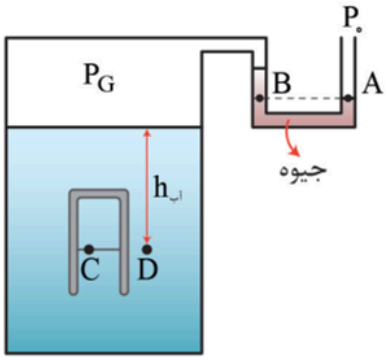
$$\text{آهنگ شارش حجمی}=\frac{V}{t}=Av\Rightarrow۶۰=\pi r^۲\times v\xrightarrow[r=۲cm]{\pi=۳}\Rightarrow۶۰=۳\times۴\times v\Rightarrow v=۵\frac{cm}{s}$$

برای بررسی وضعیت، مایع درون لولهٔ **U**شکل، چون طبق اصلی برنولی، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد، لذا، با توجه به‌این‌که تندی شاره در سمت راست لوله (قطر بزرگتر) کمتر از سمت چپ آن است؛ بنابراین، فشار در سمت راست لوله بیشتر خواهد بود، در نتیجه، ارتفاع مایع در سمت راست پایین می‌رود و در سمت چپ بالاتر خواهد رفت.

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۹ با توجه به هم‌فشاری A و B داریم:



$$P_A = P_\circ \ , \ P_B = P_G + \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_\circ = P_G + \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow P_G = P_\circ - \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \quad (۱)$$

با توجه به هم‌فشاری C و D داریم:

$$\Rightarrow P_D = P_G + h_{\text{آب}} g \rho_{\text{آب}} \xrightarrow{(۱)\ \text{و}\ P_D = P_C}$$

$$P_C = P_\circ - \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + h_{\text{آب}} g \rho_{\text{آب}} \xrightarrow[\rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^۳} = ۱۰۰۰ \frac{Kg}{m^۳},\ h_{\text{آب}} = ۲۷ + (۲۵ - ۱۱/۵) = ۴۰/۵ cm = ۴۰/۵ \times ۱۰^{-۲} m}{\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۵ \frac{g}{cm^۳} = ۱۳۵۰۰ \frac{Kg}{m^۳},\ g = ۱۰ \frac{m}{s^۲},\ h_{\text{جیوه}} = ۳ cm = ۰/۰۳ m}$$

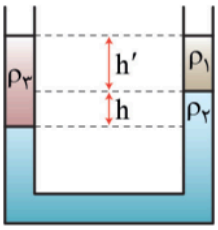
$$P_C - P_\circ = -۱۳۵۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۰۳ + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۴۰/۵ \times ۱۰^{-۲} = ۰$$

$$P_D = P_\circ - (۱۳۵۰۰)(۱۰)(۰/۰۳) + (۰/۴۰۵)(۱۰)(۱۰۰۰) = P_\circ$$

فشار در نقطهٔ C همان فشار هوای درون لوله است. بنابراین فشار پیمانه‌ای گاز محبوس صفر است.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۰ $\rho_۲$ از همه پایین‌تر ایستاده $\Leftarrow$ از هر دو چگال‌تر است. یعنی (۱) $\rho_۲ > \rho_۱$ و (۲) $\rho_۲ > \rho_۳$



$$\rho_۳(h + h') = \rho_۱ \times h' + \rho_۲ h$$

$$\rho_۳ h' + \rho_۳ h = \rho_۱ h' + \rho_۲ h$$

$$\rho_۳ h' - \rho_۱ h' = \rho_۲ h - \rho_۳ h$$

$$h'(\rho_۳ - \rho_۱) = h(\rho_۲ - \rho_۳)$$

با توجه به اینکه چگالی $\rho_۲$ از $\rho_۳$ بیشتر است، $(\rho_۲ - \rho_۳)$ مثبت خواهد شد.

بنابراین سمت چپ تساوی نیز باید مثبت باشد:

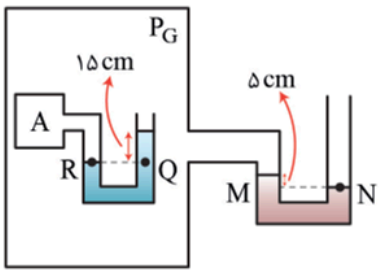
$$h(\rho_۳ - \rho_۱) > ۰ \Rightarrow \rho_۳ - \rho_۱ > ۰ \Rightarrow \rho_۳ > \rho_۱ \quad (۳)$$

با توجه به (۱) و (۲) و (۳) داریم:

$$\rho_۲ > \rho_۳ > \rho_۱$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۱



$$P_N = P_M \Rightarrow P_\circ = ۵ \times ۱۰۰ \times \rho_C + P_G \xrightarrow[\rho_C = ۱/۲ \frac{g}{cm^۳}]{} P_G = P_\circ - ۶۰۰$$

$$P_Q = P_R \Rightarrow P_G + ۱۵ \times ۱۰۰ \times \rho_B = P_A \xrightarrow[\rho_B = ۰/۹ \frac{g}{cm}]{P_G = P_\circ - ۶۰۰} P_A = P_\circ - ۶۰۰ + ۱۳۵۰ = P_\circ + ۷۵۰$$

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_A - P_\circ = ۷۵۰ Pa = ۰/۷۵ KPa$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۲ طبق معادلهٔ پیوستگی : $A_۱ V_۱ = A_۲ V_۲ = A_۳ V_۳$

$A_۱ = ۹\pi cm^۲$ $\quad ۹\pi \times V_۱ = \pi \times V_۲ = ۱۶\pi \times V_۳$

$A_۲ = \pi cm^۲$ $\quad ۹V_۱ = V_۲ = ۱۶V_۳$

$A_۳ = ۱۶\pi cm^۲$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۳

$$V=\frac{m}{\rho}\xrightarrow[\rho=۰/۸\frac{g}{cm^۳}]{m=۲۴g}V=\frac{۲۴}{۰/۸}=۳۰cm^۳$$

$$h_{\text{روغن}}=\frac{V}{A_A}\xrightarrow[V_{\text{روغن}}=۳۰cm^۳]{\text{روغن}\ A_A=۵cm^۲}h_{\text{روغن}}=\frac{۳۰}{۵}=۶cm$$

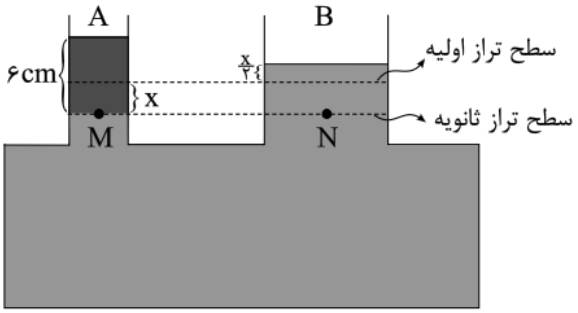
اگر آب در شاخهٔ A به اندازهٔ X پایین بیاید، در شاخهٔ B به اندازهٔ $\frac{x}{۲}$ بالا می‌رود. زیرا:

مقدار آب جابه‌جا شده در شاخهٔ B = مقدار آب جابه‌جا شده در شاخهٔ A

$$\rho_{\text{آب}}\times x\times A_A=\rho_{\text{آب}}\times x'\times A_B\xrightarrow{A_A=۵cm^۲,A_B=۱۰cm^۲}x'=\frac{x}{۲}$$

حال با استفاده از برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$P_M=P_N\Rightarrow \rho_{\text{روغن}}\ gh_{\text{روغن}}=\rho_{\text{آب}}g(x+\frac{x}{۲})\xrightarrow[h=۶cm]{\rho_{\text{آب}}=۱\frac{g}{cm^۳},\rho=۰/۸\frac{g}{cm^۳}}۰/۸\times۶=۳\frac{x}{۲}\Rightarrow x=۳/۲cm$$



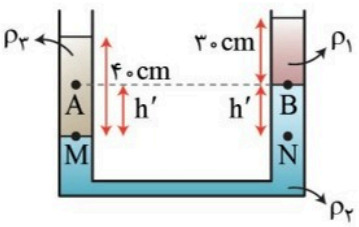
افزایش فشار در کف ظرف ناشی از افزایش ارتفاع در مقطع B است.

$$\Delta P=\rho_{\text{آب}}\ gh'\xrightarrow[g=۱۰\frac{N}{kg},\rho_{\text{آب}}=۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}]{h'=\frac{x}{۲}=۱/۶cm=۱/۶\times۱۰^{-۲}m}$$

$$\Delta P=۱۰۰۰\times۱۰\times۱/۶\times۱۰^{-۲}=۱۶۰Pa$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۴



$$\begin{aligned}P_M&=P_A+۱۰۰\rho_۲h'\\P_N&=P_B+۱۰۰\rho_۲h'\end{aligned}\xrightarrow{P_M=P_N}P_A+۱۰۰\rho_۲h'=P_B+۱۰۰\rho_۲h'$$

$$\Rightarrow P_A-P_B=۱۰۰h'(\rho_۲-\rho_۳)\xrightarrow[\rho_۳=۳/۸\frac{g}{cm^۳},\rho_۳=۲/۸\frac{g}{cm^۳}]{P_A-P_B=۲/۵KPa=۲۵۰۰Pa}$$

$$۲۵۰۰=۱۰۰h'(۳/۸-۲/۸)\Rightarrow h'=۲۵cm$$

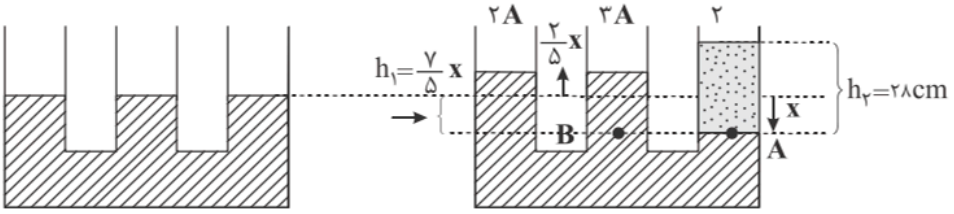
$$\Rightarrow P_N=۱۰۰\rho_۲h'+۱۰۰\times\rho_۱\times۳۰\xrightarrow[P_M=P_N,P_M=۱۰۰\times\rho_۲\times۴۰]{\rho_۲=۳/۸\frac{g}{cm^۳},\rho_۳=۲/۸\frac{g}{cm^۳}}۱۰۰\times۲/۸\times۴۰=۱۰۰\times۳/۸\times۲۵+۱۰۰\times\rho_۱\times۱۰$$

$$\Rightarrow ۱۱۲۰۰=۹۵۰۰+۱۰۰۰\rho_۱\Rightarrow\rho_۱=۱/۷\frac{g}{cm^۳}=۱۷۰۰\frac{g}{L}$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۵ با توجه به اینکه حجم مایع پایین رفته به دو لولهٔ دیگر اضافه می‌شود و مجموع سطح مقطع آن دو لوله $\frac{۲}{۵}$ آن است.



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۲ h_۲ = \rho_۱ h_۱ \Rightarrow ۴ \times ۲۸ = ۵ \times \frac{۷}{۵} x$$

$$x = ۱۶cm \xrightarrow{\text{ارتفاع بالا رفته}} \frac{۲}{۵} x = \frac{۲}{۵} \times ۱۶ = ۶/۴cm$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۶ چون درون لولهٔ مویین چرب شده است، نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب بیشتر از نیروی هم‌چسبی آب با چربی درون لوله است. بنابراین سطح آب درون لوله پایین‌تر از سطح آب درون ظرف قرار می‌گیرد و سطح آب درون لوله دارای برآمدگی می‌شود. (آب درون لوله رفتاری شبیه جیوه در لولهٔ مویین تمیز پیدا می‌کند.)

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۰۷ به بررسی هریک از موارد می‌پردازیم:

الف درست؛ با افزایش دمای روغن درون قطره‌چکان، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن کاهش می‌یابد و قطره‌های خروجی کوچک‌تر می‌شوند و مساحت سطح بیشتری را روی زمین اشغال می‌کنند.

ب درست؛ این جمله از متن کتاب درسی گرفته شده است.

پ درست؛ زیرا فشار در تمام قسمت‌های مشابه آن‌ها یکسان و در نتیجه برایند نیروهای وارد بر آن‌ها توسط شاره که همان نیروی شناوری است برابر خواهد بود.

ت نادرست؛ آهنگ شارش حجمی آب در تمام قسمت‌ها یکسان است. اما دربارهٔ فشار، فشار بخش پهن بیشتر از فشار بخش باریک است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۰۸ ابتدا چگالی جسم را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۰/۴}{۸۰ \times ۱۰^{-۶}} = ۵ \times ۱۰^{۳} \frac{kg}{m^۳}$$

چون جسم مکعب مستطیل است، فشار را می‌توان از رابطهٔ $P = \rho gh$ به دست آورد. در حالت‌هایی که فشار جسم ۱kpa و ۴kpa است، ضلعی از مکعب که نقش ارتفاع را دارد به دست می‌آوریم:

$$P = \rho gh \Rightarrow \begin{cases} P_۱ = \rho g h_۱ \Rightarrow ۱۰^۳ = ۵ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times h_۱ \Rightarrow h_۱ = ۲cm \\ P_۲ = \rho g h_۲ \Rightarrow ۴ \times ۱۰^۳ = ۵ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times h_۲ \Rightarrow h_۲ = ۸cm \end{cases}$$

حجم مکعب $۸۰cm^۳$ است. بنابراین طول ضلع سوم مکعب را به دست می‌آوریم:

$$V = h_۱ \times h_۲ \times h_۳ \Rightarrow ۸۰ = ۲ \times ۸ \times h_۳ \Rightarrow h_۳ = ۵cm$$

در نهایت فشار را در این حالت به دست می‌آوریم:

$$P_۳ = \rho g h_۳ = ۵ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۵ \times ۱۰^{-۲} = ۲۵۰۰Pa = ۲/۵kPa$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۹ ابتدا با استفاده از فشار پیمانه‌ای نقطهٔ A، چگالی مایع (۱) را به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = \rho_1 g h_1 \Rightarrow ۱۵۰۰ = \rho_1 \times ۱۰ \times (۰/۳ - ۰/۱۵) \Rightarrow \rho_1 = ۱۰^۳ \frac{kg}{m^۳}$$

در شکل (ب) با اضافه شدن مایع (۲) به ظرف، افزایش فشار در نقطهٔ A، ناشی از فشار مایع جدید اضافه شده است. پس چگالی مایع اضافه شده را باتوجه به این افزایش فشار به دست می‌آوریم:

$$\Delta P_A = \rho_2 g h_2 \Rightarrow ۱۹۸۰ - ۱۵۰۰ = \rho_2 \times ۱۰ \times \frac{۶}{۱۰۰} \Rightarrow \rho_2 = ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

با مخلوط شدن دو مایع، چگالی مایع مخلوط را حساب می‌کنیم:

$$\rho_T = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{۱۰^۳ \times (۰/۳A) + ۸ \times ۱۰^۲ (۰/۰۶A)}{۰/۳A + ۰/۰۶A} = \frac{۲۹}{۳} \times ۱۰^۲ \frac{kg}{m^۳}$$

حالا فشار پیمانه‌ای در نقطهٔ A را در حالت جدید به دست می‌آوریم:

$$h_A = ۰/۱۵ + ۰/۰۶ = ۰/۲۱ m$$

$$P_{g(A)} = \rho_T g h_A = \frac{۲۹}{۳} \times ۱۰^۲ \times ۱۰ \times ۰/۲۱ = ۲۰۳۰ Pa$$

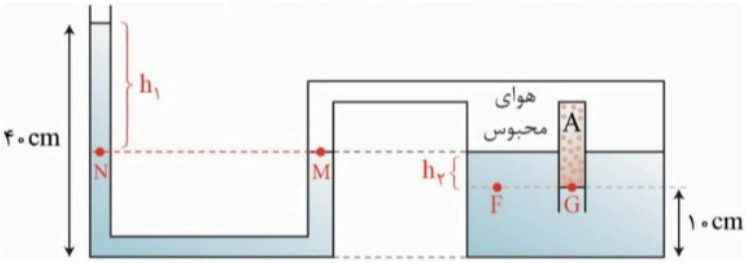
(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۱۰ وقتی ارتفاع جیوه بارومتر ۱cm کاهش یابد یعنی فشار هوای محیط ۱cmHg کاهش یافته است به این ترتیب فشار پیمانه‌ای گاز ۱cmHg افزایش می‌یابد و باید اختلاف ارتفاع دو سطح جیوه در لوله U شکل مانومتر ۱cm شود و چون قطر مقطع لوله یکسان است، جیوه ۰/۵cm در شاخهٔ سمت راست پایین می‌آید و ۰/۵cm در شاخه سمت چپ بالا می‌رود. به این ترتیب جیوه در شاخه سمت چپ مانومتر ۰/۵cm تغییر می‌کند.

و اما نیرویی که گاز مخزن بر سطح جیوه در شاخه سمت راست وارد می‌کند ناشی از فشار مطلق گاز مخزن است (نه فشار پیمانه‌ای) و چون فشار مطلق ثابت است به این ترتیب نیرو هم ثابت می‌ماند. $(P = \frac{F}{A})$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۱ ابتدا فشار پیمانه‌ای هوای محبوس را به دست می‌آوریم. نقاط M و N هم‌ترازند و درون یک مایع قرار دارند، پس:



$$P_N = P_M \Rightarrow \rho g h_1 = P_{\text{هوای محبوس}}$$

نقاط F و G هم درون یک مایع و در یک تراز قرار دارند. تساوی فشار این دو نقطه را نیز می‌نویسیم:

$$P_F = P_G \Rightarrow \rho g h_2 + P_{\text{هوای محبوس}} = P_{\text{گاز}}$$

با جایگذاری فشار پیمانه‌ای هوای محبوس در معادلهٔ اول درون معادلهٔ دوم، فشار پیمانه‌ای گاز را به دست می‌آوریم:

$$\rho g h_2 + \rho g h_1 = P_{\text{گاز}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = \rho g (h_1 + h_2)$$

باتوجه به شکل $h_1 + h_2 = ۳۰ cm$ است. فشار به دست آمده را به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم:

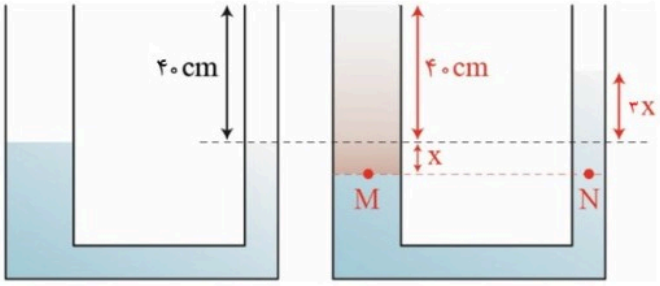
$$P_{\text{گاز}} = \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۸/۱ \times ۳۰ = ۱۳/۵ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۱۸ cm$$

پس فشار پیمانه‌ای گاز برابر ۱۸cmHg است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۲ شکل جدید مایع‌ها درون لوله پس از اضافه شدن حداکثر مایع با چگالی $۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ به صورت شکل زیر است. چون مساحت مقطع شاخهٔ سمت راست، $\frac{۱}{۳}$ برابر شاخهٔ سمت چپ است، با پائین آمدن x سانتی‌متر از سطح آب در شاخهٔ سمت چپ، ۳x سانتی‌متر به ارتفاع آب در شاخهٔ سمت راست اضافه می‌شود. پس:



$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{روغن} g(۴۰+x) = \rho_{آب} g(x+۳x) \Rightarrow ۰/۸(۷۰+x) = ۱\times ۵x$$

$$\Rightarrow ۳۲ + ۰/۸x = ۴x \Rightarrow ۳/۲x = ۳۲ \Rightarrow x = ۱۰cm$$

بنابراین ارتفاع مایع اضافه شده برابر $۴۰+x = ۵۰cm$ است. حالا حجم مایع اضافه شده را به دست می‌آوریم و با استفاده از رابطهٔ چگالی جرم آن را حساب می‌کنیم:

$$V = Ah = ۶\times ۵۰ = ۳۰۰cm^۳ \qquad m = \rho V = ۰/۸\times ۳۰۰ = ۲۴۰g$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۱۳ فشار ناشی از هوا مربوط به وزن ستون هوا می‌باشد. بنابراین اختلاف فشار بین دو نقطه در ارتفاع‌های ۲km و ۹km از سطح زمین مربوط به وزن هوای بین این دو ارتفاع است. پس:

$$\Delta P = \frac{mg_{محصور}}{A} \Rightarrow (۸۰-۳۰)\times ۱۰^۳ = \frac{m_{محصور}\times ۱۰}{۱} \Rightarrow m_{محصور} = ۵\times ۱۰^۳ kg$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۴ در شکل ظرف (۱) جسم غوطه‌ور است پس چگالی جسم با چگالی مایع برابر است. $(\rho_{جسم} = \rho_۱)$. در ظرف (۲) جسم در سطح مایع شناور است، پس چگالی مایع از چگالی جسم بیشتر است. $(\rho_۲ > \rho_{جسم})$. بنابراین $\rho_۲ > \rho_۱$ است.

در هر دو حالت نیروی شناوری با نیروی وزن جسم برابر است، پس:

$$\begin{cases} F_۱ = mg \\ F_۲ = \frac{mg}{۲} \end{cases} \Rightarrow F_۱ = ۲F_۲$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۱۵ چون تندی مایع هنگام عبور از بخش B کاهش یافته است، پس باید مایع از بخش باریک B وارد و از بخش پهن آن خارج شده باشد. بنابراین جهت حرکت مایع از راست به چپ است.

هرچه سطح مقطع بیشتر باشد، فشار بیشتر است. پس فشار در قسمت A لوله بیشتر از سایر بخش‌ها است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۱۶ برای آنکه طول ستون مایع به ۱۳ سانتی‌متر برسد، باید سطح جیوه در آن شاخه ۳ cm پایین آید. ازاین‌رو، سطح جیوه در شاخهٔ دیگر ۳ cm بالا خواهد رفت و در نتیجه، فشار در نقطهٔ A نسبت به قبل ۳ cmHg زیاد می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۷ فشار در عمق ۴ متری : $P = P_0 + \rho gh = ۱۰^۵ + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۴ = ۱۰^۵ + ۴ \times ۱۰^۴ = ۱۴ \times ۱۰^۴ Pa$

$A = ۳۰ cm^۲ = ۳ \times ۱۰^{-۳} m^۲$

$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = ۱۴ \times ۱۰^۴ \times ۳ \times ۱۰^{-۳} = ۴۲۰ N$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۸ الف) نیروی دگرچسبی بین شیشه و جیوه از شیشه و آب کمتر است، چون جیوه به دیوار ظرف خود نمی‌چسبد. (این گزینه درست است)

ب) هر چقدر دمای روغن بالا می‌رود، نیروهای هم‌چسبی کم شده و قطره با قطر کمتری از قطره‌چکان می‌چکد. (این گزینه درست است)

پ) مایع شوینده نیروهای هم‌چسبی بین مولکول‌های آب را کم می‌کند که در نتیجه کشش سطحی نیز کاهش می‌یابد. (این گزینه نادرست است)

ت) هر چقدر قطر لولهٔ مویین کوچک‌تر باشد، ارتفاع آب درون آن بیشتر می‌شود. (این گزینه نادرست است.)

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۹ طبق متن کتاب درسی گزاره‌های الف، ب و پ درست بیان شده‌اند اما مورد ت نادرست است. چون فاصلهٔ بین مولکول‌ها در جامد و مایع تقریباً برابر و حدود یک انگستروم ولی فاصله بین مولکول‌ها در گاز بسیار زیاد و در حدود $۳۵ \mathring{A}$ است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۲۰ به دلیل قوی‌تر بودن نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب نسبت به نیروی دگرچسبی آب و موهای قلم‌مو هنگام خروج قلم‌مو از آب، مولکول‌های آب بین موهای قلم‌مو توسط دیگر مولکول‌های آب جذب می‌شوند و از بین موهای قلم‌مو خارج می‌شوند و موهای قلم‌مو به هم می‌چسبند.

در مورد گزینهٔ «۱» به جملهٔ زیر کتاب درسی توجه کنید:

«همین طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبهٔ بین آنها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطرهٔ آب آویزان از شاخهٔ درخت دیده می‌شود.»

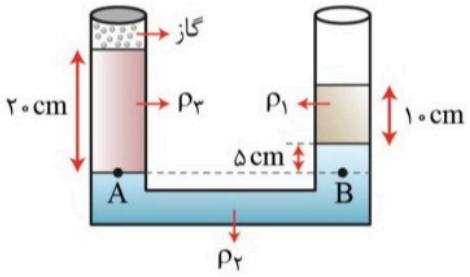
(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۲۱ قبل از برداشتن درپوش فشار پیمانه‌ای گاز زیر درپوش (P_g) را حساب می‌کنیم:



$$P_A = P_B$$

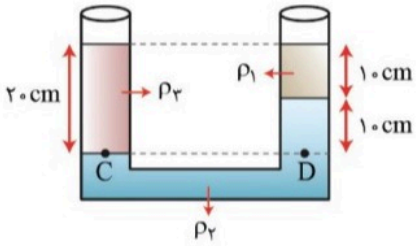
$$\rho_3 g h_3 + P_{\text{گاز}} = \rho_2 g h_2 + \rho_1 g h_1 + P_0$$

$$P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho_2 g h_2 + \rho_1 g h_1 - \rho_3 g h_3$$

$$P_g = 800 \times 10 \times \frac{5}{100} + 700 \times 10 \times \frac{10}{100} - \rho_3 \times 10 \times \frac{2}{10}$$

$$P_g = 400 + 700 - 2\rho_3 = 1100 - 2\rho_3$$

بعد از برداشتن درپوش وضعیت قرارگیری مایع‌ها طبق گفتهٔ طراح به صورت شکل زیر می‌شود. باتوجه به تساوی فشار در دو نقطهٔ C و D، چگالی مایع (۳) را به دست می‌آوریم.



$$P_C = P_D \Rightarrow \rho_3 g h'_3 = \rho_2 g h'_2 + \rho_1 g h'_1 \Rightarrow \rho_3 \times 10 \times \frac{20}{100} = 700 \times 10 \times \frac{10}{100} + 800 \times 10 \times \frac{10}{100}$$

$$\Rightarrow 2\rho_3 = 700 + 800 \Rightarrow \rho_3 = 750 \frac{g}{cm^3}$$

حالا با استفاده از رابطهٔ به دست آمده قبل از برداشتن درپوش، فشار پیمانه‌ای گاز را به دست می‌آوریم:

$$P_g = 1100 - 2\rho_3 = 1100 - 2 \times 750 = -400 Pa$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۲۲ **الف** درست؛ چون نیروی کشش نخ جسم ۱ را به طرف درون مایع می‌کشد این نشان می‌دهد که چنان چه نخ قطع شود نیروی شناوری جسم ۱، آن را به طرف بالا می‌کشد تا بخش بیشتری از آن را از مایع خارج کند یعنی $F_{1b} > W_1$ است. از طرفی نخ جسم ۲ را به طرف بالا می‌کشد و این نشان می‌دهد که اگر نخ قطع شود جسم ۲ رو به پایین می‌رود یعنی $W_2 > F_{2b}$ به این ترتیب (الف) درست است.

ب درست؛ مجموع دو جسم به حال تعادل قرار دارند پس باید مجموع نیروهای رو به بالا $(F_{1b} + F_{2b})$ با مجموع نیروهای رو به پایین برابر باشد پس (ب) درست است. کشش نخ به یک جسم رو به پایین و به جسم دیگر رو به بالا وارد می‌شود پس در کل دو جسم بی‌تأثیر است.

پ درست؛ جسم ۱ که روی مایع شناور مانده باید چگالی کمتری از چگالی مایع داشته باشد و چنان‌چه نخ قطع شود جسم ۲ ته نشین می‌شود چون اکنون نخ مانع شده است پس $\rho_{\text{مایع}} < \rho_2$.

ت نادرست؛ چون $\rho_1 < \rho_{\text{مایع}}$ و $\rho_2 > \rho_{\text{مایع}}$ پس $\rho_1 < \rho_2$ درست است ولی $\rho_1 \neq \rho_2$ از این رو این مورد نادرست است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲۳ وقتی پدال گاز بیشتر فشرده می‌شود، دریچهٔ پروانه‌ای متصل به سیم گاز بازتر می‌شود و میزان هوایی که از فیلتر هوا می‌گذرد افزایش می‌یابد. با افزایش میزان هوای ورودی، تندی هوا در محل لوله ونتوری افزایش می‌یابد و فشار هوا کاهش بیشتری می‌یابد. در نتیجه سوخت بیشتری به بیرون پاشیده می‌شود و با هوای ورودی مخلوط می‌شود و خودرو می‌تواند سریع‌تر حرکت کند.

این تست عیناً از یکی از تمرینات کتاب درسی گرفته شده است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۴ باتوجه به معادلهٔ پیوستگی، آهنگ جریان آب در لولهٔ N برابر با لولهٔ M است، بنابراین:

$$A_N v_N = A_M v_M \Rightarrow A_N v_N = (\pi r_m^2) v_m = 3 \times (4 \times 10^{-2})^2 \times 1/5 = 3 \times 16 \times 10^{-4} \times 1/5$$

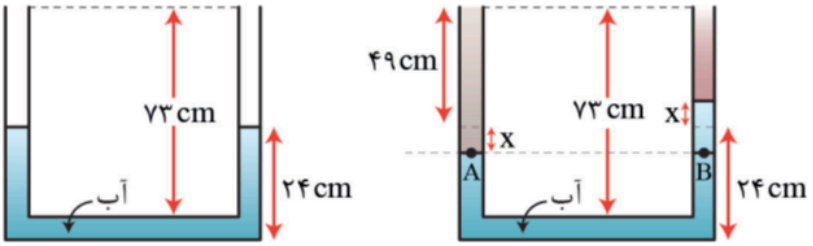
$$\Rightarrow A_N v_N = 7/2 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

با فرض اینکه ظرف به حجم $864\,L$ در مدت t پُر شود، t برابر است با:

$$\text{آهنگ جریان شاره} = \frac{V}{t} \Rightarrow A_N V_N = \frac{V}{t} \Rightarrow 7/2 \times 10^{-3} = \frac{864 \times 10^{-3}}{t} \Rightarrow t = \frac{864}{7/2} = \frac{8640}{72} = 120\,s = 2\,min$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲۵ **گام اول:** پس از اضافه نمودن دو مایع سطح آب و مایع‌ها در شکل نشان داده شده است نکته قابل توجه این است که سطح آب در شاخه‌ای که مایع با چگالی $0/85 \frac{g}{cm^3}$ می‌ریزیم پایین‌تر از سطح آب در شاخه دیگر که مایع با چگالی $0/8 \frac{g}{cm^3}$ می‌ریزیم خواهد بود. در شاخه سمت چپ مایع با چگالی $0/85 \frac{g}{cm^3}$ می‌ریزیم و سطح آب به اندازه x پایین می‌آید و در شاخه دیگر سطح آب به اندازه x بالا می‌رود و اختلاف ارتفاع آب در دو شاخه به 2x می‌رسد.



گام دوم: تساوی فشار نقاط A و B را می‌نویسیم تا مقدار x به دست بیاید:

$$P_A = P_B \rightarrow P_0 + \rho gh = P_0 + \rho' gh' + \rho'' gh''$$

$$\rho h = \rho' h' + \rho'' h'' \rightarrow 0/85(49 + x) = 1 \times 2x + 0/8(49 - x)$$

$$0/85 \times 49 + 0/85x = 2x + 0/8 \times 49 - 0/8x \rightarrow 0/05 \times 49 = 0/35x \rightarrow x = 7\,cm$$

اکنون فشار پیمانه‌ای را می‌توان با مایع‌های هر شاخه حساب کرد.

$$\text{ارتفاع مایع با چگالی } 0/8 \frac{g}{cm^3} = 49 - x = 49 - 7 = 42\,cm$$

$$\text{ارتفاع آب} = 24 + x = 24 + 7 = 31\,cm \qquad P - P_0 = \rho gh + \rho' gh'$$

$$P - P_0 = 800 \times 10 \times 0/42 + 1000 \times 10 \times 0/31 \qquad P - P_0 = 6460\,pa$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۶ **سرنخ** با حرکت پیستون و ورود آب به بخش باریک، ارتفاع آب افزایش می‌یابد از سویی، فضای در اختیار آب را جیوه اشغال می‌کند.

گام اول: با ورود آب به بخش باریک ارتفاع آب در لوله باریک افزایش می‌یابد و در بخش پهن کاهش می‌یابد از طرفی چون در پخش پهن جیوه جای آب را می‌گیرد. بنابراین ارتفاع آب و ارتفاع جیوه افزایش می‌یابد. افزایش ارتفاع دو مایع را حساب می‌کنیم:

$$\text{افزایش حجم آب بخش باریک = حجم آب پخش پهن} \Rightarrow A_1h_1 = A_2\Delta h_2 \Rightarrow ۵a \times ۱۰ = a \times \Delta h_2 \Rightarrow \Delta h_2 = ۵۰cm$$

بنابراین $۴۰cm = ۵۰ - ۱۰ =$ افزایش خالص ارتفاع آب و $۱۰cm =$ افزایش ارتفاع جیوه است.

گام دوم: تغییر فشار در محل کف ظرف و تغییر نیروی وارد بر هر سانتی‌متر مربع از کف ظرف را به دست می‌آوریم:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{آب}} + \Delta P_{\text{جیوه}} = \rho gh_{\text{آب}} + \rho gh_{\text{جیوه}}$$

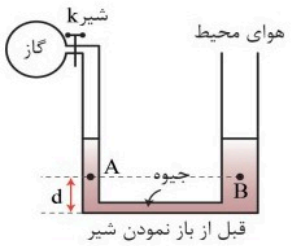
$$\Delta P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۴۰ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱۰ = ۱۷۶۰۰pa$$

$$\Delta P = \frac{\Delta F}{A} \rightarrow ۱۷۶۰۰ = \frac{\Delta F}{۱ \times ۱۰^{-۴}} \rightarrow \Delta F = ۱/۷۶N$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

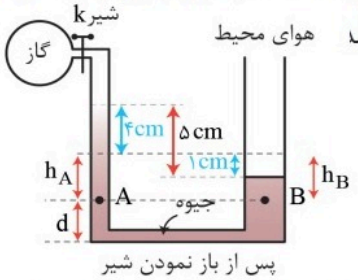
۲۲۷ **سرنخ** در این قبیل مسائل، با توجه به تغییراتی که در صورت سؤال قید شده است، شکل جدید قرارگرفتن مایع در لوله U شکل را رسم کنید. سپس با توجه به نقاط هم‌تراز، خواسته مسأله را بیابید.

گام اول: نقطه هم‌تراز B را در شاخهٔ زیر تعیین می‌کنیم:



قبل از باز نمودن شیر

برای فشار نقطه A از فشار نقطه B که هم‌تراز آن است کمک می‌گیریم چرا که از فشار گاز مخزن اطلاعی نداریم. پس از باز نمودن شیر، چون فشار نقطه A که همان فشار نقطهٔ B است کم شده پس باید سطح جیوه در شاخه سمت راست به اندازهٔ ۱cm پایین آید و در شاخه سمت چپ بالا رود. این مقدار را روی شکل پایین نشان داده‌ایم. ضمناً چون قطر لوله راست ۲ برابر قطر لوله چپ است پس سطح مقطع آن ۴ برابر سطح مقطع لوله چپ است (πr^2). حجم جیوهٔ انتقالی از لوله راست به چپ برابر است به این ترتیب ارتفاع افزایشی در لوله سمت چپ چهار برابر ارتفاع کاهشی لوله سمت راست است به این ترتیب با کاهش ۱cm، جیوه در لوله سمت چپ ۴cm بالا می‌رود. پس نحوهٔ قرارگیری مایع‌ها به صورت مقابل خواهد شد



پس از باز نمودن شیر

گام دوم: حال با توجه به سطح هم‌تراز رسم شده، رابطهٔ فشار را در هر شاخه می‌نویسیم:

$$P_{\text{گاز}} + ۵\ cmHg = P_{\circ} \rightarrow P_{\text{گاز}} - P_{\circ} = -۵\ cmHg$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۸ ابتدا باید ارتفاع روغن اضافه شده را حساب کنیم. برای این منظور حجم روغن و حجم فضای خالی قسمت پهن ظرف را حساب می‌کنیم:

$$V_{\text{روغن}}=\frac{m}{\rho}=\frac{۲۰۰g}{۰/۸\frac{g}{cm^۳}}=۲۵۰cm^۳ \qquad V_{\text{فضای خالی}}=A_۱h_۱=۲۰\times۱۰=۲۰۰cm^۳$$

باتوجه به اعداد به دست آمده، $۲۵۰-۲۰۰=۵۰cm^۳$، روغن وارد فضای لولهٔ بالایی ظرف می‌شود. پس ارتفاع روغن اضافه شده برابر است با:

$$h_{\text{روغن}}=۱۰cm+h_{\text{لوله بالا}}=۱۰+\frac{۵۰cm^۳}{۱۰cm^۲}=۱۵cm$$

در نهایت نیروی اضافه شده به $۱cm^۲$ از کف ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\Delta F=\rho gh_{\text{روغن}}\times A=(۸۰۰\times۱۰\times\frac{۱۵}{۱۰۰})\times۱۰^{-۴}=۰/۱۲N$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

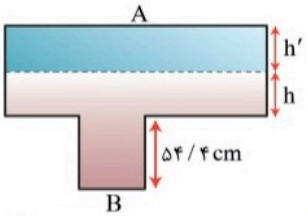
۲۲۹ **گام اول:** در حالت اول فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم. فشار ناشی ۵۴/۴ cm آب را ابتدا به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم و با ارتفاع ۵۰cm جیوه جمع می‌کنیم.

$$P_{\text{آب}}P_{\text{جیوه معادل}}\Rightarrow\rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}}=\rho_{\text{جیوه}}gh_{\text{جیوه}}\Rightarrow۱\times۵۴/۴=۱۳/۶\times h_{\text{جیوه}}\Rightarrow h_{\text{جیوه}}=۴cmHg$$

$$P_{\text{ته ظرف}}=P_{\text{آب}}+P_{\text{جیوه}}=۴+۵۰=۵۴cmHg$$

گام دوم: با وارونه کردن ظرف، باز هم جیوه پایین قرار می‌گیرد. در این حالت وضعیت قرارگیری دو مایع به صورت شکل زیر است:

با توجه به اینکه حجم جیوه باید در هر دو شکل با هم برابر باشد، پس:



$$۵۰\cancel{A_A}^{۴}=۵۴/۴\times\cancel{A_B}^{۱}+h\times\cancel{A_A}^{۴}$$
$$\Rightarrow۲۰۰=۵۴/۴+۴h\Rightarrow h=۳۶/۴cm$$

گام سوم: بنابراین ارتفاع آب $h'=۵۰-h=۱۳/۶cm$ است. حالا فشار در ته ظرف را بر حسب سانتی‌متر جیوه حساب می‌کنیم. فشار ۱۳/۶ cm آب را ابتدا برحسب سانتی‌متر جیوه حساب می‌کنیم.

$$P_{\text{آب}}=P_{\text{جیوه معادل}}\Rightarrow\rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}}=\rho_{\text{جیوه}}gh_{\text{جیوه}}\Rightarrow۱\times۱۳/۶=۱۳/۶\times h_{\text{جیوه}}\Rightarrow h_{\text{جیوه}}=۱cm$$

پس فشار در ته ظرف برحسب سانتی‌متر جیوه برابر است با :

$$P_{\text{ته ظرف}}=P_{\text{آب}}+P_{\text{جیوه}}=۱cmHg+[(۵۴/۴+۳۶/۴)cmHg]=۱+۹۰/۸=۹۱/۸cmHg$$

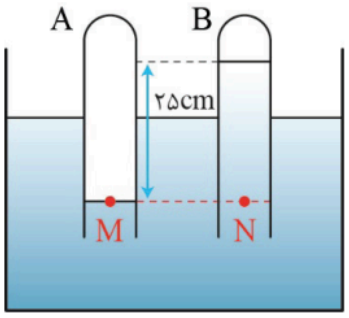
بنابراین فشار در ته ظرف به اندازهٔ $۹۱/۸-۵۴=۳۷/۸cmHg$ افزایش می‌یابد.

گام چهارم: فشار ظرف بر سطح افقی از رابطهٔ $p=\frac{mg}{A}$ به دست می‌آید که m جرم مجموعهٔ ظرف و مایع‌های درون آن است که در هر دو حالت ثابت است. چون مساحت مقطع B ظرف $\frac{۱}{۴}$ مساحت مقطع A ظرف است، فشار در حالت دوم که مساحت مقطع B ظرف روی سطح افقی قرار دارد، ۴ برابر فشار در حالت اول است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۰ تساوی فشار در دو نقطه هم تراز مشخص شده را می‌نویسیم:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_A = P_B + P_{\text{مایع}\,۲۵cm}$$

$$\xrightarrow{-P_\circ} P_A - P_\circ = (P_B - P_\circ) + P_{\text{مایع}\,۲۵cm}$$

$$\Rightarrow ۴\,cmHg = (P_B - P_\circ) + P_{\text{مایع}\,۲۵cm}$$

$$\Rightarrow P_B - P_\circ = ۴\,cmHg - P_{\text{مایع}\,۲۵cm}$$

بنابراین کافی است فشار ناشی از ۲۵cm مایع را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست بیاوریم:

$$P_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۵/۴ \times ۲۵ = ۱۳/۵ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۱۰\,cm$$

پس فشار پیمانه‌ای گاز درون لولهٔ B برابر است با:

$$P_B - P_\circ = ۴\,cmHg - ۱۰\,cmHg = -۶\,cmHg$$

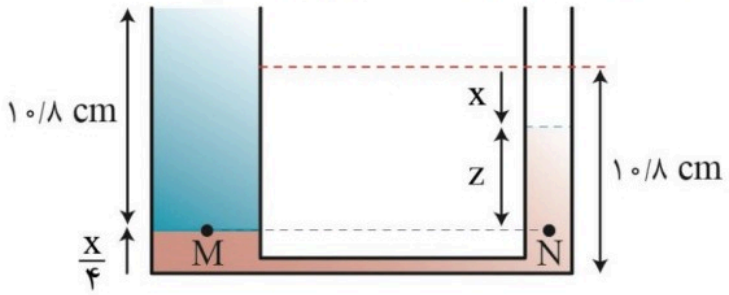
(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۳۱ با باز کردن شیر، چون فشار ستون جیوه بیشتر از ستون آب است، سطح جیوه پایین می‌آید. اگر سطح جیوه x سانتی‌متر پائین بیاید در طرف دیگر به ارتفاع h جیوه اضافه می‌شود که h برابر است با:

$$A_۱h_۱ = A_۲h_۲ \Rightarrow (\pi r^۲) \times x = (\pi (۲r)^۲) \times h \Rightarrow h = \frac{x}{۴}$$

بنابراین وضعیت قرارگیری مایع‌ها پس از باز کردن شیر بین هر دو شاخه به صورت شکل زیر می‌شود.

باتوجه به تساوی فشار دو نقطهٔ M و N، مقدار x را به دست می‌آوریم:



$$Z = ۱۰/۸ - (x + \frac{x}{۴}) = ۱۰/۸ - \frac{۵}{۴}x$$

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

$$\Rightarrow ۱ \times ۱۰/۸ = ۱۳/۵ \times (۱۰/۸ - \frac{۵}{۴}x) \Rightarrow ۰/۸ = ۱۰/۸ - \frac{۵}{۴}x \Rightarrow x = ۸\,cm$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۲ با اســـتفاده از معادلهٔ پیوســـتگی، تندی آب در مقطع بزرگ لوله را حســـاب می‌کنیم. تندی آب در مقطع بزرگ را v و تندی آب در قطع کوچک را $v+۳/۲\frac{m}{s}$ در نظر می‌گیریم، پس طبق معادلهٔ پیوستگی، v برابر است با:

$$A_۱v_۱=A_۲v_۲\Rightarrow \pi(۱۵)^۲\times v=\pi(۵)^۲\times(v+۳/۲)\Rightarrow ۹v=v+۳/۲$$

$$\Rightarrow ۸v=۳/۲\Rightarrow v=۰/۴\frac{m}{s}$$

آهنگ شارش شاره را در SI به دست می‌آوریم و آن را به واحد لیتر بر دقیقه تبدیل می‌کنیم:

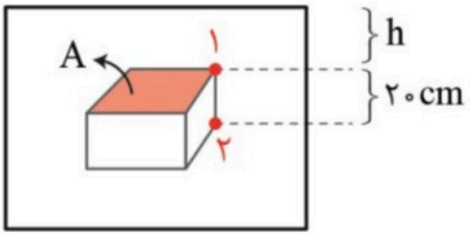
$$A_۱v_۱=\pi(۱۵\times۱۰^{-۲})^۲\times۰/۴=۲۷\times۱۰^{-۳}\frac{m^۳}{S}$$

$$A_۱v_۱=۲۷\times۱۰^{-۳}\times\frac{۱۰^۳L}{\frac{۱}{۶۰}min}=۱۶۲۰\frac{L}{min}$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۳۳ باتوجه به شـــکل، اختلاف نیروهای وارد بر بالا و پائین مکعب را به دســـت می‌آوریم و آن را برابر ۱۲۰N قرار می‌دهیم تا چگالی مایع به دست بیاید:

$$\begin{cases}P_۱=\rho gh+P_۰\\P_۲=\rho h(h+۰/۲)+P_۰\end{cases}$$



$$\begin{cases}F_۱=P_۱A\\F_۲=P_۲A\end{cases}\Rightarrow F_۲-F_۱=(P_۲-P_۱)A=(\rho g(۰/۲))A$$

$$F_۲-F_۱=۱۲۰N\Rightarrow \rho g(۰/۲)\times A=۱۲۰\Rightarrow \rho\times۱۰\times\frac{۲}{۱۰}\times۴\times۱۰^{-۲}=۱۲۰\Rightarrow\rho=۱۵۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

حالا می‌توانیم فشار در کف ظرف را حساب کنیم:

$$P=\rho gh_{\text{کل}}+P_۰=۱۵۰۰\times۱۰\times۵+۱۰^۵=۱۷۵\times۱۰^۳Pa=۱۷۵kPa$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۴ در مرحله اول ارتفاع y را با توجه به $P_A - P_B = ۱۲۰$ محاسبه می‌کنیم.

$$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{آب}} gy$$

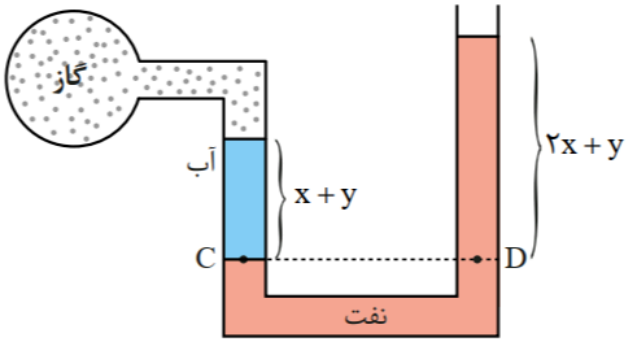
$$P_B = P_۰ + \rho_{\text{نفت}} gy$$

$$P_A - P_B = P_{\text{گاز}} - P_۰ + (\rho_{\text{آب}} - \rho_{\text{نفت}})gy$$

$$۱۲۰ = ۴۰ + ۲۰۰ \times ۱۰ \times y$$

$$۸۰ = ۲۰۰۰y \Rightarrow y = ۴\text{cm}$$

با استفاده از اصل هم‌فشاری مقدار x را محاسبه می‌کنیم.



$$P_C = P_D$$

$$P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{آب}} g(۲x + y) = P_۰ + \rho_{\text{نفت}} g(۲x + y)$$

$$\Rightarrow ۴۰ = ۸۰۰ \times ۱۰(۲x + ۰/۰۴) - ۱۰۰۰ \times ۱۰(x + ۰/۰۴)$$

$$\Rightarrow x = ۲\text{cm}$$

طول ستون آب $x + y = ۶\text{cm}$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

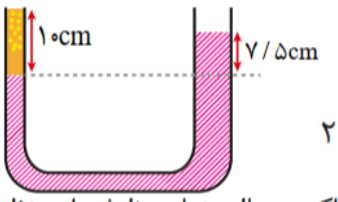
۲۳۵ در ظرف استوانه‌ای نیروی وارد بر کف ظرف برابر وزن و مقدار آن ثابت است. در این ظرف افزایش ارتفاع به دلیل بزرگ شدن مساحت در قسمت‌های بالایی کمتر از ظرف استوانه‌ای است اما در هر دو ظرف کاهش چگالی‌ها یکسان است. پس نیروی وارد بر کف ظرف کاهش می‌یابد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۶ هرچه کشش سطحی آب ضعیفتر باشد، پوسته کشسان آب روی سکه زودتر پاره شده و آب از روی سکه سرریز میشود. از طرفی هم افزایش دما و هم حل شدن ماده شوینده در آب، سبب کاهش کشش سطحی آب میشود و واضح است که جمع اثر این دو، سبب کاهش بیشتر کشش سطحی آب میشود.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۷



ابتدا اختلاف ارتفاع آب در دو طرف را (قبل از ریختن آب جدید) محاسبه می‌کنیم:

$$۲۰ \times ۰/۷۵ = h \times ۱ \Rightarrow h = ۱۵\text{cm}$$

پس آب در شاخه سمت چپ ۲۵ سانتی‌متر و در شاخه سمت راست ۱۰ سانتی‌متر با بالای شاخه فاصله دارد. اکنون حالت نهایی ظرف را در نظر می‌گیریم (شکل روبه‌رو). با مقایسه این شکل و شکل قبلی درمی‌یابیم که آب در شاخه سمت چپ ۱۵ سانتی‌متر و در شاخه سمت راست ۷/۵ سانتی‌متر بالاتر رفته است. پس:

$$۷/۵ \times ۴ + ۱۵ \times ۱ = ۴۵\text{cm}^۳$$

$$۴۵\text{cm}^۳ \times ۱\frac{\text{g}}{\text{cm}^۳} = ۴۵\text{g}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۸ می‌دانیم فشار هوای متحرک (دارای جریان) از فشار هوای ساکن محیط کمتر است، اما از آنجا که $h_۱ = h_۲$ است، نتیجه می‌گیریم که فشار درون مخزن هم از فشار هوای ساکن محیط کمتر است (فشار پیمانه‌ای منفی) و با فشار هوای متحرک در بخش قطور لوله برابر است. از طرفی فشار هوای متحرک در بخش نازک لوله، به دلیل افزایش سرعت، از فشار هوای متحرک در بخش قطور (یا همان فشار مخزن) کمتر است، یعنی باید $h_۴ > h_۳$ باشد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۹ می‌دانیم فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، یکسان است. از طرفی باتوجه به تعریف فشار اگر وزن مایع A در سمت چپ برابر W_A باشد، در این‌صورت وزن مایع B بالای خط تراز در سمت راست برابر است با:

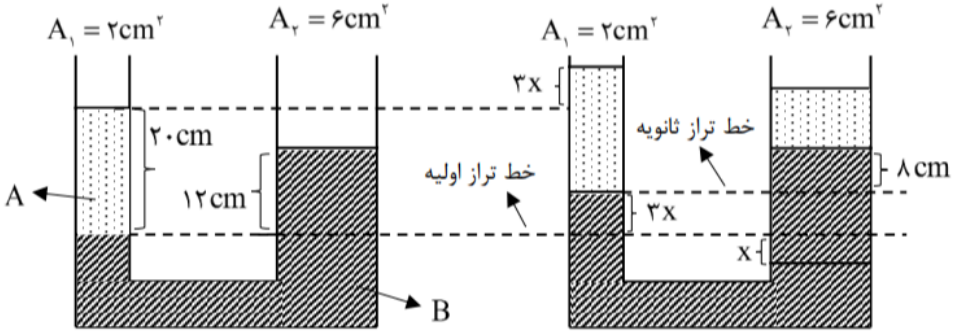
$$\frac{W_A}{A_۱} = \frac{W_B}{A_۲} \xrightarrow[\frac{A_۲=۶cm^۲}{A_۱=۲cm^۲}]{} W_B = ۳W_A$$

چون حجمی که به شاخهٔ سمت راست اضافه می‌شود برابر با حجم مایع A در سمت چپ است. بنابراین وزن مایع اضافه‌شده به شاخهٔ سمت راست برابر با وزن مایع A در شاخهٔ سمت چپ است. با اضافه‌کردن مایع در شاخهٔ سمت راست خط تراز جابه‌جا شده و بالاتر قرار می‌گیرد، اگر مایع B در شاخهٔ سمت راست به اندازهٔ x پایین بیاید در شاخهٔ سمت چپ به اندازهٔ ۳x بالا می‌رود.

در حالت دوم وزن مایع B را در بالای خط تراز به دست می‌آوریم:

$$\frac{W_A}{A_۱} = \frac{W'_B + W_A}{A_۲} \xrightarrow[\frac{A_۲=۶cm^۲}{A_۱=۲cm^۲}]{} W'_B = ۲W_A$$

با یک تناسب ساده h' (ارتفاع مایع B بالای خط تراز جدید) را به دست می‌آوریم:



$$\begin{cases} ۱۲ & ۳W_A \\ h' & ۲W_A \end{cases} \Rightarrow h' = ۸cm$$

$$۱۲ - ۸ = ۴x \Rightarrow x = ۱cm \Rightarrow ۳x = ۳cm$$

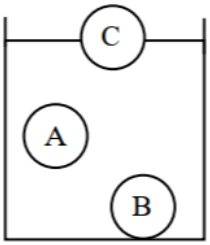
یعنی مایع A در شاخهٔ سمت چپ، ۳cm بالا می‌رود.

دقت کنید در هر دو حالت وزن بالای خط تراز در شاخهٔ سمت راست برابر وزن مایع A در شاخهٔ سمت چپ است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۴۰ اگر $\rho_{مایع} < \rho_{جسم}$ یا $\rho_{مایع} = \rho_{جسم}$ باشد، در این‌صورت در حالت اول جسم درون مایع غوطه‌ور و در حالت دوم جسم درون مایع شناور می‌شود. و در هر دو حالت نیروی شناوری برابر وزن جسم است. اما اگر $\rho_{مایع} = \rho_{جسم}$ باشد، در این صورت جسم ته‌نشین‌شده و نیروی شناوری کوچک‌تر از وزن جسم می‌شود.

بنابراین داریم:



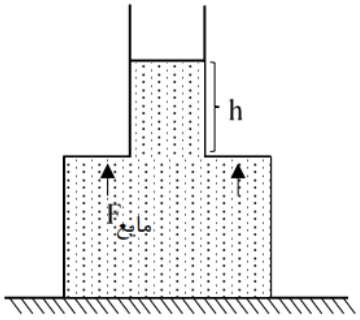
$$F_A = F_B > F_B$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۱ نیروهایی که در راستای قائم به ظرف وارد می‌شود. ۱) نیروی عمودی سطح ۲) نیروی وارد بر جدارهٔ بالای ظرف ۳) نیروی وزن

اگر نیروی ناشی از فشار مایع از وزن بیشتر شود، ظرف از سطح جدا می‌شود. پس:



$$F_{\text{مایع}} = P_{\text{مایع}} A \xrightarrow[P_{\text{مایع}}=\rho_{\text{مایع}} gh \ , \ F_{\text{مایع}}=W_{\text{ظرف}}]{A=A_{\text{پایین}}-A_{\text{بالا}}}$$

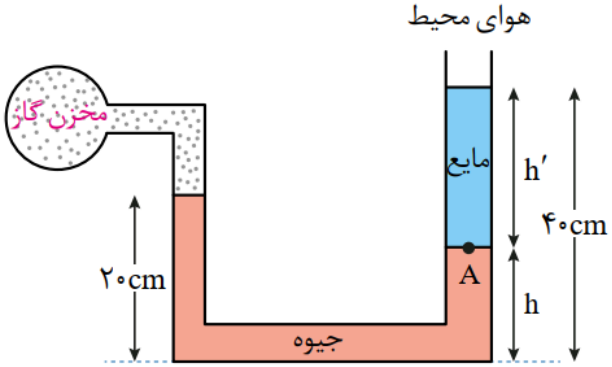
$$W_{\text{ظرف}} = 1/5\times10^{3}\times10\times h\times(\pi\times6^{2}-\pi\times2^{2})\times10^{-4}$$

$$\xrightarrow[m_{\text{ظرف}}=180\,g=1/8\,Kg]{W_{\text{ظرف}}=m_{\text{ظرف}}\,g\ ,\ g=10\frac{N}{Kg}} 18=1/5\times3\times32\times h \Rightarrow h=\frac{1}{8}m=12/5\,cm$$

$$\Rightarrow V_{\text{مایع}} = 50\times3\times6^{2}+12/5\times3\times2^{2}=3(1800+50)=5550\,cm^{3}=5/55\,Lit$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۴۲ برای محاسبه فشار پیمانه‌ای نقطه A لازم است که ابتدا ارتفاع جیوه و مایع در شاخه سمت راست معلوم شود.



$$P_{\text{شاخه چپ}} = P_{\text{شاخه راست}}$$

$$P_{\text{گاز}} + P_{\text{جیوه}} = P_{\text{جیوه}} + P_{\text{مایع}} + P_{0}$$

$$P_{\text{گاز}} - P_{0} + 13600\times10\times0/20 = 13600\times10\times h + 900\times10\times(0/4-h)$$

$$-10/9\times10^{3} + 27200 = 127000h + 3600$$

$$\Rightarrow h = 0/1m \quad \text{و} \quad h'_{\text{مایع}} = 0/4-0/1 = 0/3m$$

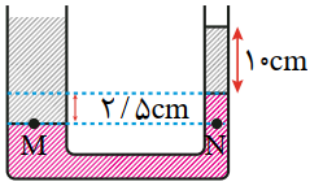
$$\text{فشار پیمانه‌ای (مایع نقطه A)} = P_{\text{مایع}} - P_{0} = \rho gh = 900\times10\times0/3 = 2700 P_{A} = 2/7KPa$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۴۳ اگر ارتفاع آب در شاخهٔ سمت راست ۲ برابر شود، فشار پیمانه‌ای نقطهٔ A نیز ۲ برابر می‌شود. برای آنکه ارتفاع در شاخهٔ سمت راست ۲ برابر شود باید حجمی از آب در شاخهٔ سمت چپ پائین بیاید. ارتفاع آب پائین آمده برابر است با:

$$h_{2} = \frac{A_{1}}{A_{2}}h_{1} = \left(\frac{D_{1}}{D_{2}}\right)^{2}h_{1} = \left(\frac{2}{4}\right)^{2}\times10 = 2/5cm$$

حالا شکل جدید پس از اضافه کردن روغن را رسم می‌کنیم.



$$P_{M} = P_{N} \Rightarrow \frac{mg_{\text{روغن}}}{A_{2}} = \rho gh_{\text{آب}}$$

$$\frac{m}{3\times(2\times10^{-2})^{2}} = 10^{3}\left(\frac{10+2/5}{100}\right) \Rightarrow m = 0/15kg = 150g$$

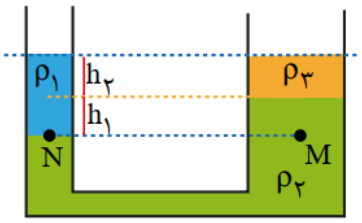
(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۴۴ چون سطح مقطع لوله در نقطه A بیشتر از سطح مقطع لوله در نقطه B است از طرفی آهنگ حجمی آب عبوری در کل لوله یکسان است. تندی آب در بخش پهن (نقطه A) کمتر و طبق قانون برنولی فشار در نقطه A بیشتر است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

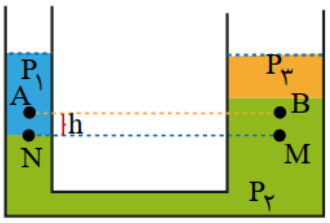
۲۴۵ چون مایع با چگالی $\rho_۲$ در ته ظرف قرار گرفته است. پس $\rho_۲$ بیشتر از $\rho_۱$ و $\rho_۳$ است. با توجه به شکل زیر داریم:



$$P_N = P_M \Rightarrow \rho_۱gh_۱ + \rho_۱gh_۲ = \rho_۲gh_۱ + \rho_۳gh_۳ \xrightarrow{\rho_۱gh_۱<\rho_۲gh_۱} \rho_۱gh_۲ > \rho_۳gh_۲$$

$$\Rightarrow \rho_۱ > \rho_۳$$

برای مقایسه فشار نقاط B,A از فشار نقاط N,M استفاده می‌کنیم.



$$P_N = P_M \Rightarrow P_A + P_۱gh = P_B + P_۲gh \xrightarrow{P_۲>P_۱} P_A > P_B$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۶ فشار ناشی از دو مایع در ته ظرف برابر است با:

$$P = \rho gh + \frac{mg}{A} \Rightarrow ۱۲۰۰۰ = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times (\frac{۸۰}{۱۰۰}) + \frac{m \times ۱۰}{۲۰ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow ۱۲۰۰۰ = ۸۰۰۰ + ۵۰۰۰m \Rightarrow m = ۰/۸kg = ۸۰۰g$$

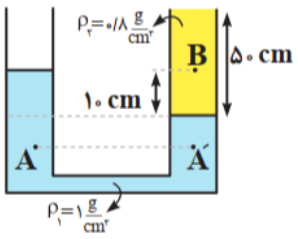
(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۷ گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) صحیح هستند. (این جملات از متن کتاب درسی انتخاب شده‌اند)

در پدیده پخش، حرکت نامنظم مولکول‌های آب و برخورد با مولکول‌های جوهر، سبب پخش جوهر در آب می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۴۸ نقطه A' در شکل مقابل، هم‌تراز A است، پس فشار A' با فشار A یکسان است.



فشار در این نقطه، برابر مجموع فشار در نقطه B و اختلاف فشار نقاط A و B است.

$$P_{A'} = P_B + \Delta P_{A'B}$$

فشار نقطه B را محاسبه می‌کنیم:

$$P_B = P_. + \rho_۲gh_۲$$

فشار هوا معادل ۷۵cm جیوه است که آن را برحسب پاسکال محاسبه می‌کنیم:

$$P_. = \rho gh = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۷۵}{۱۰۰} = ۱۰۲۰۰۰Pa$$

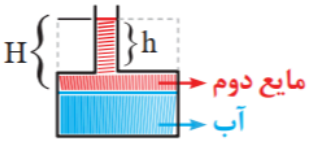
$$\Rightarrow P_B = ۱۰۲۰۰۰ + ۸۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۴}{۱۰} = ۱۰۵۲۰۰Pa$$

در پایان فشار نقطه A' که برابر A است را بدست می‌آوریم:

$$P_A = P_B + ۱۸۰۰ = ۱۰۷۰۰۰Pa$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۴۹



ابتدا براساس حجم آب موجود در ظرف و ارتفاع آن، مساحت سطح مقطع ظرف را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{آب}=1\frac{g}{cm^3},\ \rho=\frac{m}{V}\Rightarrow 1=\frac{400}{V}\Rightarrow V=400cm^3$$

ارتفاع آب درون ظرف ۲۰cm است، پس مساحت سطح مقطع کف ظرف برابر است با:

$$V=Ah'\Rightarrow 400=20A\Rightarrow A=20cm^2$$

نیروی وارد بر کف ظرف، معادل وزن مایعی است که در یک استوانه فرضی به قاعده $20cm^2$ و ارتفاع H قرار گرفته است.

پس می‌توان رابطه مقابل را نوشت:

$$8N=m'g\Rightarrow m'=0/8kg=800g$$

۸۰۰ گرم، جرم مایعی است که در استوانه‌ای فرضی به قاعده $20cm^2$ جای گرفته است.

$$\Rightarrow m=\rho V\Rightarrow 800=\rho(20)(10+h)$$

اما جرم مایع اضافه شده، برابر ۳۶۰g است که با رنگ قرمز معین شده:

$$360=\rho(200)+6/25\rho h$$

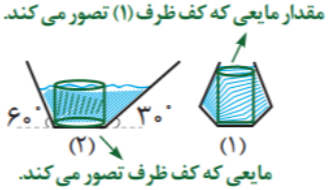
$$\begin{cases}800=200\rho+20\rho h\\360=200\rho+6/25\rho h\end{cases}\Rightarrow 440=13/75\rho h\Rightarrow \rho h=32$$

که به این ترتیب داریم:

$$800=200\rho+20(32)\Rightarrow 160=200\rho\Rightarrow \rho=0/8\frac{g}{cm^3}$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۵۰



نیرویی که از طرف مایع به کف ظرف وارد می‌شود، معادل وزن مایعی است که در یک استوانه فرضی به سطح مقطع ظرف و ارتفاع مایع قرار می‌گیرد.

چون سطح مقطع ظرف‌ها یکسان و ارتفاع مایع در شکل (۱) بیشتر است، نیرویی که مایع در شکل (۱) به کف ظرف وارد می‌کند، از نیرویی که مایع در شکل (۲) به کف ظرف وارد می‌کند بیشتر است و گزینه (۱) نادرست است.

باتوجه به نکات بالا و شکل، نیرویی که مایع به کف ظرف در شکل (۲) وارد می‌کند از وزن واقعی مایع کمتر است و گزینه (۲) نادرست است.

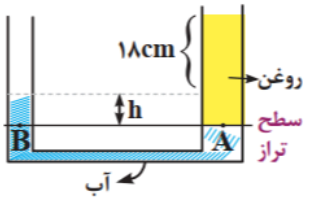
گزینه (۳) نیز نادرست است چون حجم مایع درون ظرف از حجم استوانه فرضی بیشتر است.

نیرویی که ظرف‌ها به سطح زیرین وارد می‌کنند،هم‌اندازه با مجموع برابر وزن ظرف و مایع درون ظرف است. وزن ظرف‌ها و مایع درون آن‌ها برابر است.

پس گزینه ۴ صحیح است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۵۱



براساس خواسته مسأله، شکل نهایی لوله را با دو مایع ترسیم می‌کنیم؛ سپس با انتخاب سطح جدایی روغن و آب به عنوان سطح تراز، معادله برابری فشار را برای آن نقاط می‌نویسیم:

$$P_A=P_B\Rightarrow \rho_1gh_1=\rho_2gh_2$$

$$\Rightarrow 1\times h=0/8(18+h)\Rightarrow 0/2h=0/8\times 18\Rightarrow h=72cm$$

پس ارتفاع ستون روغن برابر است با:

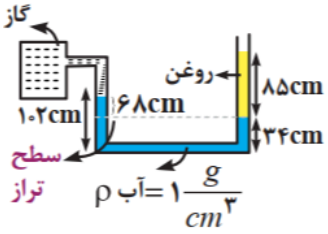
$$H=h+18=72+18=90cm$$

در پایان برمبنای سطح مقطع و ارتفاع و چگالی روغن، جرم آن بدست می‌آید:

$$m=\rho V=\rho Ah=0/8\times 8\times 90=576g$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۵۲



فشار پیمانه‌ای برحسب mmHg خواسته شده و به همین دلیل فشار مایعات نسبت به سطح تراز را برحسب mmHg می‌نویسیم:

$$P_{گاز}+P_{آب}=P_{0}+P_{روغن}\Rightarrow P_{پیمانه‌ای}=P_{روغن}-P_{آب}$$

$$P_{آب}=\rho_{آب}gh_{آب}\xrightarrow[CmHg]{\text{تبدیل به}}1\times 68=13/6\times h\Rightarrow h=5cm=50mm$$

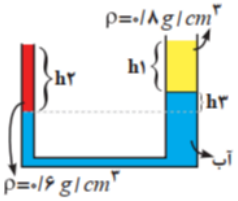
$$P_{روغن}\xrightarrow[CmHg]{\text{تبدیل به}}0/8\times 85=13/6\times h'\Rightarrow h'=5cm=50mm$$

فشار آب و روغن برابرند، پس: $P_{پیمانه‌ای}=50-50=0$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۵۳



سطح مقطع شاخه سمت چپ، $\frac{۱}{۴}$ شاخه راست است و جرم مایع در شاخه سمت چپ، کمی از نصف بیشتر است. به همین جهت طبق رابطهٔ $\rho=\frac{mg}{A}$ افزایش فشار در شاخه سمت چپ بیشتر است و بعد از تعادل مایع‌ها باید سطح آب در شاخه سمت چپ بالاتر از شاخه راست باشد.

ارتفاع ستون هر مایع را در شاخه‌ها بدست می‌آوریم:

$$V=\frac{m}{\rho}\Rightarrow V_۱=\frac{۸۰}{۰/۸}=۱۰۰\,cm^۳\rightarrow ۱۰۰=A_۱h_۱\Rightarrow h_۱=\frac{۱۰۰}{۸}=۱۲/۵cm$$

$$V_۲=\frac{۴۵}{۰/۶}=۷۵cm^۳\rightarrow ۷۵=A_۲h_۲\Rightarrow h_۲=\frac{۷۵}{۲}=۳۷/۵cm$$

حال نسبت به سطح تراز (سطح جدایی آب و مایع ۱) فشار مایعات را می‌نویسیم:

$$P_۲=P_{آب}+P_۱\Rightarrow ۰/۶\times ۳۷/۵=h_۳+(۰/۸\times ۱۲/۵)$$

$$\Rightarrow ۲۲/۵=h_۳+۱۰\Rightarrow h_۳=۱۲/۵cm$$

پس اختلاف $h_۲$ با مجموع $h_۱$ و $h_۳$ برابر است با:

$$۳۷/۵-(۱۲/۵+۱۲/۵)=۱۲/۵cm$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۵۴ طبق اصل پیوستگی، آهنگ جریان ورودی و خروجی برابر است:

$$A_۱V_۱=A_۲V_۲$$

$$\Rightarrow ۸۰۰v_۱=۲۰۰v_۲\Rightarrow v_۲=۴v_۱$$

که $V_۱$ تندی آب در دهانه باز و $V_۲$ تندی آب در دهانه باریک لوله است.

از طرفی:

$$V_۲-V_۱=۰/۶\Rightarrow ۴V_۱-V_۱=۰/۶\Rightarrow V_۱=۰/۲m/s$$

به این ترتیب آهنگ جریان ورودی و خروجی برابر است با:

$$A_۱v_۱=۸۰۰\times ۱۰^{-۴}\times\frac{۲}{۱۰}=۱۶\times ۱۰^{-۳}\frac{m^۳}{s}=۱۶\frac{L}{s}$$

پس در مدت ۱min، حجم آب خروجی برابر است با:

$$V=۱۶\frac{L}{s}\times ۶۰s=۹۶۰L$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۵۵ در دو مایع A و B، نیروی شناوری توانسته نیروی وزن جسم را خنثی کند، پس نیروی شناوری در هر دو مایع A و B برابر نیروی وزن است:

$$F_{b(A)}=mg, F_{b(B)}=mg\Rightarrow F_{b(A)}=F_{b(B)}$$

اما در مایع C، نیروی شناوری نتوانسته وزن جسم را خنثی کند و $F_{b(C)}<mg$، پس گزینه (۴) صحیح است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۵۶ **گزینه ۲ درست است.**

الف: نادرست ✗ ب: درست ✓ ج: درست ✓ د: درست ✓ هـ: نادرست ✗

پخش قطرهٔ جوهر در آب به‌دلیل حرکت کاتوره‌ای ذرات «آب» است.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۵۷ **گزینه ۴ درست است.**

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۸ گزینه ۱ درست است.

فقط (ج) درست است.

الف: با کاهش قطر لولهٔ مویین فقط ارتفاع مایعی مثل آب که دگرچسبی بیشتری تا هم‌چسبی دارد، افزایش می‌یابد، ولی ارتفاع مایعی مثل جیوه که هم‌چسبی آن بر دگرچسبی غلبه می‌کند، کاهش می‌یابد.

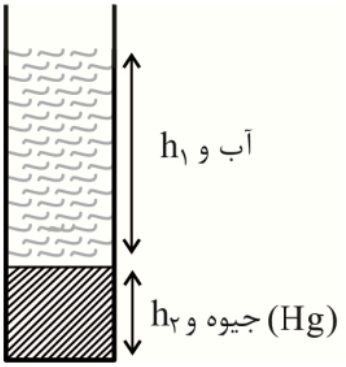
ب: شیشه و قیر هر دو جامد بی‌شکل هستند.

ج: کاملاً درست است.

د: تغییر فشار هوا به میزان نه چندان زیاد، تأثیری بر اثر مویینگی ندارد و ارتفاع مایع درون لولهٔ مویین را تغییر نمی‌دهد.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵۹ گزینه ۲ درست است.



$$h_1 + h_2 = 37\,cm \quad (1)$$

$$m_2 = 5m_1$$

$$\rho_2 V_2 = 5\rho_1 V_1$$

$$13/5\,Ah_2 = 5\times 1\times Ah_1 \Rightarrow h_1 = 2/7\,h_2 \quad (2)$$

$$(1),(2) \Rightarrow 3/7\,h_2 = 37 \Rightarrow h_2 = 10\,cm.Hg \Rightarrow h_1 = 27\,cm \text{ (آب)}$$

برای تبدیل ارتفاع $27\,cm$ آب به فشار معادل برحسب **cm.Hg** :

$$\rho_1 g h_1 = \rho_{Hg}\, g h_{Hg}$$

$$h_{Hg} = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_{Hg}} = \frac{1\times 27}{13/5} = 2\,cm.Hg$$

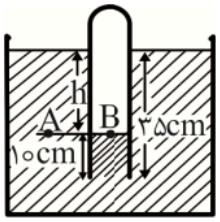
فشار پیمانه‌ای وارد بر کف ظرف: $P_g = h_{Hg} + h_2 = 2 + 10 = 12\,cm.Hg$

توجه: فشار براساس پاسکال از رابطهٔ ρgh محاسبه می‌شود، ولی در فشار براساس سانتی‌متر جیوه فقط ارتفاعی از جیوه را که هم فشار با ارتفاع مایع موردنظر است جایگزین می‌کنیم.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۰ **گزینه ۱ درست است.**



$$P_A = P_B$$

$$P_\circ + \rho gh = P_B = \text{فشار گاز محبوس}$$

$$h = ۳۵ - ۱۰ = ۲۵cm = \frac{۱}{۴}m$$

ابتدا فشار هوا را برحسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:

$$P_\circ = \rho_{Hg}.g.h_{Hg} = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۷۵}{۱۰۰} = ۱۳۶۰۰۰ \times \frac{۳}{۴} = ۳۴۰۰۰ \times ۳$$

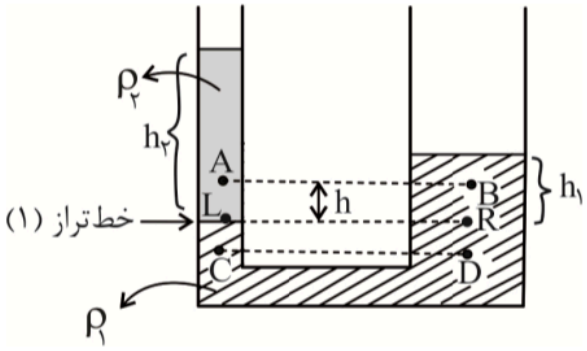
$$P_\circ = ۱۰۲۰۰۰ Pa = ۱۰۲ kpa$$

$$\rho gh = ۸۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱}{۴} = ۲۰۰۰ pa = ۲ kpa$$

$$P_B = P_\circ + \rho gh = ۱۰۲ + ۲ = ۱۰۴ kpa$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۱ **گزینه ۳ درست است.**



ابتدا دقت کنید که فشار شاره‌ها مستقل از شکل ظرف و سطح مقطع است؛ پس تفاوت قطر مقطع لوله‌های چپ و راست تأثیرگذار نیست.

در لوله‌های مرتبط، خط هم‌فشار (تراز) خطی است افقی که زیر آن در دو شاخه یک مایع باشد. بنابراین نقاط **C** ،**D** هم‌فشار هستند:

$$P_C = P_D$$

کاملاً مشخص است که $\rho_۲ < \rho_۱$ است. چرا که روی خط تراز (۱)

$$P_L = P_R = P$$

$$P_\circ + \rho_۲ gh_۲ = P_\circ + \rho_۱ gh_۱ \Rightarrow \left.\begin{matrix} \rho_۲ h_۲ = \rho_۱ h_۱ \\ h_۲ > h_۱ \end{matrix}\right\} \Rightarrow \boxed{\rho_۱ > \rho_۲}$$

$$P_L = P_A + \rho_۲ gh$$

$$P_R = P_B + \rho_۱ gh$$

$$P_L = P_R \Rightarrow P_A + \rho_۲ gh = P_B + \rho_۱ gh$$

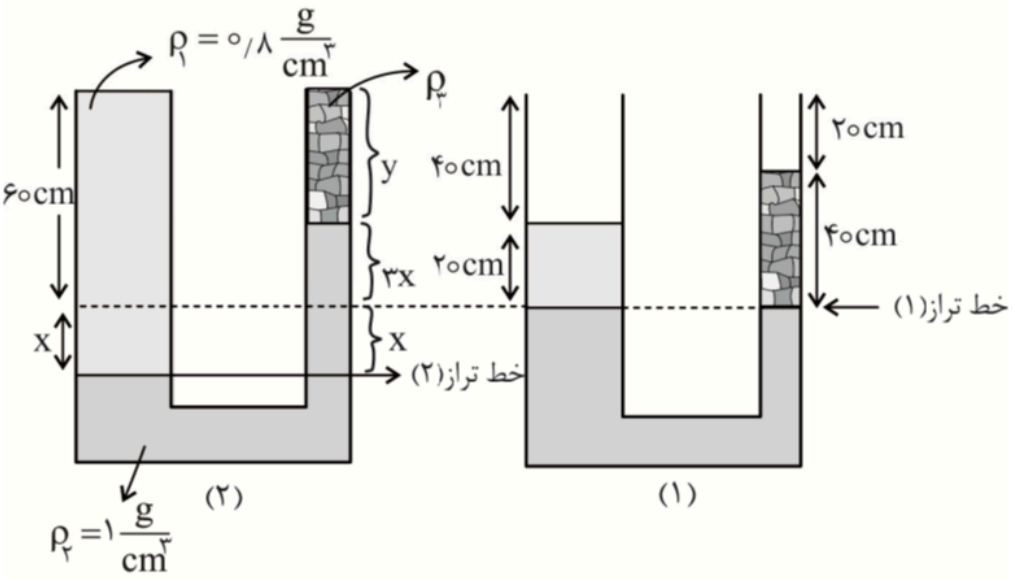
$$P_A - P_B = (\rho_۱ - \rho_۲)gh$$

ازآنجاکه $\rho_۱ > \rho_۲$ است، پس $\rho_۱ - \rho_۲$ عددی مثبت و $P_A - P_B > ۰$ خواهد بود؛ بنابراین: $P_A > P_B$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۲



در شکل (۱) با توجه به خط تراز

فشار شاره در سمت راست (P_R) برابر با فشار شاره در سمت چپ (P_L) است:

$$P_L = P_R$$

$$P_۰ + \rho_۱ g h_۱ = P_۰ + \rho_۳ g h_۳$$

$$\rho_۱ h_۱ = \rho_۳ h_۳ \Rightarrow ۰/۸ \times ۲۰ = \rho_۳ \times ۴۰ \Rightarrow \rho_۳ = ۰/۴ \frac{g}{cm^3}$$

وقتی در لولهٔ سمت چپ، از روغن با چگالی $\rho_۱$ پر می‌کنیم (شکل ۲) سطح آب در سمت چپ به‌اندازهٔ x پایین می‌رود. حجم شارهٔ جابه‌جاشده در طرفین لوله برابر است و چون سطح مقطع لولهٔ راست $\frac{۱}{۳}$ سطح مقطع لولهٔ چپ است، آب به‌اندازهٔ $۳x$ بالاتر می‌رود.

فشار در طرفین لوله روی خط تراز (۲) برابر است:

$$۶۰ + x = y + ۴x \Rightarrow \boxed{۳x + y = ۶۰} \quad (۱)$$

$$۰/۸(۶۰ + x) = ۰/۴y + ۴x \Rightarrow ۳/۲x + ۰/۴y = ۴۸$$

۳۲ گرم از مایع $\rho_۳$ بیرون ریخته‌شده است.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۳ اگر سطح مقطع لوله a باشد، با ریختن m گرم از همان مایع درون لوله ارتفاع مایع به‌اندازهٔ h افزایش می‌یابد به‌طوری‌که:

$$m = \rho a h \Rightarrow \rho h = \frac{m}{a}$$

افزایش فشار ناشی از افزایش مایع $\Delta P = \rho g h = \frac{mg}{a}$

$$\Delta P = \frac{\Delta F}{A} = \frac{mg}{a} \Rightarrow \boxed{\Delta F = mg.\frac{A}{a}}$$

افزایش نیروی وارد برکف ظرف $= \Delta F$

$$\frac{A}{a} = \left(\frac{D}{d}\right)^۲ = \left(\frac{۵}{۱}\right)^۲ = ۲۵$$

$$\Delta F = ۰/۲ \times ۱۰ \times ۲۵ = ۵۰ N$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

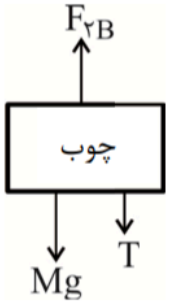
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۴ اگر F_B نیروی شناوری باشد که همواره بالاسو است در شکل (۱): $F_B = (M+m)g$

در شکل دوم نیروی شناوری شامل ۲ بخش است. نیروی شناوری وارد بر وزنهٔ فلزی **m** که آن را F_{1B} می‌نامیم و نیروی شناوری وارد بر قطعهٔ چوب که F_{2B} است.

شناوری و غوطه‌وری هر دو از حالت‌های تعادل است؛ بنابراین توازن نیروها را برای هرکدام جداگانه می‌نویسیم:

T: نیروی کشش نخ



$$F_{2B} = Mg + T \quad (a)$$

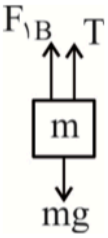
$$F_{1B} + T = mg \quad (b)$$

از جمع دو رابطهٔ (a) و (b):

$$F_{1B} + F_{2B} + T = Mg + mg + T$$

$$\Rightarrow F_{1B} + F_{2B} = (M+m)g$$

$$\Rightarrow F_{1B} + F_{2B} = F_B \quad (*)$$



که نشان می‌دهد نیروی شناوری مجموعهٔ چوب و قطعه فلز در دو شکل یکسان است و بنابراین $h_1 = h_2$ است.

اما از رابطهٔ (*) در می‌یابیم که: $F_{2B} < F_B$

بنابراین نیروی شناوری وارد بر قطعه چوب در شکل (۲)کمتر از نیروی شناوری وارد برچوب در شکل (۱) است و $y_1 > y_2$ است.

به تعبیر دیگر:

در شکل (۱) تمامی وزن قطعهٔ فلزی به چوب وارد می‌شود، اما در شکل (۲) تفاوت وزن قطعهٔ فلزی و نیروی شناوریش به چوب وارد شده است؛ پس مشخص است که $y_1 > y_2$ خواهد بود.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۵ **گزینه ۴ درست است.**

ناحیهٔ پرفشار مربوط به قسمتی است که قطر لوله بزرگ‌تر است.

$$A_{1v_1} = A_{2v_2} \ , \ A = \pi\frac{D^2}{4} = \text{سطح مقطع لوله}$$

$$D_1^2 v_1 = D_2^2 v_2 \Rightarrow (3D_2)^2 \times 4/5 = D_2^2 v_2 \Rightarrow v_2 = 40/5 \frac{cm}{s}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۶ **گزینه ۴ درست است.**

$$P = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = (2000\times 10\times \frac{5}{100}) + (1000\times 10\times \frac{5}{100}) = 1500Pa$$

$$F = P\times A = 1500\times 10\times 10^{-4} = 1/5N$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۷ **گزینه ۲ درست است.**

$$A_1V_1 = A_2V_2 \rightarrow (۱/۵\times ۱۰۰)\times(۰/۵) = (۵)(V_2) \rightarrow V_2 = ۱۵\frac{m}{s}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۸ **گزینه ۳ درست است.**

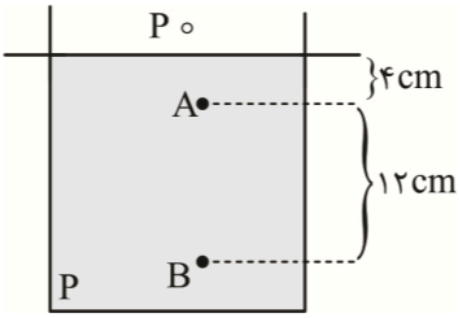
متن کتاب درسی

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۶۹ **گزینه ۱ درست است.**

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۷۰ **گزینه ۱ درست است.**



$$\Delta P_{AB} = \rho g \Delta h = \rho\times ۱۰\times\frac{۱۲}{۱۰۰} = ۱۱۴-۱۰۲ = ۱۲k\,Pa$$

$$\rho\times\frac{۱۲}{۱۰} = ۱۲۰۰۰ \rightarrow \rho = ۱۰^۴\frac{kg}{m^۳}$$

$$P_A = P_۰ + \rho g h_A \rightarrow ۱۰۲۰۰۰ = P_۰ + ۱۰^۴\times ۱۰\times\frac{۴}{۱۰۰}$$

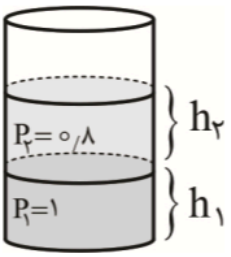
$$\rightarrow P_۰ = ۹۸۰۰۰Pa = ۹۸k\,Pa$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۱ **گزینه ۲ درست است.**

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{m_2 g}{A}}{\frac{m_1 g}{A}} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{۲m}{۳m} = \frac{۲}{۳}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho_2 g h_2}{\rho_1 g h_1} \rightarrow \frac{۲}{۳} = \frac{۰/۸\times h_2}{۱\times h_1} \rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{۲}{۲/۴} = \frac{۵}{۶}$$



$$\begin{cases} h_2 + h_1 = ۲۲ \\ \frac{h_2}{h_1} = \frac{۵}{۶} \end{cases} \rightarrow h_1 = ۱۲cm\ ,\ h_2 = ۱۰cm$$

$$P_1 = \rho_1 g h_1 = ۱۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۱۲}{۱۰۰} = ۱۲۰۰Pa$$

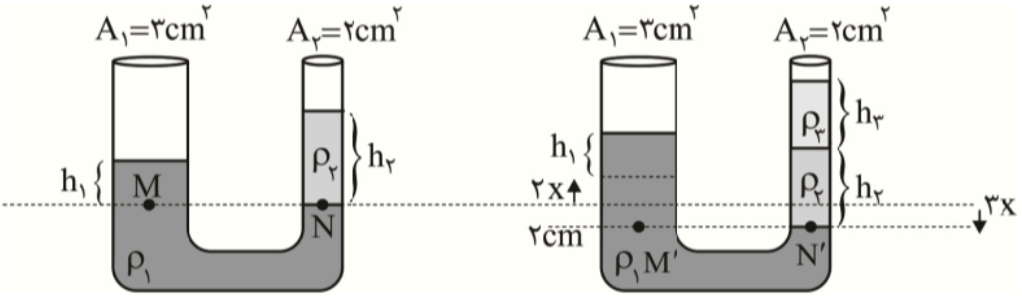
$$P_2 = \rho_2 g h_2 = ۸۰۰\times ۱۰\times\frac{۱}{۱۰} = ۸۰۰Pa$$

$$P_1 + P_2 = ۱۲۰۰ + ۸۰۰ = ۲۰۰۰Pa = ۲k\,Pa$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۲ گزینه ۳ درست است.



$$P_M = P_N \rightarrow \rho_۱ g h_۱ = \rho_۲ g h_۲$$

$$۲x = ۲cm \rightarrow x = ۱cm \rightarrow ۵x = ۵cm$$

$$P_{M'} = P_{N'} \rightarrow \rho_۱ g(h_۱ + ۵x) = \rho_۲ g h_۲ + \rho_۳ g h_۳$$

$$\cancel{\rho_۱ g h_۱} + \rho_۱ g(۵x) = \cancel{\rho_۲ g h_۲} + \rho_۳ g h_۳ \rightarrow$$

$$h_۳ = \frac{\rho_۱}{\rho_۳} \times ۵x = \frac{۴}{۰/۸} \times ۵ = ۲۵cm$$

$$V_۳ = A_۲ h_۳ = ۲ \times ۲۵ = ۵۰cm^۳$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

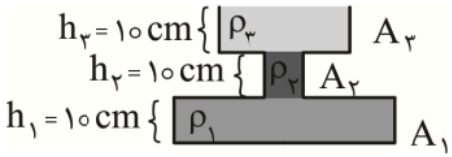
۲۷۳ گزینه ۴ درست است.

$$A_۱ V_۱ = A_۲ V_۲ \rightarrow \frac{A_۲}{A_۱} = \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{۱۰۰}{۴} = ۲۵$$

$$\frac{d_۲}{d_۱} = \sqrt{\frac{A_۲}{A_۱}} = \sqrt{۲۵} = ۵$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۴ گزینه ۳ درست است.



$$P_۳ = \rho_۳ g h_۳ = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱}{۱۰} = ۱۰۰۰Pa$$

$$P_۲ = \rho_۲ g h_۲ = ۱۵۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱}{۱۰} = ۱۵۰۰Pa$$

$$P_۱ = \rho_۱ g h_۱ = ۲۰۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱}{۱۰} = ۲۰۰۰Pa$$

$$P_T = P_۱ + P_۲ + P_۳ = ۱۰۰۰ + ۱۵۰۰ \times ۲۰۰۰ = ۴۵۰۰Pa$$

$$F = P_T \times A_۱ = ۴۵۰۰ \times ۳۰ \times ۱۰^{-۴} = ۱۳/۵N$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

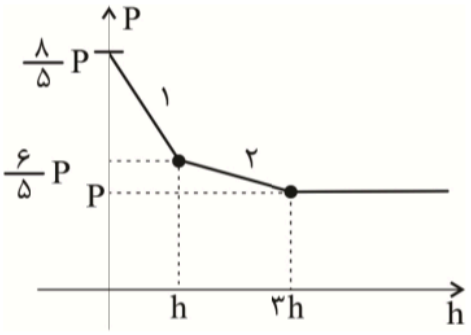
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۵ **گزینه ۳ درست است.**

جمله الف نادرست است. وزش بادهای افقی باعث کاهش فشار هوا می‌شود. و درنتیجه ارتفاع موج‌های دریا بیشتر می‌شود.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۷۶ **گزینه ۳ درست است.**

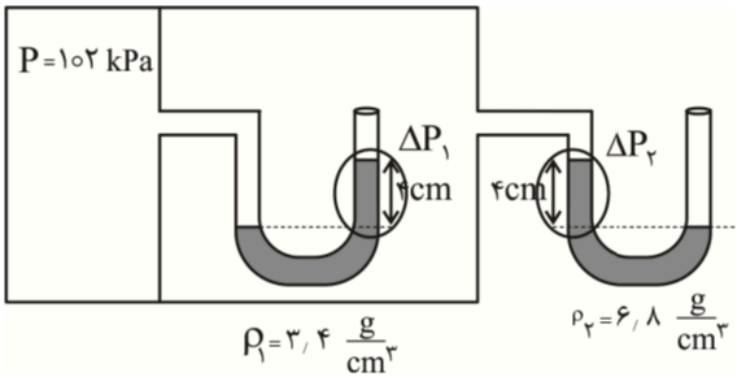


شیب نمودار برابر ρ_g است.

$$\frac{\rho_۱}{\rho_۲}=\frac{\text{شیب خط ۱}}{\text{شیب خط ۲}}=\frac{\frac{\frac{۲}{۵}P}{h}}{\frac{\frac{۱}{۵}P}{۲h}}=۴$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۷ **گزینه ۲ درست است.**



$$P=۱۰۲\times۱۰^۳\ Pa \xrightarrow{\div ۱۳۶۰} ۷۵\ cm\ Hg$$

$$\rho_۱h_۱=\rho_{\text{جیوه}}\ h_{\text{جیوه}} \rightarrow ۳/۴\times۴=۱۳/۶\times h$$

$$\rightarrow h=۱cm \rightarrow \Delta P_۱=۱cmHg$$

$$\rho_۲h_۲=\rho'_{\text{جیوه}}\ h'_{\text{جیوه}} \rightarrow ۶/۸\times۴=۱۳/۶\times h'$$

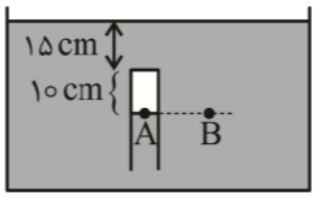
$$\rightarrow h'=۲cm \rightarrow \Delta P_۲=۲cm\ Hg$$

$$P_۰=P-\Delta P_۱+\Delta P_۲=۷۵-۱+۲=۷۶\ cm\ Hg$$

(فصل ۲، دهم)

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۸ **گزینه ۲ درست است.**



$$P_A=P_B \rightarrow {}_{\text{گاز}}\ P=P_۰+\rho gh$$

$${}_{\text{گاز}}P_g=\rho gh=۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۲۵}{۱۰۰}=۲۵۰۰Pa$$

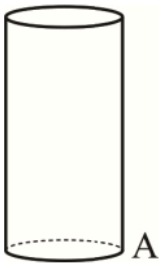
(فصل ۲، دهم)

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۹ گزینه ۱ درست است.

ابتدا مساحت ثانویه سطح مقطع استوانه را حساب می‌کنیم:



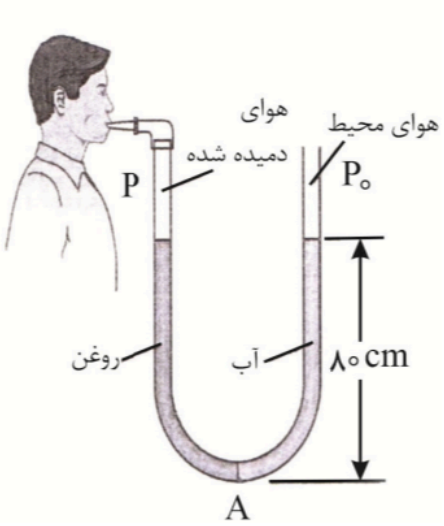
$$A_۲ = A_۱(۱+۲\alpha\Delta\theta) = A_۱(۱+۰/۱) = ۱/۱A_۱$$

$$P = \frac{mg}{A} \rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{A_۱}{A_۲} = \frac{A_۱}{۱/۱A_۱} = \frac{۱۰}{۱۱}$$

(فصل ۴، دهم)

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۸۰ گزینه ۳ درست است.



$$P_A = P + {}_{\text{روغن}}(\rho gh) = P_۰ + {}_{\text{آب}}(\rho gh) \rightarrow$$
$$P = P_۰ + {}_{\text{آب}}(\rho gh) - {}_{\text{روغن}}(\rho gh)$$

$$P_۰ = ۷۶cmHg = {}_{\text{جیوه}}(\rho gh) = (۱۳۵۰۰\times۱۰\times\frac{۷۶}{۱۰۰}) = ۱۰۲۶۰۰Pa$$

$${}_{\text{آب}}(\rho gh) = ۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۸۰}{۱۰۰} = ۸۰۰۰Pa$$

$${}_{\text{روغن}}(\rho gh) = ۷۵۰\times۱۰\times\frac{۸۰}{۱۰۰} = ۶۰۰۰Pa$$

$$P = ۱۰۲۶۰۰ + ۸۰۰۰ - ۶۰۰۰ = ۱۰۴۶۰۰Pa$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۸۱ گزینه ۳ درست است.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۸۲ گزینه ۱ درست است.

بزرگ بودن نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب، امکان این شکار زیبا و دقیق را توسط ماهی کمان‌گیر فراهم می‌کند.

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۸۳ گزینه ۴ درست است.

افزودن شوینده به یک مایع باعث کاهش کشش سطحی آن مایع می‌شود.

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۸۴ گزینه ۳ درست است.

برای محاسبهٔ فشار مکعب می‌توان به‌جای رابطهٔ $P = \frac{mg}{A}$ از رابطهٔ $P = \rho gh$ استفاده کرد.

$$P = \rho gh = ۴۰۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰} = ۲۰۰۰Pa$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۵ گزینه ۲ درست است.

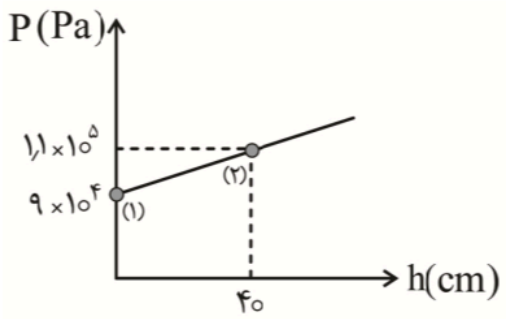
فشار داخل زودپز = فشار هوا + فشار وزنه

$$\frac{mg}{A}+1atm=3atm\rightarrow\frac{mg}{A}=2atm=2\times10^{5}\ Pa$$

$$\frac{m\times10}{4\times10^{-6}}=2\times10^{5}\rightarrow m=8\times10^{-2}\ kg=80\ g$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

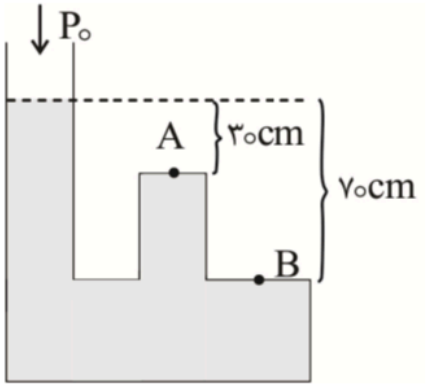
۲۸۶ گزینه ۱ درست است.



$$\Delta P=\rho g\Delta h\rightarrow2\times10^{4}=\rho\times10\times\frac{4}{10}\rightarrow\rho=5\times10^{3}\ \frac{kg}{m^{3}}$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۸۷ گزینه ۴ درست است.



$$P_B=\frac{140}{100}P_A=1/4P_A$$

$$P_B=P_0+70$$

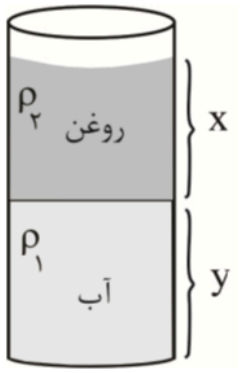
$$P_A=P_0+30$$

$$\rightarrow P_0+70=1/4(P_0+30)\rightarrow P_0+70=1/4P_0+42\rightarrow0/4P_0=28$$

$$\rightarrow P_0=70\ cmHg$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۸۸ گزینه ۴ درست است.



$$P=\frac{mg}{A}\rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{m_۲}{m_۱}\\ P=\rho gh\rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{\rho_۲ x}{\rho_۱ y}\Rightarrow\frac{m_۲}{m_۱}=\frac{\rho_۲ x}{\rho_۱ y}$$

$$\rightarrow\frac{۱}{۲}=\frac{۰/۸x}{۱y}\rightarrow y=۱/۶x\ ,\ x+y=۱۳\rightarrow$$

$$x+۱/۶x=۱۳\rightarrow ۲/۶x=۱۳\rightarrow x=۵cm, y=۸cm$$

$$P_۱=\rho_۱gh_۱=۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۸}{۱۰۰}=۸۰۰Pa\\ P_۲=\rho_۲gh_۲=۸۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=۴۰۰Pa\\ \rightarrow P_۱+P_۲=۱۲۰۰Pa$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۸۹ گزینه ۱ درست است.

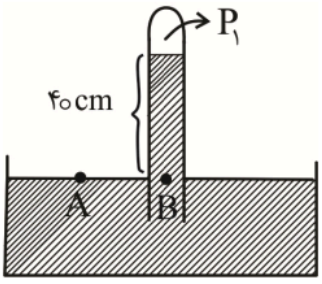
$$\Delta P=۷۶۲-۷۳۲=۳۰mmHg=۳cmHg$$

$$\Delta P=_{\text{جیوه}}\rho gh=۱۳۶۰۰\times۱۰\times\frac{۳}{۱۰۰}=۴۰۸۰Pa$$

$$\Delta P=_{\text{هوا}}\rho gh\rightarrow ۴۰۸۰=۱\times۱۰\times h\rightarrow h=۴۰۸m$$

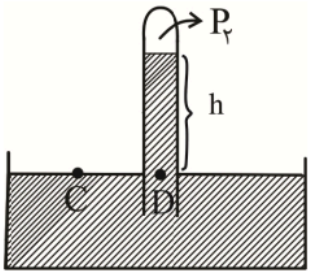
(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۹۰ گزینه ۴ درست است.



حالت اول

$$P_A=P_B\rightarrow\\ ۷۶=P_۱+۴۰\rightarrow\\ P_۱=۳۶cmHg$$



حالت دوم

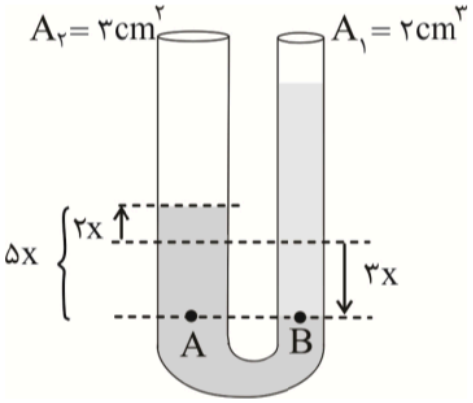
$$P_۲=\frac{۱}{۲}P_۱=۱۸\\ P_C=P_D\rightarrow$$

$$۷۶=۱۸+h\rightarrow h=۵۸cm$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۱ **گزینه ۳ درست است.**



$$۲x = ۶ \rightarrow ۵x = ۱۵cm$$

$$P_A = P_B \rightarrow (\rho h)_{آب} = (\rho h)_{روغن}$$

$$\rightarrow ۱ \times ۱۵ = ۰/۷۵ \times h \rightarrow h_{روغن} \rightarrow = ۲۰cm$$

$$V_{روغن} = h \times A = ۲۰ \times ۲ = ۴۰cm^۳ \Rightarrow m_{روغن} = \rho v = ۰/۷۵ \times ۴۰ = ۳۰g$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۹۲ **گزینه ۲ درست است.**

اجسام (۱) و (۲) روی سطح مایع شناور هستند. بنابراین چگالی آن‌ها از چگالی مایع کمتر است. از آنجایی که حجم بیشتری از جسم (۱) نسبت به جسم (۲) در مایع فرورفته، می‌توان گفت چگالی جسم (۱) از چگالی جسم (۲) بیشتر است. بنابراین داریم:

$$\rho_۲ < \rho_۱ < \rho$$

اجسام (۳) و (۴) در مایع غوطه‌ور هستند. بنابراین چگالی آن‌ها با چگالی مایع برابر است. بنابراین داریم:

$$\rho_۳ = \rho_۴ = \rho$$

پس در مورد رابطهٔ بین چگالی‌های مایع و اجسام می‌توان گفت:

$$\rho_۲ < \rho_۱ < \rho = \rho_۳ = \rho_۴$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۹۳ **پاسخ تشریحی** گزینه‌ها را به ترتیب بررسی می‌کنیم:

۱) نادرست است. حالت ماده به چگونگی حرکت ذره‌های سازندهٔ ماده و اندازهٔ نیروی بین آن‌ها بستگی دارد.

۲) نادرست است. وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم، اغلب جامدهای بلورین تشکیل می‌شود.

۳) درست است. دلیل پخش ذرات در مایع، حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های مایع است؛ مثلاً برخورد مولکول‌های آب با ذرات نمک و جوهر، این‌گونه مواد را در آب پخش می‌کند.

۴) نادرست است. پدیدهٔ پخش در مایع‌ها، کندتر از گازها رخ می‌دهد، زیرا تندی میانگین مولکول‌های مایع، بسیار کم‌تر از گازهاست.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۹۴ **پاسخ تشریحی** در قطره‌های بزرگ‌تر روغن (شکل ب) هم‌چسبی مولکول‌های روغن زیاد و در قطره‌های کوچک روغن (شکل الف) دمای روغن بیشتر است.

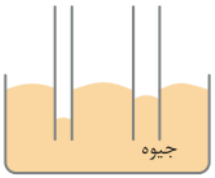
(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۹۵ **پاسخ تشریحی** در این‌جا سطح داخلی لولهٔ مویین تمیز است، پس نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه، از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر بوده و آب در داخل لولهٔ مویین بالا می‌رود؛ اما در مورد سطح بیرونی لوله که چرب شده است، نیروی دگرچسبی از نیروی هم‌چسبی ضعیف‌تر بوده و سطح تماس بین آب و شیشه به حداقل می‌رسد.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۶ **پاسخ تشریحی** با توجه به متن سؤال، نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و مولکول‌های شیشه، کم‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع است. مانند آن‌که لولهٔ مویین شیشه‌ای را درون ظرف محتوی جیوه فرو ببریم (نادرستی «ب»).



در این‌صورت مطابق شکل مقابل، سطح مایع درون لوله به صورت برآمده قرار می‌گیرد (نادرستی «الف»).

اگر مقداری از این مایع روی سطح افقی شیشه‌ای ریخته شود، مایع شیشه را تر نمی‌کند؛ زیرا می‌خواهد سطح تماس خود با شیشه را به حداقل برساند (درستی «پ»).

هم‌چنین هر چه قطر لولهٔ مویین کم‌تر باشد، ارتفاع ستون جیوه در آن کم‌تر است (نادرستی «ت»).

بنابراین فقط مورد «پ» درست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۹۷ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** فشار وارد بر گوش شناگر در عمق $h = ۵\,m$ از آب را به دست می‌آوریم:

$$P = \rho_{آب} gh + P_{\circ} = ۱\times\underbrace{۱۰^{۳}}_{\text{تبدیل g/cm}^۳ \text{ به kg/m}^۳}\times ۱۰\times ۵ + ۱۰^{۵} = ۱/۵\times ۱۰^{۵}\,Pa$$

توجه کنید که هر bar معادل $۱۰^{۵}\,Pa$ است.

گام دوم: با توجه به این‌که مساحت پردهٔ گوش شناگر $۰/۸\,cm^۲$ است، نیروی وارد بر سطح خارجی پردهٔ گوش او را از رابطهٔ $F = PA$ به دست می‌آوریم:

$$F = PA = ۱/۵\times ۱۰^{۵}\times \underbrace{۰/۸\times ۱۰^{-۴}}_{\text{تبدیل cm}^۲ \text{ به m}^۲} = ۱/۲\times ۱۰^{۱} = ۱۲\,N$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۹۸ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** چگالی متوسط هوا از سطح زمین $(h = ۰)$ تا ارتفاع $h = ۳\,km$ از سطح زمین را از رابطهٔ $\Delta P = \rho_{av} g\Delta h$ به دست می‌آوریم:

$$\Delta P = \rho_{av} g\Delta h \Rightarrow P_{h=۰} - P_{h=۳km} = \rho_{av۱} g(۳\times ۱۰^{۳} - ۰)$$

$$\Rightarrow ۱۰^{۵} - ۰/۷\times ۱۰^{۵} = \rho_{av۱}\times g\times ۳\times ۱۰^{۳} \Rightarrow \rho_{av۱} = \frac{۰/۳\times ۱۰^{۵}}{۳g\times ۱۰^{۳}} = \frac{۱۰}{g}$$

گام دوم: چگالی متوسط هوا در فاصلهٔ $۳\,km$ تا $۹\,km$ از سطح زمین را با استفاده از رابطهٔ $\Delta P = \rho_{av} g\Delta h$ به دست می‌آوریم:

$$\Delta P = \rho_{av} g\Delta h \Rightarrow P_{h=۳km} - P_{h=۹km} = \rho_{av۲}\times g\times (۹\,km - ۳\,km)$$

$$\Rightarrow ۰/۷\times ۱۰^{۵} - ۰/۳\times ۱۰^{۵} = \rho_{av۲}\times g\times ۶\times ۱۰^{۳} \Rightarrow \rho_{av۲} = \frac{۰/۴\times ۱۰^{۵}}{۶g\times ۱۰^{۳}} = \frac{۲۰}{۳g}$$

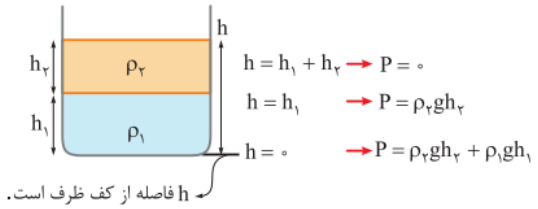
گام سوم: نسبت چگالی متوسط هوا در گام اول $(\rho_{av۱})$ به چگالی متوسط هوا در گام دوم $(\rho_{av۲})$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\rho_{av۱}}{\rho_{av۲}} = \frac{\frac{۱۰}{g}}{\frac{۲۰}{۳g}} = \frac{۳۰g}{۲۰g} = \frac{۳}{۲}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۹ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** شکل مقابل، وضعیت قرارگیری دو مایع (۱) و (۲) را در ظرف استوانه‌ای نشان می‌دهد. فشار ناشی از مایع (فشار پیمانه‌ای) را در ۳ ارتفاع به دست می‌آوریم:

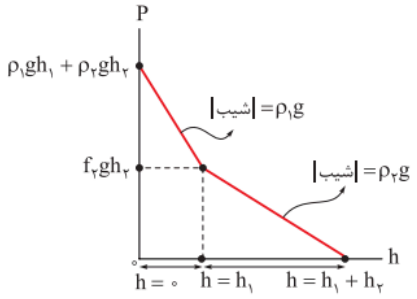


گام دوم: جرم دو مایع با هم برابر است؛ بنابراین داریم:

$$m_۱ = m_۲ \Rightarrow \rho_۱(Ah_۱) = \rho_۲(Ah_۲) \Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ \Rightarrow \frac{\rho_۱}{\rho_۲} = \frac{h_۲}{h_۱} \xrightarrow{\rho_۱ > \rho_۲} h_۲ > h_۱$$

رد ۱ و ۲.

گام سوم: نمودار فشار پیمانه‌ای (P) برحسب فاصله از کف ظرف (h) باید طوری باشد که شیب در ناحیهٔ دوم که بیانگر ρg است، کم‌تر و ارتفاع مایع بیشتر باشد. بنابراین ۳ درست است. در حالی که ۴ برعکس این مورد را نشان می‌دهد و نادرست است.



(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۰۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا حجم دو مایع و وضعیت قرارگیری مایع‌ها را در ظرف مشخص می‌کنیم:

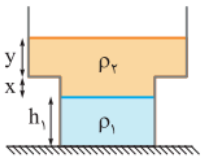
$$m_۱ = \rho_۱ V_۱ \Rightarrow ۸۰۰ = ۲ \times V_۱ \Rightarrow V_۱ = ۴۰۰ \text{cm}^۳$$

$$m_۲ = \rho_۲ V_۲ \Rightarrow ۴۰۰ = ۱ \times V_۲ \Rightarrow V_۲ = ۴۰۰ \text{cm}^۳$$

حجم قسمت پایینی ظرف برابر است با:

$$V_{\text{پایین}} = A_{\text{پایین}} \times h_{\text{پایین}} = ۲۵ \times ۲۰ = ۵۰۰ \text{cm}^۳$$

با توجه به این‌که حجم مایع سنگین‌تر (مایع با چگالی $۲ \text{g/cm}^۳$)، $۴۰۰ \text{cm}^۳$ است، وضعیت مایع‌ها را در ظرف مشخص می‌کنیم:



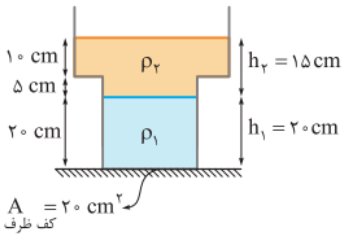
$$V_۱ = A_{\text{پایین}} \times h_۱ \Rightarrow ۴۰۰ = ۲۰ \times h_۱ \Rightarrow h_۱ = ۲۰ \text{cm}$$

$$x = ۲۵ - ۲۰ = ۵ \text{cm}$$

$$V_۲ = A_{\text{پایین}} \times x + A_{\text{بالا}} \times y$$

$$\Rightarrow ۴۰۰ = ۲۰ \times ۵ + ۳۰ \times y \Rightarrow y = ۱۰ \text{cm}$$

گام دوم: با توجه به شکل زیر که وضعیت مایع‌ها را در ظرف نشان می‌دهد، به کمک رابطهٔ $F_{\text{کف ظرف}} = P_{\text{کف ظرف}} A$ نیروی وارد بر کف ظرف را به دست می‌آوریم:



$$P_{\text{کف ظرف ناشی از مایع}} = \rho_۱ g h_۱ + \rho_۲ g h_۲$$

$$= ۲ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۰/۲ + ۱ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۰/۱۵$$

$$= ۴۰۰۰ + ۱۵۰۰ = ۵۵۰۰ \text{Pa}$$

$$F_{\text{مایع به کف ظرف}} = P_{\text{کف ظرف ناشی از مایع}} \times A_{\text{کف ظرف}} = ۵۵۰۰ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۴} = ۱۱ \text{N}$$

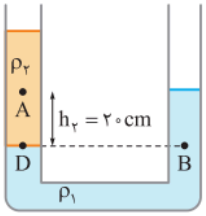
گام سوم: نیرویی که کف ظرف به سطح وارد می‌کند، ناشی از نیروی وزن مایع‌ها و وزن ظرف است.

$$F_{\text{ظرف به سطح}} = (m_۱ + m_۲ + m_{\text{ظرف}})\, g \xrightarrow[m_۱ = ۰/۸ \text{kg},\ m_۲ = ۰/۴ \text{kg}]{\text{جرم ظرف ناچیز است.}} F_{\text{ظرف به سطح}} = (۰/۸ + ۰/۴) \times ۱۰ = ۱۲ \text{N}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

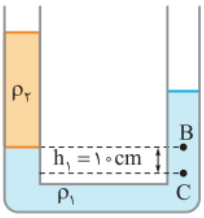
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۱ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** در شکل زیر فشار در نقاط B و D که در یک مایع قرار دارند و هم‌تراز هستند، برابر است؛ بنابراین داریم:



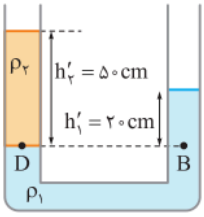
$$P_D = P_B$$
$$\Rightarrow \rho_2 g h_2 + P_A = P_B$$
$$\Rightarrow \rho_2 g h_2 = P_B - P_A$$
$$\Rightarrow \rho_2 \times g \times 0/2 = P_B - P_A$$

گام دوم: در شکل زیر دو نقطهٔ B و C در یک مایع قرار دارند و برای محاسبهٔ اختلاف فشار آن‌ها از رابطهٔ $\Delta P = \rho g \Delta h$ استفاده می‌کنیم.



$$\Delta P_{BC} = \rho_1 g h_1$$
$$\Rightarrow P_C - P_B = \rho_1 g (0/1)$$

گام سوم: اکنون می‌خواهیم رابطه‌ای بین چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 پیدا کنیم. همان‌طور که در گام اول دیدیم، فشار در نقاط D و B با هم برابر است؛ بنابراین داریم:



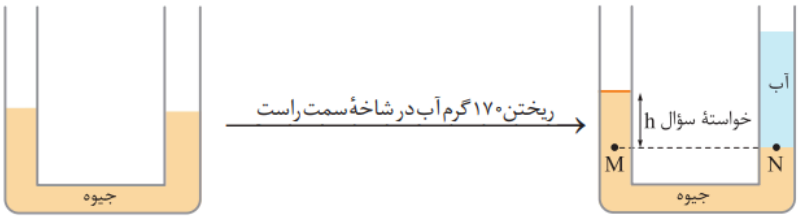
$$P_D = P_B$$
$$\Rightarrow \rho_2 g h'_2 + P_0 = \rho_1 g h'_1 + P_0$$
$$\Rightarrow \rho_2 h'_2 = \rho_1 h'_1$$
$$\Rightarrow \rho_2 \times 50 = \rho_1 \times 20 \Rightarrow 2/5 \rho_2 = \rho_1$$

گام چهارم: حالا به راحتی نسبت « $P_B - P_A$ » به « $P_C - P_B$ » را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_B - P_A}{P_C - P_B} = \frac{0/2 \rho_2 g}{0/1 \rho_1 g} = 2 \times \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{2\rho_2}{2/5\rho_2} = \frac{2}{2/5} = \frac{4}{5}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۰۲ **پاسخ تشریحی** شکل‌های زیر، وضعیت مایع‌ها را قبل و بعد از ریختن آب، نشان می‌دهند:



فشار در نقاط M و N با هم برابر است؛ بنابراین داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \cancel{P_0} + \rho_{\text{جیوه}} g h = \cancel{P_0} + \frac{m_{\text{آب}} g}{A}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} g h = \frac{m_{\text{آب}} g}{A} \Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} h = \frac{m_{\text{آب}}}{A} \Rightarrow 13/6 \times 10^3 \times h = \frac{170 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-4}}$$

تبدیل گرم به کیلوگرم → 10^{-3}
تبدیل cm^2 به m^2 → 10^{-4}

$$\Rightarrow h = \frac{170 \times 10^{-3}}{13/6 \times 10^3 \times 5 \times 10^{-4}} = 2/5 \times 10^{-2}\ m = 2/5\ cm$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir