

فشار

فشار شاره ها :

فشار در اجسام جامد : نسبت نیروی عمودی وارد بر سطح (F) به مساحت آن سطح (A) را

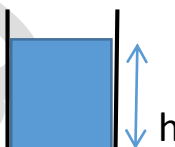
$$P = \frac{F}{A} \quad \begin{matrix} \rightarrow \text{نیوتن (N)} \\ \leftarrow \text{پاسکال (Pa)} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \rightarrow \text{مترمربع (m}^2\text{)} \\ \leftarrow \end{matrix}$$

فشار گویند.

فشار در مایعات :

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

$\frac{g}{cm^3} \times 10^3$ $\frac{kg}{m^3}$

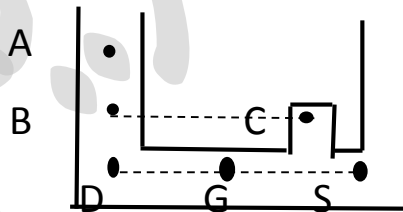


فشار هوا $p_0 = 10^5$

در مایعات با افزایش ارتفاع فشار افزایش می یابد

توجه ۱ : در نقاط هم تراز یک مایع ساکن فشار در نقاط هم تراز (هم عمق) برابر است

به عبارتی فشار در مایعات فقط به ارتفاع بستگی دارد و شکل ظرف ملاک نیست



$$P_B = P_C > P_A$$

$$P_D = P_G = P_S$$

توجه ۲ : یکا اصلی فشار پاسکال است (pa) یکاهای فرعی فشار سانتی متر جیوه (cmHg)

تور (torr) ، بار (bar) و اتمسفر (atm) است. $1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ pa}$

مثال ۱ : ابعاد یک جسم به ترتیب ۴ و ۵ و ۱۰ سانتی متر است این جسم را از بزرگترین سطح و کوچک ترین سطح روی سطح افقی قرار داده ایم اختلاف فشاری که جسم در این دو حالت ایجاد کرده برابر 3×10^4 پاسکال است جرم جسم چند کیلوگرم است ؟

۱۰۰

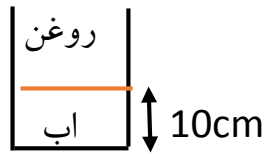
۱۲/۵

۱۲

✓ ۱۰

بیشترین فشار کمترین سطح داره و برعکس ... برای تبدیل cm^2 به m^2 ضربدر 10^{-4}

تست ۱: سطح مقطع یک ظرف استوانه ای 20cm^2 است و در آن تا ارتفاع 10cm آب ریخته شده است روی آب چند گرم روغن با چگالی $0/6\text{ g/cm}^3$ بریزیم تا فشار حاصل از این دو مایع در کف استوانه برابر 2000 پاسکال شود؟ $\rho_{\text{اب}} = 1\text{g/cm}^3$ ریاضی خارج ۹۵



پاسخ:

$$A=20\text{cm}^2$$

ازما جرم روغن خواسته چند گرم $m_{\text{روغن}} = \rho_{\text{روغن}} V_{\text{روغن}} = \rho A h$

ما از فرمول بالا چگالی روغن و مساحت سطح رو داریم فقط ارتفاع روغن باید بدست بیاریم

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{اب}} + P_{\text{روغن}} = \rho_{\text{اب}} g h_{\text{اب}} + \rho_{\text{روغن}} g h$$

$$2000 = 1000 \times 10 \times \frac{1}{10} + 600 \times 10 \times h \quad h = \frac{1}{6} m = \frac{100}{6} \text{ cm}$$

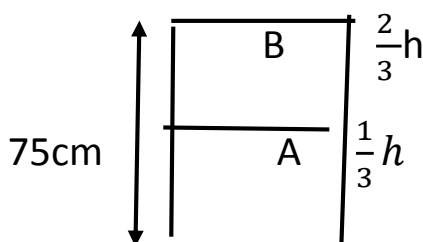
$$m_{\text{روغن}} = \rho A h = 0/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 20\text{cm}^2 \times \frac{100}{6} \text{ cm} = 200\text{gr}$$

خواست به واحد هاشون بود؟! 😊 چون گرم خواست همه رو بر حسب واحد فرعی نوشتیم

و اینکه در فرمول $\rho g h$ همیشه رو باید بر حسب $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشه و ارتفاع همیشه بر حسب متر هست

تست ۲: دو مایع A و B را که چگالی ان ها $\rho_A = 1/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\rho_B = 0/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ است را با یکدیگر مخلوط کرده و در یک ظرف استوانه ای می ریزیم. اگر $\frac{1}{3}$ حجم مخلوط از مایع A و بقیه ان از مایع B و ارتفاع مخلوط در ظرف 75cm باشد. فشار وارد از طرف مخلوط بر کف ظرف

چند پاسکال است؟ ریاضی ۹۵



پاسخ:

$$h_A = \frac{75}{3} = 25 \quad h_B = \frac{2}{3} \times 75 = 50$$

$$P_{\text{کل}} = \rho g h_A + \rho g h_B = 1200 \times 10 \times \frac{25}{100} + 600 \times 10 \times \frac{50}{100} = 6000$$

مثال ۲: در یک ظرف استوانه ای مقداری اب به جرم m و مقداری جیوه به جرم $4m$ ریخته شده

است جمع ارتفاع این دو مایع 44cm است فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف چند کیلو

پاسکال است؟ $\rho = 1\text{g/cm}^3$ $\rho = 13/6\text{g/cm}^3$

پاسخ: $\rho_{\text{جیوه}} V_{\text{جیوه}} = 4\rho_{\text{اب}} V_{\text{اب}} \longrightarrow M_{\text{جیوه}} = 4M_{\text{اب}}$

$$13/6 \times A \times h_{\text{جیوه}} = 4 \times 1 \times A \times h_{\text{اب}} \longrightarrow h_{\text{اب}} = 3/4 h_{\text{جیوه}}$$

$$h_{\text{جیوه}} + h_{\text{اب}} = 44\text{cm} \quad 3/4 h_{\text{جیوه}} + h_{\text{جیوه}} = 44_{\text{جیوه}} \quad h_{\text{Hg}} = 10, h_{\text{اب}} = 34\text{cm}$$

$$P_{\text{کل}} = \rho g h_{\text{اب}} + \rho g h_{\text{جیوه}} = 1000 \times 10 \times \frac{34}{100} + 13600 \times 10 \times \frac{10}{100} = 17000 = 17\text{kpa}$$

تست ۳:

مکعبی به ضلع 6cm پر از آب است. اگر همه آب این مکعب را درون استوانه ای که مساحت قاعده آن $36/0$ مترمربع است بریزیم، فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می کند، چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می کند؟

(۱) π (۲) $\frac{\pi}{2}$ (۳) $\sqrt{2}$ (۴) ۱

تجربی ۹۶

$$P_{\text{مکعب}} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho a^3 g}{a^2} = \rho a g = 7.1\text{kg}$$

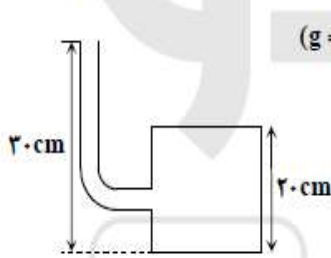
گزینه ۴ - متوسط

$$P_{\text{استوانه}} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho a^3 g}{36 \times 10^{-2}} = \frac{\rho \times 6^3 \times 10^{-3} g}{36 \times 10^{-2}} = 7.1\text{kg}$$

هر دو برابر پس نسبت آن ها ۱ است.

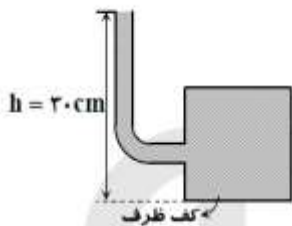
تست ۳: خارج کشور ۹۲

۱- در شکل مقابل، لوله‌ی باریکی به یک مخزن متصل شده است. مساحت کف مخزن 100cm^2 است. اگر داخل لوله و مخزن مایعی به چگالی



- $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد، نیرویی که از طرف مایع به کف مخزن وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$
- (۱) ۲۴۰
(۲) ۱۶۰
(۳) ۲۴
(۴) ۱۶

فشاری که بر کف ظرف وارد می‌شود برابر است با:



(h: فاصله از سطح آزاد مایع)

$$P_{\text{مایع}} = \rho gh = 800 \times 10 \times \frac{2}{10} = 2400 \text{ Pa}$$

اکنون با توجه به رابطه‌ی $P = \frac{F}{A}$ ، نیروی وارد بر کف ظرف از سوی مایع برابر است با:

$$P = 2400 \text{ Pa}, A = 100 \text{ cm}^2 = 0.01 \text{ m}^2 \Rightarrow F_{\text{مایع}} = PA = 2400 \times 0.01 = 24 \text{ N}$$

تست ۴: تجربی خارج ۹۶

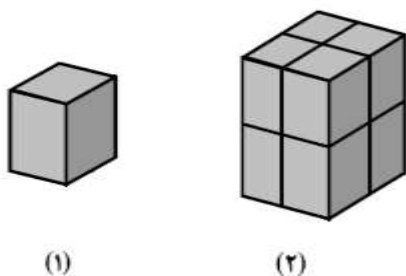
- ابعاد ظرف استوانه‌ای B، دو برابر ابعاد ظرف استوانه‌ای A است. ظرف A را پر از آب می‌کنیم و هم جرم با آب در استوانه B جیوه می‌ریزیم. فشاری که آب بر کف ظرف A وارد می‌کند، چند برابر فشاری است که جیوه بر کف ظرف B، وارد می‌کند؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \rho_{\text{آب}})$

- (۱) $\frac{1}{13.6}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۳) $\frac{13.6}{1}$ (۴) ۴

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{m_A g}{m_B g} \times \frac{A_B}{A_A} = \frac{1}{1} \times \frac{4}{1} = 4$$

تست ۵: تجربی ۹۲

- در شکل روبه‌رو، مکعب شکل (۱) مشابه هر یک از مکعب‌های شکل (۲) است. فشاری که مکعب‌های شکل (۲) بر سطح افقی وارد می‌کنند، چند برابر فشار حاصل از مکعب شکل (۱) است؟



- (۱) ۸
(۲) ۴
(۳) ۲
(۴) ۱

⑤. و فقط تابع ارتفاع است چرا که جابجایی متغیر می

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{h_2}{h_1} = 2$$

از فرمول $p = \frac{F}{A}$ هم می شود به جواب رسید

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

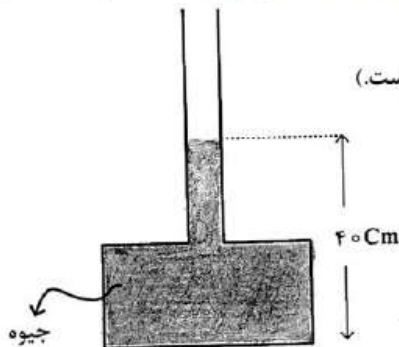
$$P_2 = \frac{8F_1}{4A_1}$$

چون هشت تا مکعب هست که روی هم رفته و سطحش هم چهارتا مکعب هست $\frac{p_2}{p_1} = 2$

تست ۶: تجربی ۹۱

در شکل روبه‌رو، اگر بیشینه نیرویی که کف ظرف می‌تواند از طرف جیوه تحمل کند، ۱۳۵ نیوتون باشد، حداکثر چند سانتی‌متر جیوه می‌توان به ارتفاع جیوه در لوله اضافه کرد، تا ظرف شکسته نشود؟

(20 cm^2 = سطح کف ظرف، $13500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ = چگالی جیوه و $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = g$ است.)



- ۵ (۱)
- ۱۰ (۲)
- ۲۰ (۳)
- ۹۰ (۴)

ابتدا با توجه با رابطه $F = PA = \rho ghA$ و با استفاده از بیشینه نیرویی

که کف ظرف می‌تواند از طرف جیوه تحمل کند، حداکثر ارتفاع جیوه

در ظرف را به دست می‌آوریم:

$$F = \rho ghA \xrightarrow[A = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}]{F = 135 \text{ N}, \rho = 13500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} 135 = 13500 \times 10 \times h \times 20 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow h = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

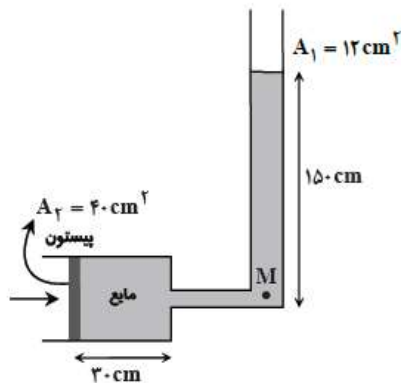
$$h' = 50 - 40 = 10 \text{ cm}$$

بنابراین حداکثر ۱۰ cm جیوه می‌توان به ارتفاع جیوه در لوله اضافه

کرد.

تست ۷: سوالات سال ۹۶ گزینه ۲

۲۲۶- در شکل مقابل، چگالی مایع درون مخزن $\frac{8}{3} \frac{g}{cm^3}$ است. اگر پیستون را ۱۵ سانتی متر به طرف راست حرکت دهیم، فشار در نقطه M چند پاسکال اضافه می شود؟ (طول لوله عمودی، بلند فرض شده است.)



پاسکال اضافه می شود؟ (طول لوله عمودی، بلند فرض شده است.)

(۱) $1/2 \times 10^2$

(۲) 2×10^2

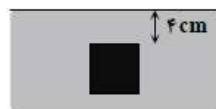
(۳) $2/4 \times 10^2$

(۴) 4×10^2

۲۲۷- مکعب مستطیلی به ابعاد $12cm \times 20cm \times 50cm$ از جنس آلومینیوم در اختیار داریم. اگر جرم مکعب مستطیل $29/7kg$ و چگالی آلومینیوم $2/7 \frac{g}{cm^3}$ باشد، حجم حفره خالی داخل این مکعب مستطیل چند سانتی متر مکعب است؟

(۱) ۷۰۰۰ (۲) ۱۰۰۰ (۳) ۱۱۰۰۰ (۴) ۸۰۰۰

۲۲۸- مکعبی به طول ضلع $10cm$ به طور کامل در مایعی به چگالی $1/2 \frac{g}{cm^3}$ به گونه ای غوطه ور و در تعادل است که سطح بالایی مکعب $4cm$ پایین تر از سطح آزاد مایع قرار دارد. برآیند نیروهایی که از طرف مایع بر جوجه مکعب وارد می شود، چند نیوتن خواهد بود؟



(۱) ۱۲

(۲) ۱۵

(۳) ۱۸

(۴) ۲۱

۲۲۶- پاسخ: گزینه ۴ ▲ مشخصات سؤال: * متوسط * صفحه ۱۰۹ فیزیک ۲

حجم مایع ثابت است. پس هر قدر از طرف چپ جای آن گرفته شود، به طرف راست اضافه می شود.

$$40 \times 15 = 12 \Delta h \Rightarrow \Delta h = 50 \text{ cm}$$

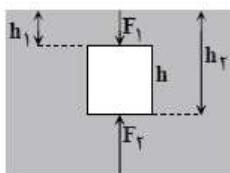
$$\Delta P = \rho g \Delta h = 800 \times 10 \times 0.5 = 4 \times 10^3 \text{ Pa}$$

۲۲۷- پاسخ: گزینه ۲ ▲ مشخصات سؤال: * ساده * صفحه های ۹۹ و ۱۰۱ فیزیک ۲

$$\left. \begin{aligned} V_{\text{ظاهری}} &= 12 \times 20 \times 50 = 12000 \text{ cm}^3 \\ V_{\text{واقعی}} &= \frac{m}{\rho} = \frac{29700}{2/7} = 11000 \text{ cm}^3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{\text{حفره}} = 12000 - 11000 = 1000 \text{ cm}^3$$

۲۲۸- پاسخ: گزینه ۱ ▲ مشخصات سؤال: * دشوار * صفحه های ۱۰۷ و ۱۰۸ فیزیک ۲

نیروهای وارد بر جوجه جانبی مکعب دوبه دو یکدیگر را خنثی می کنند؛ بنابراین فقط باید برآیند نیروهای وارد بر جوجه بالا و پایین آن را به دست آورد.



$$\left. \begin{aligned} F_1 &= P_1 A = (P_0 + \rho g h_1) A \\ F_2 &= P_2 A = (P_0 + \rho g h_2) A \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_2 - F_1 = \rho g (h_2 - h_1) A$$

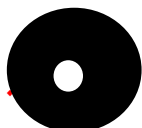
$$= \rho g h A = 1200 \times 10 \times 0.1 \times (0.1 \times 0.1) = 12 \text{ N}$$

توضیح در مورد سوال ۲۲۷: فرمول حجم حفره $V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{واقعی}}$

حجم واقعی فرمولش همیشه $V = \frac{m}{\rho}$ اما حجم ظاهری بسته به صورت سوال میتونه حجم مکعب مستطیل باشه

(a^3) میتونه حجم کره $\frac{4}{3} \pi R^3$ باشه یا حجم استوانه $\pi R^2 h$ باشه برای مثال کل کره میشه حجم ظاهری و

قسمت مشکی حجم واقعی



تبدیل واحد : (مهم)

۱- برای تبدیل به cmHg (فقط برای جیوه)

(فشار بر حسب سانتی متر جیوه cmHg) $h = P/$ (ارتفاع بر حسب cm)

۲- بدست آوردن فشار کل با استفاده از فشار هوا و فشار شاره بر حسب سانتی متر جیوه

$$P = P_0 + P'$$

فشار بر حسب سانتی متر جیوه که همون ارتفاع
 بر حسب سانتی متر جیوه

۳- برای تبدیل به پاسکال ((فقط برای جیوه))

$$P = \rho_{\text{جیوه}} g \frac{h}{100}$$

دقت شود h اینجا همون P' هست و بر حسب سانتی متره

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

هم واحد

۴- تبدیل مایع به مایع

اینجا جیوه رو به اب تبدیل می کنیم

مثال : 20 cmHg چند پاسکال است ؟ $P = \rho_{\text{جیوه}} g \frac{h}{100} = 13600 \times 10 \times \frac{20}{100} = 27200$

1360 pa چند cmHg است ؟ $1360 = 13600 \times 10 \times \frac{h}{100}$

$$h=1\text{cm} \quad P=1\text{cmHg}$$

فشار کل در عمق دریاچه ای 125cmHg است اگر فشار جو 75cmHg باشد عمق دریاچه چند

متر است ؟ $\rho_{H_2O} = 1 \frac{g}{\text{cm}^3} \quad \rho_{Hg} = 13/6 \frac{g}{\text{cm}^3}$

این اب هست بر حسب سانتی متر جیوه اما اب دریاچه بر حسب سانتی متر $P' = 50\text{cmHg} \quad 125 = 75 + P'$

تبدیل مایع به مایع $\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{\text{اب}} h_{\text{اب}} \quad 13/6 \times 50 = 1 \times h_{\text{اب}}$

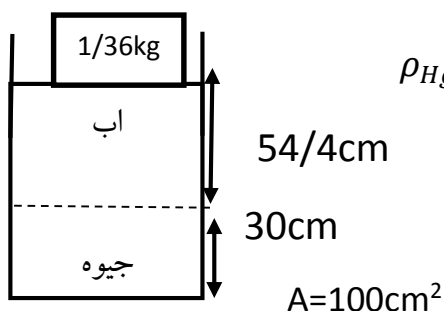
$$h_{\text{اب}} = 68\text{cm} = 6/8\text{m}$$

مثال: فشار ته ظرف چند cmHg است؟

$$\rho_{H_2O} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3}$$

$$P_0 = 76 \text{ cmHg}$$



$$P_{\text{کل}} = p_{\text{جیوه}} + p_{\text{آب}} + \frac{mg}{A} + p_0 \quad \text{پاسخ:}$$

چون بر حسب سانتی متر جیوه هست همه باید به ارتفاع جیوه تبدیل بشه بر حسب سانتی متر که ارتفاع جیوه بر حسب سانتی متر جیوه برابر فشار سانتی متر جیوه است

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \quad 13600 \times h_{Hg} = 1000 \times 54/4 \quad h_{Hg} = 4 \text{ cm}$$

$$\frac{mg}{A} = \frac{1/36 \times 10}{100 \times 10^{-4}} = 1360 \text{ pa}$$

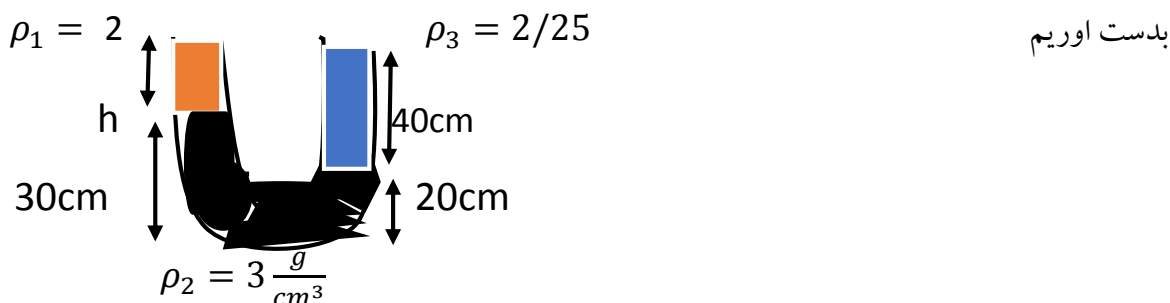
$$P = \rho_{\text{جیوه}} g \frac{h}{100} \quad 1360 = 13600 \times 10 \times \frac{h}{100}$$

$$h = 1 \text{ cm} \quad P = 1 \text{ cmHg}$$

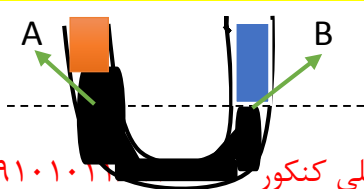
$$P_{\text{کل}} = p_{\text{جیوه}} + p_{\text{آب}} + \frac{mg}{A} + p_0 = 30 \text{ cmHg} + 4 \text{ cmHg} + 1 \text{ cmHg} + 76 \text{ cmHg} = 111$$

لوله های U شکل :

در شکل روبرو، سه مایع مخلوط نشدنی در یک لوله U شکل در تعادل قرار دارند. می خواهیم ارتفاع h را



ابتدا خط تراز را در دو لوله می کشیم برای کشیدن خط تراز مایع مشترک بین دو لوله با کمترین



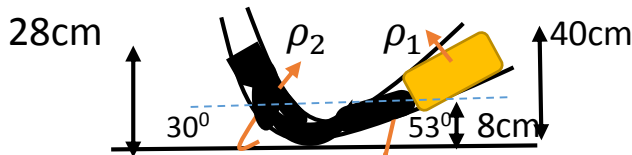
ارتفاع را مشخص می کنیم و از آن خط افقی می کشیم.

فشار بالای خط تراز در دو لوله باید برابر باشند پس داریم: $P_{A\text{بالا}} = P_{B\text{بالا}}$

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

$$\rho_2 h_2 + \rho_1 h_1 = \rho_3 h_3 \quad 3 \times 10 + 2h = 40 \times 2/25 \quad h = 30\text{cm}$$

مثال: در شکل مقابل مایع‌ها مخلوط نشدنی و در حال تعادل اند اگر $\rho_1 = 4 \frac{g}{cm^3}$ باشد ρ_2 چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

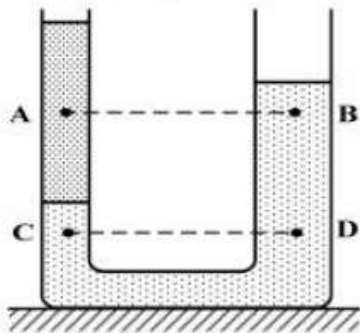


پاسخ: ابتدا هم تراز می‌کنیم و هیچ ربطی هم به زاویه‌ها نداره و زاویه تأثیری هم نداره خط چین گذاشته شده در شکل برای پاسخ هست و جز صورت سوال نیست

$$\rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 \Rightarrow \rho_2 (28 - 8) = 4 \times (40 - 8) \Rightarrow \rho_2 = 6/4 \frac{g}{cm^3}$$

تست ۱۰: تجربی ۹۵

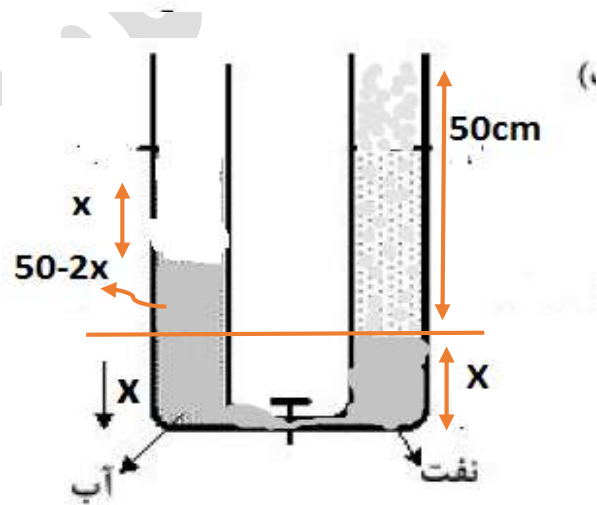
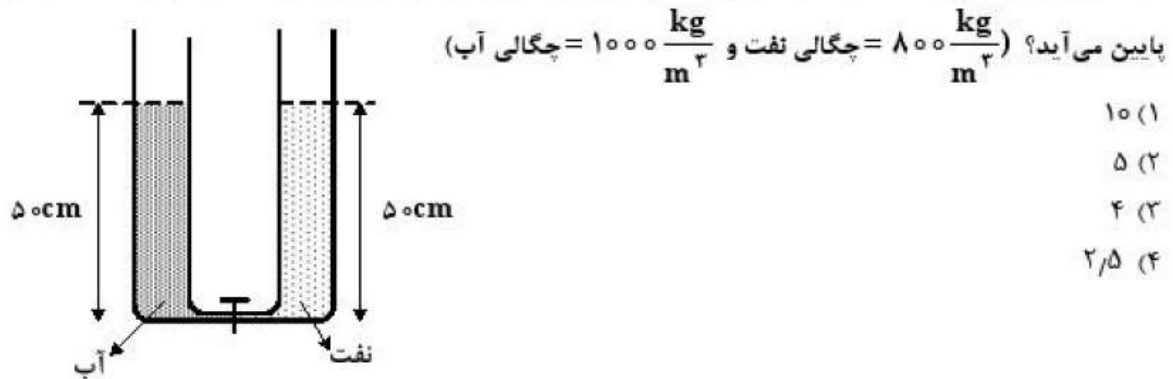
۲- در شکل روبه‌رو، در درون لوله، دو مایع مخلوط نشدنی قرار دارند. اگر فشار در نقاط نشان داده در درون مایع‌ها را با هم مقایسه کنیم، کدام رابطه درست است؟



- (۱) $P_C < P_D$ و $P_A = P_B$
- (۲) $P_C < P_D$ و $P_A < P_B$
- (۳) $P_C = P_D$ و $P_A = P_B$
- (۴) $P_C = P_D$ و $P_A > P_B$

فشار در نقاط هم‌ترازی که یا سطح سطح مرجع هستند (سطحی که زیر آن فقط یک مایع باشد و در بالای آن مایعات مختلف وجود داشته باشد) بیان است پس $P_C = P_D$ می‌باشد. بالای سطح مرجع و در نقاط هم‌تراز، فشار برابر نیست و هر چه ستون مایع بالای نقاط هم‌تراز بالای سطح مرجع بیشتر باشد، فشار بیشتر است پس $P_A > P_B$ و باشد.

- در شکل روبه‌رو، قطر قاعده دو استوانه برابرند. اگر شیر ارتباط بین دو ظرف را باز کنیم، سطح آب چند سانتی‌متر



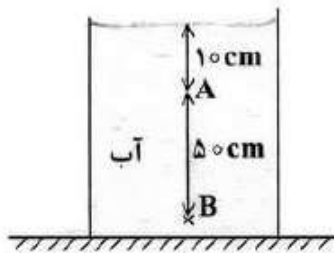
خوب دقت کنید به ما گفته سطح آب چقدر پایین می‌ماند ما نمی‌دونیم چقدر می‌آید پس اون مقدار که کم میشه رو می‌گیریم X اگر X از اینطرف شاخه آب بیاد پایین اونطرف هم به اندازه X میره بالا که با رنگ طوسی مشخص شده ارتفاع نفت تغییر نمی‌کنه ها حواسمون باشه نفت ۵۰ سانتی خودش رو داده بالاتر بعدش اومدیم هم تراز کردیم حالا باید بگیم فشار بالا آب و فشار بالا نفت برابر هستن بالا آب یه ارتفاع هست که با رنگ طوسی مشخص شده که گفتیم این ارتفاع برابر $50-2x$ چرا؟! چون اگر شما $X+X+50-2x$ کنید میشه همون ۵۰ سانتی متر ارتفاع اولیه آب (X سمت چپ هم بعد هم تراز کردن فهمیدیم ارتفاع سمت راست و چپ باید یکی باشه)

$$P_{\text{آب بالا}} = P_{\text{نفت بالا}} \quad \rho g h_{\text{آب}} = \rho g h_{\text{نفت}}$$

$$1000 \times (50 - 2x) = 800 \times 50 \quad x = 5 \text{ cm}$$

تست ۱۲: تجربی ۸۹

- در شکل مقابل، فشار در نقطه‌ی B چند برابر فشار در نقطه‌ی A است؟



$$(P_0 = 9/9 \times 10^4 \text{ pa} , \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} , g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$\frac{6}{5} \quad (2) \quad \frac{5}{4} \quad (1)$$

$$\frac{21}{20} \quad (4) \quad \frac{20}{19} \quad (3)$$

$$P_A = P_0 + \rho gh_A = 9/9 \times 10^4 + 1000 \times 10 \times 0/1 = 10^5 \text{ Pa}$$

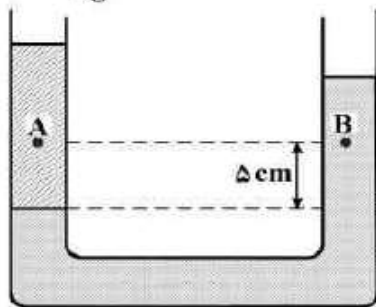
$$P_B = P_0 + \rho gh_B = 9/9 \times 10^4 + 1000 \times 10 \times 0/6 = 1/0.5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{1/0.5 \times 10^5}{10^5} = 1/0.5 = \frac{10.5}{100} = \frac{21}{20}$$

تست ۱۳ خارج تجربی ۹۴

- در شکل روبه‌رو، دو مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ در یک لوله U شکل قرار دارند. اگر فشار در نقطه‌های A و B به ترتیب P_A و P_B باشد، کدام رابطه در SI برقرار است؟

$$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$



$$P_A = P_B \quad (1)$$

$$P_A = \frac{4}{5} P_B \quad (2)$$

$$P_A = P_B - 100 \quad (3)$$

$$P_A = P_B + 100 \quad (4)$$

طبق اصل هم فشاری مایعات در سطوح هم تراز:

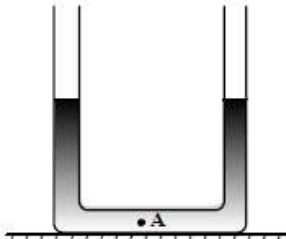
در این مسئله چگالی بزرگتر مربوط به مایع زیرین می باشد.

$$P = \dot{P} \rightarrow P_A + \rho_1 gh = P_B + \rho_2 gh \rightarrow P_A = P_B + (\rho_2 - \rho_1) gh = P_A = P_B + 200 \times 10 \times 0.05$$

$$P_A = P_B + 100$$

تست ۱۴: خارج تجربی ۹۳

در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لوله در هر طرف برابر ۲ cm^2 است و در لوله جیوه ریخته شده است. اگر در یکی از شاخه‌ها روی جیوه ۶۸ گرم آب بریزیم، فشار در نقطه A چند سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد؟



(چگالی جیوه و آب به ترتیب $\frac{13}{6}\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $۱\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ است.)

- (۱) ۱٫۲۵
- (۲) ۲٫۵۰
- (۳) ۳٫۷۵
- (۴) ۴٫۵۰

پاسخ گزینه‌ی ۱ هنگامی که از یک شاخه آب به مجموعه اضافه می‌کنیم، مایع‌ها چنان جابه‌جا می‌شوند که فشار ناشی از هر دو لوله‌ی بر از مایع با هم یکسان شود و به تعادل برسند. درست همانند هنگامی که نیمی از آب را به شاخه‌ی راست و نیم دیگر را به شاخه‌ی چپ اضافه کنیم. باز هم مجموعه به تعادل می‌رسد. بنابراین فرض می‌کنیم که از هر سو نیمی از آب را درون لوله ریخته‌ایم:

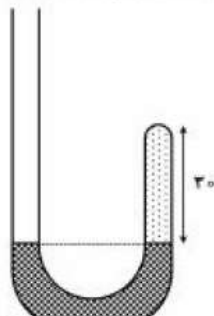
$$\text{در هر شاخه: } m = \frac{\rho A}{2} = ۳۴\text{ g} \Rightarrow V_{\text{آب}} = ۳۴\text{ cm}^3 \Rightarrow V = Ah \Rightarrow ۳۴ = ۲ \times h_{\text{آب}} \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۱۷\text{ cm}$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow ۱ \times ۱۷ = \frac{۱۳}{۶} \times h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{۱}{۲۵}\text{ cm}$$

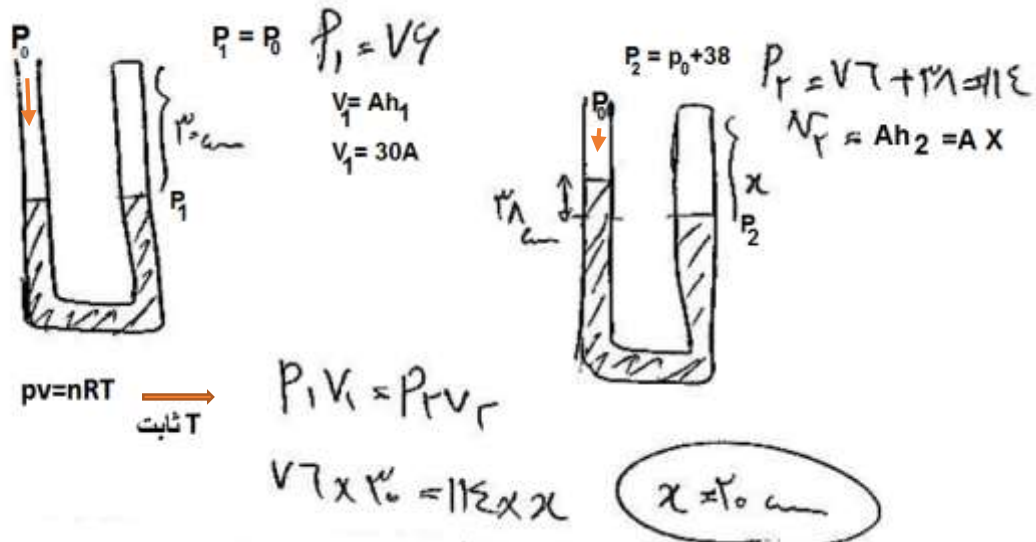
یعنی ۱۷ سانتی‌متر آب فشاری معادل $\frac{۱}{۲۵}$ سانتی‌متر جیوه به نقطه‌ی A اضافه می‌کند.

تست ۱۵ تجربی ۹۶

در شکل زیر، در ابتدا ارتفاع جیوه در دو طرف لوله یکسان است و مقداری گاز کامل در طرف راست لوله محبوس است. اگر جیوه به شاخه‌ی سمت چپ افزوده شود به طوری که اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف لوله به ۳۸ سانتی‌متر برسد، ارتفاع ستون گاز چند سانتی‌متر می‌شود؟ (فشار هوا ۷۶ سانتی‌متر جیوه است و دما ثابت فرض شود.)

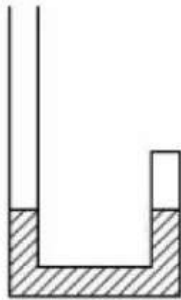


- (۱) ۵
- (۲) ۱۰
- (۳) ۱۵
- (۴) ۲۰



تست ۱۵ تجربی خارج ۹۵: این سبک سوالات و این سوال جز سوالات وقت گیر

در شکل زیر، داخل لوله U شکلی به سطح مقطع 1 cm^2 ، مقداری جیوه در دو طرف لوله، در یک سطح قرار دارد. ارتفاع هوای موجود در طرف بسته لوله برابر ۷۷ میلی‌متر است. چند سانتی‌متر مکعب جیوه درون لوله بریزیم تا ارتفاع هوای موجود در طرف بسته لوله به ۵۰ میلی‌متر برسد؟ $P_0 = 10^5 \text{ pa}$ ، $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و دمای هوا



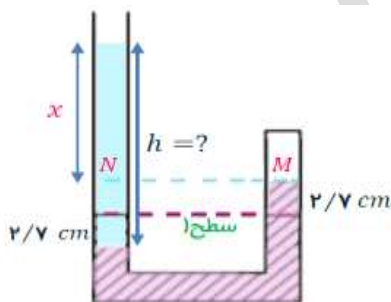
ثابت است.

۳۰ (۱)

۴۰ (۲)

۴۲٫۷ (۳)

۴۵٫۴ (۴)



جیوه‌ی درون لوله را تراکم ناپذیر فرض می‌کنیم. سطح مقطع دو شاخه‌ی لوله هم یکسان است. بنابراین با اضافه شدن جیوه به جیوه‌ی درون طرف . سطوح جیوه‌ی اولیه به اندازه‌ی معینی نسبت به سطح (۱) بالا و پایین قرار می‌گیرد. (از آنجا که ارتفاع هوا از ۷۷ به ۵۰ رسیده است. این تغییر سطح برابر ۲۷ میلی‌متر است که در شکل بر حسب cm نشان داده شده است. ابتدا از قانون کارها و با فرض دمای ثابت مقدار نهایی فشار هوای محبوس را محاسبه می‌کنیم.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2, \quad P_1 = P_0 = 10^5 \rightarrow 10^5 \times A \times 77 = P_2 \times A \times 50$$

$$\rightarrow P_2 \text{ هوای محبوس} = 1/54 \times 10^5 \text{ pa}$$

سپس با تعریف سطح هم‌ترازی برای فشار، به کمک نقاط M و N ارتفاع جیوه‌ی اضافه شده را به دست می‌آوریم.

$$P_N = P_M \Rightarrow 10^5 + 13500 \times 10 \times x = 1/54 \times 10^5 \Rightarrow x = 0/4 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

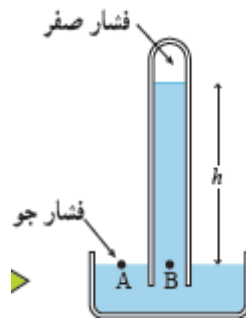
$$\rightarrow h = x + 2 \times 2/7 = 45/4 \text{ cm} \Rightarrow V_{\text{جیوه اضافه شده}} = Ah = 45/4 \text{ cm}^3$$

فشار سنج جیوه ای : وسیله ای ساده که برای اندازه گیری فشار جو به کار می رود و به آن جو

سنج می گویند فشار سنج جیوه ای توسط توریچلی فیزیکدان ایتالیایی اختراع شد به افتخار

$$1\text{mmHg} = 1 \text{ torr}$$

توریچلی



این شکل فشار سنج جیوه ای هست که طریقه بدست آوردن فشار در آن به این شکل است:

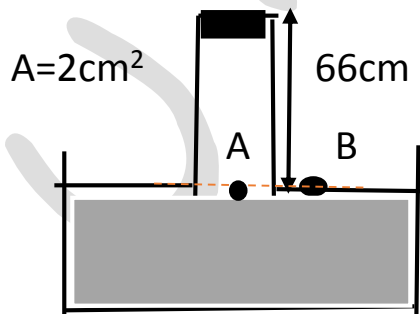
$$P_A = P_B$$

در اینجا هم از هم تراز بودن استفاده می کنیم

$$P_0 = 0 + \rho gh \Rightarrow P_0 = \rho gh$$

$$P_0 = 76\text{cmHg}$$

مثال : نیروی وارد از طرف جیوه بر ته لوله را بیابید



$$P_A = P_B$$

$$\rho gh + P_{\text{ته لوله}} = P_0$$

$$66\text{cmHg} + P_{\text{ته لوله}} = 76\text{cmHg} \quad P_{\text{ته لوله}} = 10\text{cmHg}$$

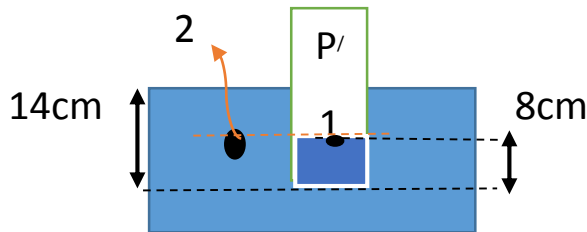
$$F = P_{\text{ته لوله}} \times A \quad \text{در این فرمول فشار بر حسب پاسکال هست}$$

$$P_{\text{ته لوله}} = \rho g \frac{h}{100} = 13600 \times 10 \times \frac{10}{100} = 13600 \quad \text{تبدیل جیوه به پاسکال}$$

$$F = P_{\text{ته لوله}} \times A = 13600 \times 2 \times 10^{-4} = 2/7$$

مثال: دهانه لوله قایمی تا عمق 14cm درون مایعی به چگالی $0/9 \frac{g}{cm^3}$ فرو برده شده است اگر ارتفاع مایع در داخل لوله 8cm باشد فشار هوا درون لوله چند سانتی متر جیوه است؟

$$\rho_{Hg} = 13/5 \frac{g}{cm^3} \quad P_0 = 76 \text{ cmHg}$$



پاسخ: خوب دقت کنید داخل مایعی فرو رفته اخر سر بر حسب جیوه از شما خواسته پس مایع

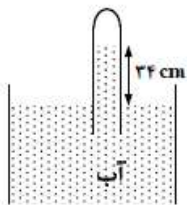
نامشخص رو باید به جیوه تبدیل کنیم $\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{\text{مایع}} h$ $13/5 h_{Hg} = 0/9 \times 6$

$$h_{Hg} = 0/4 \text{ cmHg}$$

$$P_1 = P_2 \quad P_1 = P_0 + \rho g h = 76 \text{ cmHg} + 0/4 = 76/4 \text{ cmHg}$$

تست ۱۶ تجربی ۹۳:

در شکل روبه رو، فشار گاز جمع شده در انتهای لوله، ۷۲ سانتی متر جیوه است. چگالی آب $1 \frac{g}{cm^3}$ و چگالی جیوه $13/6 \frac{g}{cm^3}$ است. اگر اختلاف سطح آب در لوله و ظرف ۳۴ cm باشد، فشار هوا چند سانتی متر جیوه است؟

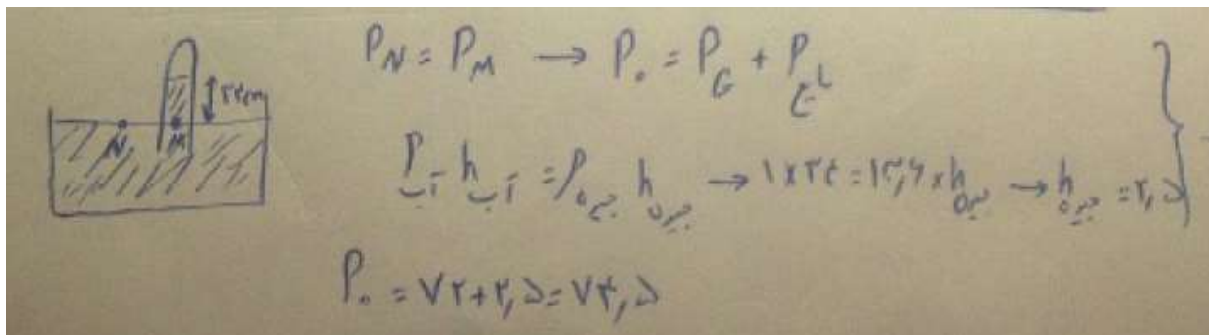


۷۶ (۱)

۷۴/۵ (۲)

۶۹/۵ (۳)

۶۸ (۴)



تست ۱۶: قلم چی

۱- مطابق شکل، لوله پر از جیوه است. در صورتی که فشار وارد بر انتهای لوله $59/2 \text{ kPa}$ باشد، زاویه‌ی لوله با سطح مایع برحسب درجه کدام

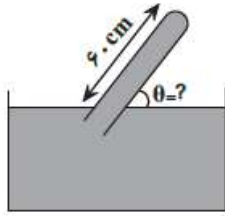
است؟ $(\sin 37^\circ = 0/6$ و $P_{\text{محیط}} = 10^5 \text{ Pa}$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ، $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

۳۰ (۱)

۳۷ (۲)

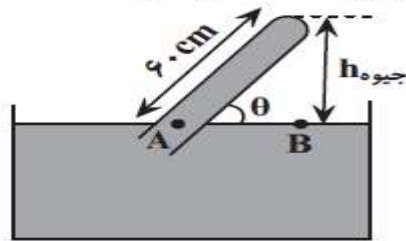
۵۳ (۳)

۶۰ (۴)



از برابری فشار در نقاط **A** و **B** استفاده می‌کنیم. بنابراین:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{محیط}} = P_{\text{انتهای لوله}} + P_{\text{ستون جیوه}}$$



$$\Rightarrow P_{\text{محیط}} = P_{\text{انتهای لوله}} + \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}}$$

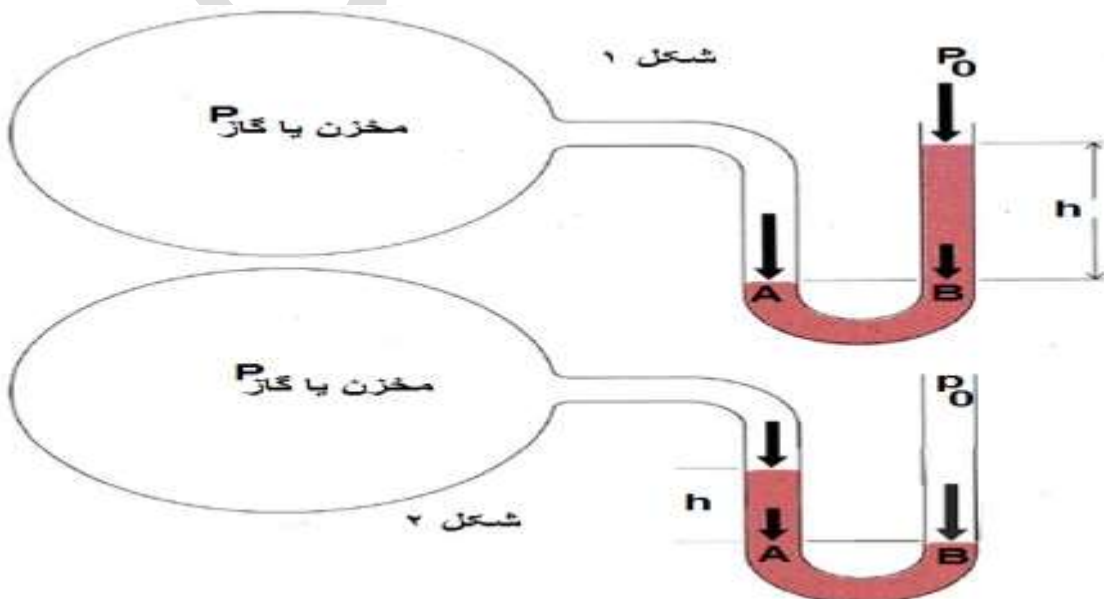
$$\Rightarrow 10^5 = 59200 + 13600 \times 10 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 30 \text{ cm}$$

بنابراین زاویه‌ی θ را می‌یابیم:

$$\sin \theta = \frac{h_{\text{جیوه}}}{\text{طول لوله}} = \frac{30 \text{ cm}}{60 \text{ cm}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 30^\circ$$

فشار سنج (مانومتر) - مقایسه وزن مایع و نیروی حاصل از فشار مایع

مانومتر: یکی از وسیله‌های ساده برای اندازه‌گیری فشار یک شاره محصور است.



ابتدا خط تراز را به همان شیوه لوله های U شکل رسم می کنیم فشار بالای نقاط A و B باهم برابرند (چون در یک ارتفاع و برای یک مایع هستند)

شکل ۱ $P_A = P_B \Rightarrow P = \rho gh + p_0$ فشار بیشتر از فشار خلا

شکل ۲ $P_A = P_B \Rightarrow P = p_0 - \rho gh$ فشار کمتر از فشار خلا

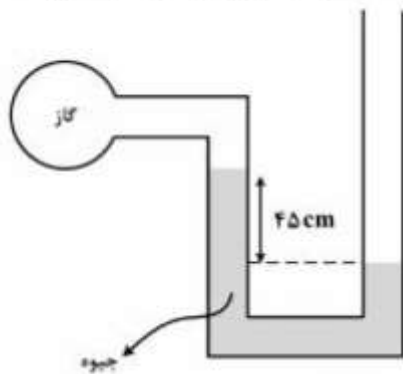
در این روابط فشار P را فشار مطلق می گویند

تفاوت بین فشار مطلق و فشار جو را فشار پیمانه ای می گویند

فشار پیمانه ای هم می تواند مثبت و هم منفی بشود $P_g = \rho gh = P - P_0$

تست ۱۷: خارج کشور ریاضی ۹۵

- در شکل روبه رو، اگر فشار هوا 10^5 پاسکال و چگالی جیوه $13600 \frac{kg}{m^3}$ باشد، فشار گاز درون ظرف، چند پاسکال است؟



۳۸,۸۰۰ (۱)

۶۱,۲۰۰ (۲)

۱۳۸,۸۰۰ (۳)

۱۶۱,۲۰۰ (۴)

مطابق شکل شرط هم‌دست‌ی دایره‌های A و B برقرار است.

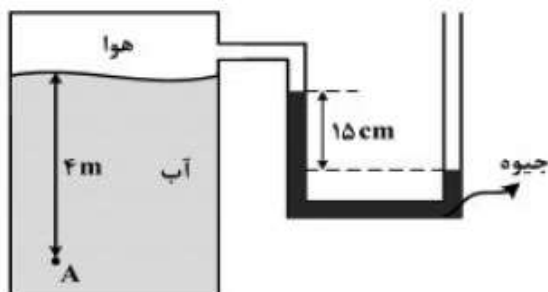
$$P_A = P_B$$

$$P_g + \rho gh = P_0 \rightarrow P_g + 13600 \times 10 \times 0,45 = 10^5$$

$$\rightarrow P_g + 61200 = 10^5 \rightarrow P_g = 38800 \text{ Pa}$$

تست ۱۸: تجربی ۹۴

فشار در نقطه A چند کیلوپاسکال است؟ (چگالی آب $1000 \frac{kg}{m^3}$ ، چگالی جیوه $13600 \frac{kg}{m^3}$ ، فشار هوای بیرون $10^5 pa$ و $g = 10 \frac{N}{kg}$ است.)



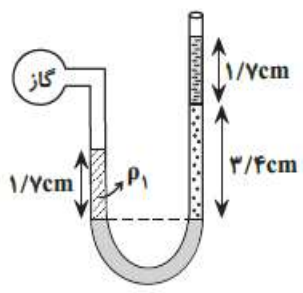
- (۱) ۷۹/۶
- (۲) ۱۱۹/۶
- (۳) ۶۸/۴
- (۴) ۱۲۰/۴

$$\begin{aligned}
 P_A &= \rho_w \cdot g \cdot h_w + P_{\text{هوا بیرون}} \\
 P_0 &= \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} + P_{\text{هوا بیرون}} \\
 P_A &= \rho_w \cdot g \cdot h_w + P_0 - \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} \\
 &= 1000 \cdot 10 \cdot 4 + 10^5 - 13600 \cdot 10 \cdot \frac{15}{100} \\
 P_A &= 119400 Pa = 119,4 kPa
 \end{aligned}$$

تست ۱۹: قلم چی

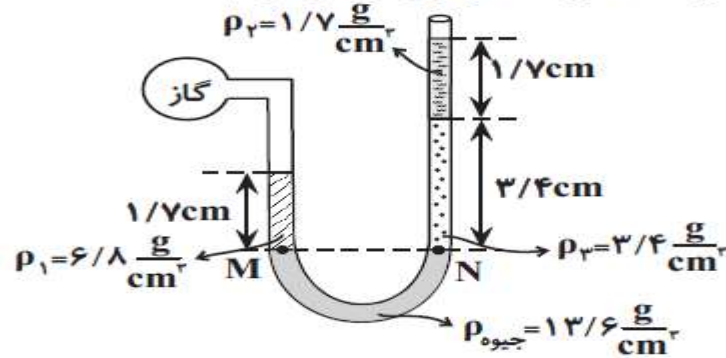
در شکل زیر چهار مایع مختلف وجود دارد که چگالی آن‌ها برابر با $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{g}{cm^3}$ ، $\rho_1 = 6/8 \frac{g}{cm^3}$

است. در این صورت فشار مخزن گاز چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($P_0 = 75 cmHg$ فشار هوای محیط است.)



- (۱) ۷۵
- (۲) ۷۶/۸۵
- (۳) ۷۵/۲۱۲۵
- (۴) ۷۶/۰۶۲۵

با توجه به این که مایع با چگالی بیشتر پایین تر قرار می گیرد. ترتیب قرارگیری مایع ها به صورت شکل زیر است و داریم:



با توجه به نقاط هم تراز M و N داریم:

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_1 = P_2 + P_3 + P_0 \quad (1)$$

باید حساب کنیم که فشار هر کدام از مایع ها معادل فشار چند سانتی متر جیوه است. پس:

$$\rho_1 h_1 = \rho_{\text{جووه}} h_{\text{جووه}} \Rightarrow 6/8 \times 1/7 = 13/6 h_{\text{جووه}} \Rightarrow h_{\text{جووه}} = 0/85 \text{ cm}$$

$$\rho_2 h_2 = \rho_{\text{جووه}} h_{\text{جووه}} \Rightarrow 3/4 \times 3/4 = 13/6 h_{\text{جووه}} \Rightarrow h_{\text{جووه}} = 0/85 \text{ cm}$$

$$\rho_3 h_3 = \rho_{\text{جووه}} h_{\text{جووه}} \Rightarrow 1/7 \times 1/7 = 13/6 h_{\text{جووه}} \Rightarrow h_{\text{جووه}} = 0/2125 \text{ cm}$$

با توجه به رابطه ی (۱) فشار گاز را به دست می آوریم:

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} + 0/85 \text{ cmHg} = 0/85 \text{ cmHg} + 0/2125 \text{ cmHg} + 75 \text{ cmHg}$$

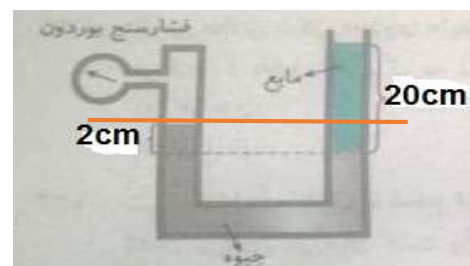
$$P_{\text{گاز}} = 75/2125 \text{ cmHg}$$

۱- در شکل مقابل مایعی به چگالی $\frac{3}{6} \frac{g}{cm^3}$ روی سطح جیوه $(\rho_{Hg} = \frac{13}{6} \frac{g}{cm^3})$ در حالت تعادل قرار دارد. فشار سنج پیمانه ای چه فشاری را بر حسب پاسکال نشان می دهد؟ (فله جی)

۴۴۸۰ (۲)	۲۷۲۰ (۱)
۹۹۲۰ (۴)	۷۲۰۰ (۳)

پاسخ: فشار سنج پیمانه ای فرمول $P_g = \rho g h = P - P_0$

که یعنی در این فرمول با داشتن چگالی و ارتفاع مایع به راحتی سوال حل می شود



ما برای اینکه مقدار ارتفاع واقعی مایع رو بدست اوریم اومدیم یه خط هم تراز می گذاشتیم که حالا بالا خط نارنجی میشود ارتفاع ما ولی ما زمانی همیشه تراز میکردیم که دو طرف مایع ما از یک جنس باشند در صورتی که الان یک طرف جیوه یک طرف مایع هست پس باید جیوه که ۲ سانتی متر هست بینم این مقدار بر حسب مایع چه ارتفاعی می شود

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} \quad 13/6 \times 2 = 3/6 h_{\text{مایع}}$$

$$h_{\text{مایع}} = 7/56 \text{ cm}$$

این ارتفاع مایع بر حسب 2cm جیوه بود اما ارتفاعی که ما داخل حل میخاییم

$$h = 20 - 7/56 = 12/44$$

اومدیم ارتفاع کل منها ارتفاع زیر خط هم تراز کردیم

$$pgh = 3600 \times 10 \times \frac{12/44}{100} = 4480$$

این فرمول چگالی باید استاندارد باشه

تست ۲۱ خارج کشور ریاضی ۸۷

۱۱- قطر یک گلوله‌ی توپر آلومینیومی دو برابر قطر یک گلوله‌ی توپر مسی است. اگر جرم گلوله‌ی آلومینیومی ۲/۴ برابر جرم گلوله‌ی مسی باشد.

چگالی آلومینیوم چند برابر چگالی مس است؟

۰/۴ (۴)

۰/۳ (۳)

۰/۲ (۲)

۰/۱ (۱)

چون قطر گلوله‌ی آلومینیومی دو برابر قطر گلوله‌ی مسی است، بنابر رابطه‌ی $\frac{4}{3}\pi r^3$ کره V ، حجم کره‌ی آلومینیومی ۸ برابر حجم کره‌ی

مسی است و با استفاده از رابطه‌ی چگالی می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} \times \frac{V_{Cu}}{V_{Al}} \Rightarrow \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = 2/4 \times \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = 2/4 \times \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = 0/3$$