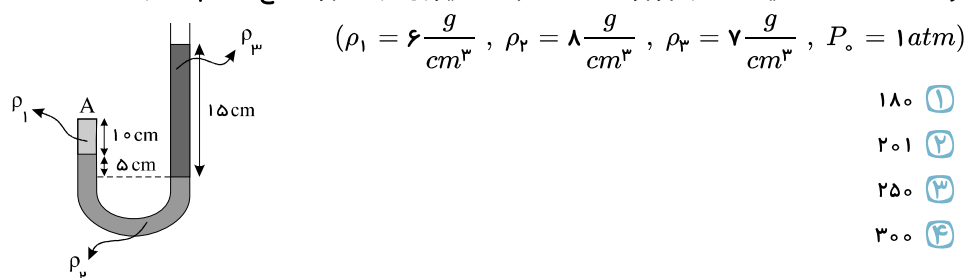


فیزیک

۱ مطابق شکل، سه مایع در یک ظرف U شکل که یک طرف آن بسته است، در تعادل اند. اگر سطح مقطع لوله در همه نقاط یکسان و برابر 20 cm^2 باشد، نیروی وارد بر سطح A چند واحد SI است؟



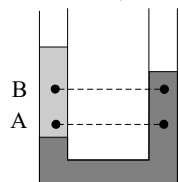
۲ اگر 2 kg آب 60°C را با 3 kg آب 40°C مخلوط کنیم و یک قطعه فلز با ظرفیت گرمایی 2100 ژول بر کلوین و دمای 65°C را هم داخل آب قرار دهیم، دمای نهایی مجموعه 45°C می شود. تا رسیدن مجموعه به تعادل گرمایی، چند کیلو ژول گرما به محیط داده شده است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$)

- ۴۲ ① ۶۳ ② ۱۰۵ ③ ۱۲۶ ④

۳ جواهر فروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به کار برده است، اگر حجم قطعه ساخته شده 5 سانتی متر مکعب و چگالی آن $13.6 \frac{g}{\text{cm}^3}$ باشد، جرم نقره به کار رفته، چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به ترتیب $10 \frac{g}{\text{cm}^3}$ ، $19 \frac{g}{\text{cm}^3}$ فرض شود.)

- ۸ ① ۳۰ ② ۳۴ ③ ۳۸ ④

۴ مطابق شکل، دو مایع مخلوط نشده آب و نفت در یک لوله U شکل در حال تعادل اند. اگر اختلاف فشار بین دو نقطه A و A' را با ΔP_1 و اختلاف فشار بین دو نقطه B و B' را با ΔP_2 نمایش دهیم، کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

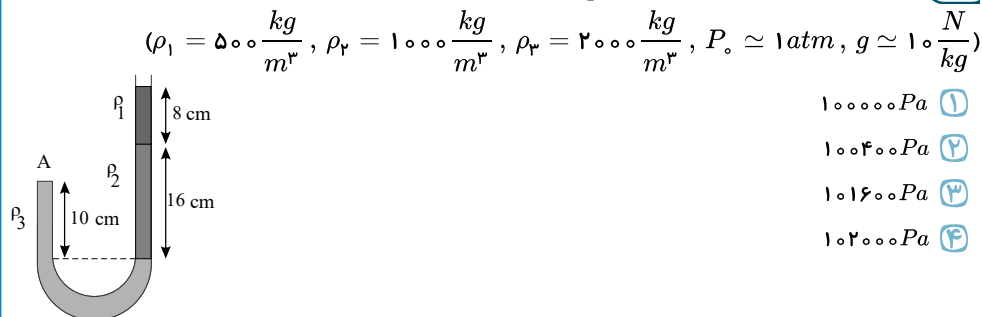


- $\Delta P_1 = \Delta P_2$ ② $\Delta P_1 < \Delta P_2$ ①
 $\Delta P_1 > \Delta P_2$ ④ $\Delta P_1 = \Delta P_2 = 0$ ③

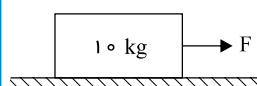
۵ خودرویی به جرم 1500 kg با تندی $10 \frac{m}{s}$ روی سطح افقی در حرکت است. راننده با دیدن مانعی در فاصله 12 متری، بلافاصله ترمز می کند. اگر اندازه نیروی اصطکاک بین چرخ ها و زمین ثابت و برابر 750 N باشد، کدام گزینه درباره خودرو صحیح است؟

- در فاصله 10 متری مانع متوقف می شود. ①
دقیقاً در محل مانع متوقف می شود. ③
به مانع برخورد می کند. ②
در فاصله 20 متری مانع متوقف می شود. ④

۶ به انتهای لوله در نقطه A، از طرف مایع چه فشاری وارد می‌شود؟



۷ جسمی به جرم $10 kg$ را روی سطح افقی با نیروی ثابت F از حال سکون به حرکت درمی‌آوریم. بعد از 20 متر جابه‌جایی سرعت جسم به $10 \frac{m}{s}$ می‌رسد، اگر بزرگی کار نیروی اصطکاک در این جابه‌جایی برابر $100 J$ باشد، نیروی F چند نیوتون است؟

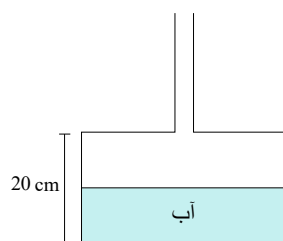


- ۱ ۲۰ ۲ ۱۰ ۳ ۳۰ ۴ ۴۰

۸ دو میله با طول‌های اولیه 5 و 10 متر که ضرایب انبساط طولی آنها به ترتیب $(\frac{1}{C})$ و 2.5×10^{-4} و $(\frac{1}{C})$ است را در نظر می‌گیریم. اگر دمای اولی را $72^\circ F$ و دومی را $20^\circ K$ افزایش دهیم، طول نهایی دومی چند برابر اولی می‌شود؟

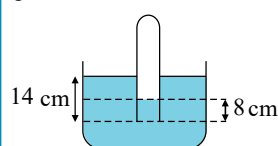
- ۱ $\frac{1}{2}$ ۲ ۱ ۳ ۲ ۴ $\frac{220}{59}$

۹ در شکل مقابل مساحت قاعده ظرف $4 cm^2$ و سطح مقطع قسمت باریک آن $5 cm^2$ است و در ظرف تا ارتفاع $18 cm$ آب ریخته شده است. اگر $12 cm^3$ آب، به آب موجود در ظرف اضافه کنیم، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف آب چند نیوتون افزوده می‌شود؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}$)



- ۱ ۰٫۴
۲ ۰٫۸
۳ ۰٫۹
۴ ۱٫۴

۱۰ در شکل، دهانه لوله قائمی تا عمق $14 cm$ درون مایعی به چگالی $0.9 \frac{g}{cm^3}$ فرو رفته است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله $8 cm$ باشد، فشار هوای داخل لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟ (فشار هوا $76 cmHg$ و چگالی جیوه $13.6 \frac{g}{cm^3}$ است.)



- ۱ ۷۵٫۵ ۲ ۷۵٫۶ ۳ ۷۶٫۴ ۴ ۷۶٫۵

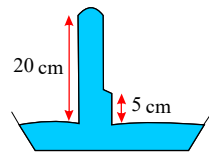
۱۱ جسمی به جرم $4 kg$ تحت تأثیر نیروی افقی 10 نیوتونی با سرعت ثابت $72 km/h$ در جهت این نیرو در حرکت است. پس از نیم‌دقیقه چند کیلوژول کار توسط نیروی 10 نیوتونی بر روی جسم انجام شده است؟

- ۱ ۰٫۴ ۲ ۰٫۶ ۳ ۴ ۴ ۶

۱۲ اگر جرم جسمی ۴۰ درصد کاهش و بزرگی سرعت آن ۵۰ درصد افزایش داده شود، انرژی جنبشی آن چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱ ۳۵ درصد افزایش می‌یابد. ۲ ۳۵ درصد کاهش می‌یابد.
۳ ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. ۴ ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۱۳ در شکل مقابل فشار وارد به انتهای لوله تقریباً چند پاسکال است؟
 $P_0 = 76 \text{ cmHg}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 14 \frac{g}{\text{cm}^3}$

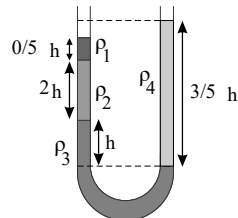


- ۱ 10^5 ۲ 7.5×10^6
۳ 7.5×10^4 ۴ 7.5×10^5

۱۴ بر اثر تغییر دمای یک صفحه فلزی، مساحت آن ۰٫۴ درصد کاهش یافته است. چگالی یک میله از همین جنس بر اثر همین تغییر دما چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱ ۱۲ درصد افزایش می‌یابد. ۲ ۱۲ درصد کاهش می‌یابد.
۳ ۰٫۶ درصد افزایش می‌یابد. ۴ ۰٫۶ درصد کاهش می‌یابد.

۱۵ مطابق شکل چهار مایع مخلوط نشدنی در داخل لوله U شکل در حال تعادل هستند. در کدام گزینه رابطه درستی بیان شده است؟

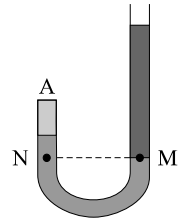


- ۱ $\rho_1 + 2\rho_3 > 7\rho_4$
۲ $\rho_1 + 4\rho_2 > 7\rho_4$
۳ $4\rho_2 + 2\rho_3 < 7\rho_4$
۴ $\rho_1 + 2\rho_2 + 4\rho_3 = 7\rho_4$

پاسخنامه تشریحی

با استفاده از اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز در یک مایع، داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_r g h_r + P_o = \rho_r g h_r + \rho_1 g h_1 + P_A$$



$$\left. \begin{aligned} h_1 &= 0.1m \\ h_r &= 0.75m \\ h_r &= 0.75m \end{aligned} \right\} \Rightarrow 7000 \times 10 \times \frac{15}{100} + 100000 = 8000 \times 10 \times \frac{5}{100} + 6000 \times 10 \times \frac{1}{10} + P_A \Rightarrow 10500 + 100000 = 4000 + 6000 + P_A$$

$$\Rightarrow P_A = 105000 Pa$$

حال طبق رابطه $P = \frac{F}{A}$ ، نیروی وارد بر سطح A را به دست می‌آوریم ($A = 2 \times 10^{-3} m^2$):

$$F = PA = 105000 \times 2 \times 10^{-3} = 210 N$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲

$$Q_1 = m_1 c_1 \Delta \theta_1 = 2 \times 4200 \times (-15) = -126000 J = -126 kJ$$

$$Q_r = C \Delta \theta_r = 2100 \times (-20) = -42000 J = -42 kJ$$

$$Q_2 = m_2 c_2 \Delta \theta_2 = 3 \times 4200 \times 5 = 63000 J = 63 kJ$$

$$|Q_1 + Q_2| - Q_2 = 126 + 42 - 63 = 105 kJ$$

در اینجا برای پیدا کردن جرم نقره به کار رفته، باید حجم آن را محاسبه کنیم. برای این منظور به صورت زیر عمل می‌کنیم. حجم کل مجموعه، یعنی مجموع حجم نقره و طلا، ۵ سانتی‌متر مکعب است، پس در ابتدا یک معادله به صورت زیر می‌سازیم:

$$V_{\text{کل}} = 5 = V_{Ag} + V_{Au}$$

از طرفی چون چگالی آلیاژ ساخته شده معلوم است، از رابطه مربوط به چگالی آلیاژ، رابطه دومی بین حجم‌های طلا و نقره به دست می‌آوریم. در نهایت با حل دستگاه دو معادله دو مجهولی، حجم نقره را یافته و... بنابراین داریم:

$$V_T = V_{Ag} + V_{Au} = 5 cm^3 \Rightarrow V_{Au} = 5 - V_{Ag}$$

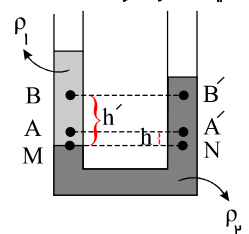
$$\rho_T = \frac{\rho_{Ag} V_{Ag} + \rho_{Au} V_{Au}}{V_{Ag} + V_{Au}} \Rightarrow 13.6 = \frac{10 V_{Ag} + 19 V_{Au}}{5} \Rightarrow 68 = 10 V_{Ag} + 19 V_{Au}$$

$$\Rightarrow 68 = 10 V_{Ag} + 19(5 - V_{Ag}) \Rightarrow 68 = -9 V_{Ag} + 95 \Rightarrow V_{Ag} = 3 cm^3$$

$$\Rightarrow m_{Ag} = \rho_{Ag} V_{Ag} = 10(3) = 30 g$$

در شکل زیر، فشار نقاط M و N برابر است و در مقایسه فشار نقاط A و A' و همچنین نقاط B و B' داریم:

$$\begin{aligned} P_M &= P_A + \rho_1 g h \\ P_N &= P_{A'} + \rho_r g h \\ P_M &= P_N \Rightarrow P_A + \rho_1 g h = P_{A'} + \rho_r g h \\ \Rightarrow P_A - P_{A'} &= (\rho_r - \rho_1) g h \Rightarrow \Delta P_1 = (\rho_r - \rho_1) g h \end{aligned}$$



مقایسه فشار B و B' :

$$P_M = P_B + \rho_1 gh', \quad P_N = P_{B'} + \rho_2 gh'$$

$$P_M = P_N \Rightarrow P_B + \rho_1 gh' = P_{B'} + \rho_2 gh' \Rightarrow P_B - P_{B'} = (\rho_2 - \rho_1) gh' \Rightarrow \Delta P_2 = (\rho_2 - \rho_1) gh'$$

در نتیجه چون $h' > h$ می توان نتیجه گرفت $\Delta P_2 > \Delta P_1$ است.

روش دوم: دو نقطه M و N نقاط هم تراز هستند و اختلاف فشار بین آنها صفر است، بدیهی است که نقاط بالای آنها، اگرچه هم تراز هستند، ولی هم فشار نیستند، پس دارای اختلاف فشار هستند و

بدیهی است که هرچه از سطح آزاد مایعات به پایین می رویم، اختلاف فشار بین نقاط هم تراز در دو مایع کاهش یافته تا به صفر (بین M و N) برسد، لذا $P_B - P_{B'} > P_A - P_{A'}$ یعنی $\Delta P_2 > \Delta P_1$ است.

در اینجا فقط نیروی اصطکاک بر روی خودرو کار انجام می دهد، پس کافی است، جابه جایی خودرو را از لحظه ترمز تا توقف بیابیم.

$$W_t = \cancel{K_f} - K_1$$

$$W_f = -K_1 \Rightarrow fd \cos 18^\circ = -\frac{1}{2} \times 1500 \times 10^2 \Rightarrow 750 \times d \times (-1) = -\frac{1}{2} \times 1500 \times 100 \Rightarrow d = 100m$$

بنابراین اتومبیل در فاصله ۲۰ متری از مانع متوقف می شود.

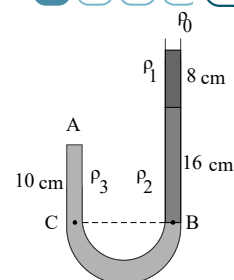
فشار نقاط C و B به دلیل هم تراز بودن باهم برابرند:

$$P_C = P_B \rightarrow P_A + \rho_2 gh_2 = P_0 + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2$$

$$P_A + 2000 \times 10 \times \frac{10}{100} = 10^5 + 500 \times 10 \times \frac{8}{100} + 1000 \times 10 \times \frac{16}{100}$$

$$P_A + 20000 = 100000 + 4000 + 16000$$

$$P_A = 100000 Pa = P_0$$



با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \rightarrow W_{fk} + W_F = \frac{1}{2} m(v^2 - v_0^2) \rightarrow -100 + W_F = \frac{1}{2} \times 10(10^2 - 0^2)$$

$$\rightarrow W_F = 600J \rightarrow F \cdot d \cdot \cos \theta = 600 \rightarrow F \times 20 \times 1 = 600 \rightarrow F = 30N$$

تغییر دمای میله ها را بر حسب $^{\circ}C$ می یابیم:

$$\Delta T = 200K = \Delta \theta$$

$$\Delta F' = 720 = 1.8 \Delta \theta' \Rightarrow \Delta \theta' = \frac{720}{1.8} = 400^{\circ}C$$

$$\frac{L_2}{L'_2} = \frac{L_1(1 + \alpha \Delta \theta)}{L'_1(1 + \alpha' \Delta \theta')} = \frac{10(1 + 5 \times 10^{-6} \times 200)}{5(1 + 2.5 \times 10^{-6} \times 400)} = \frac{10(1.001)}{5(1.001)} = 2$$

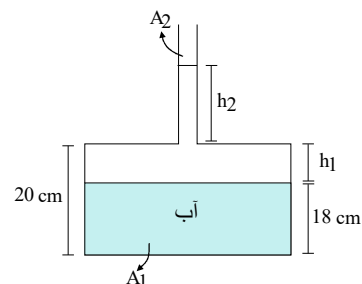
مطابق شکل، در ابتدا حجم قسمت خالی قسمت پایینی را می یابیم تا محاسبه کنیم که چقدر از $12cm^3$ آب اضافه شده در قسمت باریک لوله قرار می گیرد تا

ارتفاع ستون آب در لوله باریک را محاسبه کنیم، بنابراین داریم:

$$h_1 = 20 - 18 = 2cm$$

$$V_1 = A_1 h_1 \Rightarrow V_1 = 4 \times 2 = 8cm^3$$

$$V_2 = 12 - 8 = 4cm^3$$



به مقدار $8cm^3$ ، آب در بخش پایینی و به مقدار $4cm^3$ آب در قسمت باریک قرار خواهد گرفت.

$$V_2 = A_2 h_2 \Rightarrow 4 = 0.5 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 8cm$$

$$\Delta F = \Delta P \times A_1 \Rightarrow \Delta F = 1000 \times 4 \times 10^{-4} = 0.4N \quad \Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = \rho g(h_1 + h_2) = 1000 \times 10 \times (2 + 8) \times 10^{-2} \Rightarrow \Delta P = 1000Pa$$

فشار نقاط هم تراز A و B یکسان است. بنابراین در ابتدا، ارتفاع ستون جیوه ای که فشاری معادل ستون ۶ سانتی متری مایع را می سازد، یافته و پس از آن فشار

هوای داخل لوله را به دست می آوریم:

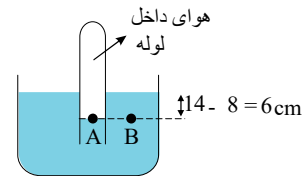
$$P_{\text{منبع}} = P_{Hg} \Rightarrow \rho_{\text{منبع}} g h_{\text{منبع}} = \rho_{Hg} g h_{Hg}$$

$$\Rightarrow 0.9 \times 6 = 13.5 \times h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = 0.4 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P_{\text{منبع}} = 0.4 \text{ cmHg}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{هو}} = P_{\text{منبع}} + P_o$$

$$\Rightarrow P_{\text{هو}} = 0.4 + 76 = 76.4 \text{ cmHg}$$



می‌دانیم در حرکت با سرعت ثابت، جابه‌جایی از رابطه $d = v \cdot t$ محاسبه می‌گردد، بنابراین جابه‌جایی جسم مورد نظر برابر است با:

$$d = \left(72 \times \frac{10}{36} \text{ m/s} \right) \times (0.5 \times 60 \text{ s}) = 600 \text{ m}$$

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta \rightarrow W = 10 \times 600 \times \cos 0 = 6000 \text{ J} = 6 \text{ kJ}$$

درصد کاهش یا افزایش کمیتی مانند x را به فرم زیر محاسبه می‌نمایند:

$$\frac{x_2 - x_1}{x_1} \times 100$$

بنابراین:

(به عبارتی، وقتی ۴۰ درصد از جرم جسم کاسته شده، ۶۰ درصد از جرم آن باقی می‌ماند.)

$$\frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 = -40 \rightarrow m_2 = 0.6 m_1$$

$$\frac{v_2 - v_1}{v_1} \times 100 = +50 \rightarrow v_2 = 1.5 v_1$$

(به عبارتی، وقتی ۵۰ درصد به تندی جسم افزوده می‌شود، نصف تندی جسم، به تندی اولیه افزوده شده یعنی تندی آن ۱/۵ برابر می‌شود.)

$$\frac{K_2 - K_1}{K_1} = \frac{\frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \frac{1}{2} m_1 v_1^2}{\frac{1}{2} m_1 v_1^2} = \frac{\frac{1}{2} [(0.6 m_1)(1.5 v_1)^2 - m_1 v_1^2]}{\frac{1}{2} m_1 v_1^2} = 0.6 \times (1.5)^2 - 1$$

$$\rightarrow \frac{\Delta K}{K_1} = 1.35 - 1 = +0.35 \rightarrow \frac{\Delta K}{K_1} \times 100 = +35\%$$

یا به صورت زیر نیز می‌توانید عمل کنید:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 = \frac{0.6}{1.0} \times \left(\frac{1.5}{1} \right)^2 = 1.35 = 1 + 0.35$$

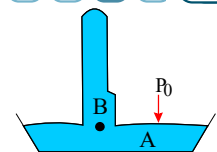
در نتیجه ۳۵ درصد افزایش دارد.

دو نقطه A و B هم‌تراز هستند. روی نقطه A هوا و روی نقطه B جیوه و انتهای بسته لوله فشار وارد می‌کند.

$$P_A = P_B = P_o = 76 \text{ cmHg}$$

$$76 = P_{\text{جیوه}} + P_{\text{انتهای لوله}} = 20 + P_{\text{انتهای لوله}}$$

$$P_{\text{انتهای لوله}} = 56 \text{ cmHg} \Rightarrow P = \rho g h = 14000 \times 10 \times 0.56 \approx 0.784 \times 10^5 = 7.84 \times 10^4 \text{ Pa}$$



درصد نسبی تغییر مساحت از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{\alpha A_1 \Delta T}{A_1} \times 100 = \alpha \Delta T \times 100$$

بنابراین با توجه به صورت سؤال می‌توان نوشت:

$$2\alpha \Delta T \times 100 = -4 \times 10^{-2} \Rightarrow \alpha \Delta T = -2 \times 10^{-2} \quad (*)$$

به طور مشابه برای درصد نسبی تغییرات چگالی می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = \frac{-3\alpha \rho_1 \Delta T}{\rho_1} \times 100 = -3\alpha \Delta T \times 100$$

$$(*) \Rightarrow \text{درصد تغییرات چگالی} = -3(-2 \times 10^{-2}) \times 100 = 6 \times 10^{-2} = +0.6\%$$

به دلیل هم‌تراز بودن نقاط A و B : $P_A = P_B$ بنابراین:

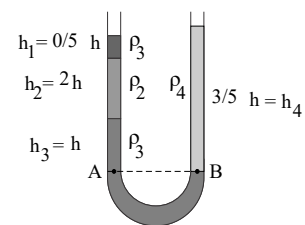
$$\cancel{P_o} + \rho_1 g h_1 + \rho_v g h_v + \rho_w g h_w = \cancel{P_o} + \rho_f g h_f$$

$$\rho_1 h_1 + \rho_v h_v + \rho_w h_w = \rho_f h_f$$

$$\rightarrow 0,5\rho_1 h + 2\rho_v h + \rho_w h = 3,5\rho_f h$$

$$\xrightarrow{\div h} \rho_1 + 4\rho_v + \rho_w = 7\rho_f$$

$$\times 2$$



از بین گزینه‌ها، فقط گزینه (۳) صحیح است.