

## پاسخنامه تشریحی

۱ الف) با دمیدن در بالای نی عمودی، هوای بالای نی با تندی زیادی جریان می‌یابد و فشار آن کاهش می‌یابد. به این ترتیب با کاهش فشار هوا، درست در بالای دهانه نی عمودی، فشار هوا به سطح آب سبب بالا رفتن آب از نی می‌شود و به دلیل اختلاف فشار قابل توجه به‌صورت قطرات ریزی به اطراف پاشیده می‌شود.  
ب) درواقع این فعالیت ساده نشان می‌دهد که اصل برنولی برای تمامی شاردها (شامل گاز و مایع) برقرار است. پس از برقرار شدن جریان آب بین دو قایق، فشار ناشی از آب کاهش می‌یابد و فشار آب دو طرف قایق‌ها، سبب می‌شود که قایق‌ها به‌طرف هم کشیده شوند.

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \quad \frac{v_2}{0.5} = \left(\frac{9.6}{2.4}\right)^2$$

$$\frac{v_2}{0.5} = 16 \quad \frac{v_2}{0.5} = 16 \quad v_2 = 8 \frac{m}{s}$$

$$A_A \times v_A = A_B \times v_B, \quad v_A = \frac{A_B \times v_B}{A_A} = \frac{\pi \times r_B^2 \times v_B}{\pi \times r_A^2} = \frac{12}{4} = 3 \frac{m}{s}$$

۴ اگر  $V = 10 \text{ cm}^3$  آب به داخل ظرف بریزیم، سطح آب به اندازه  $\frac{\Delta V}{A}$  بالا می‌آید:

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{10 \text{ cm}^3}{\Delta \text{cm}^2} = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

گام دوم: افزایش نیروی حاصل از این مقدار آب برابر با تغییرات فشار حاصل از افزایش ارتفاع مایع ضرب در اندازه سطح کف ظرف است:

$$\Delta F = \Delta P A = \rho g \Delta h A = \left(10 \frac{m}{\text{cm}^3}\right) \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (2 \times 10^{-2} \text{ m}) (\Delta \text{cm}^2)$$

$$= \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (2 \times 10^{-2} \text{ m}) (\Delta \times 10^{-4} \text{ m}^2) = 0.2 \text{ N}$$

۵

**الف)**

با توجه به جرم و چگالی داده‌شده، حجم مکعب را به دست آورده و با استفاده از آن، طول ضلع را تعیین می‌کنیم:

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V_{\text{مکعب}} = \frac{21.6 \times 10^{-3} \text{ kg}}{2.7 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 8 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

از طرفی می‌دانیم:

$$\text{حجم مکعب} = (\text{طول ضلع})^3 \Rightarrow V = a^3 \Rightarrow 8 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = a^3 \Rightarrow a = 2 \times 10^{-2} \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

**ب)**

حجم کره ساخته‌شده دقیقاً برابر با حجم مکعب اولیه است.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow 8 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \Rightarrow r^3 = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \Rightarrow r = \sqrt[3]{2} \times 10^{-2} \text{ m} = \sqrt[3]{2} \text{ cm}$$

۶ با توجه به بحث سازگاری یکاها، یکای عبارت  $x$ ،  $at^2$  و  $bt$  باید یکسان باشند.

$$[x] = m$$

$$[at^2] = m \rightarrow [a] \cdot s^2 = m \rightarrow [a] = m/s^2 \rightarrow \text{کمیت } a \text{ معادل شتاب است}$$

$$[bt] = m \rightarrow [b] \cdot s = m \rightarrow [b] = m/s \rightarrow \text{کمیت } b \text{ معادل تندی است}$$

$$[c] = m \rightarrow \text{کمیت } c \text{ معادل طول (مکان) است}$$

۷ یکای سمت چپ  $(x)$  برحسب  $(m)$  است، پس خواهیم داشت:

$$m = [\beta] s^4 \rightarrow \beta = \frac{m}{s^4}$$

$$m = \frac{[\alpha]}{s^2} \rightarrow \alpha = m \cdot s^2$$

۸ چگالی یک ماده، جزء ویژگی‌های فیزیکی آن ماده است و در دمای ثابت، همواره ثابت است. از روی نمودار صورت سؤال مشخص است که  $\rho_A > \rho_B$  می‌باشد. از طرفی با استفاده از تعریف

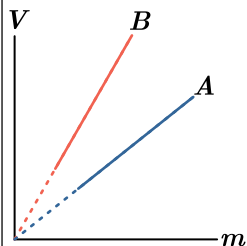
چگالی، نمودار حجم برحسب جرم، خط راستی است که از مبدأ مختصات می‌گذرد و شیب آن برابر با  $\frac{1}{\rho}$  است.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{1}{\rho} m$$

بنابراین داریم:

$$\rho_A > \rho_B \Rightarrow \frac{1}{\rho_A} < \frac{1}{\rho_B}$$

در نتیجه شیب خط نمودار  $V$  بر حسب  $m$  برای ماده  $B$ ، باید بیشتر از ماده  $A$  باشد و نمودار به صورت زیر خواهد بود:



۹

الف) نادرست

ب) درست

پ) نادرست

۱۰

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1075 = \frac{315}{V} \rightarrow V = 290 \text{ cm}^3$$

$$V = V_2 - V_1 \Rightarrow V_1 = 160 - 30 = 130 \text{ cm}^3$$

۱۱

$$40 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times 1 \frac{\text{L}}{1000 \text{ cm}^3} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 2.4 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

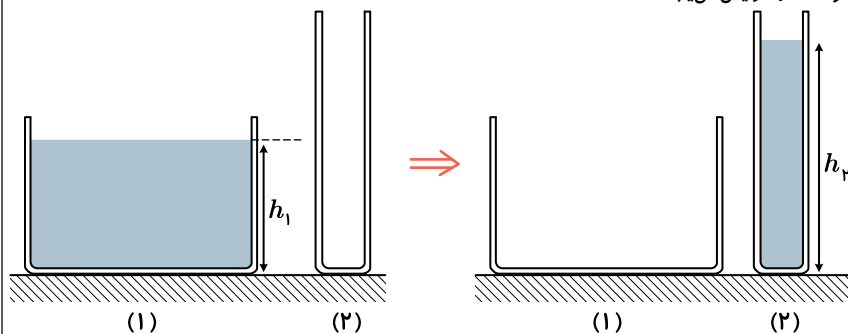
$$\text{آهنگ خروج} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad 2.4 \frac{\text{L}}{\text{min}} = \frac{1800 \text{ L}}{\Delta t} \quad \Delta t = 750 \text{ min}$$

۱۲

$$p_0 + \rho_1 \times g \times h_1 = p_0 + \rho_2 \times g \times h_2, \rho_1 \times h_1 = \rho_2 \times h_2$$

$$4 \times 13.6 = \rho_2 \times 34, \rho_2 = 1.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۱۳ با توجه به اینکه با خالی کردن مایع در ظرف ۲، ارتفاع ستون مایع زیاد می‌شود، فشار افزایش می‌یابد:



$$\left. \begin{array}{l} P_1 = \rho g h_1 \\ P_2 = \rho g h_2 \end{array} \right\} \xrightarrow{h_1 < h_2} P_1 < P_2$$

نیروی وارد بر سطح افقی برابر وزن مایع به اضافه وزن ظرف است.

چون جرم ظرف ۱ و جرم ظرف ۲ یکسان است، مقدار نیروی وارد بر سطح افقی تغییر نمی‌کند.

۱۴ گام اول: ابتدا حجم کل مایع را به دست می‌آوریم:

$$V = V_1 + V_2 = A_1 h_1 + A_2 h_2 = (2 \text{ cm}^2)(2 \text{ cm}) + (20 \text{ cm}^2)(5 \text{ cm}) = 104 \text{ cm}^3$$

گام دوم: حالا با داشتن حجم کل مایع به راحتی می‌توانیم وزن مایع را حساب کنیم:

$$W = mg = \rho V g = 500 \frac{kg}{m^3} \times (10^4 cm^3) \times 10 \frac{m}{s^2}$$

$$= 500 \frac{kg}{m^3} \times (10^4 \times 10^{-6} m^3) \times 10 = 50 N$$

گام سوم: نیروی وارد بر کف ظرف، برابر با فشار وارد بر کف ظرف در مساحت کف ظرف است:

$$F = PA = \rho g h_{کل} A_p = \rho g (h_1 + h_p) A_p$$

$$\Rightarrow F = (500 \frac{kg}{m^3}) (10 \frac{m}{s^2}) (2cm + 5cm) \times (20 cm^2)$$

$$= (500 \frac{kg}{m^3}) (10 \frac{m}{s^2}) (7 \times 10^{-2} m) \times (20 \times 10^{-4} m^2) = 70 N$$

گام چهارم: حالا با به دست آوردن  $F - W$  کار را تمام می‌کنیم:

$$F - W = 70 N - 50 N = 20 N$$

۱۵ با استفاده از رابطه چگالی مخلوط داریم: (جرم هر یک را  $m$  فرض می‌کنیم)

دقت کنید که در اینجا چون رابطه بین جرم‌ها معلوم است و چگالی‌ها داده شده، به جای  $V$  مقدار  $\frac{m}{\rho}$  را قرار می‌دهیم.

$$\rho_{ترکیب} = \frac{m_1 + m_p + m_r}{V_1 + V_p + V_r} = \frac{m_1 + m_p + m_r}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_p}{\rho_p} + \frac{m_r}{\rho_r}} = \frac{3m}{\frac{m}{2} + \frac{m}{4} + \frac{m}{10}}$$

$$\rho_{ترکیب} = \frac{3}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{10}} = \frac{60}{17} \frac{g}{cm^3}$$

۱۶ در اینجا حجم‌ها، قبل از مخلوط کردن معلوم است، می‌توان حجم مخلوط را محاسبه می‌کنیم. اگر حجم مجموعه پس از مخلوط کردن ۱۵ درصد کاهش یافته، حجم مخلوط ۸۵ درصد حجم مجموع قبل از مخلوط کردن است. یعنی داریم:

$$\left. \begin{aligned} V_{مخلوط} &= \frac{85}{100} (V_1 + V_p) = \frac{85}{100} (100 + 300) = 340 cm^3 \\ m_{مخلوط} &= m_1 + m_p = (3.5 \times 100) + (4.5 \times 300) = 1700 g \end{aligned} \right\} \Rightarrow \rho_{مخلوط} = \frac{m}{V} = \frac{1700}{340} = 5 \frac{g}{cm^3}$$

۱۷ ابتدا حجم ماده‌ای که کره از آن ساخته شده است ( $V'$ ) را محاسبه می‌کنیم:

$$V' = \frac{m}{\rho} \xrightarrow[\rho = 2.7 \frac{g}{cm^3} = 2.7 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}]{m = 1.7 kg} V' = \frac{1.7}{2.7 \times 10^3} \Rightarrow V' = 3 \times 10^{-3} m^3 = 3000 cm^3$$

حال حجم ظاهری کره ( $V''$ ) را محاسبه می‌کنیم:

$$V'' = \frac{4}{3} \pi R^3 \xrightarrow[\pi = 3]{R = 10 cm} V'' = \frac{4}{3} \times 3 \times (10)^3 \Rightarrow V'' = 4000 cm^3$$

در ادامه برای تعیین حجم حفره داخل کره، کافی است که  $V'$  را از  $V''$  کم کنیم:

$$V_{حفره} = V'' - V' = 4000 - 3000 \Rightarrow V_{حفره} = 1000 cm^3$$

می‌دانیم که برای پیدا کردن  $\rho$  باید جرم مایع و حجم مایع را داشته باشیم. حجم مایع در اینجا با حجم حفره برابر است (چون ذکر شده که حفره از مایع پر شده است) و برای پیدا کردن جرم مایع کافی است که جرم کره توخالی را از جرم کل کره وقتی از مایع پر شده، کم کنیم. یعنی:

$$m_{مایع} = 1.9 - 1.1 \Rightarrow m_{مایع} = 0.8 kg = 800 g$$

و در آخر داریم:

$$\rho_{مایع} = \frac{m_{مایع}}{V_{مایع}} = \frac{800}{1000} \Rightarrow \rho_{مایع} = 0.8 \frac{g}{cm^3}$$

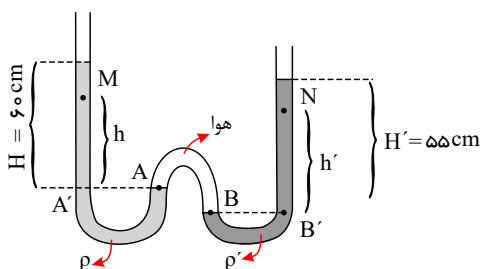
۱۸ برای حل این سوال، به این نکات توجه می‌کنیم:

(۱) فشار در نقاط مختلف هوای محبوس شده با هم برابر است؛ بنابراین:  $P_A = P_B$

(۲) از طرفی می‌دانیم که  $P_A = P_{A'}$  و  $P_B = P_{B'}$  در نتیجه:  $P_{A'} = P_{B'}$

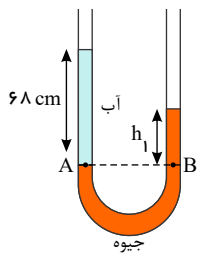
$$\left\{ \begin{aligned} P_0 + \rho' g H' &= P_0 + \rho g H \\ H > H' &\Rightarrow \rho < \rho' \end{aligned} \right.$$

حال فشار در نقاط  $M$  و  $N$  را بر حسب فشار در نقاط  $A'$  و  $B'$  می‌نویسیم:



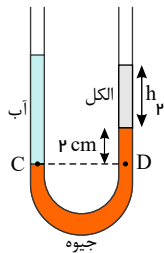
$$\begin{cases} P_{B'} = P_N + \rho' gh' \\ P_{A'} = P_M + \rho gh \end{cases} \rightarrow \begin{cases} P_N = P_{B'} - \rho' gh' \\ P_M = P_{A'} - \rho gh \end{cases} \xrightarrow{P_{A'}=P_{B'}, h=h', \rho < \rho'} P_M > P_N$$

۱۹ حالت اول: هنوز الکل در شاخه دوم نریخته‌ایم. اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه را در این حالت محاسبه می‌کنیم:



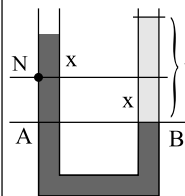
$$\begin{aligned} P_A &= P_B \rightarrow (\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{جیوه}} \\ &\rightarrow 1000 \times 68 \times 10^{-2} = 13600 \times h_1 \\ &\rightarrow h_1 = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

اگر اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه ۳ cm کاهش یابد، برابر ۲ cm می‌شود. بنابراین مطابق شکل برای دو نقطه C و D داریم:



$$\begin{aligned} P_C &= P_D \rightarrow \cancel{P_0} + (\rho gh)_{\text{آب}} = \cancel{P_0} + (\rho gh)_{\text{جیوه}} + (\rho gh)_{\text{الکل}} \\ (\rho h)_{\text{آب}} &= (\rho h)_{\text{جیوه}} + (\rho h)_{\text{الکل}} \\ 1000 \times 68 \times 10^{-2} &= 13600 \times 2 \times 10^{-2} + 800 h_2 \\ h_2 &= \frac{6800 - 2720}{800} \times 10^{-2} = 0.051 \text{ m} = 5.1 \text{ cm} \end{aligned}$$

۲۰ اگر در شاخه سمت راست، آب بریزیم و سطح جیوه در این شاخه به اندازه x پایین بیاید، سطح جیوه در شاخه روبه‌روی آن به اندازه x نسبت به N بالا می‌رود. حال برای دو نقطه هم‌تراز A و B داریم:



$$\begin{aligned} P_A &= P_B \Rightarrow \text{در یک خط هستند.} \\ \rho_1 \cancel{g} (2x) + \cancel{R} &= \rho_2 \cancel{g} h + \cancel{R} \\ &\rightarrow 1360 \times 2x = 1 \times 272 \Rightarrow x = 10 \text{ cm} \end{aligned}$$