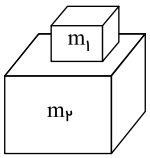
# پاسخ‌نامه تشریحی

**۱** ۱ ۲ ۳ ۴ با اضافه کردن شوینده به آب نیروی دگرچسبی کاهش یافته و با اندک وزنه‌ای کارت به‌طرف بالا پرتاب می‌شود.

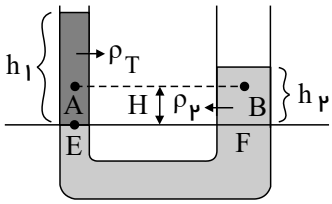
**۲** ۱ ۲ ۳ ۴ می‌دانیم که در اینجا فشار وارد بر سطح افقی، ناشی از وزن مکعب‌ها است، بنابراین داریم:




فشار مکعب بالایی بر مکعب پایینی $P_1 = \frac{F_{1\perp}}{A_1} = \frac{m_1 g}{A_1} = \frac{۲۰}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}} = ۲۰۰۰Pa$

فشار مکعب پایینی بر سطح افقی $P_2 = \frac{F_{2\perp}}{A_2} = \frac{m_1 g + m_2 g}{A_2} = \frac{۲۰ + ۴۰}{۴۰۰ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۵۰۰Pa$

**۳** ۱ ۲ ۳ ۴




*نکته: فشار در نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن برابر است؛ بنابراین چون دو نقطهٔ $C$ و $D$ هم‌تراز و در درون یک مایع ساکن‌اند، پس: $P_C = P_D$

اما دو نقطهٔ $A$ و $B$ هم تراز هستند ولی در داخل دو مایع ساکن قرار دارند. در این حالت فشار دو نقطه در درون مایع‌ها از رابطهٔ $P = \rho gh$ مقایسه می‌شود. با توجه به هم‌فشاری دو نقطهٔ $E$ و $F$ داریم:

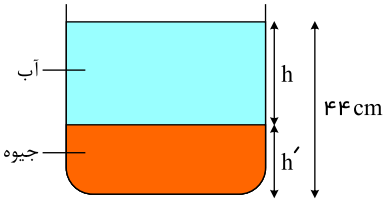
$$\begin{cases} P_E = P_A + \rho_1 gh \\ P_F = P_B + \rho_2 gh \end{cases} \xrightarrow{P_E = P_F} P_A + \rho_1 gh = P_B + \rho_2 gh \Rightarrow P_A = P_B + (\rho_2 - \rho_1)gh \xrightarrow{\rho_2 > \rho_1} P_A > P_B$$

نکته: به‌طور کلی، در مقایسهٔ فشار دو نقطهٔ هم‌تراز در دو مایع مخلوط نشدنی مرتبط در حال تعادل، نقطه‌ای که در مایع چگالتر قرار دارد، دارای فشار کمتری است. یعنی در اینجا، فشار نقطهٔ $B$ که در مایع چگالتر است، کمتر از فشار نقطهٔ $A$ است. $(P_A > P_B)$

* البته با توجه به گزینه‌ها و بدون حل هم می‌توان فهمید که گزینهٔ ۴ درست است. چون حتماً $P_C = P_D$ ، $P_A \neq P_B$ که این شرط فقط در گزینهٔ ۴ برقرار است.

**۴** ۱ ۲ ۳ ۴ در این تیپ از سؤال‌ها که دو یا چند مایع مخلوط ناشدنی در یک ظرف استوانه‌ای قرار گرفته‌اند، باید در ابتدا ارتفاع هر مایع را به‌دست بیاوری. به همین منظور، قبل از هر چیزی، رابطهٔ بین جرم‌ها را نوشته، پس جرم را برحسب چگالی و حجم یعنی $m = \rho V = \rho_A h$ می‌نویسیم تا یک معادله برحسب ارتفاع مایعات به‌دست بیاید. سپس با تشکیل یک دستگاه دو معادلهٔ دو مجهولی، ارتفاع مایعات و پس از آن فشار وارد بر کف ظرف را محاسبه می‌کنیم.

بنابراین داریم:




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

جرم آب $= m = \rho Ah$ و جرم جیوه $= ۴m = \rho' Ah'$

$$\Rightarrow m_{Ag} = ۴M_w \rightarrow \rho' Ah' = ۴\rho Ah \rightarrow ۱۳٫۶h' = ۴h \rightarrow h = ۳٫۴h' \xrightarrow{h + h' = ۳۴cm}$$

$۳٫۴h' + h' = ۴۴ \Rightarrow h' = ۱۰cm$ ارتفاع جیوه $\Rightarrow$ ارتفاع آب $= h = ۳٫۴ \times ۱۰ = ۳۴cm$

کل مایع‌ها $P = \rho gh + \rho' gh' \Rightarrow P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۳۴ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۱$

$$\Rightarrow P = ۳۴۰۰ + ۱۳۶۰۰ = ۱۷۰۰۰Pa = ۱۷kPa$$

**۵** ۱ ۲ ۳ ۴

با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم‌تراز $A$ و $B$، اختلاف فشار مایع و فشار هوای محیط یعنی همان فشار پیمانه‌ای را می‌یابیم.

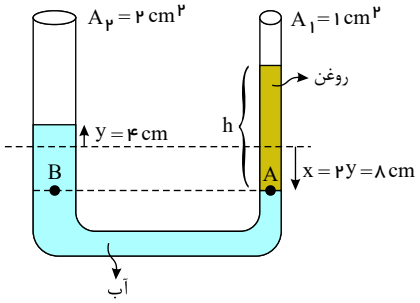
$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{مخزن}} = P_\circ + \rho gh \Rightarrow P_{\text{مخزن}} - P_\circ = \rho gh$$

$$\Rightarrow \Delta P = \rho gh = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۵}{۱۰۰} = ۶۸۰۰Pa$$

**۶** ۱ ۲ **۳** ۴ قدم اول: چون مساحت قاعدهٔ سمت راست $(A_۱ = ۱cm^۲)$ نصف مساحت سطح مقطع لولهٔ سمت چپ است $(A_۲ = ۲cm^۲)$ هنگامی که در لولهٔ سمت راست روغن می‌ریزیم، میزان جابه‌جایی سطح آب در شاخهٔ راست ۲ برابر جابه‌جایی سطح آب در شاخهٔ سمت چپ خواهد بود زیرا:

$$V_۱ = V_۲ \rightarrow A_۱ x = A_۲ y \rightarrow ۱ \times x = ۲ \times y \rightarrow x = ۲y$$

قدم دوم: بیان شده که سطح آب در لولهٔ سمت چپ قرار است $۴cm$ بالا برود. بنابراین سطح آب در لوله سمت راست، ۸ سانتی‌متر نسبت به حالت قبلی خود پایین می‌رود، یعنی شکلی مطابق شکل روبه‌رو، حال با مساوی قرار دادن فشار نقاط $A$ و $B$ داریم:



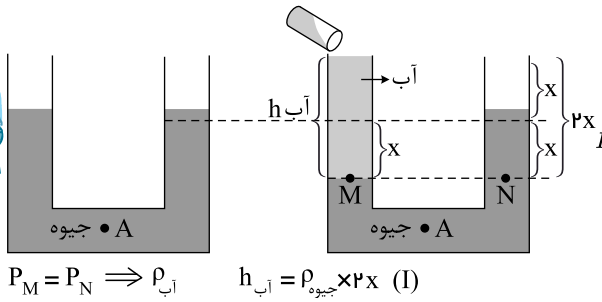

$$P_A = P_B \rightarrow \cancel{P_۰} + \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}} = \cancel{P_۰} + \rho_{\text{آب}} g(y+x) \Rightarrow ۰/۸h = ۱(۱۲cm) \rightarrow h = ۱۵cm$$

قدم سوم: حجم روغن و سپس جرم آن را می‌یابیم:

حجم روغن $V = A_۱ h = ۱cm^۲ \times ۱۵cm \Rightarrow V = ۱۵cm^۳ \rightarrow m = \rho V = ۰/۸g/cm^۳ \times ۱۵cm^۳ \Rightarrow m = ۱۲g$

**۷** **۱** ۲ ۳ ۴

با ریختن آب در یکی از شاخه‌ها، برای محاسبه‌ی افزایش فشار در نقطه‌ی $A$، باید مقدار تغییر ارتفاع جیوه در شاخه‌ی دیگر لوله را به‌دست آوریم. مطابق شکل مقابل، با ریختن آب در سمت چپ لوله، سطح جیوه در آن شاخه کمی پایین رفته و در شاخهٔ مقابل به همان مقدار، بالا می‌آید.




$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} \times ۲x \ (I)$$

$$P_M = P_N \Longrightarrow \rho_{\text{آب}} \qquad h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} \times ۲x \ (I)$$

در ادامه برای یافتن $h_{\text{آب}}$ باتوجه به رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$ و اینکه جرم آب $۶۸g$ است، می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱ = \frac{۶۸}{V} \Rightarrow V = ۶۸cm^۳ \xrightarrow[A=۲cm^۲]{V=Ah} ۲ \times h_{\text{آب}} = ۶۸ \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۳۴cm$$

حال با کمک رابطه‌ی $(I)$ داریم:

$$\xrightarrow{(I)} ۱ \times ۳۴ = ۱۳/۶ \times ۲x \Rightarrow x = ۱/۲۵cm$$

بنابراین ارتفاع جیوه در شاخه‌ی سمت راست لوله‌ی فوق به اندازه‌ی $۱/۲۵cm$ نسبت به وضعیت اولیه افزایش می‌یابد. اما نکته‌ی جالب آن است که باتوجه به اصل پاسکال، فشار در تمامی نواحی (از جمله نقطه‌ی $A$ در پایین لوله) به اندازه‌ی ۱/۲۵ سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد.

**۸** ۱ ۲ ۳ **۴**

روش اول: ابتدا ارتفاع مایع را با استفاده از رابطه‌ی $V = A \cdot h$ به‌دست می‌آوریم.

$$A = \pi \frac{D^۲}{۴} = \pi \times \frac{(۲^۲)}{۴} = \pi(cm^۲) = ۳/۱۴cm^۲$$

$$V = Ah \Rightarrow ۱۵۷ = \pi h \Rightarrow h = \frac{۱۵۷}{۳/۱۴} = ۵۰cm$$

$$P = \rho gh = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵ = ۵۰۰۰Pa$$

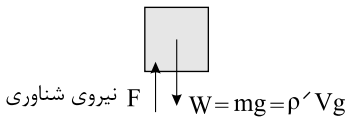
روش دوم: می‌دانیم که در یک ظرف استوانه‌ای، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع، برابر با وزن مایع است، بنابراین برای تعیین فشار وارد بر کف از طرف مایع داریم:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{۱۵۷ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰}{۳/۱۴ \times ۱۰^{-۴}} \rightarrow P = ۵۰۰۰Pa$$

**۹** **۱** ۲ ۳ ۴ با استفاده از معادلهٔ پیوستگی داریم: ($D$ قطر مقطع لوله است)

$$v_A A_A = v_B A_B \xrightarrow{A=\frac{\pi D^۲}{۴}}$$

$$v_A D_A^۲ = v_B D_B^۲ \xrightarrow{D_A = ۲D_B} ۴v_A \cancel{D_B^۲} = v_B \cancel{D_B^۲} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{۱}{۴}$$




$$\rightarrow F = \underbrace{\rho' V g}_{\text{جسم}} \Rightarrow \rho V_x g \Rightarrow \rho V_x = \rho' V \Rightarrow \frac{V_x}{V} = \frac{\overset{\text{جسم}}{\overset{\uparrow}{\rho'}}}{\underset{\text{مایع (که ثابت است)}}{\underset{\downarrow}{\rho}}}$$

**هرچه جسم بیشتر در مایع فرو رفته باشد، نسبت $\frac{V_x}{V}$ ($\frac{\text{حجم فرورفته در مایع}}{\text{کل حجم جسم}}$) آن بیشتر شده؛ درنتیجه $\frac{\rho'}{\rho}$ نیز بیشتر خواهد شد. (چون $\rho$ ثابت است؛ با افزایش کسر $\frac{\rho'}{\rho}$، صورت کسر یعنی چگالی جسم ($\rho'$) بیشتر خواهد بود.) طبق شکل داده شده، از نظر مقدار فرو رفتگی در مایع: $a_2 > a_3 > a_1$ پس: $\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$ (مقدار فرو رفتگی هر جسم نسبت به کل حجم همان جسم در نظر گرفته می‌شود.)**