

منبع:

فیزیک

گزینه ۳

۱

فشار لاستیک بادشده توسط فشارسنج اندازه گیری می شود که فشار پیمانه ای است.

معادل این فشار برحسب ستون جیوه برابر است با:

$$\begin{cases} P = \rho gh \\ P = 220 \times 10^3 \text{ Pa} \\ g = 10 \text{ m/s}^2 \\ \rho = 13600 \text{ kg/m}^3 \end{cases} \Rightarrow 220000 = 13600 \times 10 \times h \Rightarrow h = 1/62 \text{ m} = 162 \text{ cm}$$

باتوجه به اینکه هر اتمسفر 10^5 پاسکال است، داریم:

$$P = 220 \times 10^3 \text{ Pa} = 220 \times 10^3 \text{ Pa} \times \frac{1 \text{ atm}}{10^5 \text{ Pa}} = 2/2 \text{ atm}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۱

گزینه ۴

۲

فشار پیمانه ای، اختلاف فشار داخل زودپز و فشار هوا را نشان می دهد که برابر با فشار ناشی از وزنه است پس:

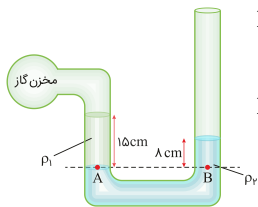
$$P_g = \frac{F}{A} \Rightarrow P_g A = F = mg \Rightarrow 10^5 \times 5 \times 10^{-6} = m \times 10 \Rightarrow m = 50 \text{ g}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۲

گزینه ۱

۳

برای محاسبه فشار پیمانه ای مخزن گاز، از اصل هم فشاری در یک سطح افقی در شاره های ساکن استفاده می کنیم.



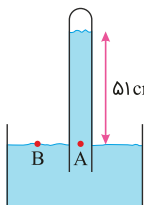
$$\begin{aligned} P_A = P_B &\Rightarrow P_1 + P_{\text{گاز}} = P_2 \Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_{\text{گاز}} = \rho_2 g h_2 \\ &\Rightarrow P_{\text{گاز}} + 1200 \times 10 \times 0/15 = 1570 \times 10 \times 0/58 \Rightarrow P_{\text{گاز}} + 1800 = 1256 \\ P_{\text{گاز}} &= -544 \text{ Pa} \xrightarrow{\div 1360} \frac{-544}{1360} \text{ cmHg} \xrightarrow{\times 10} \frac{-5440}{1360} \text{ mmHg} = -4 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۴

گزینه ۴

۴

نقاط A و B در شکل، در یک سطح افقی در مایع قرار دارند. بنابراین، فشار در این دو نقطه با هم برابر است:



$$\begin{aligned} P_A = P_B &\Rightarrow P_{\text{مایع}} + P_{\text{هوای ته لوله}} = P_{\text{هوای محیط}} \\ 51 \text{ cmHg} + P_{\text{هوای محیط}} &= \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0/755 \text{ m} = 102680 \text{ Pa} \\ &\Rightarrow \rho g h + P_{\text{هوای ته لوله}} = P_{\text{هوای محیط}} \Rightarrow 2800 \times 10 \times 0/51 + P_{\text{هوای ته لوله}} = 102680 \\ P_{\text{هوای ته لوله}} &= 88400 \text{ Pa} \end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۴

قطر قسمتی از رگ (قسمت باریک) ۴۰ درصد نسبت به سایر قسمت‌ها (قسمت گشاد) کاهش یافته است. اگر قطر قسمت گشاد را D_2 در نظر بگیریم، قطر قسمت باریک D_1 برابر است با:

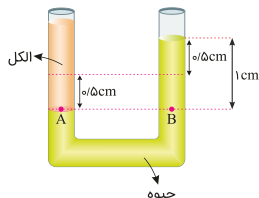
$$D_1 = D_2 - 0/40 D_2 = (1 - 0/40) D_2 = 0/60 D_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 = (0/6)^2 = 0/36$$

$$v_2 = 0/36 v_1 \Rightarrow 64\% \text{ کاهش}$$

تندی خون هنگام ورود از قسمت باریک به قسمت گشاد رگ، ۶۴ درصد کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۴



$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + (\rho g h)_{\text{الکل}} = P_0 + (\rho g h)_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow (\rho h)_{\text{الکل}} = (\rho h)_{\text{جیوه}} \Rightarrow 0/8 \times h_{\text{الکل}} = 13/6 \times 1 \Rightarrow h_{\text{الکل}} = 17 \text{ cm}$$

$$V_{\text{الکل}} = 2 \times 17 = 34 \text{ cm}^3$$

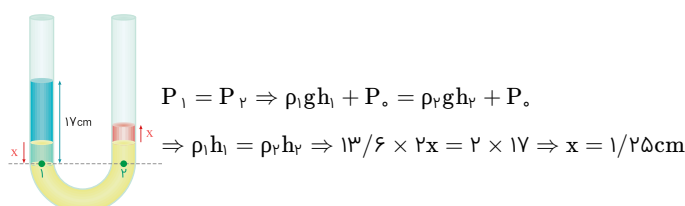
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۳

بررسی گزینه‌ها:

۱. بارومتر، وسیله‌ای ساده برای اندازه‌گیری فشار جو است: این جمله صحیح است. فشارسنج هوا یا بارومتر توسط توریچلی برای اندازه‌گیری فشار جو اختراع شد.
 ۲. فشار در یک عمق معین از مایع به جهت‌گیری سطحی که فشار به آن وارد می‌شود، بستگی دارد: این جمله نادرست است. فشار در یک نقطه معین درون یک شاره ساکن، اسکالر است و در تمام جهات یکسان عمل می‌کند. نیروی ناشی از فشار همواره عمود بر سطح وارد می‌شود، اما مقدار فشار به جهت‌گیری آن سطح بستگی ندارد.
 ۳. یکی از وسیله‌های ساده برای اندازه‌گیری فشار یک شاره محصور، فشارسنج U شکل است که مانومتر نامیده می‌شود: این جمله صحیح است. فشارسنج U شکل به عنوان مانومتر معرفی شده که برای اندازه‌گیری فشار شاره محصور (معمولاً فشار پیمانه‌ای) به کار می‌رود.
 ۴. در آزمایش توریچلی، برای لوله‌های غیرمومین، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند: این جمله صحیح است. ارتفاع ستون مایع (h) در آزمایش توریچلی تنها به فشار جو (P_0)، چگالی مایع (p) و شتاب گرانش g بستگی دارد ($P_0 = \rho g h$) و به شکل، سطح مقطع یا طول لوله (به شرط کافی بودن طول و غیرمومین بودن) وابسته نیست.
- بنابراین، تنها گزینه نادرست، گزینه ۲ است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۴

پس از ریختن مایع در شاخه سمت چپ (فرض کنیم)، فشار ناشی از این مایع باعث می‌شود سطح جیوه در شاخه چپ به اندازه x پایین برود و در شاخه راست به همان اندازه x بالا بیاید (چون لوله سطح مقطع یکنواخت دارد و حجم جیوه جابجا شده در دو طرف برابر است). در نتیجه، اختلاف ارتفاع بین سطح جیوه در دو شاخه برابر ۲x خواهد بود.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۴

فشار پیمانه‌ای: فشار ناشی از ستون مایع در ظرف است که از رابطه $P = \rho gh$ بدست می‌آید.
ابتدا حجم مایع را به cm^3 تبدیل می‌کنیم:

$$V = 2/\Delta \text{lit} = 2000 \text{cm}^3$$

حال حجم استوانه را محاسبه می‌کنیم:

$$V = Ah \Rightarrow h = \frac{V}{A} = \frac{2000}{40} = 50 \text{cm}$$

$$P = \rho gh = 1200 \times 10 \times 0.50 = 6000 \text{Pa} \xrightarrow{\div 1360} 4.41 \text{cmHg}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۴

فشار نقاط M و N با هم برابر است. فشار نقاط P و Q نیز با هم برابر است.

$P_N = P_M \Rightarrow P_A = P_B + \rho gh_1$ (۱)
 $P_P = P_Q \Rightarrow P_B = P_0 + \rho gh_2$ (۲)
 $P_A = P_0 + \rho gh_1 + \rho gh_2$
 $\Rightarrow 120 \times 10^3 = 10^5 + \rho \times 10(h_1 + h_2)$
 $20 \times 10^3 = \rho \times 10(1/6) \Rightarrow \rho = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1200 \frac{\text{g}}{\text{L}}$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

با استفاده از رابطه تغییرات فشار، چگالی مایع را به دست می‌آوریم:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow (1/2 - 1) \times 10^5 = \rho \times 10 \times 1/6$$

$$\Rightarrow \rho = 1/25 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \Rightarrow \rho = 1/25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

فشار پیمانه‌ای در عمق ۱ متری برابر است با:

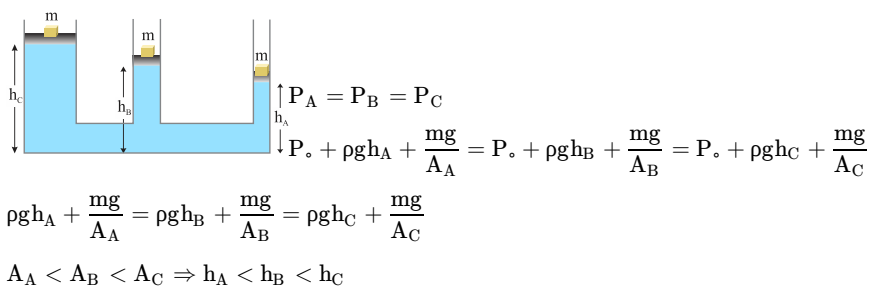
$$P_g = \rho gh = 1/25 \times 10^3 \times 10 \times 1 = 1200 \text{Pa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۳

فشار دو نقطه M و N برابرند. بنابراین:

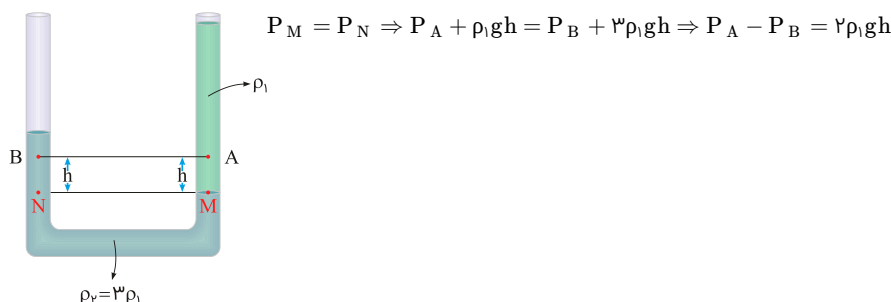
$P_N = P_M \Rightarrow P_A + \rho_{\text{آب}} gh_1 = P_0 + \rho_{\text{جیوه}} gh_2$
 $\Rightarrow P_A - P_0 = \rho_{\text{جیوه}} gh_2 - \rho_{\text{آب}} gh_1$
 $P_g(A) = 13600 \times 10 \times 0.5 - 10^3 \times 10 \times 0.2$
 $= 68000 - 2000$
 $= 66000 = 66 \text{kPa}$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۳



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۳

فشار در نقطه‌های M و N باهم برابر است، پس:

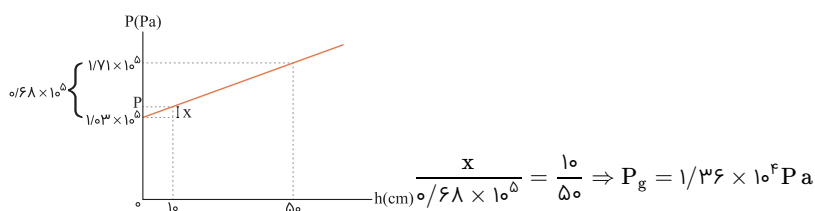


کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

فشار در ارتفاع صفر برابر با 1.05×10^5 است. اگر فشار در عمق ۱۰cm را با P نشان دهیم. آنگاه:

$$x = P - P_0$$

با تناسب ساده می‌توان x که همان فشار پیمانه‌ای است را به دست آورد:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۲

ابتدا از رابطه چگالی، ارتفاع آب و جیوه را به دست می‌آوریم:

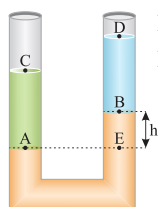
$$\text{فشار بر حسب جیوه} \begin{cases} h_{Hg} = \frac{272}{13/6 \times 20} = 1 \text{ cm} \\ h_{H_2O} = \frac{544}{1 \times 20} = 27/2 \end{cases} \Rightarrow \rho_{H_2O} h_{H_2O} = \rho_{Hg} h_{Hg}$$

$$\Rightarrow 1 \times 27/2 = 13/6 \times h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = 2 \text{ cm}$$

$$P_{کل} = P_{Hg} + P_{H_2O} + P_0 = 1 + 2 + 75 = 78 \text{ cm Hg} = 78 \times 1360 = 106080 \text{ Pa}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

نقاط D و C سطح آزاد مایع‌ها هستند و فشار در آن نقاط برابر فشار هوا است، پس:



$$P_C = P_D = P_0$$

$$P_A = P_E \Rightarrow P_A = P_B + \rho gh$$

$$\Rightarrow P_A > P_B > P_C = P_D$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۲

فشار در ته لوله برابر فشار حاصل از ستون جیوه بعلاوه فشار هوا است. $(P = P_0 + \rho gh)$ بنابراین:

$$P_{\gamma} = 2P_1 \Rightarrow \rho gh_{\gamma} + P_0 = 2(\rho gh_1 + P_0)$$

$$\Rightarrow 13600 \times 10 \times h_{\gamma} = 2 \times 13600 \times 10 \times \frac{F}{100} + 1/0336 \times 10^5$$

$$\Rightarrow h_{\gamma} = 0/84 \text{ m} = 84 \text{ cm}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۷

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۲

گام اول

الف) حجم و عمق آب در دو ظرف پر از آب باهم برابر است $\leftarrow V_1 = V_2$, $h_1 = h_2$

ب) کدام رابطه بین P_2 با P_1 و F_2 با F_1 برقرار است؟ $\leftarrow \frac{P_1}{P_2} = ?$, $\frac{F_1}{F_2} = ?$

ج) جرم ظرف‌ها باهم برابر است $\leftarrow m_1 = m_2$: جرم ظرف‌ها

گام دوم

فشار در عمق h از سطح آزاد یک مایع از رابطه $P = P_0 + \rho gh$ به دست می‌آید. چون دو مایع هم‌جنس و ارتفاع مایع در ظرف‌ها یکسان‌اند، بنابراین:

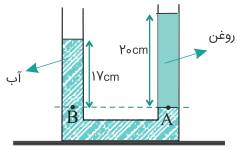
$$\begin{cases} P_1 = \rho_1 gh_1 + P_0 \\ P_2 = \rho_2 gh_2 + P_0 \end{cases} \xrightarrow{\rho_1 = \rho_2} P_1 = P_2$$

نیرویی که از طرف ظرف‌ها بر سطح افقی وارد می‌شود برابر وزن ظرف و مایع داخل آن‌ها است. باتوجه‌به برابر بودن جرم ظرف‌ها کافی است وزن مایع داخل ظرف‌ها را به دست آوریم:

$$m = \rho V \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow m_1 = m_2 \Rightarrow W_1 = W_2$$

بنابراین وزن مایع دو ظرف نیز باهم برابر است و نتیجه می‌گیریم نیروی وارد بر سطح افقی هر دو ظرف برابر خواهد بود.

نقطه A در سطح جدایی آب و روغن و نقطه B را هم‌ارتفاع با نقطه A در نظر می‌گیریم، بنابراین: $P_A = P_B$



با استفاده از $P_A = P_B$ داریم:

$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ h_1 = 17 \text{ cm} \\ h_2 = 20 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow P_B = P_A \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_1 = \rho_{\text{روغن}} h_2$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} \times 17 = \rho_{\text{روغن}} \times 20 \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} = \frac{17}{20} \rho_{\text{آب}} \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} = \frac{17}{20} \rho_{\text{آب}}$$

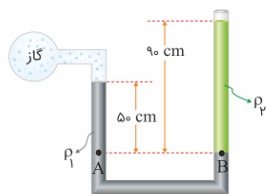
یعنی چگالی روغن ۱۵ درصد از چگالی آب کمتر است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۶

به دلیل نیروی ربایشی که مولکول‌های سطح مایع به یکدیگر وارد می‌کنند، سطح شبیه یک پوسته تحت کشش رفتار می‌کند که می‌تواند تیغ را روی سطح آب نگه دارد.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۵

نقاط A و B که در یک تراز افقی هستند. فشار یکسانی دارند. بنابراین:

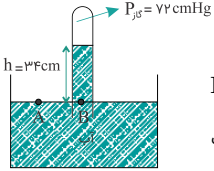


$$P_A = P_B \Rightarrow P_G + \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$\Rightarrow P_G - P_0 = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1 = 1000 \times 10 \times 0.9 - 1200 \times 10 \times 0.5 = 3000 \text{ Pa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

نقطهٔ A در سطح جدایی آب و هوا ($P_A = P_0$) و نقطهٔ B هم‌ارتفاع با نقطهٔ A را در نظر می‌گیریم ($P_A = P_B$)، بنابراین:



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

باتوجه به اینکه فشار هوای خواسته‌شده و فشار گاز محبوس برحسب سانتی‌مترجیوه است، ابتدا باید ببینیم که ارتفاع آب ۳۴ سانتی‌متری چه فشاری برحسب سانتی‌مترجیوه ایجاد می‌کند.

$$\begin{cases} P_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \\ \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3 \\ \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3 \\ h_{\text{آب}} = 34 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow 1 \times 34 = 13.6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2.5 \text{ cm}$$

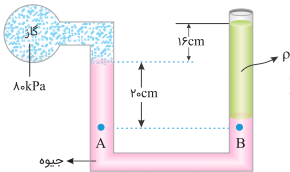
$$\Rightarrow P_h = 2.5 \text{ cmHg}$$

بنابراین فشار هوا برابر است با:

$$\begin{cases} P_{\text{هوا}} = P_{\text{گاز}} + P_h \\ P_h = 2.5 \text{ cmHg} \\ P_{\text{گاز}} = 72 \text{ cmHg} \end{cases} \Rightarrow P_{\text{هوا}} = 72 + 2.5 = 74.5 \text{ cmHg}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۳

فشار دو نقطهٔ هم‌تراز A و B یکسان است:



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

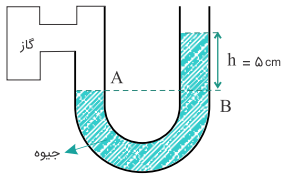
$$\Rightarrow (\rho g h)_{\text{جیوه}} + P_{\text{گاز}} = (\rho g h)_{\text{مایع}} + P_0$$

$$\Rightarrow \frac{2}{10} \times 10 \times 13600 + 10 \times 10^3 = \rho \times 10 \times \frac{36}{100} + 10^5$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{7200}{3.6} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

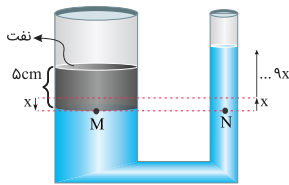
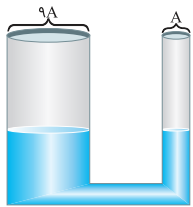
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

فشار پیمانه‌ای برابر با اختلاف فشار گاز درون محفظه با فشار هوا است. مطابق شکل فشار در نقطه A در سطح جدایی گاز و جیوه و نقطه B هم‌ارتفاع با نقطه A، برابر است ($P_A = P_B$) داریم:



$$\begin{cases} P_A = P_B \\ P_A = P_{\text{گاز}} \\ P_B = \rho gh + P_0 \\ \rho = 13600 \text{ kg/m}^3 \\ h = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m} \\ g = 10 \text{ m/s}^2 \end{cases} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 + \rho gh \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho gh \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho gh = 13600 \times 10 \times 5 \times 10^{-2} = 6800 \text{ Pa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۱



وقتی در لوله سمت چپ نفت می‌ریزیم، سطح آب به اندازه x پایین می‌آید. وقتی این آب وارد لوله سمت راست می‌شود، ارتفاع آب در آن به اندازه 9x بالا می‌رود. زیرا سطح مقطع لوله سمت چپ 9 برابر لوله سمت راست است. نقاط M و N هم که در یک تراز افقی قرار دارند فشار یکسانی دارند. بنابراین:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{نفت}} gh_{\text{نفت}} = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} \Rightarrow 0.8 \times 5 = 1 \times (9x + x) \Rightarrow x = 0.4$$

سؤال 9x (یعنی افزایش ارتفاع نسبت به قبل) را خواسته است:

$$9x = 9 \times 0.4 = 3.6 \text{ cm}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

آهنگ شارش سیال تراکم ناپذیر ثابت است در نتیجه بنا به معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{A_B}{A_A} = \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^2 = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{4}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

فشار از رابطه $P = \frac{F}{A}$ به دست می‌آید؛ که نیروی F همان نیروی وزن مایع است که در هر دو حالت یکسان است. لذا به مقایسه مساحت قاعده دو ظرف می‌پردازیم: مساحت کف مکعب برابر $0.36 \text{ m}^2 = 0.6 \times 0.6$ است که برابر با مساحت قاعده استوانه می‌باشد، به این ترتیب در هر دو حالت فشار یکسانی ایجاد می‌شود.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۶

بیشترین فشار مکعب وقتی به سطح وارد می‌شود که روی کوچکترین وجه آن قرار بگیرد. در این شرایط ارتفاع قرارگیری مکعب بیشتر می‌شود. بنابراین براساس تعریف فشار می‌توان نوشت:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \xrightarrow{m=\rho V} P = \frac{\rho g V}{A} = \frac{\rho g (Ah)}{A} = \rho gh$$

$$P_{\text{max}} = \rho gh_{\text{max}} \Rightarrow P_{\text{max}} = 1 \times 10^3 \times 10 \times 5 \times 10^{-2} = 5 \times 10^3 \text{ Pa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

گام اول

الف) در عمق ۸ متر $h = 8 \text{ m}$

ب) فشار کل $1/76$ اتمسفر است $\leftarrow P = P_0 + \rho gh = 1/76 \text{ atm} = 1/76 \times 10^5 \text{ Pa}$

ج) چگالی این مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $\leftarrow \rho = ? \text{ g/cm}^3$

گام دوم

$$\begin{cases} P = P_0 + \rho gh \\ P_0 = 10^5 \text{ Pa} \\ g = 10 \text{ m/s}^2 \end{cases}$$

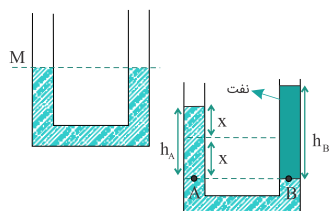
$$\Rightarrow 1/76 \times 10^5 = 10^5 + \rho \times 10 \times 8 \Rightarrow \rho = \frac{0/76 \times 10^5}{80} = 950 \text{ kg/m}^3$$

کافی است kg/m^3 را به g/cm^3 تبدیل کنیم.

$$\rho = 950 \text{ kg/m}^3 \xrightarrow{1 \text{ kg/m}^3 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3} \rho = 950 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3 = 0/95 \text{ g/cm}^3$$

گزینه ۲

برای درک بهتر سؤال شکل لوله را در هریک از حالت‌های قبل و بعد از اضافه کردن نفت رسم می‌کنیم:



با ریختن نفت در شاخه سمت راست، در این شاخه سطح آب پایین می‌رود و همان ارتفاعی که آب در این شاخه پایین رفته است، در شاخه سمت چپ بالا می‌رود (مطابق شکل).

نقطه B در سطح جدایی دو مایع و نقطه A را هم‌ارتفاع با B در نظر می‌گیریم که دارای فشار یکسانی هستند ($P_A = P_B$) داریم:

$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ h_B = 5 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \rho_{\text{آب}} gh_A + P_0 = \rho_{\text{نفت}} gh_B + P_0$$

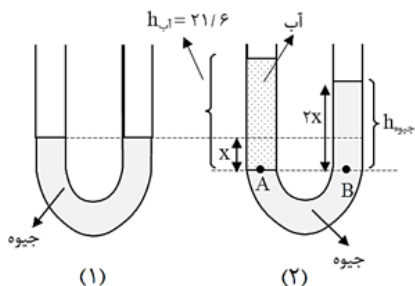
$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_A = \rho_{\text{نفت}} h_B \Rightarrow 1 \times h_A = 0/8 \times 5 \Rightarrow h_A = 4 \text{ cm} \xrightarrow{h_A = 2x} x = 2 \text{ cm}$$

گام اول

الف) اگر در یکی از شاخه‌ها روی جیوه آب بریزیم تا ستون آب به $\frac{21}{6}$ سانتی‌متر برسد $\leftarrow h_{\text{آب}} = \frac{21}{6} \text{ cm}$
 ب) سطح جیوه در شاخهٔ مقابل، نسبت به وضعیت اولیه چند سانتی‌متر بالا می‌رود؟ $\leftarrow h_{\text{جیوه}} = ?$

گام دوم

برای درک بهتر سؤال شکل لوله را در دو حالت قبل و بعد از اضافه کردن آب رسم می‌کنیم.



نقطهٔ A در سطح جدایی دو مایع و نقطهٔ B را هم‌ارتفاع با A در نظر می‌گیریم که فشار این نقاط یکسان خواهد بود ($P_A = P_B$) و میزان h جیوه را به دست می‌آوریم و از این طریق مقدار x نیز به دست می‌آید. بنابراین:

$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ \rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + P_0 = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} + P_0 \\ \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times \frac{21}{6} = \frac{13}{5} \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{1}{6} \text{ cm}$$

باتوجه به اینکه قطر لوله در همه جای آن یکسان است بنابراین اگر مقدار x سطح جیوه در یک سمت پایین برود در طرف دیگر لوله به اندازهٔ x بالا بیاید و اختلاف ارتفاع مایع موجود در دو طرف لولهٔ U شکل به 2x می‌رسد. بنابراین:

$$2x = h = \frac{1}{6} \Rightarrow x = \frac{1}{12} \text{ cm}$$

گام اول

الف) اگر ظرف محتوی این مایع با شتاب $\frac{g}{3}$ در راستای قائم به طرف پایین حرکت کند $\leftarrow$ به اندازهٔ $\frac{g}{3}$ از شتاب گرانشی وارد بر ظرف کم می‌شود: $g' = g - \frac{g}{3} = \frac{2}{3}g$
 ب) اختلاف فشار بین دو نقطه کدام خواهد بود؟ $\leftarrow \Delta P' = ?$

گام دوم

$$\begin{cases} \Delta P = \rho gh \\ \Delta P' = \rho g' h' \Rightarrow \frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{\rho g' h'}{\rho gh} = \frac{\frac{2}{3}g \times h}{g \times h} \Rightarrow \Delta P' = \frac{2}{3} \Delta P \end{cases}$$

گام اول: برای محاسبه فشار، نیاز به ارتفاع ستون آب داریم؛ پس:

$$V_{\text{استوانه}} = \pi r^2 h$$

$$\Rightarrow V_{\text{استوانه}} = \frac{3}{14} \times (1)^2 h = \frac{3}{14} h \quad (\text{I})$$

$$V_{\text{ب}} = 157 \text{ cm}^3 \quad (\text{II})$$

حال از (I) و (II) می‌توان نتیجه گرفت:

$$\Rightarrow \frac{3}{14} \times h = 157 \Rightarrow h = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

گام دوم: حالا می‌توانیم با استفاده از رابطه $P = \rho gh$ فشار آب در ته استوانه را حساب کنیم.

$$P = \rho gh = 1000 \times 10 \times 0.5 = 5000 \text{ Pa}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۷

فشار ناشی از ستون جیوه ($h_{\text{جیوه}}$) باید برابر با 68 kPa باشد:

$$P = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 68 \times 10^3 = 13600 \times 10 \times h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{68 \times 10^3}{136 \times 10^3} = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۱

ابتدا رابطه فشار مایع در عمق h را برای هر دو حالت می‌نویسیم:

$$\begin{cases} h_1 = 50 \text{ cm} \Rightarrow P_1 = \rho g h_1 + P_0 \Rightarrow 100 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0.50 + P_0 \\ h_2 = 20 \text{ cm} \Rightarrow P_2 = \rho g h_2 + P_0 \Rightarrow 106 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0.20 + P_0 \end{cases}$$

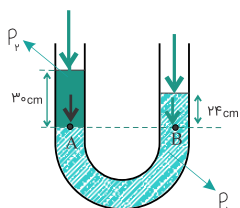
با حل دستگاه دو معادله و دو مجهول می‌توان P_0 و P را بدست آورد:

$$\Rightarrow \begin{cases} 100 \times 10^3 = 0.5\rho + P_0 \\ 106 \times 10^3 = 0.2\rho + P_0 \end{cases} \xrightarrow{+} 6 \times 10^3 = 0.3\rho$$

$$\Rightarrow \rho = 4000 \Rightarrow P_0 = 98000 \text{ Pa} = 98 \text{ kPa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

مطابق شکل زیر نقطه A در سطح جدایی دو مایع و نقطه B را هم‌ارتفاع با نقطه A در نظر می‌گیریم، فشار این نقاط یکسان خواهد بود.



$$\begin{cases} P_A = P_B \\ h_A = 30 \text{ cm} \\ h_B = 24 \text{ cm} \\ \rho_1 = 2 \text{ g/cm}^3 \end{cases} \Rightarrow \rho_2 g h_A + P_0 = \rho_1 g h_B + P_0$$

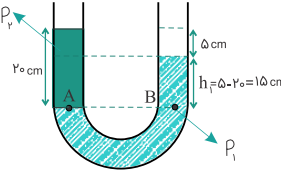
$$\Rightarrow \rho_2 h_A = \rho_1 h_B \Rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1 h_B}{h_A} = \frac{2 \times 24}{30} = 1.6 \text{ g/cm}^3$$

حالا کافی است از تساوی $P_A = P_B$ استفاده کنیم. بنابراین:

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۵

نقطه A در سطح جدایی دو مایع و نقطه B هم‌ارتفاع با A و دارای فشار یکسانی هستند ($P_A = P_B$)

با استفاده از این رابطه نسبت $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ را به دست می‌آوریم:

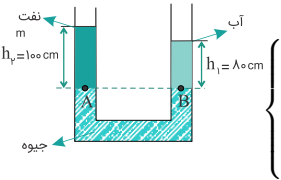


$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ h_2 = 20 \text{ cm} \\ h_1 = 20 - 5 = 15 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \rho_2 gh_2 + P_0 = \rho_1 gh_1 + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 \Rightarrow \rho_2 \times 20 = \rho_1 \times 15 \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{15}{20} = \frac{3}{4}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۱

نقطه A در سطح جدایی آب و جیوه و نقطه B را در سطح جدایی نفت و جیوه در نظر می‌گیریم که در یک ارتفاع هستند و دارای فشار یکسانی هستند ($P_A = P_B$)، بنابراین:



$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ h_2 = 100 \text{ cm} \\ h_1 = 80 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \rho_2 gh_2 + P_0 = \rho_1 gh_1 + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 \Rightarrow \rho_2 \times 100 = 1 \times 80 \Rightarrow \rho_2 = 0.8 \text{ g/cm}^3$$

دقت شود که هر 1 g/cm^3 برابر 1000 kg/m^3 است، بنابراین:

$$\rho_2 = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$$

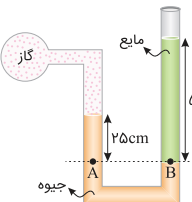
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۲

کافی است تغییرات فشار را از رابطه فشار برای مایعات به دست آوریم. بنابراین:

$$\begin{cases} P = \rho gh \\ P_2 - P_1 = \rho gh_2 - \rho gh_1 \\ \rho = 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow P_2 - P_1 = \rho g(h_2 - h_1) = 1000 \times 10 \times 0.1 = 1000 \Rightarrow P_2 - P_1 = 1000 \text{ Pa} \\ h_2 - h_1 = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m} \\ g = 10 \text{ m/s}^2 \end{cases}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۳

باتوجه به سطح تراز مشخص شده و یکسان بودن فشار در نقاط A و B می‌توان نوشت:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + (\rho g h)_{\text{جویه}} = P_0 + (\rho g h)_{\text{مایع}}$$

$$50 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = -13600 \times 10 \times \frac{25}{100} + \rho_{\text{مایع}} \times 10 \times \frac{50}{100}$$

$$\Rightarrow -25000 = -34000 + \rho_{\text{مایع}} \times 5$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 1800 \text{ kg/m}^3$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

نیروی ظرف به سطح افقی برابر F_N است که برابر با وزن ظرف و آب درون آن است. پس با اضافه شدن W_1 به وزن مایع، مقدار W_1 نیز به نیرویی که ظرف به سطح زیرین خود وارد می‌کند اضافه می‌شود.

نیروی آب به کف ظرف برابر است با:

$$\Delta F = \Delta P \times A_{\text{کف}} \xrightarrow{\Delta P = \frac{W}{A_{\text{بای}}}} \Delta F = \frac{W_1}{2 \text{ cm}^2} \times (10 \times 10) \Rightarrow \Delta F = 50 W_1$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۲

اختلاف فشار بین دو نقطه درون مایع به واسطهٔ اختلاف ارتفاع ایجاد می‌شود. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow (105 - 101) \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0.2$$

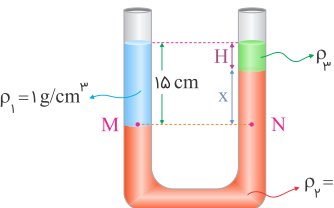
$$\Rightarrow \rho = 2000 \text{ kg/m}^3$$

از طرفی می‌دانیم یکای kg/m^3 و g/L یکسان هستند. پس:

$$\rho = 2000 \text{ g/L}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

اگر ارتفاع مایع اضافه شده H باشد، وضعیت مایع‌ها به شکل زیر می‌شود:



$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g x + \rho_3 g H$$

$$\Rightarrow 15 \times 1 = \frac{1}{3} \times x + \frac{0}{8} \times H$$

$$\xrightarrow{x=15-H} 15 = \frac{1}{3}(15 - H) + \frac{0}{8}H \Rightarrow H = 9 \text{ cm}$$

$$V = AH = 1 \times 9 = 9 \text{ cm}^3$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

نیروی بین مولکول آب و جدارهٔ لوله که همان نیروی دگرچسبی است بیش از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است؛ بنابراین سطح آب در لوله بالاتر و فرورفته است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۳

از رابطه $P = \rho gh + P_0$ داریم:

$$P_1 = \rho \times 10 \times \frac{10}{100} + 1/026 \times 10^5$$

$$P_2 = \rho \times 10 \times \frac{53}{100} + 1/026 \times 10^5$$

فشار در عمق ۵۳ cm، $1/5$ برابر فشار در عمق ۱۰ cm است:

$$P_2 = \frac{3}{2}P_1 \Rightarrow 5/3\rho + 1/026 \times 10^5 = \frac{3}{2}(\rho + 1/026 \times 10^5)$$

$$\Rightarrow 2 \times 5/3\rho - 3\rho = 1/026 \times 10^5$$

$$\Rightarrow \rho = 13500 \text{ kg/m}^3 = 13/5 \text{ g/cm}^3$$

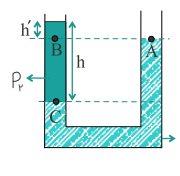
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

علت نادرستی گزینه ۴: در گزینه ۴ شکل آب، درون لوله‌ها درست رسم شده اما شکل مایع در بیرون لوله نادرست رسم شده است.

علت نادرستی گزینه‌های ۱ و ۳: در لوله‌های باریک‌تر خاصیت موئینگی بارزتر است درحالی‌که در این گزینه‌ها عکس این اتفاق رسم شده است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

کافی است معادله فشار برای سه نقطه A، B و C را بنویسیم و باهم مقایسه کنیم؛ ابتدا P_C و P_B را باهم مقایسه می‌کنیم:



$$\left\{ \begin{array}{l} P_C = P_0 + \rho gh \\ P_B = P_0 + \rho gh' \\ h > h' \end{array} \right. \Rightarrow P_C > P_B$$

$P_A = P_0$ است، بنابراین P_A از P_C و P_B کوچک‌تر است ($P_C > P_B > P_A$).

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۲

هنگامی‌که مولکول‌ها بسیار به هم نزدیک می‌شوند یک نیروی رانشی بین آن‌ها ایجاد می‌شود که دلیل تراکم‌ناپذیر بودن مایعات است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۳

اگر مولکول‌ها بیش از یک مقدار معین به یکدیگر نزدیک شوند، نیروی رانشی بین مولکول‌ها ایجاد شده و آن‌ها را از هم می‌راند و اگر آن‌ها بیش از یک مقدار معین از یکدیگر دور شوند نیروی ربایشی بین آن‌ها مانع از دور شدن بیشتر آن‌ها از یکدیگر می‌شود.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۶

گام اول: فشار P_1 را محاسبه می‌کنیم:

$$P_1 = \rho_1 g h + P_o = 1250 \times 10 \times \frac{1}{10} + 13500 \times 10 \times \frac{75}{100} = 102500 \text{ Pa}$$

گام دوم: با اضافه شدن مایع دوم فشار P_2 به کف ظرف وارد می‌شود:

$$P_2 = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + P_o$$

گام سوم: از معادله $P_2 = 1/02 P_1$ داریم:

$$P_2 = P_1 + \frac{2}{100} P_1$$

$$\cancel{\rho_1 g h_1} + \rho_2 g h_2 + \cancel{P_o} = \cancel{\rho_1 g h_1} + \cancel{P_o} + \frac{2}{100} P_1$$

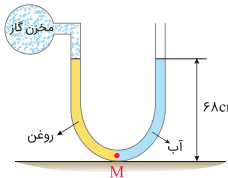
$$800 \times 10 \times h_2 = \frac{2}{100} \times 102500 \Rightarrow h_2 = 25/625 \text{ cm}$$

گام چهارم: حالا حجم مایع را به دست می‌آوریم:

$$V = hA = 25/625 \times 20 = 512/5 \text{ cm}^3$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

گام اول: فشار در مرز مشترک آب و روغن باهم برابر است. باتوجه به برابری فشار در دو طرف لوله، رابطه تساوی فشار را می‌نویسیم.



$$P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{روغن}} g h = P_o + \rho_{\text{آب}} g h$$

$$P_{\text{گاز}} + 800 \times 10 \times \frac{68}{100} = P_o + 1000 \times 10 \times \frac{68}{100}$$

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_o = 200 \times 10 \times \frac{68}{100} = 1360 \text{ Pa}$$

گام دوم: فشار پیمانه‌ای به دست آمده را به پاسکال تبدیل می‌کنیم:

$$P_g = 1360 \text{ Pa} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1360 = 13600 \times 10 \times h_{\text{جیوه}}$$

$$h_{\text{جیوه}} = 0/01 \text{ mHg} = 10 \text{ mmHg}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

با دمیدن در بالای نی قائم، تندی هوا در بالای نی، افزایش می‌یابد. طبق اصل برنولی فشار هوای بالای نی کاهش می‌یابد؛ بنابراین آب درون نی شروع به بالا رفتن می‌کند و سطح آب داخل نی بالا می‌آید.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

گام اول: ابتدا فشار هوا را برحسب پاسکال به دست می‌آوریم.

$$P_o = \rho gh = 13600 \times 10 \times \frac{76}{100} = 103360 \text{ Pa}$$

گام دوم: فشار جیوه و آب را با استفاده از رابطه $P = \frac{mg}{A}$ به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{آب}} = \frac{mg}{A} = \frac{136 \times 10^{-3} \times 10}{5 \times 10^{-4}} = 2720 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{جیوه}} = \frac{mg}{A} = \frac{136 \times 10^{-3} \times 10}{5 \times 10^{-4}} = 2720 \text{ Pa}$$

گام سوم: فشار در ته ظرف برابر با مجموع فشارهای هوا، آب و جیوه است و برابر است با:

$$P_{\text{ته ظرف}} = P_o + P_{\text{آب}} + P_{\text{جیوه}} = 103360 + 2720 + 2720$$

$$\Rightarrow P_{\text{ته ظرف}} = 108800 \text{ Pa}$$

توجه کنید: بدون محاسبات نیز می‌توانستیم پاسخ صحیح را در گزینه‌ها پیدا کنیم. می‌دانیم که فشار هوا تقریباً 100000 Pa است، بنابراین فشار ته ظرف باید از این عدد بیشتر باشد، زیرا به فشار هوا، فشار آب و فشار جیوه نیز اضافه می‌شود. تنها گزینه‌ای که از 100000 Pa بیشتر است، گزینه ۴ است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

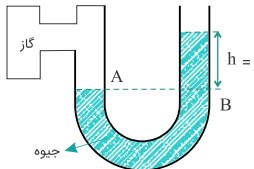
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۱

گام اول

الف) اختلاف فشار درون مخزن با محیط بیرون $P_a \times 10^3$ است $\leftarrow P_{\text{گاز}} - P_o = 5 \times 10^3 \text{ Pa}$
 ب) چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $\leftarrow \rho = ? \text{ g/cm}^3$

گام دوم

باتوجه به اینکه نقطه A در سطح جدایی مایع و گاز قرار دارد و نقطه B هم‌تراز با نقطه A است و مایع در حالت تعادل است، تساوی $P_A = P_B$ صدق می‌کند.



$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_{\text{گاز}}} P_{\text{گاز}} = \rho gh + P_o$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_o = \rho gh \xrightarrow{h = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}} 5 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0.05$$

$$\Rightarrow \rho = 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow \rho = 2 \text{ g/cm}^3$$

فشار در عمق h مایع از رابطه $P = P_o + \rho gh$ به دست می‌آید. لذا

$$P_B = 9/9 \times 10^F + 1000 \times 10 \times 0.6 = 9/9 \times 10^F + 0.6 \times 10^F = 10/5 \times 10^F \text{ Pa}$$

$$P_A = 9/9 \times 10^F + 1000 \times 10 \times 0.1 = 9/9 \times 10^F + 0.1 \times 10^F = 10 \times 10^F \text{ Pa}$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{10/5 \times 10^F}{10 \times 10^F} = \frac{105}{100} = \frac{21}{20}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۹

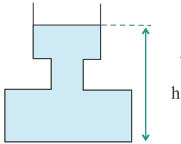
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۴

گام اول

الف) سطح مقطع قسمت‌های مختلف استوانه‌ای شکل آن از بالا به پایین به ترتیب $۰/۰۴\text{ m}^۲$ ، $۰/۰۱\text{ m}^۲$ و $۰/۰۸\text{ m}^۲$ است. $A_۱ = ۰/۰۴\text{ m}^۲$ ، $A_۲ = ۰/۰۱\text{ m}^۲$ ، $A_۳ = ۰/۰۸\text{ m}^۲$ ←
 ب) اگر ۲ لیتر آب بر آب ظرف اضافه کنیم ← $\Delta V = ۲\text{ lit} = ۲ \times ۱۰^{-۳}\text{ m}^۳$
 ج) فشار در کف ظرف چند پاسکال افزایش می‌یابد ← $\Delta P = ?$

گام دوم

ابتدا باید تغییر ارتفاع آب و سپس تغییر فشار ($\Delta P = \rho g \Delta h$) را در کف ظرف محاسبه کنیم. باتوجه به اینکه قسمت فوقانی ظرف دارای سطح مقطعی برابر $A = ۰/۰۴\text{ m}^۲$ است، تغییر ارتفاعی که ۲ لیتر آب ایجاد می‌کند برابر است با:



$$\Delta V = A_1 \times \Delta h \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۰/۰۴ \times \Delta h \Rightarrow \Delta h = ۰/۰۵\text{ m}$$

بنابراین تغییر فشار در کف ظرف برابر است با:

$$\begin{cases} \Delta P = \rho g \Delta h \\ \rho = ۱۰۰۰\text{ kg/m}^۳ \\ g = ۱۰\text{ m/s}^۲ \\ \Delta h = ۰/۰۵\text{ m} \end{cases} \Rightarrow \Delta P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۰۵ = ۵۰۰\text{ Pa}$$

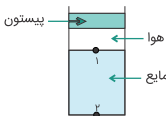
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۰

گام اول

الف) فشار در سطح مایع $P_۱$ و در کف ظرف برابر $P_۲$ است.
 ب) با پایین آوردن پیستون فشار در سطح مایع را دو برابر می‌کنیم ← $P'_۱ = ۲P_۱$

گام دوم

فشار در کف ظرف برابر مجموع فشار مایع و فشار هوای بالای سطح مایع است. با پایین آمدن پیستون فشار هوای بالای مایع دو برابر می‌شود؛ به بیانی دیگر:



$$\left. \begin{aligned} P_۲ &= P_{\text{هوا}} + P_{\text{مایع}} \xrightarrow{\times ۲} ۲P_۲ = ۲P_{\text{هوا}} + ۲P_{\text{مایع}} \\ P'_۲ &= P_{\text{هوا}} + P'_{\text{مایع}} \xrightarrow{P'_{\text{مایع}} = ۲P_{\text{مایع}}} P'_۲ = P_{\text{هوا}} + ۲P_{\text{مایع}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_۲ < P'_۲ < ۲P_۲$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۱

گام اول

الف) فشار وارد بر کف دریاچه‌ای ۱۲۵ سانتی‌متر جیوه است ← $P = ۱۲۵\text{ cmHg}$
 ب) اگر فشار هوا در سطح آب ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد ← $P_۰ = ۷۵\text{ cmHg}$
 ج) عمق آب دریاچه چند متر است؟ ← $h = ?$

گام دوم

باید ابتدا فشار ناشی از آب را در عمق موردنظر محاسبه کنیم و سپس به کمک آن ارتفاع آب را در آن نقطه به دست آوریم:

$$P = P_{\text{آب}} + P_۰ \Rightarrow ۱۲۵ = P_{\text{آب}} + ۷۵ \Rightarrow P_{\text{آب}} = ۵۰\text{ cmHg}$$

حال باید بررسی کنیم که چند سانتی‌متر آب فشاری برابر ۵۰ cmHg ایجاد می‌کند:

$$\begin{cases} P_{\text{آب}} = P'_{\text{جیوه}} \\ h' = ۵۰\text{ cmHg} \\ \rho' = ۱۳/۶\text{ g/cm}^۳ \\ \rho = ۱\text{ g/cm}^۳ \end{cases} \Rightarrow \rho g h_{\text{آب}} = \rho' g h' \Rightarrow h_{\text{آب}} = \frac{۱۳/۶ \times ۵۰}{۱} = ۶۸۰\text{ cm} = ۶/۸\text{ m}$$

گام اول

الف) اگر فشار هوا $۱۰^۵ \text{ Pa}$ باشد $\leftarrow P_o = ۱۰^۵ \text{ Pa}$ ب) فشار در عمق ۲ متری آب یک استخر چند پاسکال است؟ $\leftarrow P = ?$: $h = ۲ \text{ m}$

گام دوم

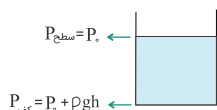
فشار در هر نقطه از مایع باتوجه به رابطه $P = P_o + \rho gh$ به دست می‌آید. بنابراین:

$$\begin{cases} P = P_o + \rho gh \\ g = ۱۰ \text{ m/s}^۲ \\ \rho = ۱ \text{ g/cm}^۳ = ۱۰^۳ \text{ kg/m}^۳ \end{cases} \Rightarrow P = ۱۰^۵ + ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۲ = ۱/۲ \times ۱۰^۵ \text{ Pa}$$

گزینه ۱

۶۱

باتوجه به شکل، اختلاف فشار بین سطح و کف استخر به اندازه فشاری است که آب در کف استخر ایجاد می‌کند:



$$\begin{cases} P_{\text{کف}} = \rho gh + P_o \\ P_{\text{سطح}} = P_o \\ \Delta P = P_{\text{کف}} - P_{\text{سطح}} \end{cases} \Rightarrow \Delta P = P_o + \rho gh - P_o = \rho gh$$

$$\xrightarrow[g=۱۰ \text{ m/s}^۲, H=۴ \text{ m}]{\rho=۱۰^۳ \text{ kg/m}^۳} \Delta P = ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۴ = ۴ \times ۱۰^۴ \text{ Pa}$$

گزینه ۴

۶۲

گام اول

الف) فشاری برابر با ۱۵۰ میلی‌متر جیوه $\leftarrow P = ۱۵۰ \text{ mmHg} = ۰/۱۵ \text{ mHg}$ ب) چه ارتفاعی از آب برحسب متر، فشاری برابر با ۱۵۰ میلی‌متر جیوه دارد؟ $\leftarrow h_{\text{آب}} = ?$

گام دوم

می‌خواهیم ببینیم فشار چند متر آب با فشار $۰/۱۵$ متر جیوه برابر است.

$$\begin{cases} P = \rho gh \\ \rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰ \text{ kg/m}^۳ \\ g = ۱۰ \text{ m/s}^۲ \\ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰ \text{ kg/m}^۳ \\ h_{\text{جیوه}} = ۰/۱۵ \text{ m} \end{cases} \Rightarrow P_{\text{جیوه}} = P_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} \Rightarrow ۱۳۶۰۰ \times ۰/۱۵ = ۱۰۰۰ \times h_{\text{آب}} \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۲/۰۴ \text{ m}$$

گزینه ۴

۶۳

با استفاده از رابطه‌های فشار ($P = \rho gh$ و $P = \frac{F}{A}$) داریم:

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\rho gh_A}{\rho gh_B} = \frac{h_A}{h_B} = ۲$$

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{P_A A_A}{P_B A_B} = ۲ \times \frac{\pi r_A^۲}{\pi r_B^۲} = ۲ \times \frac{r_A^۲}{r_B^۲} = ۸$$

گام اول

الف) $\frac{1}{3}$ حجم مخلوط از مایع A و بقیه آن از مایع B ← مخلوط $V_B = \frac{2}{3}V$, مخلوط $V_A = \frac{1}{3}V$
 ب) ارتفاع مخلوط در ظرف ۷۵ سانتی‌متر ← $h = 75 \text{ cm} = 0.75 \text{ m}$
 ج) فشار وارد از طرف مخلوط بر کف ظرف چند پاسکال است؟ ← $P = ?$

گام دوم

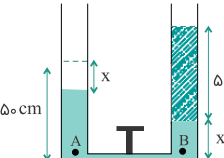
ابتدا چگالی مخلوط را محاسبه کرده و سپس با استفاده از رابطه $P = \rho gh$, فشار وارد بر کف ظرف را به دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$\frac{\rho_A = 1/2 \text{ g/cm}^3}{\rho_B = 0.6 \text{ g/cm}^3} \rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{1/2 \times \frac{1}{3} V_{\text{مخلوط}} + 0.6 \times \frac{2}{3} V_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} = 0.8 \text{ g/cm}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$P = \rho_{\text{مخلوط}} gh = 800 \times 10 \times 0.75 = 6000 \text{ Pa}$$

با فرض اینکه آب به ستون لوله سمت راست می‌رود و لوله زیرین بسیار نازک است:
 باتوجه به شکل و رابطه فشار در این لوله‌ها داریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow (\rho_{\text{آب}} gh)_A = (\rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + \rho_{\text{نفت}} gh_{\text{نفت}})_B$$

$$\Rightarrow 1000 \times (50 - x) = (1000 \times x) + (800 \times 50)$$

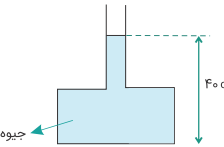
$$\Rightarrow 50 - x = x + 40 \Rightarrow x = 5 \text{ cm}$$

گام اول

الف) اگر بیشینه نیرویی که کف ظرف می‌تواند از طرف جیوه تحمل کند، ۱۳۵ نیوتن باشد ← $F_{\text{max}} = 135 \text{ N}$
 ب) حداکثر چند سانتی‌متر جیوه می‌توان به ارتفاع جیوه در لوله اضافه کرد تا ظرف شکسته نشود؟ ← $h = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه $P = \frac{F}{A}$ حداکثر فشاری که ظرف می‌تواند تحمل کند را به دست می‌آوریم و با کمک آن ارتفاع جیوه را محاسبه می‌کنیم.



$$P = \frac{F}{A} \xrightarrow{A=20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2} P = \frac{135}{20 \times 10^{-4}} = 675 \times 10^2 \text{ Pa}$$

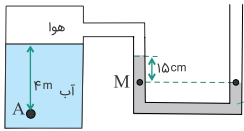
$$\begin{cases} P = \rho gh \\ \rho = 13500 \text{ kg/m}^3 \end{cases} \Rightarrow 675 \times 10^2 = 13500 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.5 \text{ m}$$

پس این ارتفاع جیوه بیشترین فشار را که ظرف می‌تواند تحمل کند ایجاد می‌کند.

باتوجه به اینکه ارتفاع لوله جیوه در ظرف ۴۰ سانتی‌متر بوده حداکثر ارتفاعی که می‌توانیم به ظرف اضافه کنیم برابر است با:

$$\begin{cases} h = h_2 - h_1 \\ h_2 = 50 \text{ cm} \Rightarrow h = 50 - 40 = 10 \text{ cm} \\ h_1 = 40 \text{ cm} \end{cases}$$

ابتدا فشار هوای بالای آب را محاسبه کرده و سپس فشار در عمق ۴ متری آب را به دست می‌آوریم:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_{\text{جیوه}} + P_{\text{هوا}} = P_o \Rightarrow P_{\text{هوا}} = P_o - P_{\text{جیوه}}$$

$$\xrightarrow{P_o = 10^5 \text{ Pa}} P_{\text{هوا}} = 10^5 - \rho_{\text{جیوه}} gh$$

$$\xrightarrow{\frac{\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \text{ kg/m}^3}{h_{\text{جیوه}} = 0.15 \text{ m}}} P_{\text{هوا}} = 10^5 - 13600 \times 10 \times 0.15 = 79600 \text{ Pa}$$

$$P_A = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + P_{\text{هوا}} \xrightarrow{\frac{\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3}{h_{\text{آب}} = 4 \text{ m}}} P_A = 1000 \times 10 \times 4 + 79600 = 119600 \text{ Pa} = 119.6 \text{ kPa}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

نقاط D و C در یک مایع و هم‌تراز هستند؛ بنابراین فشار در این دو نقطه با هم برابر است:

$$P_C = P_D$$

که باتوجه به گزینه‌ها، تنها گزینه‌های "۳" و "۴" باقی می‌مانند.

اکنون به بررسی فشار در نقاط A و B می‌پردازیم:

روش اول:

توجه داریم که هر چند نقاط A و B هم‌تراز هستند ولی از آنجا که در مایع یکسانی نیستند لذا فشار در این نقاط برابر نیست:

$$P_A = P_B$$

بنابراین تنها گزینه "۴" می‌تواند درست باشد.

روش دوم:

باتوجه به شکل زیر داریم:

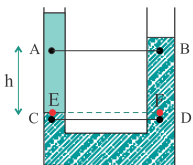
$$P_E = P_F \Rightarrow \rho_A gh + P_A = \rho_B gh + P_B \quad (*)$$

باتوجه به اینکه مایع با چگالی بیشتر، در پایین ظرف قرار می‌گیرد؛ لذا: $\rho_A < \rho_B$

پس برای برقراری تساوی (*) باید رابطه زیر بین فشار در نقاط A و B برقرار باشد:

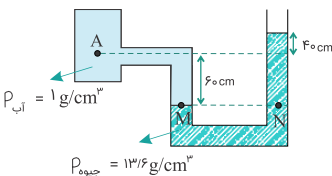
$$P_B < P_A$$

پس گزینه "۴" درست است.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

باتوجه به نقاط هم‌فشار M و N خواهیم داشت:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} + P_{\text{هوا}} \Rightarrow P_A - P_{\text{هوا}} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} - \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow P_A - P_{\text{هوا}} = [13600 \times 10 \times (0.4 + 0.6)] - [1000 \times 10 \times 0.6] = 136000 - 6000 = 130000 \text{ Pa} = 130 \text{ kPa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۴

گام اول

الف) دو استوانهٔ توپر و هم‌وزن $W_A = W_B \leftarrow B$ و A (ب) شعاع قاعدهٔ استوانهٔ B ، دو برابر شعاع قاعدهٔ استوانهٔ A باشد $\leftarrow \frac{R_B}{R_A} = ۲$ (ج) فشار حاصل از استوانهٔ A چندبرابر فشار حاصل از استوانهٔ B است؟ $\leftarrow \frac{P_A}{P_B} = ?$

گام دوم

باتوجه‌به اینکه نیروی وارد از طرف استوانه‌ها به سطح افقی برابر وزن آن‌ها است کافی است نسبت فشار استوانهٔ A به B را باتوجه‌به رابطهٔ $P = \frac{W}{A}$ به دست آوریم؛ بنابراین:

$$\begin{cases} P = \frac{F}{A} \\ F = W \\ A = \pi R^۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{W_A}{A_A} \times \frac{A_B}{W_B} = \frac{A_B}{A_A} = \frac{\pi(R_B)^۲}{\pi(R_A)^۲} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^۲ = \left(\frac{۲R_A}{R_A}\right)^۲ = ۴$$

گزینه ۳

گام اول

الف) یک جو تقریباً برابر با $۱۰^۵ \text{ Pa}$ است $\leftarrow P = ۱۰^۵ \text{ Pa}$ (ب) نیرویی که در سطح زمین از طرف هوا بر هر سانتی‌متر مربع وارد می‌شود، تقریباً چند نیوتن است؟ $\leftarrow F = ?$

گام دوم

کافی است رابطهٔ بین فشار و نیرو را بنویسیم:

$$F = P \times A \xrightarrow{A=۱\text{ cm}^۲=۱۰^{-۴}\text{ m}^۲} F = ۱۰^۵ \times ۱۰^{-۴} = ۱۰ \text{ N}$$

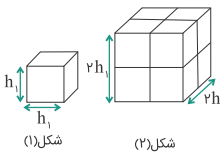
گزینه ۳

گام اول

الف) مکعب شکل (۱) مشابه هریک از مکعب‌های شکل (۲) است $\leftarrow h_۲ = ۲h_۱$ (ب) فشاری که مکعب‌های شکل (۲) بر سطح افق وارد می‌کنند چندبرابر فشار حاصل از مکعب شکل (۱) است؟ $\leftarrow \frac{P_۲}{P_۱} = ?$

گام دوم

ازآنجاکه جسم جامد است می‌توانیم فشار را از رابطهٔ $P = \rho gh$ به دست بیاوریم. اثبات این رابطه:



$$\begin{cases} P = \frac{F}{A} \\ m = \rho V \\ V = Ah \end{cases} \Rightarrow P = \frac{mg}{A} = \frac{\rho V \times g}{A} = \frac{\rho Ah \times g}{A} \Rightarrow P = \rho gh$$

حالا نسبت فشارها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{\rho gh_۲}{\rho gh_۱} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{h_۲}{h_۱} = \frac{۲h_۱}{h_۱} = ۲ \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = ۲$$

گام اول

الف) مکعب چوبی به ضلع $L = ۲۰\text{ cm} = ۰/۲\text{ m} \leftarrow ۲۰\text{ cm}$

ب) شخصی به وزن ۸۰۰ N روی مکعب می‌ایستد $\leftarrow F = ۸۰۰\text{ N}$

ج) فشاری که از طرف شخص بر کف اتاق وارد می‌شود چند کیلوپاسکال است؟ $\leftarrow P = \frac{F}{A} = ?$

گام دوم

ابتدا سطح مکعب را به دست آورده و سپس P را محاسبه می‌کنیم:

$$A = L^۲ = ۰/۲ \times ۰/۲ = ۰/۰۴\text{ m}^۲$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{۸۰۰}{۰/۰۴} = ۲۰۰۰۰\text{ Pa} = ۲۰\text{ kPa}$$

دقت کنید که در صورت سؤال مساحت کف اتاق، قابل‌محاسبه نبود و بنابراین به احتمال زیاد منظور طراح، سطحی از کف اتاق است که در زیر مکعب قرار داشته است؛ بنابراین با این فرض مسئله را حل کردیم.

اتم‌ها در برخی جامدها در شبکه‌ای منظم قرار گرفته‌اند و در اطراف مکان خود حرکت نوسانی انجام می‌دهند. در گازها مولکول‌ها نیروی ناچیزی به هم وارد می‌کنند و تقریباً با آزادی کامل به هر سمتی جابه‌جا می‌شوند. در مایع‌ها، فاصلهٔ مولکول‌ها از هم تقریباً ثابت است، ولی نیروی بین مولکول‌ها کمتر از حالت جامد است و مولکول‌های مایع می‌توانند بر روی هم بلغزند، به همین دلیل مولکول‌ها نمی‌توانند نیروهای تماس بر سطح مایع را تحمل کنند و با کج کردن لیوان، ملاحظه می‌شود که آب به‌راحتی از آن می‌ریزد.

$$P_{۱\text{کل}} = P_{\circ} + P_{۱\text{مایع}} \Rightarrow P_{۱\text{مایع}} = P_{۱\text{کل}} - P_{\circ} = ۱۰۶ - ۱۰۰ = ۶\text{ kPa}$$

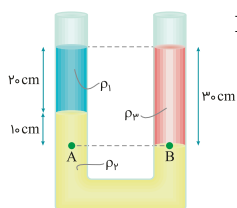
چون مایع تغییر نکرده، جرم آن ثابت و در نتیجه نیرو ثابت می‌ماند.

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{P_{۲\text{مایع}}}{P_{۱\text{مایع}}} = \frac{A_۱}{A_۲} \Rightarrow \frac{P_{۲\text{مایع}}}{۶} = \frac{\pi(۱۰)^۲}{\pi(۳۰)^۲} = \frac{۱}{۳}$$

$$\Rightarrow P_{۲\text{مایع}} = ۲\text{ kPa}$$

$$P_{۲\text{کل}} = P_{\circ} + P_{۲\text{مایع}} \Rightarrow P_{۲\text{کل}} = ۱۰۰ + ۲ = ۱۰۲\text{ kPa}$$

برای حل این مسئله، از اصل هم‌ترازی نقاط هم‌فشار استفاده می‌کنیم.



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۲gh_۲ + \rho_۱gh_۱ + P_{\circ} = \rho_۳gh_۳ + P_{\circ} \Rightarrow \rho_۲h_۲ + \rho_۱h_۱ = \rho_۳h_۳$$

$$\Rightarrow (۲\rho_۱)(۱۰) + ۲۰\rho_۱ = ۳۰\rho_۳ \Rightarrow ۴۰\rho_۱ = ۳۰\rho_۳ \Rightarrow \frac{\rho_۳}{\rho_۱} = \frac{۴}{۳}$$

$$P = (P_{\circ} + \rho gh) - \frac{mg}{A} \Rightarrow P = (P_{\circ} + \rho gh) - \frac{\rho V g}{A}$$

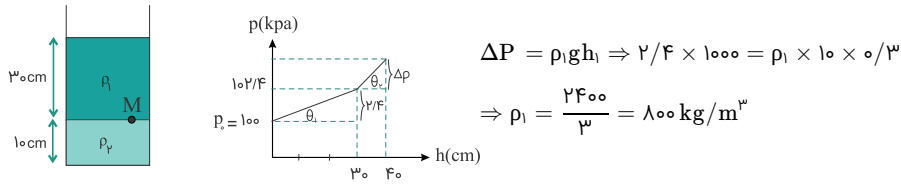
$$\Rightarrow P = (P_{\circ} + \rho gh) - \rho gh = P_{\circ}$$

باتوجه به نمودار و با استفاده از تعریف $\tan \theta$ داریم:

$$\begin{cases} \tan \theta_1 = \frac{\gamma/\varphi}{\gamma_o} \\ \tan \theta_\gamma = \frac{\Delta P}{\gamma_o} \end{cases} \quad (*)$$

اختلاف فشار بین بالاترین و پایین‌ترین نقاط مایع (۲) : $\Delta P = 13/6 \text{ kPa}$: $\tan \theta_\gamma = 17 \tan \theta_1 \xrightarrow{(*)} \frac{\Delta P}{\gamma_o} = \frac{17 \times \gamma/\varphi}{\gamma_o} \Rightarrow \Delta P = 13/6 \text{ kPa}$

از سطح مایع تا نقطه M فشار مایع به صورت زیر است:



$$\begin{aligned} \Delta P &= \rho_1 g h_1 \Rightarrow \gamma/\varphi \times 1000 = \rho_1 \times 10 \times 10/3 \\ \Rightarrow \rho_1 &= \frac{\gamma\varphi_{00}}{\gamma} = 800 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

از نقطه M تا پایین لوله، فشار مایع به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \Delta P &= \rho_\gamma g h_\gamma \Rightarrow 13/6 \times 1000 \\ &= \rho_\gamma \times 10 \times 10/1 \Rightarrow \rho_\gamma = 13600 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

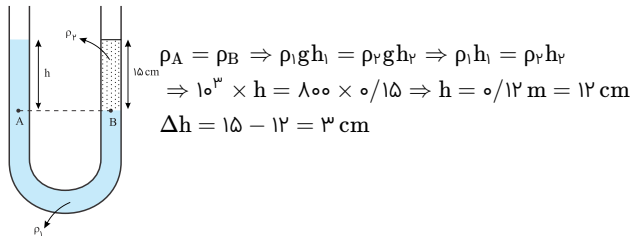
باتوجه به اینکه نیروی چسبندگی سطحی (دگر چسبی) بیشتر از نیروی چسبندگی (هم‌چسبی) است، سطح مایع درون لوله بالاتر از سطح مایع درون ظرف قرار می‌گیرد و سطح مایع در لوله به صورت فرورفته درمی‌آید.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۴

$$P_1 = P_\gamma \Rightarrow 108/8 = (\rho \times 10 \times 10/34) + 102 \Rightarrow \rho = 2 \text{ g/cm}^3$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

با باز کردن شیر رابط، سطح آزاد دو مایع جابه‌جا می‌شوند تا به حالت تعادل برسند یعنی شکل زیر:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۳

ابتدا چگالی مخلوط را محاسبه می‌کنیم:

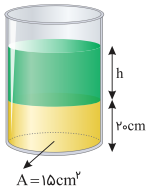
$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m_1 + m_\gamma}{V_1 + V_\gamma} \Rightarrow \rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_\gamma V_\gamma}{V_{00} + V_{00}} \\ &= \frac{F_{00} + 720}{1000} = \frac{1120}{1000} = 1/12 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

حال فشار پیمانه‌ای ناشی از مایع را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} P_g &= P - P_o = \rho g h = 1/12 \times 10^3 \times 10 \times 10/5 \\ &= 5600 \text{ Pa} = 5/6 \text{ kPa} \end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۳

ابتدا فشار مایع (۱) را بر حسب سانتی‌متر جیوه محاسبه می‌کنیم:



$$\begin{aligned} \rho_1 h_{\text{مایع}} g &= \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} g \\ \Rightarrow 2 \times 20 &= 13/6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2/94 \text{ cm} \\ \rho_1 h_{\text{مایع}} &= 2/94 \text{ cm Hg} \Rightarrow \rho_{\text{ته ظرف}} = 2/94 + 75 = 77/94 \end{aligned}$$

طبق صورت سوال فشار ۱۰٪ افزایش می‌یابد، یعنی:

$$\Delta P = \frac{10}{100} \times P_1 = \frac{10}{100} \times 77/94 = 7/79 \simeq 7/8 \text{ cm Hg}$$

اختلاف فشار ناشی از اضافه شدن مایع دوم است پس برای حالت دوم که مایع دوم به ظرف اضافه شده داریم:

$$\begin{aligned} (\rho g h)_{\text{جیوه}} &= (\rho g h)_{\text{مایع دوم}} \\ \Rightarrow 7/8 \times 13/6 &= 1/56 \times h \Rightarrow h = 100 \text{ cm} \\ \Rightarrow V &= Ah = 15 \times 100 \Rightarrow 1501 \text{ cm}^3 \simeq 1/5 \text{ L} \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲

برای فشار نقاط هم تراز A و B داریم:

$$\begin{aligned} P_A &= P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_r g h_r + \rho_w g h_w \\ &\Rightarrow \cancel{P_0} + \rho_1 g (20) = \cancel{P_0} + \rho_r g (\Delta) + \rho_w g (20) \\ &\Rightarrow \rho_1 (20) = \rho_r (\Delta) + \rho_w (20) \xrightarrow{\rho_r = \frac{\rho_1}{2}} 20 \rho_1 = \Delta \rho_r + 20 \left(\frac{\rho_1}{2} \right) \\ &\Rightarrow 10 \rho_1 = \Delta \rho_r \Rightarrow \frac{\rho_r}{\rho_1} = 2 \end{aligned}$$

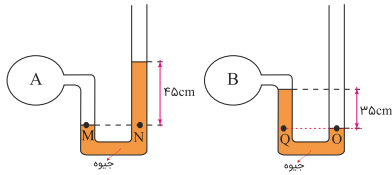
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۲

از روابط فشار کمک می‌گیریم:

$$\begin{aligned} \begin{cases} P = \frac{F}{A} \\ P = \rho g h + P_0 \end{cases} &\Rightarrow \frac{F}{A} = \rho g h + P_0 \Rightarrow \frac{73200}{1200 \times 10^{-4}} = 1020 \times 10 \times h + 10^5 \\ \Rightarrow h &= \frac{10^4 (61 - 10)}{10200} = 5/5 \times 10^2 = 50 \text{ m} \end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۲

نقاطی که در یک تراز افقی از جیوه هستند فشار یکسانی دارند. بنابراین:



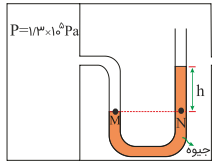
$$P_M = P_N \Rightarrow P_A = P_o + P_{\text{ستون جیوه}}$$

$$P_Q = P_O \Rightarrow P_o = P_B + P_{\text{ستون جیوه}}$$

$$\left. \begin{aligned} \Rightarrow P_A &= 75 + 45 = 120 \text{ cmHg} \\ \Rightarrow P_B &= 75 - 35 = 40 \text{ cmHg} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{120}{40} = 3$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

اگر لولهٔ A شکل وسط را در نظر بگیریم، به شاخهٔ چپ لوله فشار $P = 1/3 \times 10^5 \text{ Pa}$ وارد می‌شود و به شاخهٔ راست لوله، فشار جیوه به ارتفاع h و فشار آب به ارتفاع 28 cm و فشار هوا وارد می‌شوند:

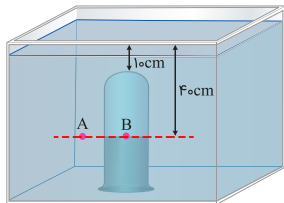


$$\left. \begin{aligned} P_M = P_N = P &\Rightarrow P_N = (\rho g h)_{\text{جیوه}} + P_{\text{وسط}} \\ P_Q = P_O = P_{\text{وسط}} &\Rightarrow P_Q = (\rho g h)_{\text{آب}} + P_o \end{aligned} \right\} \Rightarrow P = \underbrace{\rho g h}_{\text{جیوه}} + \underbrace{\rho g h}_{\text{آب}} + P_o$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow 1/3 \times 10^5 &= 13600 \times 10 \times h + 1000 \times 10 \times \frac{28}{100} + 10^5 \\ \Rightarrow h &= 0/2 \text{ m} = 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

فشار در نقاط A و B باهم برابر است. در این صورت می‌توان نوشت:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho g h + P_o = P_{\text{گاز}}$$

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_o = \rho g h$$

$$\Rightarrow P_g = 1700 \times 10 \times 0/4 = 6800 \text{ Pa}$$

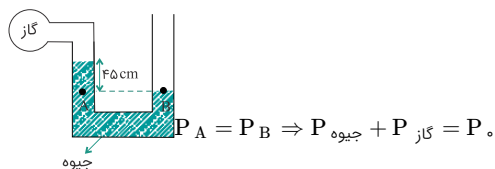
با استفاده از مفهوم فشار پیمانه‌ای داریم:

برای تبدیل فشار پیمانه‌ای برحسب 1360 cmHg به $P(\text{Pa})$ داریم:

$$P_g = \frac{6800}{1360} = 5 \text{ cmHg}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۱

باتوجه به نقاط هم فشار A و B در شکل، داریم:



کافی است فشار جیوه در نقطه A را محاسبه کنیم:

$$\begin{cases} P_{\text{جیوه}} = \rho gh \\ h = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m} \Rightarrow P_{\text{جیوه}} = 13600 \times 0.45 \times 10 = 61200 \text{ Pa} \\ \rho = 13600 \text{ kg/m}^3 \end{cases}$$

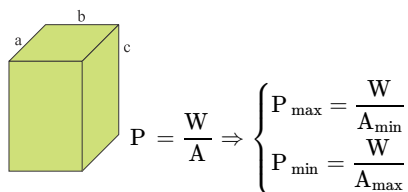
$$P_{\text{جیوه}} + P_{\text{گاز}} = P_o \xrightarrow{P_o = 10^5 \text{ Pa}} 61200 + P_{\text{گاز}} = 100000 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 38800 \text{ Pa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵

در یک نقطه معین از یک مایع ساکن، فشار ثابت و یکسان است و به چگونگی قرار گرفتن دهانه فشارسنج بستگی ندارد.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۲

فشاری که این جسم به سطح افقی وارد می‌کند ناشی از نیروی وزن آن است.

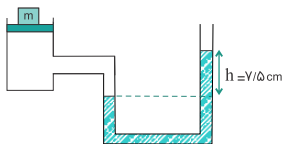


$$\Rightarrow \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}} = \frac{A_{\text{max}}}{A_{\text{min}}} = \frac{2 \times 3}{1 \times 2} = 3$$

راهحل تستی:

$$\frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}} = \frac{\rho g L_{\text{max}}}{\rho g L_{\text{min}}} = \frac{L_{\text{max}}}{L_{\text{min}}} = \frac{3}{1} = 3$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷



$$\begin{cases} P_m = \frac{F}{A} \\ F = mg \end{cases} \Rightarrow P_m = \frac{mg}{A}$$

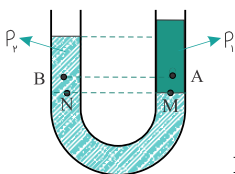
اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه ناشی از فشار ایجادشده توسط وزنه (P_m) است؛ بنابراین: $P_m = \rho gh$ که در آن P_m برابر است با:

حال می‌توانیم جرم وزنه را حساب کنیم:

$$\begin{cases} P_m = \rho gh \\ P_m = \frac{mg}{A} \\ A = 50 \text{ cm}^2 = 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ h = V/\Delta \times 10^{-2} \text{ m} \end{cases} \Rightarrow \frac{mg}{A} = \rho gh \Rightarrow m = \rho h A = 13/6 \times 10^3 \times V/\Delta \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-4} \Rightarrow m = 5/1 \text{ kg}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۹

هرچه چگالی مایعی بیشتر باشد در سطح پایین‌تری نسبت به مایعی که چگالی کمتری دارد، قرار می‌گیرد ($\rho_2 > \rho_1$). گزینه ۳ و ۴ غلط است.

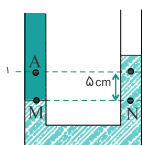


$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_1 gh = P_B + \rho_2 gh \xrightarrow{\rho_2 > \rho_1} P_B < P_A$$

از طرفی باتوجه به نقاط هم‌فشار M و N داریم:

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۵

باتوجه به اینکه فشار در نقاط M و N باهم برابر است، داریم:
(دقت شود مایعی که چگالی بیشتری دارد در زیر قرار می‌گیرد)



$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_1 gh = P_B + \rho_2 gh$$

$$\frac{\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3}{\rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3} \rightarrow P_A + 1000 \times 10 \times 0/50 = P_B + 1000 \times 10 \times 0/50 \Rightarrow P_A = P_B + 100$$

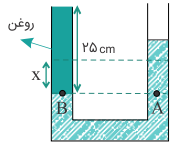
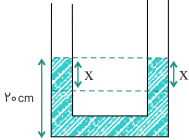
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۴

گام اول

الف) درون یکی از شاخه‌ها به آرامی روغن می‌ریزیم تا طول ستون روغن به ۲۵ cm برسد $\leftarrow h_B = ۲۵\text{ cm}$
 ب) در حالت تعادل، ارتفاع آب در شاخهٔ مقابل چند سانتی‌متر خواهد شد؟ $\leftarrow h_{\text{آب}} = ?$

گام دوم

برای درک بهتر مسئله شکل آن را رسم می‌کنیم.



نقطهٔ B در سطح جدایی دو مایع و نقطهٔ A را هم‌ارتفاع با B در نظر می‌گیریم که دارای فشار یکسانی هستند، با استفاده از رابطهٔ $P_A = P_B$ می‌توانیم ارتفاع آب را به دست بیاوریم. باتوجه‌به اینکه قطر لوله در همه‌جا یکسان است، اگر مقدار x از سطح روغن در یک سمت پایین برود در طرف دیگر لوله به‌اندازهٔ x بالا می‌رود و اختلاف ارتفاع مایع موجود در دو طرف لولهٔ U شکل $۲x$ می‌شود.

$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ P_A = P_B \end{cases} \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \rho_A \times h_A = \rho_B \times h_B \Rightarrow ۱ \times ۲x = ۰/۶ \times ۲۵ \Rightarrow ۲x = ۱۵ \Rightarrow x = ۷/۵\text{ cm}$$

بنابراین $۷/۵\text{ cm}$ به ارتفاع قبلی آب اضافه می‌شود:

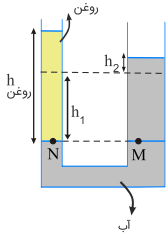
$$۲۰ + ۷/۵ = ۲۷/۵\text{ cm}$$

حجم آب جابه‌جاشده در دو سمت لوله باید با هم برابر باشد یعنی:

$$V_{\text{حجم آب پایین آمده در شاخهٔ چپ}} = V_{\text{حجم آب بالا رفته در شاخهٔ راست}} \Rightarrow A_1 h_1 = A_2 h_2$$

$$\Rightarrow 2 \times h_1 = 5 \times 4 \Rightarrow h_1 = 10 \text{ cm}$$

ارتفاع آب کاهش یافته در شاخهٔ چپ :



$$P_N = P_M \Rightarrow P_o + \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} = P_o + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow 0.8 h_{\text{روغن}} = 1 \times 4 \Rightarrow h_{\text{روغن}} = \frac{4}{0.8} = \frac{40}{8} = 5 \text{ cm}$$

اکنون باتوجه به شکل و نقاط هم‌فشار M و N داریم:

حال حجم و درنهایت جرم روغن را محاسبه می‌کنیم:

$$A_{\text{سمت چپ}} h_{\text{روغن}} = 2 \times 5 / 5 = 2 \text{ cm}^3$$

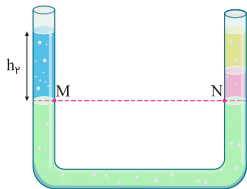
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 0.8 = \frac{m}{2} \Rightarrow m = 1.6 \text{ g}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

ابتدا ارتفاع h_2 را حساب می‌کنیم:

$$h_2 = \frac{V_2}{A} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

فشار در نقاط M و N یکسان است. در این صورت داریم:



$$h_1 \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 + \rho_3 h_3$$

$$\Rightarrow 0.8 \times 10 = 1 \times h_1 + 0.75 h_3$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 8 = h_1 + 0.75 h_3 \\ 10 = h_1 + h_3 \end{cases} \rightarrow 2 = 0.25 h_3$$

$$\Rightarrow h_3 = 8 \text{ cm}$$

در این صورت حجم مایع ρ_3 برابر است با:

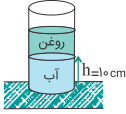
$$V_3 = A h_3 = 2 \times 8 = 16 \text{ cm}^3$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

فشار ناشی از آب در کف استوانه را محاسبه کرده؛ سپس فشار روغن را می‌یابیم.

$$P_{\text{آب}} = \rho_{\text{آب}} g h \xrightarrow[h=0.1\text{ m}]{\rho_{\text{آب}}=1000\text{ kg/m}^3} P_{\text{آب}} = 1000 \times 10 \times 0.1 = 1000\text{ Pa}$$

$$\text{فشار ناشی از دو مایع در کف استوانه} = P_{\text{آب}} + P_{\text{روغن}} = 2000 = P_{\text{آب}} + P_{\text{روغن}} \Rightarrow 2000 = 1000 + P_{\text{روغن}} \Rightarrow P_{\text{روغن}} = 1000\text{ Pa}$$



در نهایت با استفاده از رابطه $P_{\text{روغن}} = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$ جرم روغن را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} P_{\text{روغن}} = \frac{m_{\text{روغن}} g}{A} \\ A = 20\text{ cm}^2 = 2 \times 10^{-3}\text{ m}^2 \end{cases} \Rightarrow 1000 = \frac{m_{\text{روغن}} \times 10}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow m_{\text{روغن}} = 0.2\text{ kg} = 200\text{ g}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۹

گام اول

الف) اگر فشار هوا $P_0 = 75\text{ cmHg}$ سانتی‌متر جیوه باشد ←
 ب) فشار در عمق چند متری آب به 100 cmHg سانتی‌متر جیوه می‌رسد؟ ← $h = ?$, $P_h = 100\text{ cmHg}$

گام دوم

ابتدا فشار ناشی از آب را در عمق مورد نظر محاسبه می‌کنیم و سپس به کمک آن ارتفاع آب در آن نقطه را محاسبه می‌کنیم:

$$P_h = P_{\text{آب}} + P_0 \Rightarrow 100 = P_{\text{آب}} + 75 \Rightarrow P_{\text{آب}} = 25\text{ cmHg}$$

این فشار برحسب ارتفاع ستون جیوه بیان شده است.

حال محاسبه می‌کنیم که چند سانتیمتر آب فشاری برابر 25 cmHg به وجود می‌آورد:

$$\begin{cases} \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} \\ h_{\text{جیوه}} = 25\text{ cm} \\ \rho_{\text{جیوه}} = 13.6\text{ g/cm}^3 \\ \rho_{\text{آب}} = 1\text{ g/cm}^3 \end{cases} \Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \Rightarrow 13.6 \times 25 = 1 \times h_{\text{آب}} \Rightarrow h_{\text{آب}} = 340\text{ cm} = 3.4\text{ m}$$

گام اول

الف) یک لولهٔ استوانه‌ای قائم تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از جیوه پر شده است $h = 10 \text{ cm} \leftarrow$
 ب) اگر قطر داخلی لوله ۲ cm باشد $d = 2r = 2 \text{ cm} \Rightarrow r = 1 \text{ cm} \leftarrow$
 ج) نیرویی که از طرف جیوه بر انتهای لوله وارد می‌شود تقریباً چند نیوتن است؟ $F = ? \leftarrow$

گام دوم

با استفاده از رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$ نیرویی که از طرف جیوه بر انتهای لوله وارد می‌شود را محاسبه می‌کنیم.
 مساحت کف استوانه:

$$A = \pi r^2 \xrightarrow{\pi=3} A = 3 \times (0.01)^2 = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (1)$$

فشاری که ۱۰ سانتی‌متر جیوه بر انتهای لوله وارد می‌کند برابر است با:

$$P = \rho gh \xrightarrow{\rho=13.6 \text{ g/cm}^3=13600 \text{ kg/m}^3, g=10 \text{ m/s}^2} P = 13600 \times 10 \times 0.1 = 13600 \text{ Pa} \quad (2)$$

بنابراین:

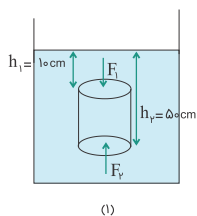
$$\xrightarrow{(1), (2)} F = P A \Rightarrow F = 13600 \times 3 \times 10^{-4} \simeq 4 \text{ N}$$

گام اول

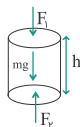
الف) استوانه‌ای توپر که سطح قاعدهٔ آن ۲۰ سانتی‌مترمربع است $A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \leftarrow$
 ب) درون آب به چگالی $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ قرار دارد $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 \leftarrow$
 ج) اختلاف نیروهایی که از طرف آب به قاعده‌های پایین و بالای استوانه وارد می‌شود چند نیوتن است؟ $F_2 - F_1 = ? \leftarrow$

گام دوم

نیروی وارد بر هر سطح‌های ۱ و ۲ در داخل مایع بر آن سطح‌ها عمود است و برآیند نیروهای وارد بر آن‌ها برابر با تفاضل آن‌ها است. بنابراین باتوجه به شکل داریم:



(۱)



(۲)

$$F_2 - F_1 = P_2 A - P_1 A = (P_2 - P_1) A = (\rho g h_2 - \rho g h_1) A$$

$$\Rightarrow F_2 - F_1 = \rho A h g$$

$$\xrightarrow{(h=h_2-h_1=50-10=40 \text{ cm}=0.4 \text{ m})} F_2 - F_1 = 1000 \times 20 \times 10^{-4} \times 0.4 \times 10 \Rightarrow F_2 - F_1 = 8 \text{ N}$$

ابتدا باید دید فشار ۱۳۶ سانتی‌متر آب معادل چه فشاری از ستون جیوه است.

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}}$$

$$13600 h_{Hg} = 1000 \times 136 \Rightarrow h_{Hg} = \frac{136000}{13600} = 10 \text{ cm}$$

فشار ۱۳۶ سانتی‌متر آب معادل فشار ۱۰ سانتی‌متر جیوه است؛ پس:

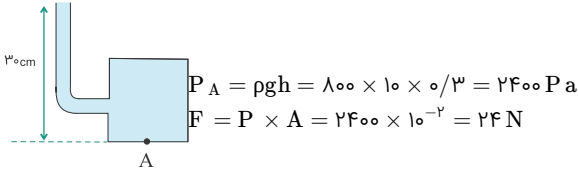
$$P_t = P_o + P_{\text{آب}} = 76 \text{ cmHg} + 10 \text{ cmHg} = 86 \text{ cmHg}$$

گام اول

الف) مساحت کف مخزن 100 cm^2 است $\leftarrow 10^{-2} \text{ m}^2$ $A = 100 \text{ cm}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2$
 ب) اگر داخل لوله و مخزن مایعی به چگالی 800 kg/m^3 باشد $\leftarrow \rho = 800 \text{ kg/m}^3$
 ج) نیرویی که از طرف مایع به کف مخزن وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ $\leftarrow F = ?$

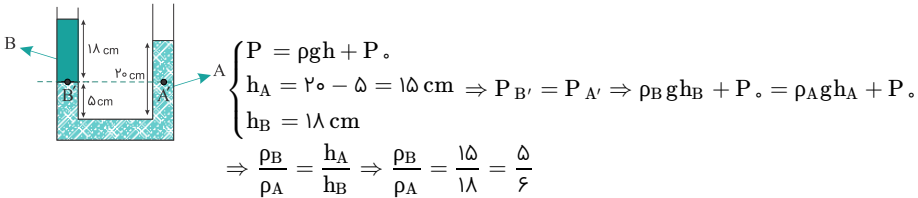
گام دوم

ابتدا فشار در نقطه A و سپس نیروی وارد بر کف ظرف را محاسبه می‌کنیم (برای محاسبه فشار مایعات تنها باید به فاصله عمودی از سطح آزاد مایع توجه کرد):



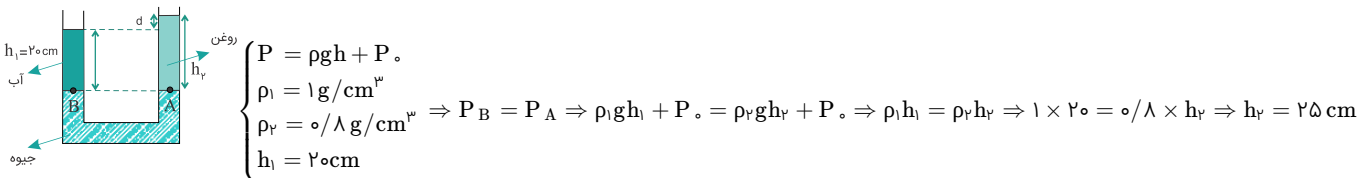
گزینه ۱

مطابق شکل زیر نقطه B' در سطح جدایی دو مایع و نقطه A' را هم‌ارتفاع با B' در نظر می‌گیریم. فشار این نقاط یکسان خواهد بود؛ بنابراین کافی است از تساوی $P_{A'} = P_{B'}$ استفاده کنیم.



گزینه ۴

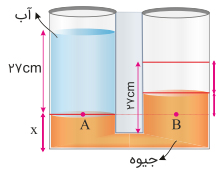
نقطه A در سطح جدایی جیوه و روغن و نقطه B در سطح جدایی آب و جیوه است. باتوجه به یکسان بودن ارتفاع A و B، می‌توانیم فشار آن‌ها را یکسان در نظر بگیریم. بنابراین:



در نتیجه:

$$\begin{cases} d = h_2 - h_1 \\ h_2 = 25 \text{ cm} \Rightarrow d = 25 - 20 = 5 \text{ cm} \\ h_1 = 20 \text{ cm} \end{cases}$$

جیوه در لوله سمت راست به‌اندازه x پایین می‌آید و در لوله سمت چپ هم به‌اندازه x بالا می‌رود. نقاط A و B فشار یکسانی دارند بنابراین:

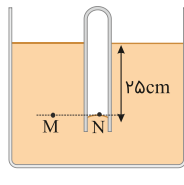


$$P_A = P_B \Rightarrow \underbrace{\rho g h}_{\text{آب}} = \underbrace{\rho' g h'}_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow 1 \times 27 = 13 / 5 (27 - 2x) \Rightarrow x = 12 / 5 \text{ cm}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

فشار نقطه M و N که در عمق یکسان ($h = 25 \text{ cm}$) از مایع قرار دارند با هم برابر است. همچنین فشار گاز درون لوله (P_G) برابر با فشار مایع در نقطه N است. بنابراین:



$$P_G = P_N = P_M \Rightarrow P_G = P_{\text{مایع}} + P_0$$

$$P_G = \rho g h + P_0$$

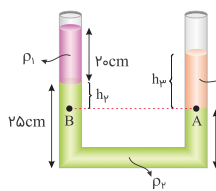
$$P_G = (2 \times 10^3) \times 10 \times \frac{25}{100} + 10^5$$

$$P_G = 5 \times 10^3 + 10^5 = 10^3 (5 + 10^2)$$

$$P_G = 10^5 \times 10^3 \text{ Pa} = 10^8 \text{ Pa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

نقاط A و B در یک مایع و در یک تراز قرار دارند، پس فشار این دو نقطه باهم برابر است. پس:



$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{m_1 g}{A} = \rho_r g h_r + \rho_l g h_l$$

$$\Rightarrow \frac{m_1 \times 10}{2 \times 10^{-4}} = 2400 \times 10 \times \frac{5}{100} + 1000 \times 10 \times \frac{20}{100}$$

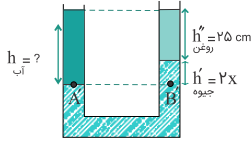
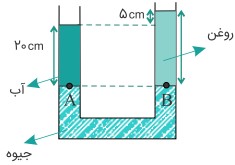
$$\Rightarrow 5 \times 10^4 \times m = 1200 + 1600 \Rightarrow m = \frac{2800}{5 \times 10^4} = 5.6 \times 10^{-2} \text{ kg} = 56 \text{ g}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

آهنگ شارش سیال تراکم ناپذیر ثابت است و با تغییر قطر لوله تغییر نمی‌کند.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

برای درک بهتر سؤال شکل لوله را در هریک از حالت‌های قبل و بعد از اضافه کردن آب رسم می‌کنیم:



نقاط A و B در سطح جدایی دو مایع و هم‌ارتفاع هستند، بنابراین $P_A = P_B$ است، پس:

$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ h_A = 20 \text{ cm} \\ h_B = 20 + 25 = 45 \text{ cm} \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \rho_A gh_A + P_0 = \rho_B gh_B + P_0 \\ \rho_A = 1 \text{ g/cm}^3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \rho_A h_A = \rho_B h_B \Rightarrow 1 \times 20 = \rho_{\text{روغن}} \times 25 \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} = \frac{4}{5} \text{ g/cm}^3$$

اگر جیوه در سمت چپ لوله به‌اندازه x پایین برود، در سمت راست به‌اندازه x بالا می‌رود، اختلاف ارتفاع جیوه موجود در دو طرف لوله U شکل به $2x$ می‌رسد. نقطه A' (شکل ۲) در سطح جدایی آب و جیوه و نقطه B' هم‌ارتفاع با A' ، دارای فشار یکسانی هستند، بنابراین:

$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ h = h' + h'' = 2x + 25 \Rightarrow P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow \rho h = \rho' h' + \rho'' h'' \end{cases}$$

$$\Rightarrow 1 \times (25 + 2x) = 13/6 \times 2x + \frac{4}{5} \times 25 \Rightarrow x \simeq 0/2 \text{ cm}$$

مقدار اضافه‌شده به ارتفاع آب : $h_{\text{آب}} = 25 + 2x = 25 + 2 \times 0/2 = 25/4 \text{ cm} \Rightarrow 25/4 - 20 = 5/4 \text{ cm}$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۹

نیروی چسبندگی سطحی (دگرچسبی) بیش از نیروی چسبندگی (هم‌چسبی) مولکول‌های مایع است بنابراین مایع در سطح ظرف به‌صورت لایه نازکی پخش می‌شود. اما اگر نیروی چسبندگی سطحی کمتر از نیروی چسبندگی مولکول‌های مایع بود به‌صورت گلوله در ظرف B درمی‌آمد.

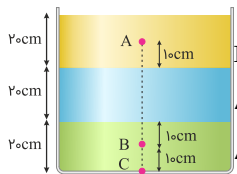
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۶

هر چقدر حجم بیشتری از جسم درون آب قرار گیرد، چگالی آن جسم از بقیه بیشتر است.

$$\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

کافی است از A به سمت B جابه‌جا شده و فشار مایع‌ها را باهم جمع کنیم:



$$P_B - P_A = \rho_3 gh_3 + \rho_2 gh_2 + \rho_1 gh_1$$

$$\Delta P = 0/8 \times 1000 \times 10 \times 0/1 + 1 \times 1000 \times 10 \times 0/2 + 2 \times 1000 \times 10 \times 0/1$$

$$\Delta P = 800 + 2000 + 2000 = 4800 \text{ Pa}$$

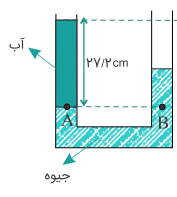
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

سطح جیوه درون لوله پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد.
سطح جیوه برآمدگی دارد.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

طبق معادله پیوستگی تندی با سطح مقطع لوله نسبت وارون دارد: $v_A < v_B$
 هر چه قدر تندی شاره بیشتر شود، فشار آن کمتر خواهد شد: $P_A > P_B$

نقطه A در سطح جدایی دو مایع و نقطه B هم‌ارتفاع با A و دارای فشار یکسانی هستند ($P_A = P_B$)، بنابراین:



$$\begin{cases} P = \rho gh + P_0 \\ h_{\text{آب}} = 27/2 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + P_0 = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 27/2 = 13/6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2 \text{ cm}$$

باتوجه به شکل داریم:

$$\begin{cases} h = 27/2 - h_{\text{جیوه}} \\ h_{\text{جیوه}} = 2 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow h = 27/2 - 2 = 25/2 \text{ cm}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۶

فشاری که از طرف هر مایع بر کف هر ظرف وارد می‌شود از رابطه $P = \rho gh$ محاسبه می‌شود. پس نسبت فشارهای وارد بر کف دو ظرف را داریم:

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\rho_A g h_A}{\rho_B g h_B} = \frac{\rho_A h_A}{\rho_B h_B} \quad (۱)$$

طبق رابطه چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$$

$m_A = m_B \Rightarrow \rho_A V_A = \rho_B V_B$: جرم آب و جیوه درون ظرف‌ها برابر است

$$\xrightarrow[\begin{matrix} \text{مساحت سطح مقطع : } A \\ \text{ارتفاع : } h \end{matrix}]{V = Ah} \rho_A A_A h_A = \rho_B A_B h_B \Rightarrow \frac{\rho_A h_A}{\rho_B h_B} = \frac{A_B}{A_A} \quad (۲)$$

اکنون رابطه (۲) را در رابطه (۱) جایگزین می‌کنیم داریم:

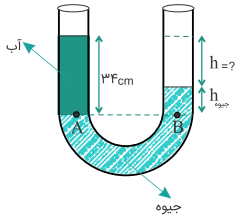
$$\begin{aligned} \frac{P_A}{P_B} &= \frac{\rho_A g h_A}{\rho_B g h_B} = \frac{\rho_A h_A}{\rho_B h_B} = \frac{A_B}{A_A} = \frac{\pi r_B^2}{\pi r_A^2} = \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \\ \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} &= \left(\frac{2r_A}{r_A} \right)^2 = ۴ \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

نیروی بین‌مولکولی یک ماده معین، مانند فنر بین ۲ جسم عمل می‌کند. اگر ۲ جسم به هم نزدیک شوند فنر آنها را از هم دور می‌کند و اگر از هم دور شوند فنر آنها را به سمت هم می‌کشاند.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۰

نقطه A در سطح جدایی دو مایع و نقطه B را هم‌تراز با نقطه A در نظر می‌گیریم که فشار این نقاط باهم یکسان خواهند بود ($P_A = P_B$)، بنابراین:



$$\begin{cases} P = \rho g h' + P_0 \\ \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3 \\ \rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + P_0 = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_0 \\ h_{\text{آب}} = 34 \text{ cm} \end{cases}$$

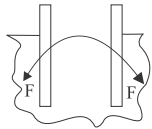
$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 34 = 13/6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2/5 \text{ cm}$$

بنابراین اختلاف ارتفاع جیوه و آب برابر است با:

$$h = 34 \text{ cm} - h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h = 34 - 2/5 = 31/5 \text{ cm}$$

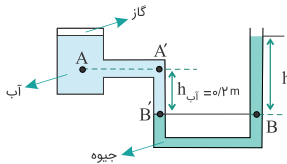
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۱

باتوجه به شکل برآمده مایع درون ظرف باید نیروی چسبندگی (هم‌چسبی) بین مولکول‌های مایع بیشتر از نیروی چسبندگی سطحی (دگرچسبی) بین مولکول‌های مایع و سطح لوله باشد و همچنین چون سطح مایع درون لوله پایین‌تر از سطح آزاد مایع است مایع موردنظر جیوه خواهد بود.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۲

باتوجه به نقاط هم‌فشار در مایع و شکل زیر داریم:



$$\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Pa}, g = 10 \text{ N/kg}$$

$$\begin{cases} P_A = P_{A'} & \text{(I)} \\ P_B = P_{B'} & \text{(II)} \end{cases}$$

حال کافی است فشار در نقاط B و B' را به دست آورده و برابر هم قرار دهیم:

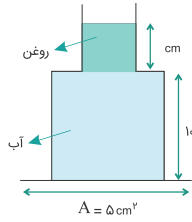
$$\begin{cases} P_{B'} = P_{A'} + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} & \text{(I)} \\ P_B = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_0 & \text{(II)} \end{cases} \xrightarrow{\text{(I) - (II)}} P_A + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_0$$

$$\Rightarrow P_A = 13600 \times 10 \times 0.5/10 + 10^5 - 1000 \times 10 \times 0.2/10$$

$$= 68000 + 10^5 - 2000 = 166000 \text{ Pa} = 166 \text{ kPa}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۴

ابتدا فشار ناشی از مایعات در کف ظرف را محاسبه کرده و سپس طبق رابطه $P = \frac{F}{A}$ نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع‌ها را به دست می‌آوریم:



$$\begin{aligned}\rho_{\text{روغن}} &= 800 \text{ kg/cm}^3 \\ \rho_{\text{آب}} &= 1000 \text{ kg/cm}^3 \\ P &= P_{\text{روغن}} + P_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}} + \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} \\ &= 800 \times 10 \times 0.05 + 1000 \times 10 \times 0.1 = 1400 \text{ Pa}\end{aligned}$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow 1400 = \frac{F}{5 \times 10^{-3}} \Rightarrow F = 7 \text{ N}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۴

در هر دو حالت فشار دو مایع در کف استوانه حاصل از مجموع وزن آن دو است که چون مجموع وزن دو مایع تغییر نکرده، بنابراین فشار آن‌ها بر کف ظرف هم تغییری نمی‌کند.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷