

گزینه ۲

۱

$$\rho h = \rho' h'$$

$$1 \times 34 = 13/6 h'$$

$$h' = 2/5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{جیوه} \quad P_{\text{آب}} + P_{\text{جیوه}} &= P_{\text{آب}} - P_{\text{گاز}} = P_{\text{گاز}} \\ &= 2/5 \text{ cmHg} + 3 \text{ cmHg} = 5/5 \text{ cmHg} \end{aligned}$$

گزینه ۱

۲

بیشترین فشاری که جسم روی سطح افقی ایجاد می‌کند هنگامی است که کوچک‌ترین سطح آن با سطح افقی در تماس باشد و نیز کمترین فشاری که جسم روی سطح افقی ایجاد می‌کند، هنگامی است که بزرگ‌ترین سطح آن با سطح افقی در تماس باشد، از طرفی وزن جسم در هر دو حالت ثابت است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} \Rightarrow \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{\frac{W}{A_{\min}}}{\frac{W}{A_{\max}}} \Rightarrow \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{A_{\max}}{A_{\min}} = \frac{25 \times 20}{15 \times 20} = \frac{5}{3}$$

گزینه ۱

۳

$$P_A = P_B$$

$$P_A = P_0 + \rho gh$$

$$P_A = P_0 + 1000 \times 10 \times 0.4 = P_0 + 4000$$

فشار هوای محبوس : $P_1 = P_0 + 4000$

فشار هوای بیرون : $P_2 = P_0$

اختلاف فشار بالا و پایین سقف مخزن $\Delta P = 4000 \text{ Pa}$

$$\Delta F = \Delta P \cdot A = 4000 \times 70 \times 10^{-4} = 28 \text{ N}$$

فشار هوای محبوس بیشتر از هوای بیرون است؛ پس نیروی برآیند به سمت بالا است.

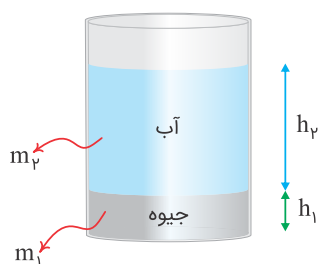
گام اول: اگر A مساحت کف یک پای شخص باشد، هنگامی که هر دو پای شخص روی زمین است، فشار وارده از طرف شخص بر زمین برابر است با:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{mg}{2A_s} \quad (I)$$

گام دوم: هنگامی که شخص یکی از پاهای خود را از روی زمین بلند می‌کند، سطح مقطعی که وزن شخص روی آن قرار می‌گیرد، کاهش یافته و در نتیجه فشار وارده بر زمین افزایش می‌یابد؛ پس:

$$\begin{aligned} P + 20 \text{ kPa} &= \frac{mg}{A} \xrightarrow{(I)} \frac{mg}{2A} + 2 \times 10^4 = \frac{mg}{A} \\ \Rightarrow \frac{mg}{A} - \frac{mg}{2A} &= 2 \times 10^4 \Rightarrow \frac{mg}{2A} = 2 \times 10^4 \Rightarrow \frac{80 \times 10}{2A} = 2 \times 10^4 \\ \Rightarrow A &= \frac{800}{4 \times 10^4} = 200 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 200 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

گام اول: جیوه سنگین‌تر از آب است بنابراین در ته ظرف قرار می‌گیرد (شکل زیر). فشار ناشی از دو مایع در ته ظرف $18/5 \text{ kPa}$ است؛ بنابراین:



$$P = \frac{(m_1 + m_v)g}{A} \Rightarrow m_1 + m_v = \frac{PA}{g}$$

$$= \frac{(18/5 \times 10^3) \times (20 \times 10^{-4})}{10} = 3/7 m_1 + m_v = 3/7 \text{ kg} \quad (\text{I})$$

گام دوم: نسبت جرم جیوه به آب را به دست می‌آوریم:

$$\frac{m_1}{m_v} = \frac{\rho_1 V_1}{\rho_v V_v} = \frac{\rho_1 (Ah_1)}{\rho_v (Ah_v)} = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_v h_v} \xrightarrow{(h_v=5h_1)} \frac{m_1}{m_v} = \frac{\rho_1}{\rho_v} \times \frac{1}{5} = \frac{13/5}{1} \times \frac{1}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_v} = 2/7 \Rightarrow m_1 = 2/7 m_v \quad (\text{II})$$

گام سوم: از دو رابطه (I) و (II) به دست می‌آید:

$$m_1 = 2/7 \text{ kg}, \quad m_v = 1 \text{ kg}$$

درنتیجه فشار ناشی از آب در کف ظرف برابر است با:

$$P_v = \frac{m_v g}{A} = \frac{1 \times 10}{20 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^3 \text{ Pa} = 5 \text{ kPa}$$

با استفاده از معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_1 v_1 = A_v v_v = A_3 v_3$$

$$\frac{A_1}{A_v} = \frac{v_v}{v_1} \xrightarrow{A=\frac{\pi D^2}{4}} \left(\frac{D_1}{D_v}\right)^2 = \frac{v_v}{v_1} \Rightarrow \left(\frac{f}{v}\right)^2 = \frac{v_v}{v_1} \Rightarrow v_v = f v_1$$

$$\frac{A_1}{A_3} = \frac{v_3}{v_1} \Rightarrow \left(\frac{D_1}{D_3}\right)^2 = \frac{v_3}{v_1} \Rightarrow \left(\frac{f}{6}\right)^2 = \frac{v_3}{v_1} \Rightarrow v_3 = \frac{f}{9} v_1$$

فشار مجموع در دو طرف لوله را باهم مساوی قرار می‌دهیم.

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

توجه داشته باشید که فشار پیمانه‌ای گاز برابر است با اختلاف فشار گاز با فشار هوای محیط.

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho_1 g h_1 - \rho_2 g h_2$$

$$= 800 \times 10 \times \frac{40}{100} - 400 \times 10 \times \frac{20}{100} = 2400 \text{ Pa} = 2/4 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{ریه شخص}} + \rho_2 g h_2 = P_0 + \rho_1 g h_1$$

$$\Rightarrow P_{\text{ریه شخص}} - P_0 = \rho_1 g h_1 - \rho_2 g h_2 = 10^3 \times 10 \times 0/4 - 800 \times 10 \times 0/3 = 1600 \text{ Pa}$$

فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهند.

$$P_{\text{گاز}} + \rho g h_{\text{آب}} = P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = -\rho g h = -10^3 \times 10 \times \frac{25}{100} = -2500 \text{ Pa}$$

ترازو وزن مایع + ظرف را نشان می‌دهد، وزن ظرف تقریباً ناچیز است؛ پس:

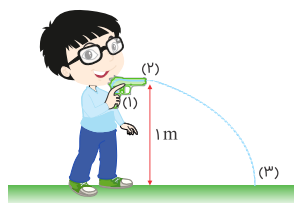
$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{\text{وزن مایع در A}}{\text{وزن مایع در B}} = 2$$

نیروی وارد بر کف ظرف برابر با $\rho g h A_{\text{کف}}$ است؛ پس:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{\rho g h_A A_{\text{کف A}}}{\rho g h_B A_{\text{کف B}}} = \frac{h_A}{h_B} \times \frac{A_{\text{کف A}}}{A_{\text{کف B}}} = \frac{2}{3}$$

مطابق شکل زیر، کمیت‌های وابسته به ماشه تفنگ، محل خروج آب از تفنگ و محل اصابت آب به زمین را به ترتیب با زیروندهای ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهیم:

گام اول: قانون بقای انرژی مکانیکی را برای دو نقطه (۲) و (۳) می‌نویسیم:



$$E_2 = E_3 \Rightarrow K_2 + U_2 = K_3 + U_3 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 = \frac{1}{2}mv_3^2 + 0$$

$$\Rightarrow v_2^2 = v_3^2 - 2gh_2 = (6)^2 - 2 \times 10 \times 1 = 36 - 20 = 16 \Rightarrow v_2 = 4 \text{ cm/s}$$

گام دوم: معادله پیوستگی آهنگ جریان شار را برای دو نقطه (۱) و (۲) می‌نویسیم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4} = 2 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{2}$$

در این گونه مسائل، با انتخاب یک سطح هم‌تراز مناسب و برابر قرار دادن فشار در دو طرف آن به‌سادگی به جواب خواهیم رسید.

نکته: فشار پیمانه‌ای برابر است با اختلاف فشار گاز با فشار جو.

$$P_{\text{سمت چپ}} = P_{\text{سمت راست}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 + P_0$$

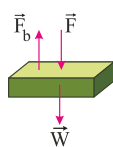
$$\Rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}} - P_0}_{\text{فشار پیمانه‌ای}} = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1 \Rightarrow -8000 = \rho_2 \times 10 \times (0/2) - \rho_1 \times 10 \times (0/2)$$

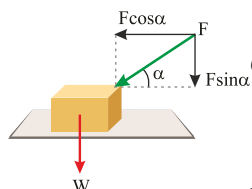
$$\Rightarrow -8000 = 2(\rho_2 - \rho_1) \Rightarrow \rho_2 - \rho_1 = 4000 \text{ kg/m}^3$$

برای ساکن نگه داشتن مکعب، بزرگی نیروی قائم باید برابر باشد با:

$$\vec{F} + \vec{W} + \vec{F}_b = 0 \Rightarrow F = F_b - W$$

نیروی شناوری در هر دو حالت برابر با وزن مایع جابه‌جاشده و برابر با یکدیگر است؛ بنابراین نیروی قائم مورد نیاز در هر دو حالت یکسان است.





می‌دانیم که مؤلفه‌ای از نیرو که بر سطح عمود است می‌تواند فشار ایجاد کند. علاوه بر آن نیروی وزن جسم نیز روی سطح افقی فشار وارد می‌کند؛ بنابراین:

$$P = \frac{W + F \sin \alpha}{A} = \frac{10 \times 10 + 20 \times 0.6}{5 \times 5 \times 10^{-4}} = \frac{112 \times 10^4}{25}$$

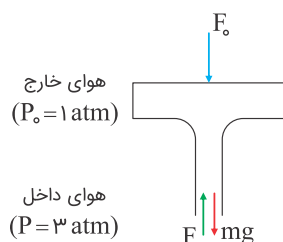
$$P = 44800 \text{ Pa}$$

فاصله بین مولکول‌های جامد و مایع یکسان و در حدود یک آنگستروم است.

هرچقدر دمای مایع بیشتر باشد، هم چسبى آن کمتر است و در نتیجه نیروی جاذبه گرانشی (وزن قطره‌ها) راحت‌تر بر نیروی هم چسبى غلبه می‌کند و قطره‌های کوچک‌تری از قطره‌چکان خارج می‌شود. در نتیجه با توجه به شکل، $T_2 > T_1$ است و با توجه به توضیحات بالا نیروی هم چسبى بین مولکول‌های روغن قطره‌چکان (۱) از نیروی هم چسبى بین مولکول‌های روغن قطره‌چکان (۲) بیشتر است ($F_1 > F_2$).

تمام موارد درست است.

طبق رابطه $P = \frac{F}{A}$ ، نیروی ناشی از گاز از رابطه $F = P A$ به دست می‌آید.



$$F_o = P_o A \frac{P_o = 10^5 \text{ Pa}}{A = 4 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \rightarrow F_o = 10^5 \times 4 \times 10^{-6} = 0.4 \text{ N}$$

$$F = P A \frac{P = 3 \times 10^5 \text{ Pa}}{A = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \rightarrow F = 3 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-6} = 1.2 \text{ N}$$

شرط تعادل وزنه این است که $F_{\text{net}} = 0$ باشد. بنابراین داریم:

$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_o + mg - F = 0 \Rightarrow F_o + mg = F$$

$$\xrightarrow{g = 10 \text{ m/s}^2} 0.4 + m \times 10 = 1.2 \Rightarrow m = 0.08 \text{ kg} = 80 \text{ g}$$

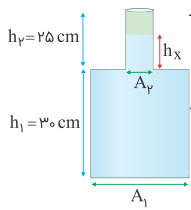
برای اجسام شناور در سطح آب هرچقدر درصد بزرگ‌تری از حجم جسم وارد آب شده باشد چگالی آن بزرگ‌تر است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، بیش از نصف حجم b ، تقریباً نصف حجم a و کمتر از نصف حجم c وارد آب شده است، بنابراین $\rho_c < \rho_a < \rho_b$ می‌باشد.

فشار در هر نقطه از رابطه $P = \rho gh + P_o$ به دست می‌آید. طبعاً h فاصله نقطه تا سطح آزاد مایع است که در مورد نقاط واقع در یک تراز افقی باهم برابرند و ربطی به شکل ظرف ندارد. هر چه h بیشتر باشد فشار نیز بیشتر است پس فشار نقاط C و D که عمیق‌ترند بیشتر است.

در ابتدا حجم آب را به دست می‌آوریم و سپس بررسی می‌کنیم که این مقدار آب چه بخش‌هایی از ظرف را پر می‌کند:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 = \frac{750}{V} \Rightarrow V = 750 \text{ cm}^3$$

باتوجه به شکل زیر داریم:



$$V_1 = A_1 h_1 = 20 \times 30 = 600 \text{ cm}^3$$

در نتیجه حجم قسمت پهن ظرف از حجم کلی آب کمتر است؛ بنابراین آب تمام قسمت پهن ظرف را پر می‌کند و باقی‌مانده آب قسمت باریک ظرف را پر می‌کند:

$$\Delta V = V - V_1 = 750 - 600 = 150 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = A_2 h_x \Rightarrow 150 = 10 h_x \Rightarrow h_x = 15 \text{ cm}$$

و در پایان نیرویی که از طرف آب بر کف ظرف وارد می‌شود را به دست آورده و با وزن آب مقایسه می‌کنیم:

$$F = P A = \rho g h A = \rho g (h_1 + h_x) A_1$$

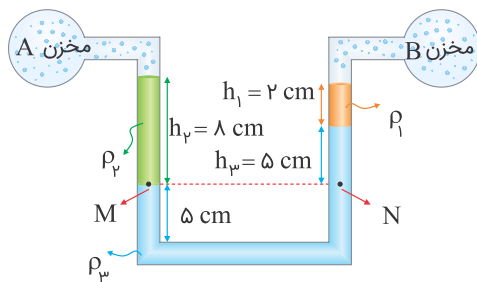
$$= 10^3 \times 10 \times (30 + 15) \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-4} = 9 \text{ N}$$

$$W = mg = \rho V g = 1000 \times (750 \times 10^{-6}) \times 10 = 7/5 \text{ N}$$

$$F - W = 9 - 7/5 = 1/5 \text{ N}$$

در نتیجه نیرویی که آب بر کف ظرف وارد می‌کند $1/5 \text{ N}$ بیشتر از وزن آب درون ظرف است.

طبق قانون هم‌فشاری نقاط هم‌تراز، فشار دو نقطه M و N با هم برابر است و داریم:



$$\rho_1 = 0.8 \text{ g/cm}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_2 = 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_3 = 2 \text{ g/cm}^3 = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_2 g h_2 = P_B + \rho_1 g h_1 + \rho_3 g h_3$$

$$\Rightarrow P_A - P_B = \left[800 \times 10 \times \frac{2}{100} \right] + \left[2000 \times \frac{5}{100} \times 10 \right] - \left[1000 \times 10 \times \frac{1}{100} \right]$$

$$\Rightarrow P_A - P_B = 160 + 1000 - 100 = 1060 \text{ Pa}$$

با ورود جسم به آب، از طرف آب به جسم نیروی شناوری رو به بالا وارد می‌شود. بنابراین مقداری که نیروسنج نشان می‌دهد کاهش پیدا می‌کند.

وقتی آب به جسم نیروی رو به بالا وارد می‌کند، طبق قانون سوم نیوتون، جسم هم به آب نیروی رو به پایین وارد می‌کند. این نیرو باعث می‌شود مقداری که ترازوی عقربه ای نشان می‌دهد افزایش پیدا کند.

ابتدا فشار ناشی از ۲۷۲ cm آب را برحسب سانتی‌متر جیوه محاسبه می‌کنیم:

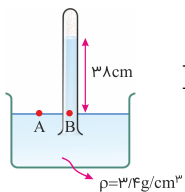
$$P_{\text{جیوه}} = P_{\text{آب}} \Rightarrow (\rho g h)_{\text{جیوه}} = (\rho g h)_{\text{آب}} \Rightarrow (\rho h)_{\text{جیوه}} = (\rho h)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow ۱۳۶۰۰ \times h_{\text{جیوه}} = ۱۰۰۰ \times ۲۷۲ \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۲۰ \text{ cm}$$

فشار کل در عمق ۲۷۲ سانتی‌متری برابر با مجموع فشار ناشی از مایع و فشار هوای محیط است:

$$P_{\text{کل}} = P_{\circ} + P_{\text{مایع}} \xrightarrow{P_{\text{کل}}=۹۵ \text{ cmHg}} ۹۵ = P_{\circ} + ۲۰ \Rightarrow P_{\circ} = ۷۵ \text{ cmHg}$$

باتوجه به اینکه فشار در نقاط هم‌ارتفاع از مایع یکسان، برابر است؛ پس در شکل زیر فشار نقاط A و B یکسان است:



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

فشار مایع را برحسب cmHg به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{مایع}} = \rho g h = ۳۴۰۰ \times ۹/۸ \times \frac{۳۸}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow P_{\text{مایع}} = \left(\frac{۱}{۴} \times ۱۳۶۰۰\right) \times ۹/۸ \times \frac{۳۸}{۱۰۰} = ۱۳۶۰۰ \times ۹/۸ \times \frac{۹/۵}{۱۰۰} = ۹/۵ \text{ cmHg}$$

حال فشار گاز را برحسب cmHg به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{هوا}} = P_{\text{مایع}} + P_{\text{گاز}}$$

$$\Rightarrow ۶۶/۵ \text{ cmHg} = ۹/۵ \text{ cmHg} + P_{\text{گاز}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = ۵۷ \text{ cmHg}$$

به روش تبدیل واحد ذخیره‌ای یا یک تناسب ساده فشار گاز را برحسب پاسکال به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{گاز}} = ۵۷ \text{ cmHg} \times \frac{۱۰^۵ \text{ Pa}}{۷۶ \text{ cmHg}} = ۷/۵ \times ۱۰^۶ \text{ Pa}$$