درس‌نامه + پرسش‌های چهارگزینه‌ای + پاسخ‌های کاملاً تشریحی

فیزیک ۱ تجربی

(دهم) ویراست سوم

سیروس یعقوبی، رضا خالو، امیرعلی میری

نشر الگو

۲۰۳ پرسش ۴ گزینه‌ای در درس‌نامه‌ها | ۱۲۸۵ پرسش ۴ گزینه‌ای در پایان درس‌نامه‌ها | ۶ آزمون فصل به فصل و جامع

مجموعه کتاب‌های پایهٔ دهم نشر الگو ویژهٔ رشتهٔ تجربی:

- فیزیک ۱ دهم تجربی (تمام)
- فیزیک ۱ دهم تجربی (تست و سه‌بعدی)
- ریاضی ۱ دهم (تست و سه‌بعدی)
- جامع زیست‌شناسی ۱ دهم
- جامع فیزیک پایه تجربی
- جمع‌بندی شیمی دهم
- شیمی ۱ دهم (تست)

- فصل صفر برای تقویت محاسبات ریاضی
- درس‌نامه‌ای منطبق با کتاب درسی فیزیک پایهٔ دهم
- ۲۰۳ پرسش چهارگزینه‌ای در درس‌نامه‌ها
- ۱۲۸۵ پرسش چهارگزینه‌ای منطبق با کتاب درسی با چینش آموزشی در پایان درس‌نامه‌ها
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای تألیفی به همراه سؤالات کنکور سال‌های اخیر
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای سطح دوم برای دانش‌آموزان علاقه‌مند
- ۶ آزمون برای مرور مطالب و سنجش توانایی و مهارت
- پاسخ‌های کاملاً تشریحی با ارائهٔ خط فکری برای حل مسائل

نشر الگو
www.olgoobooks.ir
9786007195395

شما می‌توانید سؤالات خود را از طریق کانال تلگرام فیزیک الگو به آدرس زیر با انتشارات در میان بگذارید:

https://t.me/physics_olgoo

پیشگفتار

ویراست سوم

به نام خدا

دوستان عزیز

سلام

ورود به سال دهم، همزمان با آغاز دورهٔ متوسطهٔ دوم است. در این دوره شما برای ورود به دانشگاه آماده می‌شوید، بنابراین در مقایسه با دوره‌های قبل، باید تلاش بیشتری همراه با برنامه‌ریزی دقیق داشته باشید. در متوسطهٔ دوم کتاب علوم به کتاب‌های جداگانهٔ فیزیک و شیمی (و زیست‌شناسی برای رشتهٔ تجربی) تفکیک می‌شود. اهمیت درس فیزیک در هر دو رشتهٔ ریاضی و تجربی بر کسی پوشیده نیست.

شما باید توجه داشته باشید که مطالعهٔ دقیق کتاب درسی آموزش و پرورش مهم و ضروری است. کتاب درسی شامل نکات فراوانی است که ممکن است عمق آن‌ها از دید شما پنهان بماند یا در مطالعه متوجه نشوید تست‌های کنکور از کدام قسمت و به چه صورت مطرح می‌شوند.

هدف ما این است که عمق موضوعات کتاب درسی را تشخیص داده و متناسب با آن با طرح تست‌های کافی به همراه تست‌های کنکور و آزمون‌های آزمایشی، توانایی علمی شما را به بالاترین سطح ممکن و مورد نیاز برسانیم. در این مسیر شما نیاز دارید که محاسبات ریاضی خود را تقویت کرده و از اشتباهات متداول دوری کنید برای این منظور در ابتدای کتاب **فصل صفر** را قرار داده‌ایم تا به شما برای محاسبات درست یاری برساند.

حال ۱۰ ویژگی اصلی این کتاب را با هم مرور می‌کنیم:

۱ هر فصل به چند بخش تقسیم شده است.

۲ هر بخش شامل درسنامه‌ای به همراه تست‌های آموزشی است. در درسنامه نیز بعد از هر تیپ سؤالی، شماره‌های تست‌های مشابه با آن از بخش تست‌های آموزشی ذکر شده است تا با استفاده از آن‌ها تسلط کامل نسبت به آن تیپ سؤالی پیدا کنید.

۳ تست‌های آموزشی بعد از درسنامه از ساده به دشوار چیده شده‌اند، که در این تست‌ها علاوه‌بر تست‌های تألیفی، تست‌هایی از کنکورهای سال‌های گذشته و آزمون‌های آزمایشی معتبر که متناسب با مطالب جدید کتاب درسی هستند، قرار گرفته است.

۴ در بخش تست‌های آموزشی برای برخی از تست‌ها که لازم دیده‌ایم تست‌های مشابهی در پاسخ گذاشته‌ایم تا اگر شما در این بخش نتوانستید تست موردنظر را حل کنید، بعد از خواندن پاسخ و فهم تست، تست شبیه به آن را خودتان حل کنید. همچنین برای اینکه متوجه شوید که تست، شامل یک تست مشابه در پاسخ است، علامت ⊕ در کنار شمارهٔ تست قرار گرفته است.

۵ در پاسخ تست‌های مهم، بخشی به نام خط فکری قرار داده شده است، که به نوعی استراتژی حل تست و ایده‌های مهم تست در آن بیان شده است. بهتر است که اگر نتوانستید این تست‌ها را حل کنید ابتدا خط فکری آن را بخوانید، سپس خودتان باقی حل را انجام دهید.

۶ در پاسخ تست‌ها، سطح هر تست را مشخص کرده‌ایم؛ A تست‌های ساده، B تست‌های متوسط و C تست‌های دشوار را مشخص می‌کنند.

۷ برای مرور سریع فصل تست‌هایی را مشخص کرده‌ایم که با علامت 🚚 مشخص شده‌اند.

۸ برای هر بخش نیز تست‌های نسبتاً دشوار را که برای تفهیم بهتر مطالب به شما کمک می‌کنند به عنوان تست‌های سطح دوم قرار داده‌ایم. اگر تست‌های بخش آموزشی را حل کردید و دنبال تست‌های سخت‌تر هستید این تست‌ها را حل کنید. (البته بهتر است قبل از حل، از دبیر خود برای حل این بخش مشورت بگیرید.)

۹ در پایان هر فصل آزمون تستی آورده‌ایم که می‌توانید با حل آن‌ها ضمن مرور مطالب، توانایی و مهارت خود را بسنجید. در پاسخ تست‌های آزمون، شمارهٔ تست‌های مشابه با آن تست را قرار داده‌ایم تا بعد از تصحیح آزمون، برای تحلیل آن به شما کمک کنند.

۱۰ در آخر کتاب هم دو آزمون برگرفته از کنکور سراسری ۱۴۰۲ (نوبت اول) و آزمون‌های آزمایشی معتبر قرار داده‌ایم.

در پایان لازم است از تلاش صمیمانهٔ کارکنان نشر الگو سپاسگزاری کنیم، در واحد ویرایش خانم زهره نوری و آقای محسن شعبان‌شمیرانی، همچنین از خانم خندان که ویرایش کتاب بی‌یاری ایشان امکان‌پذیر نبود. در واحد حروفچینی و صفحه‌آرایی از خانم‌ها راضیه صالحی و فاضله محسنی برای صفحه‌آرایی کتاب و از سرکار خانم سکینه مختار مسئول واحد ویراستاری و حروفچینی قدردانی می‌کنیم.

فهرست

فصل صفر

فصل صفر ۲

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

بخش اول: فیزیک، دانش بنیادی ۱۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۱۳
بخش دوم: تبدیل یکاها - نمادگذاری علمی - سازگاری یکاها ۱۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۲۱
بخش سوم: اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری ۲۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۲۸
بخش چهارم: چگالی ۳۱
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۳۸
آزمون ۴۵
پاسخ آزمون ۴۷

فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

بخش اول: بررسی حالت‌های ماده و نیروهای بین‌مولکولی ۵۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۵۴
بخش دوم: فشار جامدها ۵۹
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۶۰
بخش سوم: فشار در شاره‌ها و مفاهیم اولیه ۶۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۷۰
بخش چهارم: خط تراز - لوله‌های U شکل ۸۱
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۸۵
بخش پنجم: فشار هوا - فشارسنج‌ها ۹۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش پنجم ۹۶
بخش ششم: فشارسنج شاره‌ها (مانومتر) ۱۰۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش ششم ۱۰۶
بخش هفتم: شناوری ۱۱۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش هفتم ۱۱۴
بخش هشتم: شاره در حرکت و اصل برنولی ۱۱۹
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش هشتم ۱۲۳
آزمون ۱۲۹
پاسخ آزمون ۱۳۲

فصل سوم: کار، انرژی و توان

بخش اول: انرژی جنبشی ۱۳۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۱۳۹
بخش دوم: کار نیروی ثابت ۱۴۳
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۱۴۹
بخش سوم: کار و انرژی جنبشی ۱۵۵
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۱۵۸
بخش چهارم: کار و انرژی پتانسیل - پایستگی انرژی مکانیکی ۱۶۵
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۱۷۱
بخش پنجم: کار و انرژی درونی ۱۸۱
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش پنجم ۱۸۵
بخش ششم: توان و بازده ۱۹۳
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش ششم ۱۹۶
آزمون ۲۰۰
پاسخ آزمون ۲۰۲

فصل چهارم: دما و گرما

بخش اول: دما و دماسنجی ۲۰۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول ۲۰۹
بخش دوم: انبساط گرمایی ۲۱۳
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش دوم ۲۲۱
بخش سوم: گرما - تعادل گرمایی ۲۳۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش سوم ۲۳۸
بخش چهارم: تغییر حالت‌های ماده ۲۴۷
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش چهارم ۲۵۵
بخش پنجم: روش‌های انتقال گرما ۲۶۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش پنجم ۲۶۷
آزمون ۲۷۱
پاسخ آزمون ۲۷۳

آزمون جامع

آزمون جامع ۱ ..... ۲۷۵
آزمون جامع ۲ ..... ۲۷۷
پاسخ آزمون جامع ۱ ..... ۲۸۰
پاسخ آزمون جامع ۲ ..... ۲۸۳

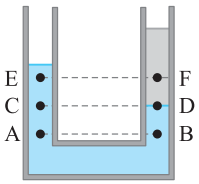
فصل پنجم: پاسخ‌های تشریحی

پاسخ‌های تشریحی فصل اول ۲۸۸
پاسخ‌های تشریحی فصل دوم ۳۱۳
پاسخ‌های تشریحی فصل سوم ۳۶۴
پاسخ‌های تشریحی فصل چهارم ۴۱۷

بخش چهارم: خط تراز - لوله‌های U شکل

یکی از متداول‌ترین سؤال‌های این فصل سؤال‌های مربوط به لولهٔ U شکل است که برای حل نوع این سؤال‌ها ابتدا باید مفهوم نقاط هم‌تراز یا هم‌فشار را بررسی کنیم:

اگر دو نقطه **در یک مایع و در یک ارتفاع از کف ظرف** قرار داشته باشند، این دو نقطه در یک تراز قرار داشته و هم‌فشارند:

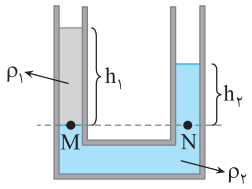


$P_A = P_B \rightarrow$ در یک مایع و در یک ارتفاع از کف ظرف

$P_C = P_D \rightarrow$ در یک مایع و در یک ارتفاع از کف ظرف

$P_E \neq P_F \rightarrow$ در یک ارتفاع از کف اما در دو مایع مختلف

برای حل مسائل لوله‌های U شکل ابتدا خط تراز را رسم می‌کنیم. خط تراز، خطی است که از محل جدایی دو مایع به طور افقی رسم می‌شود. در واقع این خط بالاترین جایی است که فشار یکسان است.



به‌طور مثال: خط تراز در شکل روبه‌رو خط گذرنده از نقاط N و M است: $P_M = P_N$

فشار بالای نقطهٔ M، مجموع فشار هوا و فشار ستون h_1 مایع ۱ است: $P_M = P_0 + \rho_1 g h_1$

فشار بالای نقطهٔ N، مجموع فشار هوا و فشار ستون h_2 مایع ۲ است: $P_N = P_0 + \rho_2 g h_2$

بنابراین می‌توان گفت:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \xrightarrow{h_1 > h_2} \rho_2 > \rho_1$$

نتیجه ۱ مایعی که ته‌نشین شده است دارای چگالی بیشتری است.

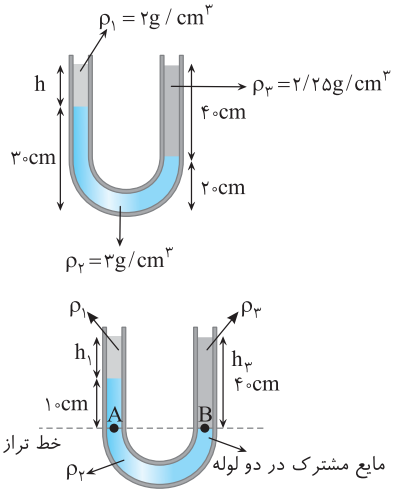
۲ در لوله‌های U شکل معمولاً نیازی به نوشتن P_0 نیست زیرا از طرفین حذف می‌شود.

تست ۵۸

در شکل روبه‌رو، سه مایع مخلوط‌نشدنی در یک لولهٔ U شکل در تعادل قرار دارند. ارتفاع h را به‌دست آورید.

۱) ۱۵ ۲) ۰/۱۵

۳) ۳۰ ۴) ۰/۳



پاسخ ۱) ابتدا خط تراز را در دو لوله می‌کشیم. برای کشیدن خط تراز مایع مشترک بین دو لوله با کمترین ارتفاع را مشخص می‌کنیم و از آن خطی افقی می‌کشیم.

۲) فشار نقاط A و B واقع بر خط تراز با هم برابرند:

$$P_A = P_B$$

$$P_0 + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = \rho_3 g h_3 + P_0 \Rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 = \rho_3 h_3$$

$$\Rightarrow 2000 \times h_1 + 3000 \times \frac{10}{100} = 2250 \times \frac{40}{100}$$

$$\Rightarrow 2\times10^3 \times h_1 + 3\times10^2 = 9\times10^2 \Rightarrow 2\times10^3 \times h_1 = 6\times10^2 \Rightarrow h_1 = 0/3\,m = 30\,cm$$

گزینهٔ ۳

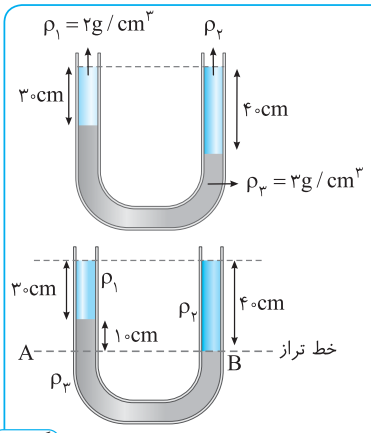
راستی می‌شه گفت که در لوله‌های U شکل مجموع ρh بالای خط تراز در دو شاخه با هم برابر است. (مثال بالا):

$$\underbrace{\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2}_{\text{شاخهٔ سمت چپ}} = \underbrace{\rho_3 h_3}_{\text{شاخهٔ سمت راست}}$$

تست ۵۹

در شکل روبه‌رو، سه مایع مخلوط‌نشدنی در یک لولهٔ U شکل در تعادل قرار دارند. چگالی $\rho_۲$ چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۱۲۵۰ ۴) ۲۲۵۰



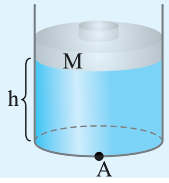
پاسخ همان‌گونه که بیان شد ابتدا یک خط فرضی افقی از محل اولین جدایی دو مایع رسم می‌کنیم. فشار نقاط A و B واقع بر خط تراز با هم برابر بوده، از این رو:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۳ h_۳ + \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$$

$$۳\times۱۰ + ۲\times۳۰ = \rho_۲ \times ۴۰ \Rightarrow \rho_۲ = ۲/۲۵ g/cm^۳$$

گزینهٔ ۲

نکته هرگاه درون یک ظرف مقداری مایع باشد و روی مایع یک پیستون بدون اصطکاک به جرم M قرار داده شود، فشار وارد بر هر نقطه درون مایع مجموع فشار هوا $(P_۰)$، فشار پیستون $\frac{W}{A}$ و فشار مایع بالای آن نقطه است.

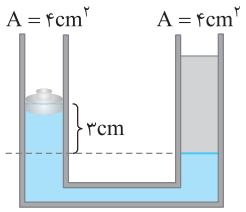


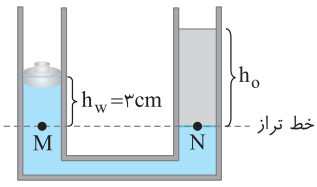
$$P_A = P_۰ + \frac{Mg}{A} + \rho gh$$

تست ۶۰

در شکل روبه‌رو آب با چگالی $۱g/cm^۳$ و روغن با چگالی $۰/۸g/cm^۳$ ریخته شده و یک پیستون بدون اصطکاک به جرم ۲۰۰g در شاخهٔ سمت چپ بر سطح آب قرار دارد. جرم روغن در شاخهٔ سمت راست چند گرم است؟ $(g = ۱۰N/kg)$

۱) ۸۴ ۲) ۵۲ ۳) ۷۲ ۴) ۲۱۲





پاسخ ۱) فشار نقاط واقع بر خط تراز برابر است با:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_۰ + \frac{mg}{A} + \rho_W g h_W = P_۰ + \rho_o g h_o$$

$$\frac{۰/۲\times۱۰}{۴\times۱۰^{-۴}} + ۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۳}{۱۰۰} = ۸۰۰\times۱۰\times h_o \Rightarrow ۵۰۰۰ + ۳۰۰ = ۸۰۰۰ h_o \Rightarrow h_o = \frac{۵۳۰۰}{۸۰۰۰} = \frac{۵۳}{۸۰} m$$

۲) حجم روغن را حساب می‌کنیم:

$$V_o = A h_o = ۴\times۱۰^{-۴} \times \frac{۵۳}{۸۰} = \frac{۵۳\times۱۰^{-۴}}{۲۰} m^۳$$

$$V_o = \frac{۵۳\times۱۰^{-۴}}{۲۰} \times ۱۰^۶ cm^۳ \Rightarrow V_o = \frac{۵۳۰}{۲} cm^۳$$

۳) جرم روغن را به‌دست می‌آوریم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m_o = \rho V \Rightarrow m_o = ۰/۸ \times \frac{۵۳۰}{۲} \Rightarrow m_o = ۲۱۲g$$

اما این مسئله راه‌حل ساده‌تری برای رسیدن به جرم روغن (m_o) دارد. کافی است از همان ابتدا فشار ستون روغن در سمت راست را از تعریف اصلی فشار $P = \frac{F}{A} = \frac{W_{روغن}}{A}$ حساب کنیم و بنویسیم:

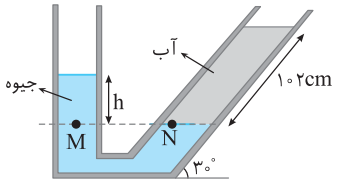
$$P_M = P_N \Rightarrow P_۰ + \frac{mg}{A} + \rho_W g h_W = P_۰ + \frac{m_o g}{A}$$

$$\frac{m_{پیستون}}{A} + \rho_W h_W = \frac{m_o}{A} \Rightarrow \frac{۰/۲۰۰}{۴\times۱۰^{-۴}} + ۱۰۰۰\times\frac{۳}{۱۰۰} = \frac{m_o}{۴\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow ۵۰۰ + ۳۰ = \frac{m_o}{۴\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow m_o = ۲۱۲۰\times۱۰^{-۴} kg = ۲۱۲g$$

گزینهٔ ۴

تست ۶۱

در شکل روبه‌رو، دو مایع در حال تعادل‌اند. h چند سانتی‌متر است؟



$(\rho_{Hg}=۱۳/۶g/cm^۳, \rho_W=۱g/cm^۳, g=۱۰N/kg)$

۱) ۷/۵

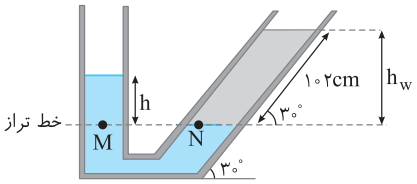
۲) ۴/۵

۳) ۳/۷۵

۴) ۶/۲۵

پاسخ یادآوری: در رابطهٔ فشار در یک مایع $P=\rho gh$ ، h ارتفاع قائم ستون مایع است.

۱) ستون قائم آب تا خط تراز را حساب می‌کنیم:



$$\sin ۳۰^\circ=\frac{h_W}{۱۰۲}\Rightarrow h_W=۱۰۲\times\frac{۱}{۲}=۵۱cm$$

۲) فشار در نقاط M و N را برابر قرار می‌دهیم.

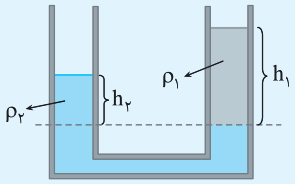
$$P_M=P_N\Rightarrow\rho_{Hg}h=\rho_W h_W\Rightarrow ۱۳/۶\times h=۱\times ۵۱\Rightarrow h=۳/۷۵cm$$

گزینهٔ ۳

حالا برو تست‌های ۳۰۵ تا ۳۱۳ رو بزن.

نکته ۱ در لولهٔ U شکل همواره مایع ته‌نشین شده، مایع با چگالی بیشتر است.

۲ هرگاه در لولهٔ U شکلی دو مایع مخلوط‌نشدنی ریخته شود، ارتفاع مایع با چگالی کمتر از ارتفاع مایع با چگالی بیشتر، بزرگ‌تر است.

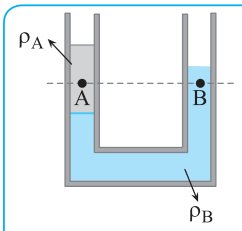


$$\rho_۲>\rho_۱$$

$$h_۲<h_۱$$

تست ۶۲

با توجه به شکل روبه‌رو کدام گزینه در مورد مقایسهٔ چگالی دو مایع ρ_A و ρ_B و فشار نقطه‌های A و B درست است؟



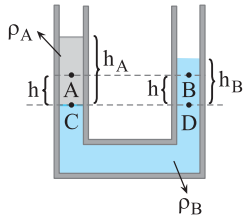
۱) $P_A>P_B, \rho_A>\rho_B$

۲) $P_A<P_B, \rho_A<\rho_B$

۳) $P_A<P_B, \rho_A>\rho_B$

۴) $P_A>P_B, \rho_A<\rho_B$

پاسخ دقت کنید نقاط A و B در یک مایع قرار ندارند یعنی این نقاط روی یک خط تراز قرار نمی‌گیرند و در این شکل فشار آن‌ها یکی نیست. خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار در نقاط C و D یکسان است. از این‌رو:



$$P_C=P_D\Rightarrow\rho_A h_A=\rho_B h_B\xrightarrow{h_A>h_B}\rho_B>\rho_A$$

برای بررسی و مقایسهٔ فشار در نقطهٔ A و B از نقطهٔ C و D بالا می‌رویم تا به نقطهٔ A و B برسیم، در این صورت فشار در نقطهٔ A و B خواهد شد:

$$\begin{cases}P_A=P_C-\rho_A gh\\ P_B=P_D-\rho_B gh\end{cases}\xrightarrow{\rho_B>\rho_A}P_A>P_B$$

گزینهٔ ۴

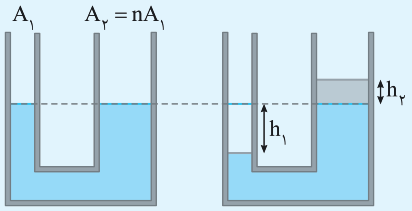
راستی می‌شه گفت در لوله‌های U شکل که دو مایع مخلوط نشدنی درون آن ریخته شده در نقاطی مانند A و B که در یک سطح درون دو مایع قرار دارن، فشار نقطه‌ای بیشتره که چگالیش کمتره اما مایع بالای سرش بیشتره.

حالا برو تست‌های ۳۱۴ تا ۳۲۲ رو بزن.

نکته ۱ در لوله‌های U شکل هر گاه بخواهیم در یک شاخه مایع اضافه کنیم باید به این نکته دقت کنیم که حجم مایع جابه‌جا شده در یک شاخه با حجم مایع جابه‌جا شده در شاخهٔ دیگر برابر است.

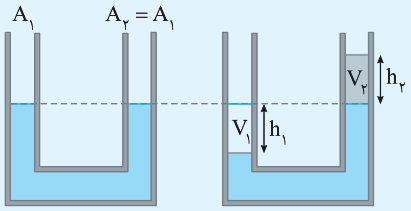
۲ به شکل‌های زیر دقت کنید:

سطح مقطع متفاوت



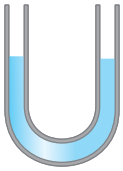
$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1h_1 = A_2h_2 \xrightarrow{A_2 = nA_1} h_2 = \frac{1}{n}h_1$ یا $h_1 = nh_2$

سطح مقطع یکسان



$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1h_1 = A_2h_2 \xrightarrow{A_1 = A_2} h_1 = h_2$

تست ۶۳



در لولهٔ U شکل روبه‌رو که سطح مقطع دو شاخه یکسان است آب قرار دارد. اگر در شاخهٔ سمت چپ به ارتفاع ۶cm روغن بریزیم، آب در شاخهٔ سمت راست چند سانتی‌متر نسبت به حالت قبل بالا می‌آید؟

$(\rho_W = 1000\,kg/m^3, \rho_o = 800\,kg/m^3)$

۱) ۲/۴ ۲) ۴/۸ ۳) ۰/۰۲۴ ۴) ۰/۰۴۸

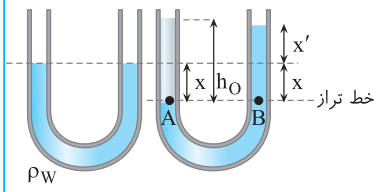
پاسخ ۱) لولهٔ U شکلی مشابه لولهٔ U شکل سؤال، کنار آن می‌کشیم و مایع اضافه شده را در لولهٔ جدید مشخص می‌کنیم.

۲) با اضافه شدن روغن به شاخهٔ سمت چپ، آب در این شاخه به اندازهٔ x پایین می‌آید و همان مقدار آب، در شاخهٔ سمت راست به ارتفاع x′ بالا می‌رود.

۳) چون سطح مقطع شاخه‌ها یکسان است پس همان مقدار آبی که در شاخهٔ سمت چپ پایین می‌آید در شاخهٔ سمت راست بالا خواهد رفت. $(x = x')$

$\Delta V_{\text{آب پایین آمده در شاخهٔ سمت چپ}} = \Delta V_{\text{آب بالا رفته در شاخهٔ سمت راست}}$

$\xrightarrow[\text{یکسان است}]{\text{سطح مقطع‌ها}} h_{\text{پایین آمده}} = h_{\text{بالا رفته}} = x$



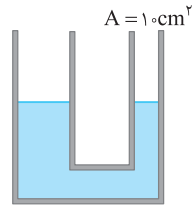
۴) حال خط تراز را در حالت جدید در لولهٔ U شکل می‌کشیم و فشار در نقاط A و B را برابر قرار می‌دهیم. ارتفاع روغن در بالای نقطهٔ A برابر h_o و ارتفاع آب در بالای نقطهٔ B برابر $x + x = 2x$ است.

از این رو خواهیم داشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_o h_o = \rho_W \times 2x \Rightarrow 800 \times \frac{6}{100} = 1000 \times 2x \Rightarrow x = \frac{24}{1000}\,m = 2/4\,cm$$

گزینهٔ ۱

تست ۶۴



در شکل روبه‌رو مساحت سطح مقطع شاخهٔ سمت چپ دو برابر مساحت سطح مقطع شاخهٔ سمت راست است. اگر در شاخهٔ سمت چپ ۱۵۰g روغن بریزیم، سطح آب شاخهٔ سمت راست نسبت به حالت ابتدایی چند سانتی‌متر پایین می‌رود؟

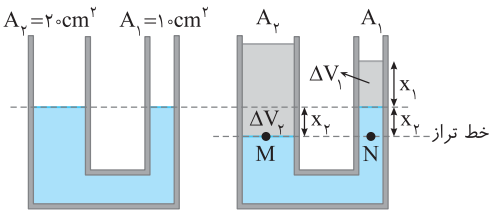
$(g = 10\,N/kg, \rho_{\text{آب}} = 1000\,kg/m^3)$

۱) ۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۶

پاسخ ۱) با ریختن روغن در شاخهٔ سمت چپ آب در سمت راست به همان حجم بالا می‌رود.

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 \Rightarrow A_1x_1 = A_2x_2 \Rightarrow 10x_1 = 20x_2 \Rightarrow x_1 = 2x_2 \quad (I)$$

۲) خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار نقاط M و N واقع بر خط تراز برابر است.



فشار در نقطهٔ M مجموع فشار هوا $P_\circ$ و فشار روغن $\frac{W_{\text{روغن}}}{A_2}$ است و فشار در نقطهٔ N مجموع فشار هوا و فشار ستون آب $(h_W = x_1 + x_2)$ است. بنابراین می‌توانیم بنویسیم.

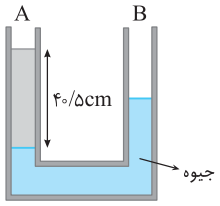
$$P_M = P_N \Rightarrow P_\circ + \frac{W_{\text{روغن}}}{A_2} = P_\circ + \rho g(x_1 + x_2) \xrightarrow{(I)} \frac{0/15 \times 10}{20 \times 10^{-4}} = 1000 \times 10 \times (3x_2) \Rightarrow x_2 = 0/025\,m = 2/5\,cm$$

گزینهٔ ۲

تست ۶۵

در شکل زیر ارتفاع آب در شاخهٔ A برابر ۴۰/۵cm است. در شاخهٔ B الکل می‌ریزیم تا سطح جیوه در دو شاخه یکسان شود. سطح جیوه نسبت به حالت اول چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟

$(\rho_{\text{آب}}=1g/cm^3, \rho_{\text{جیوه}}=13/5g/cm^3)$

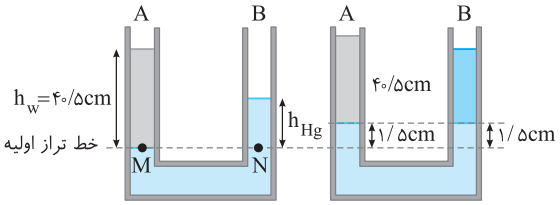


۱) ۱/۵
۲) ۵
۳) ۳
۴) ۲/۵

پاسخ ۱) ارتفاع جیوه را از خط تراز اولیه به‌دست می‌آوریم.

$$P_M=P_N \Rightarrow \rho_W h_W=\rho_{Hg}h_{Hg} \Rightarrow 1\times 40/5=13/5h_{Hg}$$
$$\Rightarrow h_{Hg}=3cm$$

۲) برای اینکه سطح جیوه در دو طرف یکسان شود کافی است از سمت راست جیوه $\frac{3}{2}=1/5cm$ پایین رفته و از سمت چپ به اندازهٔ ۱/۵cm بالا برود.

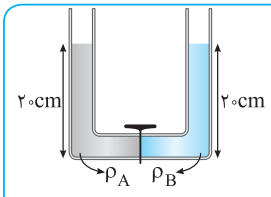


گزینهٔ ۱

نکته اگر بین شاخه‌های سمت راست و چپ لوله یک شیر قرار داشته باشد با باز شدن شیر:
۱ مایع با چگالی بیشتر ته‌نشین می‌شود. ۲ حجم مایع پایین آمده از یک سمت با حجم مایع بالا رفته در سمت دیگر برابر است.

تست ۶۶

در شکل روبه‌رو، قطر قاعدهٔ دو استوانه با هم برابر و قطر لولهٔ رابط ناچیز است. اگر شیر ارتباط را باز کنیم، سطح مایع A چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ $(\rho_A=2\rho_B)$

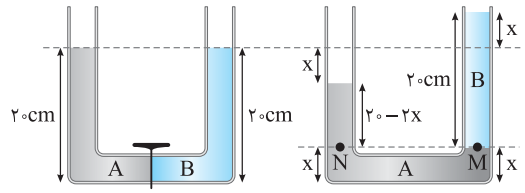


۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۱۲

پاسخ ۱) لولهٔ U شکل مشابهی کنار شکل سؤال می‌کشیم تا تغییرات را روی آن نشان دهیم.

۲) با باز شدن شیر، مایع A که چگالی بیشتری دارد پایین آمده و زیر مایع B قرار می‌گیرد.

۳) همان قدری که مایع A در سمت چپ پایین می‌آید همان‌قدر مایع B در شاخهٔ سمت راست بالا می‌رود.



۴) سطح هم‌تراز در مرز دو مایع را در حالت جدید رسم می‌کنیم. اکنون می‌توان نوشت:

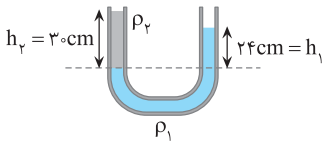
$$P_N=P_M \Rightarrow \rho_A g(20-2x)=\rho_B g(20) \Rightarrow 2\rho_B(20-2x)=\rho_B(20) \Rightarrow 2(20-2x)=20 \Rightarrow 20-2x=10 \Rightarrow x=5cm$$

گزینهٔ ۱

حالا برو تست‌های **۳۲۳** تا **۳۳۹** رو بزن.

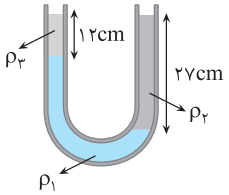
بخش چهارم: خط تراز - لوله‌های U شکل

۳۰۵- در این لوله دو مایع مخلوط‌نشدنی ریخته شده است و چگالی آن‌ها به‌ترتیب ρ_1 و ρ_2 است. اگر $\rho_1=2g/cm^3$ باشد، ρ_2 چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ کنکور دهه‌های گذشته



۱) ۱/۲
۲) ۱/۶
۳) ۱/۸
۴) ۲/۵

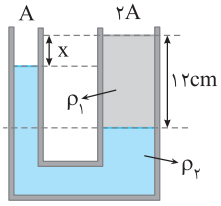
۳۰۶- در شکل مقابل، سه مایع مخلوط‌نشدنی و در حال تعادل هستند. اگر $\rho_1 = 1/24\,g/cm^3$ و $\rho_2 = 1\,g/cm^3$ باشد، ρ_3 چند واحد SI است؟



۱) ۷۰۰
۲) ۷
۳) ۱/۲
۴) ۱۲۰۰

۳۰۷- در شکل روبه‌رو چگالی مایع $\rho_1 = 1/6\,g/cm^3$ و چگالی مایع $\rho_2 = 2/4\,g/cm^3$ است. اختلاف سطح آزاد مایع‌ها در دو شاخه (x) چند سانتی‌متر است؟

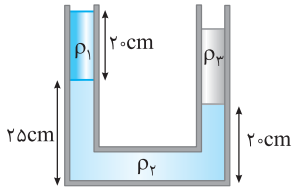
کنکور دهه‌های گذشته



۱) ۴
۲) ۸
۳) ۶
۴) ۳

۳۰۸- در شکل زیر، سه مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های $\rho_1 = 0/8\,g/cm^3$، $\rho_2 = 2/4\,g/cm^3$ و مایع سوم با چگالی ρ_3 به حالت تعادل قرار دارند. اگر سطح مقطع لوله $2cm^2$ باشد، جرم مایع سوم چند گرم است؟

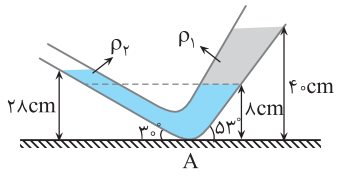
خارج تجربی - ۱۴۰۰



۱) ۵۶
۲) ۴۸
۳) ۴۲
۴) ۳۵

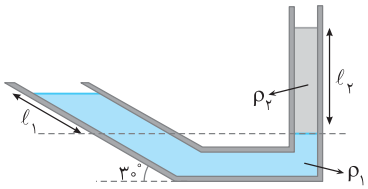
در تست‌های زیر شاخه‌های لوله مایل هستند.

۳۰۹- در شکل مقابل مایع‌ها مخلوط نشدنی و در حال تعادل‌اند. اگر $\rho_1 = 4\,g/cm^3$ باشد، ρ_2 چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟



۱) ۶/۴
۲) ۲
۳) ۸
۴) $2\sqrt{3}$

۳۱۰- در شکل روبه‌رو چگالی ρ_1، ۱/۵ برابر چگالی ρ_2 است. نسبت $\frac{\ell_1}{\ell_2}$ کدام است؟

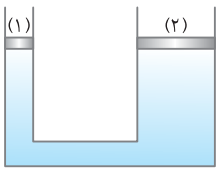


۱) $\frac{3}{4}$
۲) $\frac{4}{3}$
۳) $\frac{2}{3}$
۴) $\frac{3}{2}$

در تست‌های زیر در یک شاخه یا در هر دو شاخه پیستون قرار داده شده است.

۳۱۱- در شکل مقابل ارتفاع مایع در هر دو طرف یکسان است و پیستون‌های (۱) و (۲) بدون اصطکاک‌اند. اگر روی هر دو پیستون وزنه‌ای به جرم m قرار دهیم بعد از برقراری تعادل:

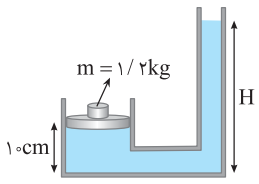
خارج ریاضی - ۹۳



۱) ارتفاع مایع در دو لوله یکسان می‌ماند.
۲) ارتفاع مایع در لولهٔ (۲) بیشتر خواهد شد.
۳) ارتفاع مایع در لولهٔ (۱) بیشتر خواهد شد.
۴) بسته به چگالی مایع هر یک از گزینه‌های (۲) و(۳) ممکن است درست باشد.

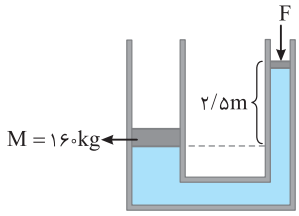
۳۱۲- در شکل زیر، روی پیستون سبک و بدون اصطکاک جسمی به جرم $1/2kg$ قرار گرفته است و مساحت سطح مقطع آن $60cm^2$ است. ارتفاع آب درون لوله (H) چند cm است؟ $(\rho_{آب} = 1\,g/cm^3, g = 10\,N/kg)$

آزمون مدارس برتر



۱) ۲۰
۲) ۳۰
۳) ۴۰
۴) ۵۰

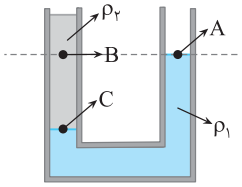
۳۱۳- در شکل روبه‌رو مساحت سطح پیستون بزرگ و کوچک به ترتیب ۴۰۰ و ۸۰ سانتی‌متر مربع است. اگر چگالی مایع $\rho = ۰/۸ g/cm^۳$ باشد، نیروی F تقریباً چند نیوتون باشد تا پیستون‌ها را مطابق وضعیت نشان داده شده در شکل نگه دارد؟ ($g = ۱۰ N/kg$ و جرم پیستون کوچک ناچیز فرض شود.)



۱) ۲۴۰
۲) ۲۰۰
۳) ۱۶۰
۴) ۱۸۰

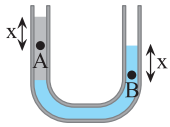
در تست‌های زیر به مقایسهٔ فشار در دو نقطهٔ لولهٔ U شکل و چگالی مایع‌های درون آن می‌پردازیم.

۳۱۴- در شکل مقابل دو مایع مخلوط‌نشدنی با چگالی‌های $\rho_۱$ و $\rho_۲$ در ظرف قرار دارند، اگر فشار در نقاط نشان داده شده P_A، P_B و P_C باشد، کدام رابطه درست است؟ کنکور دهه‌های گذشته



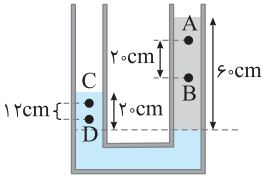
۱) $P_C = P_A > P_B$
۲) $P_C > P_A > P_B$
۳) $P_C > P_B = P_A$
۴) $P_C > P_B > P_A$

۳۱۵- در لولهٔ U شکل روبه‌رو دو مایع در حال تعادل می‌باشند. کدام گزینه در مورد مقایسهٔ فشار در نقاط A و B درست است؟



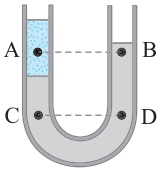
۱) $P_A = P_B$
۲) $P_A > P_B$
۳) $P_A < P_B$
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

۳۱۶- در شکل روبه‌رو دو مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی $\rho_۱ = ۰/۸ g/cm^۳$ و $\rho_۲ > \rho_۱$ درون لولهٔ U شکلی در تعادل هستند. اختلاف فشار بین نقاط A و B چند برابر اختلاف فشار بین نقاط C و D است؟



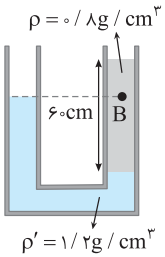
۱) $\frac{۵}{۹}$
۲) ۳
۳) $\frac{۱}{۳}$
۴) $\frac{۹}{۵}$

۳۱۷- در شکل روبه‌رو، درون لوله دو مایع مخلوط‌نشدنی قرار دارند. اگر فشار در نقاط نشان داده شده درون مایع‌ها را با هم مقایسه کنیم، کدام رابطه درست است؟ تجربی - ۹۵



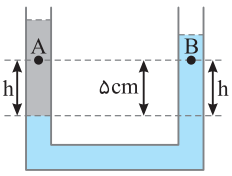
۱) $P_C < P_D$ و $P_A = P_B$
۲) $P_C < P_D$ و $P_A < P_B$
۳) $P_C = P_D$ و $P_A = P_B$
۴) $P_C = P_D$ و $P_A > P_B$

۳۱۸- در لولهٔ U شکل زیر، اگر مایع‌ها در حال تعادل باشند، فشار در نقطهٔ B چند کیلوپاسکال است؟ $(g = ۱۰ N/kg, P_۰ = ۱۰^۵ Pa)$



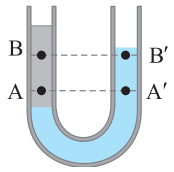
۱) ۱/۶
۲) ۳/۲
۳) ۱۰۱/۶
۴) ۱۰۳/۲

۳۱۹- در شکل روبه‌رو دو مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های $۸۰۰ kg/m^۳$ و $۱۰۰۰ kg/m^۳$ در یک لولهٔ 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؟ خارج تجربی - ۹۴



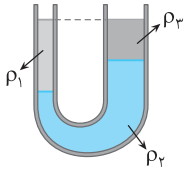
۱) $P_A = P_B$
۲) $P_A = \frac{۴}{۵} P_B$
۳) $P_A = P_B - ۱۰۰$
۴) $P_A = P_B + ۱۰۰$

۳۲۰- در شکل روبه‌رو دو مایع مخلوط‌نشدنی آب و نفت در یک لولهٔ U شکل در حال تعادل‌اند. اگر اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و A' را با ΔP_1 و اختلاف فشار بین دو نقطهٔ B و B' را با ΔP_2 نمایش دهیم، کدام گزینه درست است؟ خارج ریاضی - ۹۰



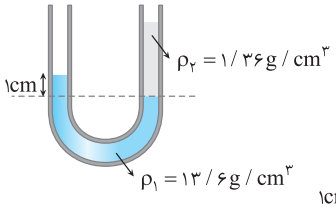
۱) $\Delta P_1 < \Delta P_2$
۲) $\Delta P_1 = \Delta P_2 \neq 0$
۳) $\Delta P_1 = \Delta P_2 = 0$
۴) $\Delta P_1 > \Delta P_2$

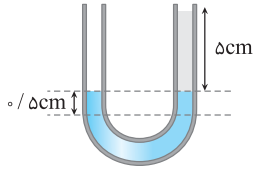
۳۲۱- با توجه به شکل کدام گزینه در مورد چگالی مایع‌ها در حالت تعادل درست است؟

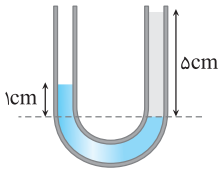


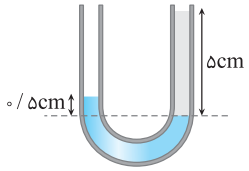
۱) $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$
۲) $\rho_2 > \rho_3 > \rho_1$
۳) $\rho_2 > \rho_1 > \rho_3$
۴) $\rho_3 > \rho_2 > \rho_1$

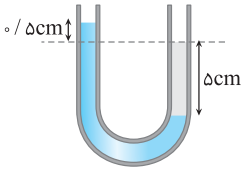
۳۲۲- در شکل مقابل مایع‌ها در حال تعادل‌اند. اگر ارتفاع مایع با چگالی ρ_2 نصف شود، بعد از ایجاد تعادل، وضعیت مایع‌ها در لولهٔ U شکل به چه صورتی در می‌آید؟



۱)


۲)


۳)


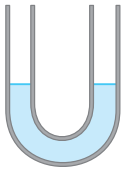
۴)


چند تست را که در آن‌ها به لولهٔ **U** *شکل مایعی اضافه شده است، بررسی می‌کنیم.*

۳۲۳- در یک لولهٔ U شکل، مقداری جیوه قرار دارد. در شاخهٔ سمت راست لوله تا ارتفاع ۳۴cm آب می‌ریزیم. اختلاف سطح آزاد دو مایع در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟ $(g = 10\,N/kg, \rho_W = 1\,g/cm^3, \rho_{Hg} = 13/6\,g/cm^3)$ از کتاب درسی

۱) ۲/۵ ۲) ۳۱/۵ ۳) ۳۰/۵ ۴) ۳/۵

۳۲۴- در یک لولهٔ U شکل ابتدا آب می‌ریزیم و آن‌گاه در یکی از شاخه‌ها به ارتفاع ۸ سانتی‌متر نفت اضافه می‌کنیم. سطح آب نسبت به مکان اولیه در طرف دیگر چند سانتی‌متر بالاتر می‌رود؟ (چگالی آب $1\,g/cm^3$ و چگالی نفت $0/8\,g/cm^3$ است، ضخامت لوله در طرفین یکسان است.) تجربی - ۹۰

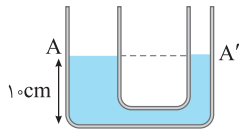


۱) ۱/۶ ۲) ۶/۴
۳) ۳/۲ ۴) ۵

۳۲۵- در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لولهٔ U شکل در هر دو طرف برابر با $2cm^2$ است و در لولهٔ U شکل جیوه قرار دارد. اگر در یکی از لوله‌ها به اندازهٔ ۵۴/۴g آب بریزیم، پس از ایجاد تعادل، اختلاف ارتفاع سطح جیوه در دو لوله چند سانتی‌متر می‌شود؟ $(\rho_{آب} = 1\,g/cm^3, \rho_{جیوه} = 13/6\,g/cm^3)$ تجربی خارج - ۹۰

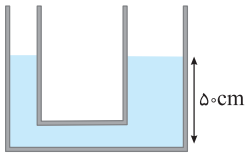
۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۲/۵ ۴) ۲/۲۵

۳۲۶- در دو لولهٔ استوانه‌ای مربوط به هم تا سطح AA' آب وجود دارد و قطر قاعدهٔ یکی از استوانه‌ها ۳ برابر قطر قاعدهٔ استوانهٔ دیگر است. اگر از لولهٔ سمت چپ تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر نفت اضافه کنیم، آب در لولهٔ باریک چند سانتی‌متر نسبت به حالت اول بالا می‌رود؟ $(\rho_{نفت} = 0/8\,g/cm^3, g = 10\,m/s^2, \rho_{آب} = 1\,g/cm^3)$ تجربی - ۹۸



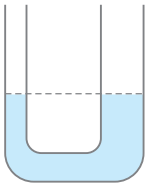
۱) ۱/۲ ۲) ۳/۶
۳) ۴ ۴) ۵

۳۲۷- در شکل روبه‌رو، مقداری مایع با چگالی $\rho_1 = 4 g/cm^3$ درون لولهٔ U شکل قرار دارد و قطر شاخه‌های لولهٔ U شکل، ۴cm و ۱cm است. چند سانتی‌متر مکعب مایع به چگالی $\rho_2 = 2 g/cm^3$ به شاخهٔ سمت چپ اضافه کنیم تا سطح مایع در شاخهٔ سمت راست ۲cm بالا رود؟ $(\pi \sim 3)$



۱) ۵۱
۲) ۶۷
۳) ۴۳
۴) ۳۹

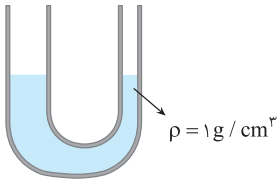
۳۲۸- در یک لولهٔ U شکل که مساحت قاعدهٔ لولهٔ سمت راست و چپ آن به‌ترتیب $5 cm^2$ و $2 cm^2$ است، مطابق شکل روبه‌رو، آب وجود دارد. در لولهٔ سمت چپ چند گرم روغن بریزیم تا سطح آب در لولهٔ سمت راست ۴ سانتی‌متر بالا رود؟ $(\rho_{روغن} = 0/8 g/cm^3$ و $\rho_{آب} = 1 g/cm^3$ و $g = 10 m/s^2)$



خارج ریاضی- ۹۶

۱) ۱۷/۵
۲) ۲۸
۳) ۳۵
۴) ۷۰

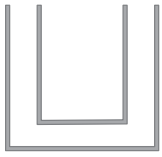
۳۲۹- در شکل زیر داخل لولهٔ U شکل آب ریخته شده است. مساحت سطح مقطع لوله در دهانهٔ سمت چپ $4 cm^2$ و دهانهٔ سمت راست $1 cm^2$ می‌باشد. پیستونی به جرم ۷۵g روی سطح آب در دهانه سمت چپ قرار می‌دهیم. آب در سمت راست چند cm بالا می‌رود؟



آزمون مدارس برتر

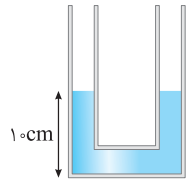
۱) ۱۵
۲) ۱۲
۳) ۷/۵
۴) ۳

۳۳۰- در شکل روبه‌رو ابتدا ۱۰۰g آب در لوله ریخته می‌شود و پس از تعادل ۸۰g روغن روی آب از یک طرف شاخه اضافه می‌کنیم. اگر سطح مقطع هر دو لوله یکسان و برابر $2 cm^2$ باشد، پس از تعادل، اختلاف ارتفاع سطح آزاد مایع‌ها در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟ (از مقدار مایع موجود در لولهٔ رابط صرف‌نظر شود. $\rho_{روغن} = 0/8 g/cm^3, \rho_{آب} = 1 g/cm^3$)



۱) ۴۰
۲) ۲۵
۳) ۱۰
۴) ۱۵

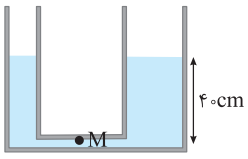
۳۳۱- در شکل زیر، سطح مقطع لوله $2 cm^2$ است و در آن آب با چگالی $\rho_1 = 1 g/cm^3$ قرار دارد. روی آب، در یک طرف $20 cm^3$ مایع مخلوط‌نشدنی با چگالی $\rho_2 = 0/8 g/cm^3$ می‌ریزیم. در لولهٔ مقابل چند سانتی‌متر مکعب مایع مخلوط‌نشدنی دیگری با چگالی $\rho_3 = 0/75 g/cm^3$ بریزیم، تا سطح آزاد مایع‌ها در دو شاخهٔ لوله در یک سطح باشد؟



خارج تجربی - ۱۴۰۱

۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۱۲/۸
۴) ۱۶

۳۳۲- در لولهٔ U شکل روبه‌رو شعاع مقطع لوله‌های استوانه‌ای شکل ۳cm و ۶cm است و آب در شاخه‌ها در حال تعادل است. چنانچه $900 cm^3$ روغن به یکی از شاخه‌ها اضافه کنیم، فشار در نقطهٔ M چند پاسکال افزایش می‌یابد؟

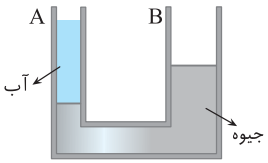


خارج تجربی - ۹۳

$(\pi \simeq 3, \rho_{آب} = 1 g/cm^3, \rho_{روغن} = 0/6 g/cm^3, g = 10 N/kg)$

۱) ۴۰۰
۲) ۲۴۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۱۲۰۰

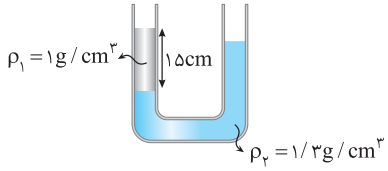
۳۳۳- در شکل روبه‌رو ارتفاع آب در شاخهٔ A برابر ۲۰/۴cm است. در شاخهٔ B نفت می‌ریزیم تا سطح جیوه در دو شاخه یکسان گردد. اگر سطح مقطع شاخهٔ B چهار برابر سطح مقطع شاخهٔ A باشد، سطح جیوه در شاخهٔ B نسبت به حالت اول چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ $(\rho_{Hg} = 13/6 g/cm^3, \rho_{H_2O} = 1 g/cm^3)$



خارج تجربی ۸۹

۱) ۰/۳
۲) ۰/۵
۳) ۱/۲
۴) ۲

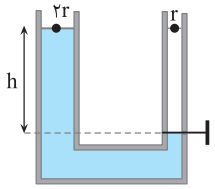
۳۳۴- در شکل مقابل سطح مقطع لوله $1cm^2$ است. در سمت راست لوله، چند سانتی‌متر مکعب مایع مخلوط نشدنی به چگالی $\rho_2 = 0/8 g/cm^3$ بریزید، تا سطح آزاد مایع‌ها در دو ظرف لوله در یک سطح باشد؟ تجربی - ۱۴۰۱



۱) ۳/۵
۲) ۷/۲
۳) ۹
۴) ۱۲

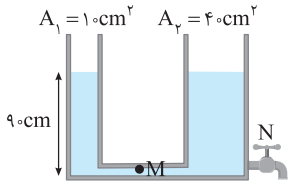
و در آخر، سه تست مشابه که باز در آن‌ها مایع‌ها درون لوله جابه‌جا می‌شوند.

۳۳۵- در شکل روبه‌رو اگر شیر رابط دو شاخه را باز کنیم سطح آب در شاخهٔ سمت چپ چند h پایین می‌آید؟



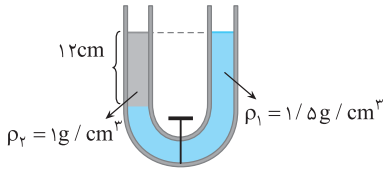
۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{1}{5}$
۳) $\frac{1}{4}$
۴) $\frac{1}{9}$

۳۳۶- در شکل روبه‌رو اگر شیر N را باز کنیم تا ۰/۵ لیتر آب خارج شود، فشار در نقطهٔ M چند پاسکال تغییر می‌کند؟ $(\rho_{آب} = 1 g/cm^3, g = 10 N/kg)$



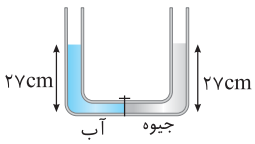
۱) ۵۰۰
۲) ۱۵۰۰
۳) ۲۰۰۰
۴) ۱۰۰۰

۳۳۷- شکل روبه‌رو دو مایع مخلوط‌نشدنی را نشان می‌دهد و شیر رابط بسته است و سطح آزاد مایع دو لوله در یک ارتفاع قرار دارند. اگر شیر را باز کنیم بعد از رسیدن به تعادل اختلاف ارتفاع سطح آزاد در دو لوله چند سانتی‌متر می‌شود؟ کنکور دهه‌های گذشته



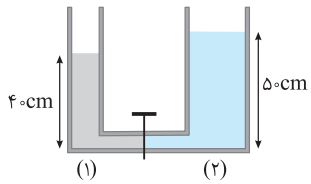
۱) ۴
۲) ۸
۳) صفر
۴) ۲

۳۳۸- دو ظرف استوانه‌ای مشابه به وسیلهٔ لولهٔ بسیار باریک با حجم ناچیز به یکدیگر مربوط‌اند و مطابق شکل زیر در یک استوانه آب و در دیگری جیوه قرار دارد. اگر شیر ارتباطی بین دو ظرف را باز کنیم، سطح جیوه در لوله چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ $(\rho_{آب} = 1 g/cm^3, \rho_{جیوه} = 13/5 g/cm^3)$ خارج تجربی - ۹۸



۱) ۲
۲) ۵
۳) ۱۲/۵
۴) ۲۵

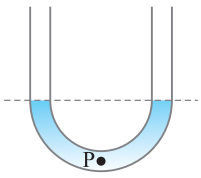
۳۳۹- در شکل زیر قطر قاعدهٔ لولهٔ (۲)، دو برابر قاعدهٔ لولهٔ (۱) و شیر رابط بین آن دو بسته است، چگالی مایع در استوانهٔ (۱)، $2 g/cm^3$ و در استوانهٔ (۲)، $1 g/cm^3$ است. اگر شیر رابط را باز کنیم، سطح مایع در لولهٔ (۱) چگونه تغییر می‌کند؟ (حجم لولهٔ رابط بین دو لوله ناچیز فرض شود.) آزمون مدارس برتر



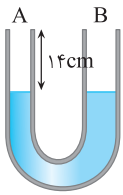
۱) ۱۲cm بالا می‌رود.
۲) ۱۲cm پایین می‌آید.
۳) ۶cm بالا می‌رود.
۴) ۶cm پایین می‌آید.

سطح دوم

۳۴۰- درون لولهٔ U شکل مقابل آب وجود دارد. در شاخهٔ سمت چپ مقداری روغن می‌ریزیم تا این‌که سطح مشترک روغن و آب به نقطهٔ میانی لوله (نقطهٔ P) برسد. هر دو شاخهٔ لوله باز و با هوا تماس دارند. اگر ارتفاع آب در شاخهٔ سمت راست را با h_W و ارتفاع روغن را با h_O نشان دهیم، h_O برابر کدام گزینه است؟ (چگالی آب برابر ρ_W و چگالی روغن برابر ρ_O)

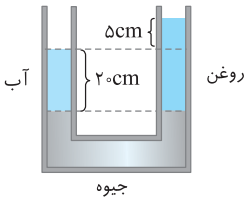


۱) $\frac{\rho_O}{\rho_W} h_W$
۲) $\frac{\rho_W}{\rho_O} h_W$
۳) $\frac{\rho_O}{\rho_W h_W}$
۴) $\frac{\rho_W}{\rho_O h_W}$



۳۴۱- در شکل روبه‌رو چگالی مایع $۱۲/۵ g/cm^۳$ است و قطر مقطع لولهٔ سمت راست $\sqrt{۵}$ برابر قطر مقطع لولهٔ سمت چپ است. در لولهٔ A آب اضافه می‌کنیم تا این لوله پر شود. در این صورت مایع لولهٔ سمت راست چند میلی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ $(\rho_{آب}=۱ g/cm^۳)$

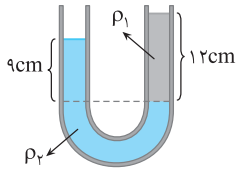
۱) ۰/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۲ ۴) ۳



۳۴۲- در شکل مقابل دو سطح جیوه در یک تراز قرار دارد و سیستم در حالت تعادل است. تقریباً چند سانتی‌متر به ارتفاع ستون آب اضافه کنیم تا سطح آزاد آب و روغن در یک تراز قرار بگیرند؟ $(\rho_{آب}=۱ g/cm^۳, \rho_{جیوه}=۱۳/۶ g/cm^۳)$

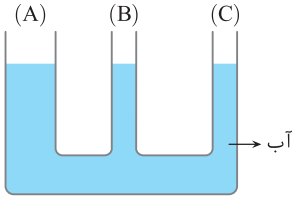
خارج تجربی - ۸۹

۱) ۴/۵ ۲) ۴/۹
۳) ۵/۴ ۴) ۹/۴



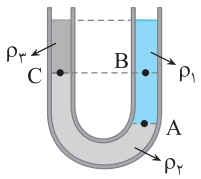
۳۴۳- در شکل روبه‌رو مایع‌ها مخلوط‌نشدنی‌اند. به لولهٔ سمت راست چند سانتی‌متر از همان مایع درونش اضافه کنیم تا اختلاف سطح آزاد مایع‌ها از یک‌دیگر به ۵cm برسد؟

۱) ۵ ۲) ۲/۵
۳) ۸ ۴) ۳



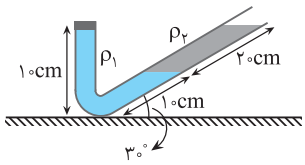
۳۴۴- در شکل مقابل مساحت مقطع شاخه‌های B و C با یکدیگر برابر است و مساحت مقطع شاخهٔ A سه برابر مساحت مقطع دو شاخهٔ دیگر است. اگر در شاخهٔ C به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر روغن بریزیم. پس از ایجاد تعادل، ارتفاع آب در شاخه‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد؟ $(\rho_{روغن}=۰/۸\rho_{آب})$

۱) ۱۶ و $\frac{۱۶}{۳}$ ۲) ۸ و $\frac{۸}{۳}$
۳) ۱۶ و ۱۶ ۴) ۸ و ۸



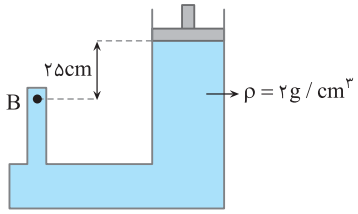
۳۴۵- در شکل روبه‌رو مایع‌ها مخلوط‌نشدنی و در حال تعادل‌اند. کدام گزینه دربارهٔ فشار نقاط A، B و C درست است؟

۱) $P_C<P_B<P_A$ ۲) $P_B=P_C<P_A$
۳) $P_C=P_B>P_A$ ۴) $P_B<P_C<P_A$



۳۴۶- در شکل روبه‌رو اگر مساحت سطح دو شاخه یکسان و برابر $۲۰cm^۲$ باشد، نیرویی که به انتهای بستهٔ شاخهٔ سمت چپ وارد می‌شود چند نیوتون است؟ $(P_۰=۱۰^۵ Pa, \rho_۲=۵/۷ g/cm^۳, \rho_۱=۶/۸ g/cm^۳)$

۱) ۳۸ ۲) ۲۰۴/۶
۳) ۱۲/۷ ۴) ۱۰۲/۳

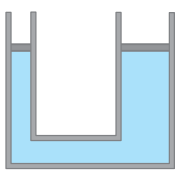


۳۴۷- در شکل روبه‌رو جرم پیستون ۲۰kg، سطح مقطع آن $۴cm^۲$ و چگالی مایع $۲ g/cm^۳$ است. اختلاف فشار نقطهٔ B با فشار هوای محیط چند کیلوپاسکال است؟ $(g=۱۰ N/kg)$

۱) ۵ ۲) ۱۰
۳) ۵۵ ۴) ۵۰۵

۳۴۸- در یک بالابر هیدرولیکی قطر پیستون بزرگ ۵ برابر قطر پیستون کوچک است. نسبت فشار وارد بر پیستون بزرگ به فشار وارد بر پیستون کوچک کدام است؟ (پیستون‌ها در یک سطح افقی‌اند.)

۱) ۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱ ۴) ۱۰۰



۳۴۹- در شکل مقابل اگر پیستون کوچک ۱۰cm جابه‌جا شود، پیستون بزرگ ۲mm جابه‌جا می‌شود، چنانچه وزن پیستون کوچک ۸N باشد، وزن پیستون بزرگ چند نیوتون است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۳۰۰
۳) ۵۰۰ ۴) ۴۰

آزمون

۱- **گزینه درست را مشخص کنید.**

۱) آب در لوله مویین به علت فشار هوا بالا می‌رود.

۲) حجم واحد جرم ماده را چگالی می‌گوییم.

۳) مایع‌ها به این علت شکل مشخصی ندارند که فاصلهٔ بین مولکول‌های آن‌ها در مقایسه با جامدها، بیش‌تر است.

۴) در فاصله‌های خیلی کوتاه نیروی بین مولکولی رانشی است و اگر مولکول‌ها را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آن‌ها ظاهر می‌شود.

۲- **کدام‌یک از گزاره‌های زیر درست است؟**

الف) تکه‌های شیشه با گرم‌شدن به هم می‌چسبند زیرا نیروی ربایش بین مولکولی کوتاه بُرد است.

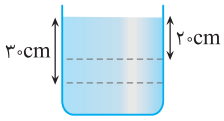
ب) علت اینکه موهای یک قلم‌مو که از آب بیرون کشیده می‌شود، به هم می‌چسبند، پدیدهٔ کشش سطحی است.

پ) هر قدر قطر یک لولهٔ مویین بیشتر باشد، سطح مایع داخل آن بیشتر از سطح آزاد مایع می‌شود.

ت) بادهای نسبتاً ضعیف قادرند توده‌های بزرگی از ریزگردها را به حرکت درآورند زیرا چگالی آن‌ها بسیار کم است.

۱) الف و ب ۲) الف و ت ۳) ب و ت ۴) پ و ت

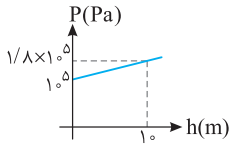
۳- **اگر در داخل یك مایع به چگالی $۱/۲g/cm^۳$ از عمق $۲۰cm$ به عمق $۳۰cm$ برویم، فشار ناشی از وزن مایع چند برابر می‌شود؟**



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) ۳

۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۴- **نمودار تغییرات فشار برحسب عمق داخل مایعی مطابق شکل است. چگالی مایع چند واحد SI است؟**



۱) ۱۰۰۰

۲) ۱۵۰۰

۳) ۸۰۰

۴) ۷۵۰

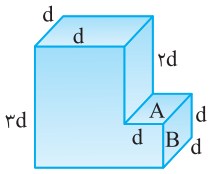
۵- **چنانچه فشار هوا برابر $۶۵cmHg$ و فشار کل در عمق آب دریاچه‌ای برابر $۸۵cmHg$ باشد، عمق آب دریاچه چند متر است؟ (چگالی جیوه $۱۴g/cm^۳$ و چگالی آب $۱g/cm^۳$ است)**

۱) ۱۲ ۲) ۲/۸ ۳) ۲۸ ۴) ۱/۴

۶- **در ظرفی به ارتفاع ۶۸ سانتی‌متر مایعی به چگالی $۰/۸g/cm^۳$ ریخته‌ایم. فشار بر کف ظرف $۷۰cmHg$ شده است. فشار هوای محیط چند سانتی متر جیوه است؟ $(\rho_{Hg}=۱۳/۶g/cm^۳)$**

۱) ۷۵ ۲) ۷۴ ۳) ۶۶ ۴) ۶۸

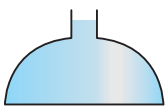
۷- **ظرف مقابل پر از آب به چگالی ρ و دهانهٔ آن باز است. نیرویی که مایع بر وجه A وارد می‌کند، کدام است؟**



۱) $۳\rho g d^۳$ ۲) $\frac{۳}{۲}\rho g d^۳$

۳) $۲\rho g d^۲$ ۴) $۲\rho g d^۳$

۸- **مساحت قسمت باریک یک ظرف، $\frac{۱}{۵}$ مساحت کف ظرف است. چند سانتی‌مترمکعب آب، بر آب موجود در داخل ظرف اضافه کنیم تا به نیروی وارد بر کف ظرف $۲N$ اضافه شود؟ $(\rho_{H_۲O}=۱۰۰۰kg/m^۳)$**

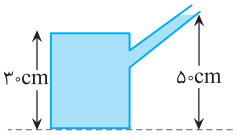


۱) ۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۸۰

۹- **اگر در هر یک از ظرف‌های زیر که مساحت کف آن‌ها با هم برابر است، $۱kg$ از یک مایع بریزیم، فشار وارد بر کف کدام ظرف بیش‌تر است؟**

۱) A ۲) B ۳) C ۴) هر سه یکسان است.

۱۰- مطابق شکل در ظرفی آب ریخته‌ایم. اگر مساحت کف ظرف $80\,cm^2$ باشد، نیروی خالصی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(\rho_{آب}=1\,g/cm^3)$

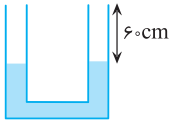


۱) ۴۰۰ ۲) ۴۰
۳) ۲۴ ۴) ۲۴۰

۱۱- در دو ظرف استوانه‌ای که شعاع سطح مقطع یکی دو برابر دیگری است، در هر کدام یک لیتر آب ریخته‌ایم. فشار آب در ته ظرف باریک‌تر چند برابر فشار آب در ته ظرف پهن‌تر است؟

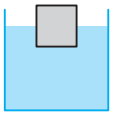
۱) $\frac{1}{4}$ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲

۱۲- در شکل مقابل، مایع داخل لوله آب است. از یک سمت لوله در آن الکل با چگالی $0/8\,g/cm^3$ می‌ریزیم تا از همان سمت لوله لبریز شود. در سمت دیگر لوله، فاصلهٔ سطح آب از بالای لوله چند سانتی‌متر خواهد بود؟ (سطح مقطع لوله در دو طرف برابر است.)



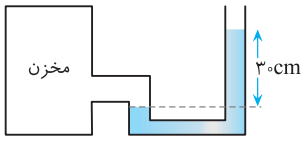
۱) ۱۲ ۲) ۴۸ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

۱۳- در شکل روبه‌رو مکعبی به وزن W بر سطح مایع داخل ظرف شناور است. مساحت قاعدهٔ مکعب و ظرف به ترتیب A_1 و A_2 است. در صورت خارج کردن مکعب کاهش فشار وارد بر کف ظرف کدام است؟



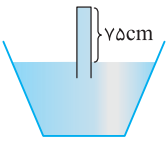
۱) $\frac{W}{A_1}$ ۲) $\frac{W}{A_2}$ ۳) $\frac{A_2}{A_1}W$ ۴) $\frac{W}{A_2-A_1}$

۱۴- فشار پیمانه‌ای مخزن گاز مقابل $6\times10^3\,Pa$ است. چگالی مایع موجود در لوله U شکل چند واحد SI است؟



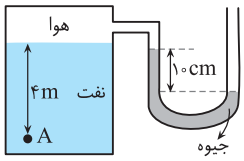
۱) ۲ ۲) ۰/۵
۳) ۲۰۰۰ ۴) ۵۰۰۰

۱۵- در شکل مقابل چگالی مایع $6/8\,g/cm^3$ است. چنانچه فشار هوای محیط برابر $74\,cmHg$ باشد، فشار وارد بر ته لوله از طرف مایع چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(\rho_{Hg}=13/6\,g/cm^3)$



۱) ۹ ۲) ۳۶/۵
۳) ۲۰ ۴) ۱۸

۱۶- فشار در نقطهٔ A چند کیلوپاسکال است؟ (چگالی نفت $800\,kg/m^3$ ، چگالی جیوه $13600\,kg/m^3$ ، فشار هوای بیرون $10^5\,Pa$ و $g=10\,N/kg$ است.)



۱) ۹۷/۶ ۲) ۱۱۸/۴
۳) ۶۸/۴ ۴) ۱۲۰/۴

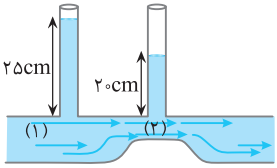
۱۷- مطابق شکل، یک ظرف شامل مقداری آب است که روی آن مقداری روغن قرار دارد. فشار در نقطهٔ A را P_A می‌نامیم. آب و روغن را به هم می‌زنیم تا مخلوط معلق تقریباً یکنواختی به‌دست آید. در این حالت فشار نقطهٔ A را با P'_A نشان می‌دهیم، کدام گزینه درست است؟

۱) $P'_A=P_A$ ۲) $P'_A<P_A$
۳) $P'_A>P_A$ ۴) بستگی به چگالی روغن نسبت به آب دارد.

۱۸- یک سنگ مطابق شکل در کف یک ظرف محتوی مایع ته‌نشین شده است. نیرویی که از طرف سنگ بر کف ظرف وارد می‌شود .....

۱) برابر وزن سنگ است. ۲) کم‌تر از وزن سنگ است.
۳) بیش‌تر از وزن سنگ است. ۴) بستگی به چگالی مایع دارد.

۱۹- **در شکل روبه‌رو در لوله‌های قائم و لولهٔ افقی مایعی به چگالی $۶/۸ g/cm^۳$ وجود دارد. مایع درون لولهٔ افقی دارای جریان لایه‌ای یکنواخت است، فشار از ناحیهٔ (۱) تا ناحیهٔ (۲) چه تغییری می‌کند؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ g/cm^۳)$**



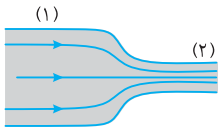
۱) $۲/۵$ cm Hg کاهش می‌یابد.

۲) ۵ cm Hg افزایش می‌یابد.

۳) تغییری نمی‌کند.

۴) قابل محاسبه نیست.

۲۰- **در شکل روبه‌رو جریان لایه‌ای و یکنواخت شاره‌ای نشان داده شده است. اگر آهنگ جریان شاره در قسمت پهن‌تر لوله $۲ cm^۳/s$ باشد، چنان‌چه سرعت شاره در قسمت باریک‌تر لوله دو برابر قسمت پهن‌تر آن باشد، آهنگ جریان شاره در قسمت باریک‌تر لوله چند لیتر بر ثانیه خواهد بود؟**



۱) ۲

۲) ۲×۱۰^{-۳}

۳) ۴

۴) ۴×۱۰^{-۳}

پاسخ آزمون

A ۱ (۴) آب در لوله‌های مویین به علت نیروی دگرچسبی بین آب و لوله بالا می‌رود. بنابراین گزینهٔ (۱) نادرست است.
چگالی، جرم واحد حجم ماده است نه حجم واحد جرم و گزینهٔ (۲) نادرست است.
فاصلهٔ میانگین مولکول‌های مایع‌ها و جامدها تقریباً یکسان است. بنابراین گزینهٔ (۳) نادرست است.
اگر مولکول‌های یک جسم را به هم نزدیک کنیم بین آن‌ها نیروی رانشی و اگر از هم دور کنیم نیروی ربایشی به وجود می‌آید و گزینهٔ (۴) درست است.

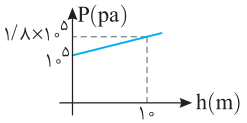
تست‌های مشابه: ۱۷۸ تا ۲۰۶

A ۲ (۱) گزاره‌های (پ) و (ت) نادرست‌اند علت نادرستی آن‌ها را بررسی می‌کنیم:
گزارهٔ (پ): هر قدر قطر لوله کمتر باشد یعنی لوله نازکتر باشد مایع در آن بیشتر بالا یا پایین می‌رود.
گزارهٔ (ت): ریزگردها چگالی کمی ندارند و علت اینکه بادهای ضعیف می‌توانند آن‌ها را جابه‌جا کنند ضعیف بودن نیروی هم‌چسبی بین ریزگردها است.

تست‌های مشابه: ۱۷۸ تا ۲۱۰

A ۳ (۱) با توجه به رابطهٔ $P=\rho gh$ داریم: $\frac{P_2}{P_1}=\frac{\rho gh_2}{\rho gh_1}=\frac{30}{20}=\frac{3}{2}$

تست‌های مشابه: ۲۲۸ تا ۲۳۵

B ۴ (۳)


$P=P_0+\rho gh \Rightarrow 1/8\times10^5=10^5+\rho\times10\times10$
$\Rightarrow \rho=\frac{0/8\times10^5}{100}=800\,kg/m^3$

تست‌های مشابه: ۲۷۸ تا ۲۸۱

B ۵ (۲) فشار کل در عمق مایع برابر است با:
$P=P_0+P_{مایع} \Rightarrow 85=65+P_{آب} \Rightarrow P_{آب}=20\,cmHg$
اکنون عمق آب را به دست می‌آوریم:
$(\rho h)_{آب}=(\rho h)_{جیوه} \Rightarrow 1\times h=14\times20 \Rightarrow h=280\,cm=2/8\,m$

تست‌های مشابه: ۳۵۰ تا ۳۵۵

B ۶ (۳) فشار مایع را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:
$\rho_1 h_1=\rho_{Hg}h_{Hg} \Rightarrow 0/8\times68=13/6h \Rightarrow h=4\,cm \Rightarrow P_{مایع}=4\,cmHg$
$P_{کل}=P_0+P_{مایع} \Rightarrow P_0=70-4=66\,cmHg$

تست‌های مشابه: ۳۵۰ تا ۳۵۵

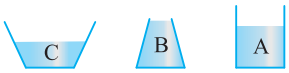
B ۷ (۴) فشار وارد بر وجه A در همهٔ نقاط وارد بر این سطح یکسان است (زیرا وجه A افقی است)
$P=\rho gh=\rho g\times2d$
$F=PA=\rho g(2d)A \xrightarrow{A=d^2} F=2\rho gd^3$

تست‌های مشابه: ۲۵۶ تا ۲۶۴

C ۸ (۲) افزایش فشاری که بر قسمت باریک لوله اضافه می‌شود برابر با افزایش فشار وارد بر ته ظرف است.
$\Delta P_1=\Delta P_2 \Rightarrow \frac{\Delta W}{a}=\frac{\Delta F}{A}$
$\frac{\Delta W}{a}=\frac{2}{5a} \Rightarrow \Delta W=\frac{2}{5}N \Rightarrow \rho Vg=\frac{2}{5} \Rightarrow 1000\times V\times10=\frac{2}{5}$
$\Rightarrow V=4\times10^{-5}m^3=40\,cm^3$

تست‌های مشابه: ۲۵۶ تا ۲۶۴

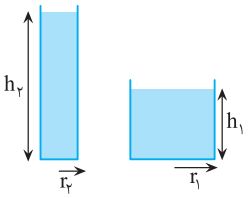
B ۹ (۲) اگر داخل ظرف‌ها مقدار مساوی از یک مایع بریزیم، ارتفاع مایع در ظرف B بیش‌تر از بقیه خواهد شد زیرا مساحت کف ظرف‌ها یکسان است $(A_A=A_B=A_C)$
و با توجه به یکسان بودن مقدار مایع داخل ظرف‌ها، $h_B>h_A>h_C$ است و بنابراین طبق رابطهٔ $P=\rho gh$ فشار در کف ظرف B بیش‌تر است.



تست‌های مشابه: ۲۸۲ تا ۲۹۱

A ۱۰ (۲) فشار وارد بر ته ظرف را باید برحسب عمق مایع تا سطح آزاد مایع، یعنی تا ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفت:
$P=\rho gh=1000\times10\times\frac{5}{10}=5000\,Pa$
نیروی وارد بر کف ظرف توسط مایع برابر است با:
$F=PA=5000\times80\times10^{-4}=40\,N$

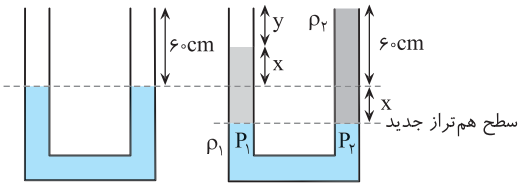
تست‌های مشابه: ۲۵۶ تا ۲۶۴

B ۱۱ (۳) باید نسبت ارتفاع آب را در دو ظرف با هم مقایسه کنیم:


$V_1=V_2 \Rightarrow \pi r_1^2h_1=\pi r_2^2h_2$
$r_1=2r_2 \Rightarrow 4h_1=h_2$
$\frac{P_2}{P_1}=\frac{\rho gh_2}{\rho gh_1}=4$

تست‌های مشابه: ۲۳۸ تا ۲۴۶

C ۱۲ (۳) وقتی در یک سمت لوله الکل می‌ریزیم و سطح آب به اندازهٔ x از سطح اولیه پایین می‌رود، آب به اندازهٔ x در طرف دیگر بالا می‌رود (به شکل‌ها دقت کنید). فشار در سطح هم‌تراز را برابر قرار می‌دهیم:
$P_1=P_2 \Rightarrow \rho_1g(2x)=\rho_2g(60+x) \Rightarrow 1\times(2x)=0/8\times(60+x)$
$\Rightarrow 2x=48+0/8x \Rightarrow 1/2x=48 \Rightarrow x=40\,cm \Rightarrow y=20\,cm$



تست‌های مشابه: ۳۲۲ تا ۳۲۹

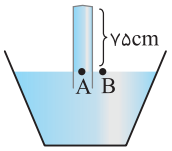
A ۱۳ (۲) فشار وارد بر ته ظرف را در دو حالت وجود و عدم وجود مکعب می‌نویسیم: (W' وزن مایع است.)
$P_1=\frac{W+W'}{A_2}$ ، $P_2=\frac{W'}{A_2} \Rightarrow \Delta P=\frac{W}{A_2}$

تست‌های مشابه: ۲۶۵ تا ۲۶۷

B ۱۴ (۳) فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار گاز و فشار هوای محیط است. از این‌رو:
$\underbrace{P_{مخزن}}_{\text{فشار پیمانه‌ای}}-P_0=\rho gh \Rightarrow 6\times10^3=\rho\times10\times\frac{3}{10} \Rightarrow \rho=\frac{6\times10^3}{3}=2000\,\frac{kg}{m^3}$

تست‌های مشابه: ۳۸۸ تا ۳۹۵

B ۱۵ (۲)



$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{مایع}} + P = P_0$

منظور از P فشاری است که از طرف مایع بر انتهای بستهٔ لوله وارد می‌شود حال باید فشار حاصل از مایع به ارتفاع ۷۵cm را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست آوریم:

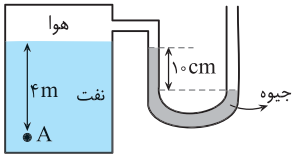
$(\rho_1 h_1)_{\text{مایع}} = (\rho h)_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۶/۸ \times ۷۵ = ۱۳/۶h$

$\Rightarrow h = ۳۷/۵\text{cm} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = ۳۷/۵\text{cmHg}$

$P_{\text{مایع}} + P = P_0 \Rightarrow ۳۷/۵ + P = ۷۴ \Rightarrow P = ۳۶/۵\text{cmHg}$

تست‌های مشابه: ۳۹۶ تا ۳۹۸

B ۱۶ (۲) ابتدا فشار هوای درون مخزن را به‌دست می‌آوریم. قطعاً فشار هوای محیط از فشار هوای مخزن بیش‌تر است زیرا سطح مایع در سمت مخزن بالاتر است. بنابراین:



$P = P_0 - \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} = ۱۰^5 - ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱۰}{۱۰۰} = ۱۰۰۰۰۰ - ۱۳۶۰۰ = ۸۶۴۰۰\text{Pa}$

فشار در نقطهٔ A برابر مجموع فشار هوای مخزن و فشار آب است در نتیجه:

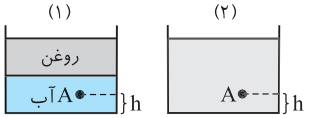
$P_A = P + \rho_{\text{نفت}} g h_{\text{نفت}} = ۸۶۴۰۰ + ۸۰۰ \times ۱۰ \times ۴ = ۸۶۴۰۰ + ۳۲۰۰۰$

$\Rightarrow P_A = ۱۱۸۴۰۰\text{Pa} = ۱۱۸/۴\text{kPa}$

تست‌های مشابه: ۴۱۶ تا ۴۱۸

C ۱۷ (۳) چگالی روغن کم‌تر از چگالی آب است و با به هم زدن آن‌ها خواهیم داشت:

$\rho_{\text{روغن}} < \rho_{\text{مخلوط}} < \rho_{\text{آب}}$



فشار در کف ظرف از رابطهٔ $P = \frac{mg}{A} + P_0$ به‌دست می‌آید و در دو حالت وزن کل مایع (mg) یکسان است. بنابراین فشار در کف دو ظرف با هم برابر است: $P = P'$ (۱)

در شکل (۱) فشار در کف ظرف برابر مجموع فشار در نقطهٔ A و فشار آب بین نقطهٔ A و کف ظرف است.

$P = P_A + \rho_{\text{آب}} gh$ (۲)

در شکل (۲) فشار در کف ظرف برابر مجموع فشار در نقطهٔ A و فشار مایع مخلوط بین نقطهٔ A و کف ظرف است.

$P' = P'_A + \rho_{\text{مخلوط}} gh$ (۳)

$(۱),(۲),(۳) \Rightarrow P_A + \rho_{\text{آب}} gh = P'_A + \rho_{\text{مخلوط}} gh$

$\Rightarrow P'_A - P_A = (\rho_{\text{آب}} - \rho_{\text{مخلوط}}) gh \xrightarrow{\rho_{\text{آب}} > \rho_{\text{مخلوط}}} P'_A > P_A$

تست‌های مشابه: ۲۶۹ تا ۲۷۷

A ۱۸ (۲) نیروی شناوری وارد از طرف مایع بر سنگ رو به بالا است، بنابراین نیرویی که از طرف سنگ بر کف ظرف وارد می‌شود از وزن سنگ کم‌تر است.

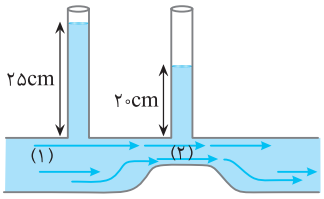
تست‌های مشابه: ۴۳۲ تا ۴۴۱

B ۱۹ (۱) اختلاف ارتفاع در دو لولهٔ قائم برابر اختلاف فشار در ناحیهٔ (۱) و (۲) است. یعنی برابر با ۵cm است. پس آن را به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم:

$P_1 - P_2 = \rho gh = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow ۶/۸ \times ۵ = ۱۳/۶ \times h_{Hg}$

$h_{Hg} = ۲/۵\text{cm} \Rightarrow \Delta P = ۲/۵\text{cmHg}$

بنابراین فشار در ناحیه (۲)، ۲/۵cmHg از فشار در ناحیهٔ (۱) کم‌تر است.



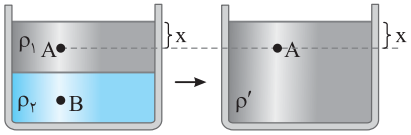
تست‌های مشابه: ۴۷۸ تا ۴۸۲

A ۲۰ (۲) آهنگ جریان شاره در سراسر لوله مقدار ثابتی است، در نتیجه آهنگ جریان شاره در قسمت باریک $۲\text{cm}^3/\text{s}$ است که برابر $۲\times۱۰^{-۳}\text{L/s}$ می‌باشد.

تست‌های مشابه: ۴۶۶ تا ۴۷۶

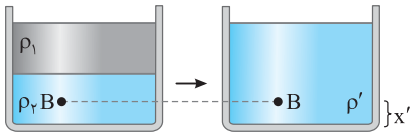
C ۲۹۹ (۳) با توجه به وضعیت قرارگیری مایع‌ها در ظرف $\rho_2 > \rho_1$ است. زیرا مایع ρ_2 ته‌نشین شده است. اگر دو مایع با هم مخلوط شوند چگالی مخلوط ρ' خواهد شد، چگالی مخلوط بین چگالی دو مایع ρ_1 و ρ_2 است. بنابراین $\rho_1 < \rho' < \rho_2$. فشار وارد بر نقطهٔ A در حالت اول و بعد از مخلوط شدن را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_A = \rho_1 gx \\ P'_A = \rho' gx \end{cases} \xrightarrow{\rho' > \rho_1} P'_A > P_A$$



برای مقایسهٔ فشار B به این نکته توجه کنید که فشار وارد بر ته ظرف قبل از مخلوط کردن دو مایع و بعد از آن با هم متفاوت نمی‌باشد، چون در هر دو حالت مجموع جرم یا وزن دو مایع یکسان و سطح مقطع نیز یکسان است. $(P = \frac{W}{A})$ پس:

$$\begin{cases} P_{ته} = P_B + \rho_2 gx' \Rightarrow P_B = P_{ته} - \rho_2 gx' \\ P'_{ته} = P'_B + \rho' gx' \Rightarrow P'_B = P'_{ته} - \rho' gx' \end{cases} \xrightarrow[P_{ته} = P'_{ته}]{\rho_2 > \rho'} P'_B > P_B$$



B ۳۰۰ (۲) آهنگ خروج آب از شیر ثابت است، بنابراین در هر ثانیه حجم معینی آب وارد ظرف می‌شود. با بالا آمدن آب، سطح مقطع ظرف افزایش می‌یابد، اما حجم آب ورودی به ظرف ثابت است. بنابراین آهنگ افزایش ارتفاع آب کاهش می‌یابد. یعنی در هر ثانیه افزایش ارتفاع آب نسبت به ثانیهٔ قبلی کمتر است. از این رو فشار آب $(P = \rho gh)$ با آهنگ کمتری افزایش می‌یابد که نمودار گزینهٔ (۲) این موضوع را نشان می‌دهد.

B ۳۰۱ (۳) **۱** وزن آب اضافه شده به ظرف را حساب می‌کنیم.

$$W = mg \xrightarrow{m = ۲۰۰g} W = ۰/۲ \times ۱۰ = ۲N$$

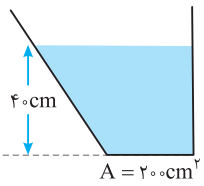
۲ نیروسنج همواره وزن تمام اجسامی که روی آن قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد. بنابراین عددی که نیروسنج نشان می‌دهد $\Delta N = ۲N$ افزایش می‌یابد.

نکته نیرویی که مایع بر کف ظرف دهانه تنگ وارد می‌کند از وزن مایع بیشتر است.

۳ با ریختن آب درون ظرف، نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند، از وزن مایع بیشتر است یعنی $F > ۲N$ خواهد بود.

B ۳۰۲ (۲)

خط فکر: دقت کنید وزن آب $W = ۱۲۰N$ توسط نیرویی که دیواره‌ها و کف ظرف بر آب وارد می‌کنند خنثی می‌شود، زیرا مایع ساکن بوده و نیروهای وارد بر آن متوازن است. شما کافی است نیرویی که توسط مایع بر کف ظرف وارد می‌شود را حساب کنید، سپس این نیرو را از نیروی وزن مایع کم کنید، نیروی باقیمانده همان نیروی سطوح جانبی وارد بر آب است.



۱ نیروی وارد بر کف ظرف توسط آب ناشی از فشار آب است.

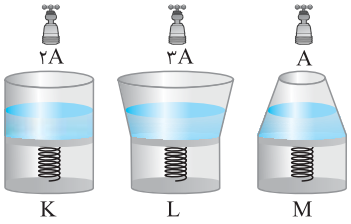
$$P = \rho gh \Rightarrow P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۴ \Rightarrow P = ۴۰۰۰Pa$$

$$F = PA \Rightarrow F = ۴۰۰۰ \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow F = ۸۰N$$

۲ نیرویی که دیواره‌های جانبی تحمل می‌کنند خواهد شد:

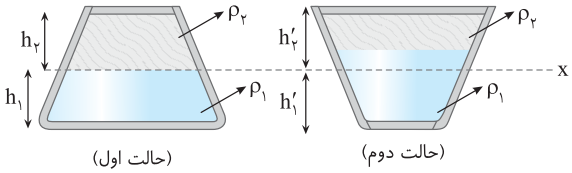
$$F_{\text{جانبی}} = ۱۲۰ - ۸۰ = ۴۰N$$

B ۳۰۳ (۲) در هر سه ظرف نیروی وارد بر کف ظرف ناشی از فشار مایع است که با توجه به یکسان بودن ارتفاع مایع در سه ظرف، فشار وارد بر کف هر سه ظرف برابر است. از این‌رو نیروی وارد بر کف هر سه ظرف یکسان بوده $(F = PA)$ و فشردگی فنرها یکسان است.

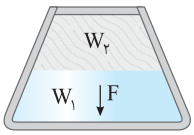


C ۳۰۴ (۲) چون مایع (۱) در زیر مایع (۲) قرار گرفته است، چگالی آن بیشتر است پس اگر ظرف را وارونه کنیم باز هم مایع (۱) در زیر قرار می‌گیرد.

چون سطح مقطع ته ظرف در حالت دوم کمتر از حالت اول شده است، ارتفاع مایع ρ_1 در حالت دوم، بیشتر خواهد شد.

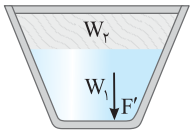


حال خط افقی و فرضی x را از مرز مشترک دو مایع در شکل حالت اول به سمت شکل حالت دوم رسم می‌کنیم. فشار مایع در این خط در شکل دوم بزرگ‌تر از شکل اول است زیرا ارتفاعی از مایع‌ها که بالای این سطح قرار می‌گیرد یکسان است اما در ظرف دوم بخشی از مایع با چگالی ρ_1 که بزرگ‌تر از ρ_2 است پر می‌شود. پس فشار کل در ته ظرف در حالت دوم بیشتر از حالت اول است.



اما دربارهٔ نیرو: در حالت اول (مطابق آنچه در بحث مقایسهٔ وزن مایع و نیروی حاصل از فشار آورده‌ایم):

$$W_1 + W_2 = W < F$$



در حال دوم نیز:

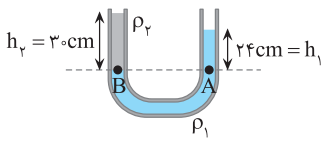
$$W_1 + W_2 = W > F'$$

بنابراین:

$$F' < W < F \Rightarrow F' < F$$

A ۳۰۵ (۲)

خط فکر: خط هم‌تراز مربوط به لولهٔ U‌شکل را می‌کشیم (خط هم‌تراز خطی است که از مرز مشترک دو مایع رسم می‌شود.) فشار در نقاط هم‌تراز A و B با هم برابر است و با برابر قرار دادن P_A و P_B، چگالی ρ_2 را حساب می‌کنیم.



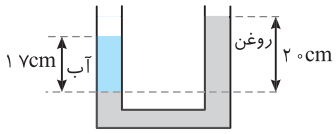
می‌دانیم فشار در نقطهٔ A حاصل از ۲۴cm مایع ρ_1 و فشار هوا (P_0) و فشار در نقطهٔ B، حاصل از ۳۰cm مایع ρ_2 و فشار هوا (P_0) است بنابراین:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 gh_1 + P_0 = \rho_2 gh_2 + P_0$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \xrightarrow[\text{است واحدهای } \rho \text{ و } h \text{ در دو طرف معادله یکسان باشد.}]{\text{چون در دو طرف معادله حاصل، } \rho \text{ و } h \text{ داریم تنها کافی}}$$

$$۲ \times ۲۴ = \rho_2 \times ۳۰ \Rightarrow \rho_2 = ۱/۶ g/cm^3$$

بازی با سؤال در شکل زیر، آب و روغن در یک لولهٔ U شکل به حالت تعادل هستند. چگالی روغن ..... درصد از چگالی آب ..... است.

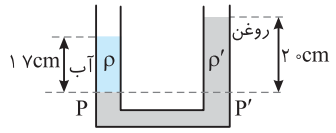


۱) ۱۵، بیشتر ۲) ۱۵، کمتر ۳) ۸۵، کمتر ۴) ۸۵، بیشتر

پاسخ در نقطه‌های هم‌تراز یک مایع ساکن فشار یکسان است:

$$P=P'\Rightarrow P_{\circ}+\rho gh=P_{\circ}+\rho' gh'$$

$$\rho h=\rho' h'\Rightarrow \frac{\rho'}{\rho}=\frac{h}{h'}=\frac{۱۷}{۲۰}\Rightarrow \rho'=۰/۸۵\rho$$



پس چگالی روغن، ۱۵ درصد کم‌تر از چگالی آب است. گزینهٔ ۲

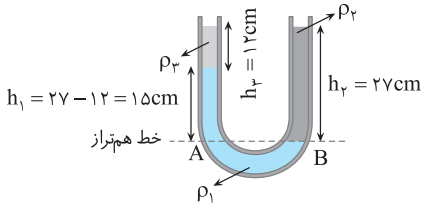
B ۳۰۶ ۱

خط فکر: پایین‌ترین سطح مشترک مایع‌ها، با خط‌چین افقی AB را به‌عنوان خط تراز مشخص می‌کنیم و فشار در این نقاط $P_A=P_B$ است. فشار در نقطهٔ A ناشی از فشار دو مایع بالاسر آن است $(P_A=P_۱+P_۳)$ اما فشار در نقطهٔ B تنها ناشی از فشار مایع $\rho_۲$ یعنی $P_۲=\rho_۲gh_۲$ است. فشار هوا را از دو طرف معادله در ذهن خود حذف می‌کنیم.

با قرار دادن فشار در A و B، $\rho_۳$ را حساب می‌کنیم:

$$P_B=P_A\Rightarrow \rho_۲h_۲=\rho_۱h_۱+\rho_۳h_۳\Rightarrow ۱\times ۲۷=۱/۲۴\times ۱۵+\rho_۳\times ۱۲$$

$$\Rightarrow \rho_۳=۰/۷\,g/cm^۳=۷۰۰\,kg/m^۳$$



A ۳۰۷ ۱

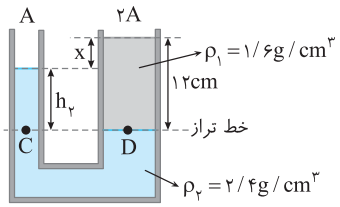
۱ خط تراز از مرز جداکننده دو مایع را رسم می‌کنیم.

۲ فشار در نقطهٔ C و D یکسان است. ارتفاع مایع $\rho_۱$، $h_۱=۱۲cm$ و ارتفاع مایع $\rho_۲$ برابر $h_۲=۱۲-x$ است.

$$P_C=P_D\Rightarrow P_{\circ}+\rho_۲gh_۲=P_{\circ}+\rho_۱gh_۱\Rightarrow \rho_۲h_۲=\rho_۱h_۱$$

$$\Rightarrow ۲/۴(۱۲-x)=۱/۶\times ۱۲\Rightarrow (۱۲-x)=\frac{۱/۶\times ۱۲}{۲/۴}=\frac{۱۶\times ۱۲}{۲۴}$$

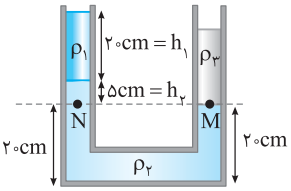
$$\Rightarrow ۱۲-x=۸\Rightarrow x=۴cm$$



B ۳۰۸ ۱

خط فکر: برای حل مسائل لوله‌های U شکل، اولین کار رسم خط تراز و برابر قرار دادن فشار نقاط روی خط تراز است.

ابتدا خط تراز را می‌کشیم، فشار روی خط تراز با هم برابر است:



$$P_N=P_M\Rightarrow P_{\circ}+P_{\text{مایع}_۱}+P_{\text{مایع}_۲}=P_{\text{مایع}_۳}+P_{\circ}$$

$$\xrightarrow{P=\rho gh}\rho_۱gh_۱+\rho_۲gh_۲=P_{\text{مایع}_۳}$$

$$\Rightarrow ۸۰۰\times ۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰}+۲۴۰۰\times ۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=P_{\text{مایع}_۳}$$

$$P_{\text{مایع}_۳}=۱۶۰۰+۱۲۰۰=۲۸۰۰Pa$$

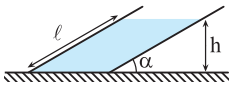
برای پیدا کردن جرم مایع $\rho_۳$ ابتدا وزن این مایع را به کمک تعریف فشار حساب می‌کنیم.

$$P_۳=\frac{W_۳}{A}\xrightarrow{A=۲cm^۲}۲۸۰۰=\frac{W_۳}{۲\times ۱۰^{-۴}}\Rightarrow W_۳=۰/۵۶N$$

جرم مایع خواهد شد: $W_۳=m_۳g\Rightarrow ۰/۵۶=m_۳\times ۱۰\Rightarrow m_۳=۰/۰۵۶kg=۵۶g$

B ۳۰۹ ۱

نکته فشار در هر نقطه از مایع به عمق قائم مایع از سطح آزاد مایع بستگی دارد.

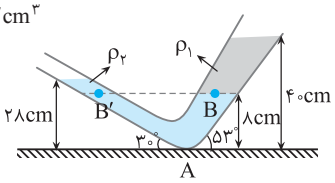


خط فکر: به زاویه‌های روی شکل نیازی نیست، خط تراز را از مرز دو مایع رسم کنید. نقاط B و B′ روی خط تراز بوده و فشار در این نقاط برابر است. عمق قائم نقطهٔ B روی شکل برابر $۴۰-۸=۳۲cm$ و عمق قائم نقطهٔ B′ روی شکل برابر $۲۸-۸=۲۰cm$ است. اکنون با دقت به این مطالب می‌توانید مسئله را حل کنید.

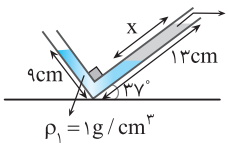
فشار B و B′ را مساوی قرار داده و $\rho_۲$ را به‌دست می‌آوریم.

$$P_B=P_{B'}\Rightarrow \rho_۱gh_۱+P_{\circ}=\rho_۲gh_۲+P_{\circ}\Rightarrow ۴(۴۰-۸)=\rho_۲(۲۸-۸)$$

$$\Rightarrow \rho_۲=۶/۴g/cm^۳$$

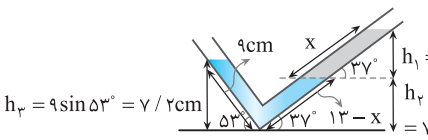


بازی با سؤال با توجه به شکل، اگر مایع‌ها در حال تعادل باشند، x چند سانتی‌متر است؟ ($\sin ۳۷^\circ=۰/۶$)



۱) ۴
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۷

پاسخ با توجه به شکل، زاویه‌ای که شاخهٔ سمت چپ با سطح می‌سازد زاویهٔ ۵۳° است. چون مایع‌ها در دو طرف در تعادل است پس فشار وارد بر A از دو طرف لوله یکسان است.



$$\rho_۱gh_۳=\rho_۱gh_۲+\rho_۲gh_۱$$

$$۱۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۷/۲}{۱۰۰}=۱۰۰۰\times ۱۰\times\frac{(۷/۸-۰/۶x)}{۱۰۰}+۸۰۰\times ۱۰\times\frac{۰/۶x}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow ۰/۷۲=۰/۷۸-۰/۰۶x+۰/۰۴۸x\Rightarrow ۰/۰۱۲x=۰/۰۶\Rightarrow x=۵\,cm$$

گزینهٔ ۲

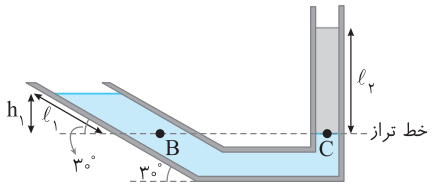
B ۳۱۰ (۲) **۱** ابتدا h_1 را به کمک ریاضی برحسب ℓ_1 به‌دست می‌آوریم. ضلع روبه‌رو به زاویهٔ 30° نصف وتر است.

$$h_1=\frac{\ell_1}{2}$$

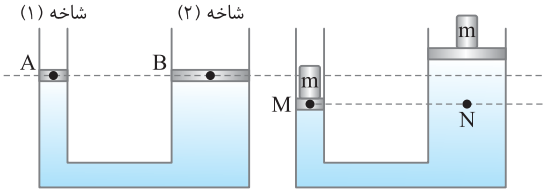
۲ دو نقطهٔ B و C روی خط تراز بوده و فشار آن‌ها با هم برابر است.

$$P_B=P_C\Rightarrow P_\circ+\rho_1gh_1=P_\circ+\rho_2gh_2\xrightarrow{\rho_1=1/5\rho_2}$$

$$1/5\,\rho_2\times\frac{\ell_1}{2}=\rho_2\times\ell_2\Rightarrow\frac{\ell_1}{\ell_2}=\frac{4}{3}$$



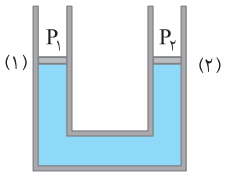
B ۳۱۱ (۲) در تحلیل این مسئله باید از تعریف اصلی فشار $P=\frac{F}{A}$ استفاده کرد که در آن F همان نیروی وزن وزنه‌ها است. با قرار دادن وزنه‌ای به جرم m روی پیستون‌ها، فشار در زیر پیستون به اندازهٔ $\frac{W}{A}$ افزایش می‌یابد و چون $A_1<A_2$، بنابراین $\Delta P_1>\Delta P_2$، بنابراین افزایش فشار در شاخهٔ (۱) بیشتر بوده و باعث می‌شود مایع در شاخهٔ (۲) بالا برود.



بازی با سؤال در شکل مقابل جرم و اصطکاک پیستون‌ها ناچیز است و چگالی مایع درون ظرف $800\,kg/m^3$ است. اگر روی پیستون (۱) که اندازهٔ سطح آن $200\,cm^2$ است، وزنهٔ ۴۸۰ گرمی قرار دهیم، پیستون (۲) چند سانتی‌متر بالاتر از پیستون (۱) قرار می‌گیرد؟ (سطح مقطع پیستون‌ها یکسان است.)

۱) ۶ ۲) ۳

۳) ۰/۶ ۴) ۰/۳

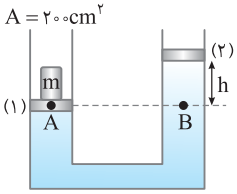


پاسخ خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار در نقاط A و B را برابر قرار می‌دهیم. فشار در نقطهٔ A برابر فشار وزنه $\frac{W}{A}$ و فشار هواست. فشار در نقطهٔ B ناشی از فشار ستون h از مایع و فشار هواست. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A=P_B\Rightarrow P_\circ+\frac{W}{A}=P_\circ+\rho gh$$

$$\Rightarrow\frac{W}{A}=\rho gh\Rightarrow\frac{4/8}{200\times10^{-4}}=800\times10\times h$$

$$\Rightarrow h=0/03m=3cm$$



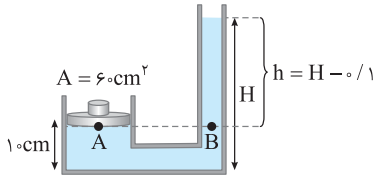
گزینهٔ ۲

B ۳۱۲ (۲) با رسم خط تراز مطابق شکل، فشار نقاط A و B روی خط تراز با هم برابر است. فشار نقطهٔ A ناشی از وزن جسم $(\frac{W}{A})$ و فشار هواست و فشار در نقطهٔ B فشار ستون مایع $(h=H-10)$ و فشار هواست. (در ذهن خود فشار هوا را از طرفین حذف کرده‌ایم.)

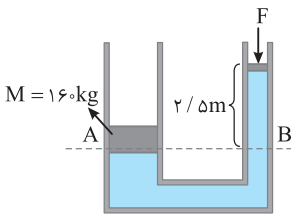
$$P_A=P_B\Rightarrow\frac{W}{A}=\rho gh\Rightarrow\frac{mg}{A}=\rho gh\Rightarrow\frac{m}{A}=\rho h$$

$$\xrightarrow[\rho=1g/cm^3=1000kg/m^3]{m=1/2kg}\frac{1/2}{60\times10^{-4}}=1000(H-0/1)$$

$$\Rightarrow 0/2=H-0/1\Rightarrow H=0/3m\Rightarrow H=30cm$$



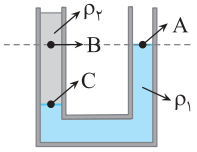
B ۳۱۳ (۳) ابتدا خط تراز را می‌کشیم (خط‌چین)، فشار نقاط هم‌تراز برابر است، دقت کنید فشار حاصل از پیستون‌ها و جرم روی آن‌ها از رابطهٔ $P=\frac{F}{A}$ محاسبه می‌شود. فشار در نقطهٔ A ناشی از وزن پیستون بزرگ و فشار در نقطهٔ B ناشی از فشار ستون مایع (ρgh) و فشار حاصل از نیروی F $(P=\frac{F}{A})$ است. (در ذهن خود فشار هوا از طرفین را حذف می‌کنیم.)



$$P_A=P_B\Rightarrow\frac{W}{A}=\frac{F}{a}+\rho gh\Rightarrow\frac{1600}{400\times10^{-4}}=\frac{F}{80\times10^{-4}}+800\times10\times2/5$$

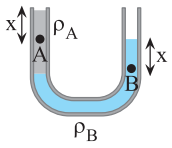
$$\Rightarrow 4\times10^4-2\times10^4=\frac{F}{8\times10^{-3}}\Rightarrow F=160\,N$$

A ۳۱۴ (۴) فشار در A برابر فشار هوا $P_\circ$ است، اما فشار در B برابر مجموع فشار حاصل از مایع و $P_\circ$ است، پس $P_B>P_A$. از طرفی نقطهٔ C در عمق بیشتری از B قرار داشته و $P_C>P_B$ خواهد بود. بنابراین $P_C>P_B>P_A$ است.



B ۳۱۵ (۳) **نکته** در لوله‌های U شکل، مایعی که ته‌نشین می‌شود دارای چگالی بیشتری است $\rho_B>\rho_A$. فشار در نقاط A و B ناشی از فشار مایع بالای آن‌ها و فشار هواست.

ارتفاع نقاط A و B را از سطح آزاد مایع‌ها داریم:

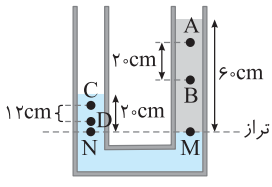


$$P_A=\rho_Agx+P_\circ$$
$$P_B=\rho_Bgx+P_\circ\xrightarrow{\rho_B>\rho_A}P_B>P_A$$

B ۳۱۶ (۱) **۱** مایعی که ته‌نشین شده مایع با چگالی بیشتر یعنی ρ_2 است.

یادآوری: اختلاف فشار در دو نقطه از یک مایع ساکن از رابطهٔ $\Delta P=\rho g\Delta h$ به‌دست می‌آید که Δh فاصلهٔ قائم آن دو نقطه است.

۲ اختلاف فشار نقاط A و B برابر است با:



$$\Delta P_{AB}=\rho_1g(A-B)\xrightarrow{\rho_1=0/8g/cm^3=800kg/m^3}$$

$$\Delta P_{AB}=800\times10\times0/2=1600Pa$$

۳ با رسم خط تراز، و برابر قرار دادن فشار در نقاط M و N، چگالی $\rho_۲$ را به‌دست می‌آوریم.

$$P_N=P_M\Rightarrow\rho_۲gh_۲=\rho_۱gh_۱\Rightarrow\rho_۲\times۲۰=۸۰۰\times۶۰\Rightarrow\rho_۲=۲۴۰۰\,kg/m^۳$$

۴ اختلاف فشار بین نقاط C و D واقع در مایع $\rho_۲$ را حساب می‌کنیم.

$$\Delta P_{CD}=\rho_۲g(h_{CD})=۲۴۰۰\times۱۰\times(۰/۱۲)\Rightarrow\Delta P_{CD}=۲۸۸۰\,Pa$$

۵ در این صورت خواهیم داشت:

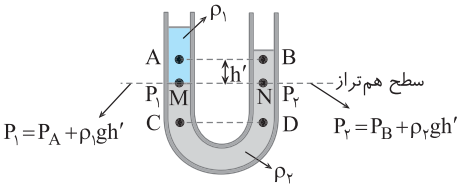
$$\frac{\Delta P_{AB}}{\Delta P_{CD}}=\frac{۱۶۰۰}{۲۸۸۰}=\frac{۲۰۰}{۳۶۰}=\frac{۵}{۹}$$

۳۱۷ (B) (۴) مایعی که در زیر قرار می‌گیرد چگالی بزرگ‌تری دارد، بنابراین چگالی مایع در B ($\rho_۲$) بیشتر از چگالی مایع در A ($\rho_۱$) است. در نقاط M و N که روی خط تراز قرار دارند فشارها یکسان است.

برای مقایسهٔ فشار در نقطهٔ M و N می‌توانیم فشار در نقطهٔ M را مجموع فشار نقطهٔ A (P_A) و فشار ستون h' از مایع $\rho_۱$ یعنی $(P_M=P_A+\rho_۱gh')$ و همچنین فشار در نقطهٔ N را مجموع فشار نقطهٔ B (P_B) و فشار ستون h' از مایع $\rho_۲$ فرض کرده و بنویسیم:

$$P_M=P_N\Rightarrow\rho_۱gh'+P_A=\rho_۲gh'+P_B\xrightarrow{\rho_۲>\rho_۱}P_B<P_A$$

فشار نقاط هم‌عمق در یک مایع ساکن با هم برابر است. دو نقطهٔ C و D هر دو در یک عمق از مایع $\rho_۲$ قرار دارند. بنابراین فشار در این نقاط برابر است. $(P_C=P_D)$



۳۱۸ (B) (۳) ۱ خط تراز را رسم می‌کنیم، فشار در نقطهٔ C و D را مساوی قرار داده و h' را حساب می‌کنیم. (البته در ذهنمان $P_۰$ را حذف می‌کنیم.)

$$P_C=P_D\Rightarrow\rho'gh'=\rho gh\Rightarrow۱/۲h'=۰/۸\times۶۰\Rightarrow h'=۴۰cm$$

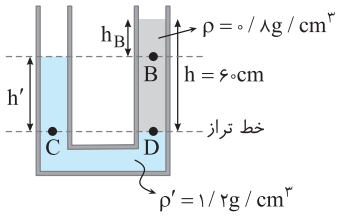
۲ عمق نقطهٔ B از سطح مایع ρ را به‌دست می‌آوریم.

$$h_B=h-h'=۶۰-۴۰=۲۰cm$$

۳ فشار در نقطهٔ B خواهد شد:

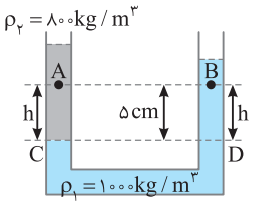
$$P=P_۰+\rho gh_B\Rightarrow P_B=۱۰^۵+(۰/۸\times۱۰۰۰)\times۱۰\times۰/۲$$

$$\Rightarrow P_B=۱۰۱۶۰۰Pa\Rightarrow P_B=۱۰۱/۶kPa$$



۳۱۹ (B) (۴)

خط فکر: دو مایع با چگالی مختلف در لوله ریختیم. مایعی که چگالی بیشتری دارد $(\rho_۱=۱۰۰۰\,kg/m^۳)$ زیر مایع دیگر $(\rho_۲=۸۰۰\,kg/m^۳)$ قرار می‌گیرد. عمق نقاط A و B را از سطح آزادشان نداریم اما ارتفاع آن‌ها از خط تراز داده شده است. با توجه به شکل C و D روی خط تراز بوده و هم‌فشار هستند. P_C را با P_D برابر قرار داده مسئله را حل می‌کنیم.



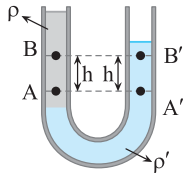
فشار در نقطهٔ C برابر مجموع فشار نقطهٔ A و فشار ستون h از مایع $\rho_۲$ است و همچنین فشار در نقطهٔ D برابر مجموع فشار نقطهٔ B و فشار ستون h از مایع $\rho_۱$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}P_C=P_A+\rho_۲gh\\P_D=P_B+\rho_۱gh\end{cases}\xrightarrow{P_C=P_D}P_A+\rho_۲gh=P_B+\rho_۱gh$$

$$P_A=P_B+(\rho_۱-\rho_۲)gh\Rightarrow P_A=P_B+۲۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰}\Rightarrow P_A=P_B+۱۰۰$$

۳۲۰ (C) (۱)

نکته در یک لولهٔ U شکل برای دو نقطهٔ مقابل هم مانند B و B'، نقطه‌ای که در مایع با چگالی کمتر است، دارای فشار بیشتری است: $(P_A>P_{A'},P_B>P_{B'})$



۱ مایع ρ' ته‌نشین شده بنابراین چگالی آن از ρ بیشتر است: $\rho'>\rho$

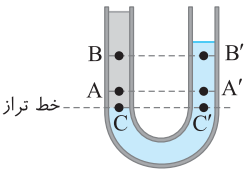
یادآوری: اختلاف فشار بین دو نقطه از یک مایع متناسب با اختلاف عمق قائم دو نقطه است $(\Delta P=\rho g\Delta h)$

۲ اختلاف فشار B و A و همچنین اختلاف فشار B' و A' را می‌نویسیم:

$$\begin{cases}\Delta P_{AB}=\rho gh\\\Delta P_{A'B'}=\rho' gh\end{cases}\xrightarrow{\rho'>\rho}\Delta P_{AB}<\Delta P_{A'B'}$$

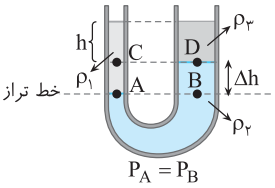
$$\Rightarrow\underbrace{P_A-P_B}_{\Delta P_۱}<\underbrace{P_{A'}-P_{B'}}_{\Delta P_۲}\Rightarrow\Delta P_۱<\Delta P_۲$$

راه‌حل دیگر: یک راه‌حل مفهومی. فشار نقاط واقع بر خط تراز با هم برابر است و اختلاف فشار بین C و C' صفر است. یعنی اگر از نقاط A و A' به سوی نقاط C و C' برویم اختلاف فشار در حال کاهش است. بنابراین اگر از C و C' به سوی سطح دو مایع حرکت کنیم اختلاف فشار در حال افزایش بوده و $\Delta P_{AA'}<\Delta P_{BB'}$ است.



۳۲۱ (C) (۳)

خط فکر: مسئلهٔ خوبی است. اما دقت لازم دارد. تکلیف چگالی $\rho_۲$ مشخص است مایع $\rho_۲$ ته‌نشین شده از این رو چگالی $\rho_۲$ از چگالی دو مایع دیگر بیشتر است یعنی ما باید رابطهٔ چگالی $\rho_۱$ و $\rho_۳$ را مشخص کنیم.



۱ خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار نقاط A و B واقع بر خط تراز برابر است. $P_A=P_B$

۲ خط جدایی مایع $\rho_۳$ و $\rho_۲$ یعنی خط CD را رسم می‌کنیم. فشار در نقطهٔ D به اندازهٔ $\rho_۳g\Delta h$ از فشار نقطهٔ B کمتر است. $(P_D=P_B-\rho_۳g\Delta h)$ و فشار در نقطهٔ C به اندازهٔ $\rho_۱g\Delta h$ از فشار نقطهٔ A کمتر است. از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}P_C=P_A-\rho_۱g\Delta h\\P_D=P_B-\rho_۲g\Delta h\end{cases}\xrightarrow[\rho_۲>\rho_۱]{P_A=P_B}P_D<P_C\Rightarrow\rho_۳gh<\rho_۱gh\Rightarrow\rho_۳<\rho_۱$$

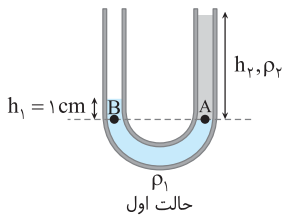
بنابراین $\rho_۲>\rho_۱>\rho_۳$ خواهد بود.

۳۲۲ (B) (۳) با توجه به خط تراز در حالت اول داریم:

$$P_A=P_B\Rightarrow\rho_۱h_۱=\rho_۲h_۲$$

$$\Rightarrow۱۳/۶h_۱=۱/۳۶h_۲$$

$$\Rightarrow h_۲=۱۰h_۱\Rightarrow h_۲=۱۰\,cm$$

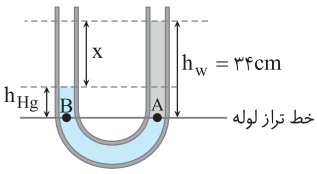


در واقع همواره ارتفاع بالای خط تراز مایع $\rho_۲$، ده برابر ارتفاع بالای خط تراز مایع $\rho_۱$ است. در حالت دوم ارتفاع مایع $\rho_۲$، ۵cm می‌شود پس ارتفاع مایع بالای خط تراز مایع $\rho_۱$ باید ۰/۵ سانتی‌متر باشد.

میانبر ارتفاع تا خط تراز با چگالی نسبت وارون دارد.

$$\frac{h_۲}{h_۱}=\frac{\rho_۱}{\rho_۲}$$

B ۳۲۳ (۲) مایع‌ها در لولهٔ U شکل مطابق شکل روبه‌رو قرار می‌گیرند. (دقت کنید همواره مایع با چگالی کمتر ارتفاع بین خط تراز و سطح آزادش بزرگتر است.) خط هم‌تراز را رسم کرده، فشار در نقاط هم‌تراز را مساوی قرار می‌دهیم:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_W h_W = \rho_{Hg} h_{Hg}$$

$$۱۰۰۰ \times \frac{۳۴}{۱۰۰} = ۱۳۶۰۰ \times h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = \frac{۱}{۴۰} m = ۲/۵ cm$$

اختلاف سطح آزاد دو مایع که روی شکل با x نشان داده‌ایم برابر است با:

$$x = h_W - h_{Hg} = ۳۴ - ۲/۵ = ۳۱/۵ cm$$

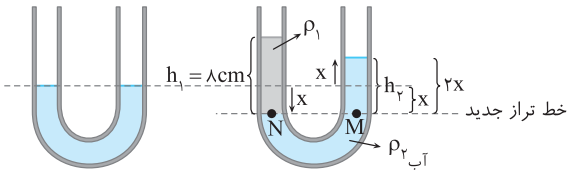
C ۳۲۴ (۳)

خط فکر: در حل این مسائل بهترین روش این است که در حالت اول و دوم دو شکل را کنار هم رسم کرده و تغییرات در دو مایع را در دو شکل با هم مقایسه کنید.

۱ در حالت اول مطابق شکل در لوله تنها آب وجود دارد. لوله‌ای مشابه حالت (۱) در کنار آن رسم می‌کنیم و به ارتفاع ۸cm نفت در این لوله اضافه می‌کنیم. قرار دادن دو لوله کنار هم به ما در مقایسهٔ جابه‌جایی آب نسبت به حالت اول کمک می‌کند. به همین دلیل سطح ابتدایی آب در دو شاخهٔ حالت (۱) را در حالت (۲) نیز مشخص می‌کنیم. آب نسبت به مکان قبل به اندازه xcm پایین آمده است.

۲ به همان اندازه که آب در شاخهٔ سمت چپ پایین آمده است (به دلیل ریختن نفت) به همان اندازه آب در شاخهٔ سمت راست بالا رفته است.

$$\Delta V_{\text{آب در شاخهٔ چپ}} = \Delta V_{\text{آب در شاخه راست}} \Rightarrow Ax = Ax' \Rightarrow x = x'$$



حالت (۱) حالت (۲)

۳ خط تراز لولهٔ جدید را کشیده و با توجه به هم‌فشار بودن نقاط M و N روی خط تراز داریم:

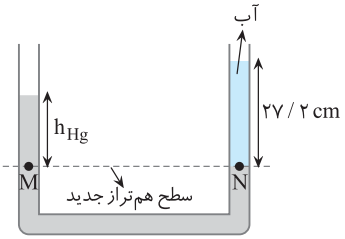
$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_۲ h_۲ = \rho_۱ h_۱ \Rightarrow \rho_{\text{آب}} \times ۲x = \rho_{\text{نفت}} \times h_{\text{نفت}} \Rightarrow ۱ \times ۲x = ۰/۸ \times ۸$$

$$\Rightarrow ۲x = ۶/۴cm \Rightarrow x = ۳/۲cm$$

B ۳۲۵ (۲)

خط فکر: مسئلهٔ ساده‌ای است. کافی است شکل مسئله را در حالت دوم یعنی پس از افزودن آب رسم کنید و با رسم خط تراز، فشار نقاط واقع بر خط تراز را مساوی قرار دهید $(P_M = P_N)$ و اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف (h_{Hg}) را به‌دست بیاورید. البته ابتدا باید ارتفاع آب را حساب کنید.

۱ ابتدا با توجه به جرم آب اضافه شده و چگالی آب حجم آب اضافه شده را به‌دست می‌آوریم:



$$\rho_{\text{آب}} = \frac{m}{V} \Rightarrow V_{\text{آب اضافه شده}} = \frac{m}{\rho} = \frac{۵۴/۴}{۱} = ۵۴/۴cm^۳$$

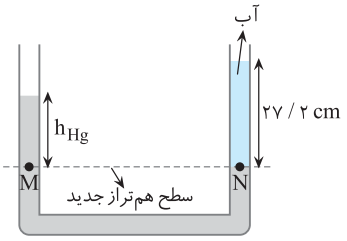
۲ حجم آب اضافه شده برابر $Ah_{\text{آب}}$ است که سطح مقطع برابر سطح مقطع لوله و $۲cm^۲$ است.

$$V_{\text{آب اضافه شده}} : Ah_{\text{آب}} \Rightarrow ۵۴/۴ = ۲ \times h_{\text{آب}} \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۲۷/۲cm$$

۳ خط تراز را کشیده و با توجه به هم فشار بودن نقاط M و N سؤال را حل می‌کنیم.

$$P_N = P_M \Rightarrow P_۰ + \rho_W g h_W = P_۰ + \rho_{Hg} g h_{Hg} \xrightarrow[h_{Hg}=۲x]{\rho_{Hg}=۱۳/۶ g/cm^۳}$$

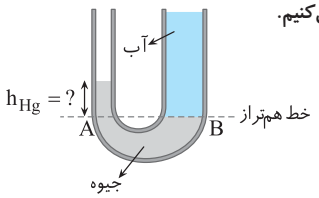
$$\rho_W \times ۲۷/۲ = \rho_{Hg} \times h_{Hg} \Rightarrow ۱ \times ۲۷/۲ = ۱۳/۶ \times h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = ۲cm$$



بازی با سؤال در دو لولهٔ مرتبط که سطح مقطع آن‌ها متفاوت است جیوه وجود دارد. اگر در لولهٔ پهن‌تر که سطح مقطع آن $۲۰cm^۲$ است به اندازهٔ ۲۷۲ سانتی‌متر مکعب آب بریزیم، اختلاف سطح جیوه در دو لوله چند سانتی‌متر می‌شود؟ $(\rho_{\text{آب}} = ۱ g/cm^۳ \text{ و } \rho_{Hg} = ۱۳/۶ g/cm^۳)$

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۵ ۴) ۱۰

پاسخ مسئلهٔ بسیار ساده‌ای است. اختلاف قطر سطح مقطع لوله در دو طرف شما را گول نزند. در واقع دو مایع در یک ظرف U شکل ریخته شده است و از شما خواسته شده که ارتفاع جیوه را از سطح مشترک دو مایع یعنی همان خط هم‌تراز به‌دست آورید. در واقع به حالت اول مسئله کاری نداریم. ابتدا ارتفاع آب درون لوله را حساب می‌کنیم.



$$\text{حجم} = \text{مساحت قاعده} \times \text{ارتفاع} \Rightarrow ۲۷۲ = ۲۰ h_{\text{آب}} \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۱۳/۶cm$$

اکنون به راحتی فشار در نقاط A و B را برابر قرار داده و مسئله را حل می‌کنیم.

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_{Hg} g h_{Hg} = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} \Rightarrow ۱۳/۶ \times h_{Hg} = ۱ \times ۱۳/۶ \Rightarrow h_{Hg} = ۱cm$$

به همین راحتی مسئله حل شد و اختلاف قطر دهانه‌ها در حل این مسئله نقشی ندارد.

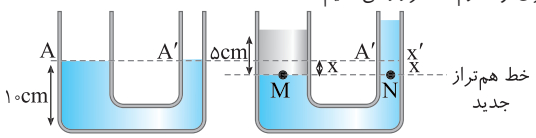
گزینهٔ ۲

B ۳۲۶ (۲) ابتدا کنار لولهٔ U شکل سؤال، لولهٔ U شکل دیگری رسم می‌کنیم و نفت را به شاخه سمت چپ آن اضافه می‌کنیم. برای اینکه بتوانیم دو حالت را باهم مقایسه کنیم، خط هم‌تراز سطح آب در لولهٔ اول را روی لولهٔ دوم مشخص می‌کنیم. حجم آبی که در شاخهٔ سمت چپ پایین رفته با حجم آبی که در شاخهٔ سمت راست بالا می‌آید برابر است.

$$\Delta V_{\text{آب پایین آمده}} = \Delta V_{\text{آب بالا رفته}} \Rightarrow \pi(۳r)^۲ \times x = \pi r^۲ x' \Rightarrow x' = ۹x$$

یعنی وقتی در شاخهٔ سمت چپ نفت روی آب ریخته می‌شود و آب به اندازه x پایین می‌رود در شاخهٔ سمت راست آب به اندازهٔ ۹x بالا می‌رود و سطح آب در شاخهٔ سمت راست ۱۰x بالاتر از خط هم‌تراز جدید است.

برای لولهٔ دوم خط تراز را می‌کشیم:



$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{نفت}} g h_{\text{نفت}} = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow ۰/۸ \times ۵ = ۱ \times (۱۰x) \Rightarrow x = ۰/۴cm$$

میزان آبی که در شاخهٔ باریک بالا رفته برابر است با:

$$x' = ۹x = ۹ \times ۰/۴ = ۳/۶cm$$

۳۲۷ (۱)

۱ قطر شاخهٔ سمت راست ۴cm و قطر شاخهٔ سمت چپ ۱cm است، در این صورت نسبت مساحت سطح دو شاخه خواهد شد:

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}=\frac{(\frac{4}{2})^2}{(\frac{1}{2})^2}\Rightarrow\frac{A_1}{A_2}=16\Rightarrow A_1=16A_2$$

۲ اگر به شاخهٔ سمت چپ مایع اضافه کنیم و مایع در سمت چپ به اندازهٔ x پایین برود، مایع سمت راست به اندازهٔ $\frac{x}{16}$ بالا می‌رود.

$$\Delta V_1=\Delta V_2\Rightarrow A_1x_1=A_2x_2\Rightarrow\frac{x_1}{x_2}=\frac{A_2}{A_1}\Rightarrow\frac{x_1}{x}=\frac{A_2}{16A_2}\Rightarrow x_1=\frac{x}{16}$$

۳ با توجه به فرض مسئله $\frac{x}{16}$ برابر ۲cm است. بنابراین $\frac{x}{16}=2\Rightarrow x=32cm$

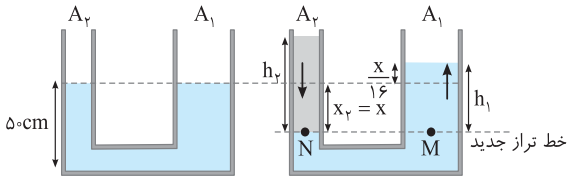
۴ خط تراز جدید را رسم کرده و فشار در نقاط روی خط تراز را برابر قرار می‌دهیم.

ارتفاع مایع سمت راست از خط تراز برابر است با: $h_1=32+2=34cm$

$$P_N=P_M\Rightarrow P_0+\rho_2gh_2=P_0+\rho_1gh_1\Rightarrow 2\times h_2=4\times 34\Rightarrow h_2=68cm$$

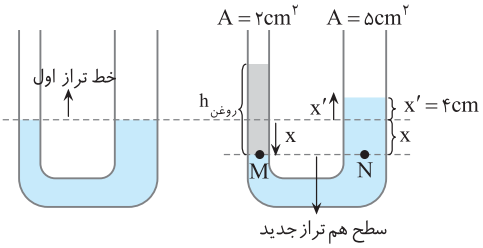
۵ حجم مایع ρ_2 خواهد شد:

$$V_2=A_2h_2=\pi r_2^2h_2=3\times(0/5)^2\times 68\Rightarrow V_2=51cm^3$$



۳۲۸ (۲)

۱ لوله U شکلی مشابه لولهٔ U شکل سؤال کنار آن رسم می‌کنیم تا تغییرات را در لولهٔ جدید نشان دهیم. برای مقایسهٔ دو شکل با هم سطح آب در لولهٔ (۱) را در لولهٔ (۲) نیز، توسط خط‌چین نشان داده‌ایم:



۲ حجمی که آب در سمت چپ به‌دلیل اضافه شدن روغن پایین می‌آید برابر افزایش حجم آب در سمت راست است که نسبت به حالت قبل بالا می‌رود.

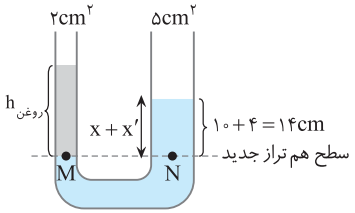
$$\Delta V_{\text{آب سمت چپ}}=\Delta V_{\text{آب سمت راست}}\xrightarrow{\Delta V=Ah}$$

$$2\times x=5\times x'\Rightarrow 2\times x=5\times 4\Rightarrow x=10\,cm$$

۳ برای شکل دوم خط تراز کشیده و با توجه به $P_M=P_N$ داریم:

$$P_M=P_N\Rightarrow\rho_{\text{روغن}}h_{\text{روغن}}=\rho_W h_W\Rightarrow 0/8\times h_{\text{روغن}}=1\times(10+4)$$

$$\Rightarrow h_{\text{روغن}}=\frac{14}{0/8}=\frac{140}{8}=\frac{35}{2}\,cm$$



حجم روغن برابر $V_0=Ah_0=2\times\frac{35}{2}=35cm^3$ است که با توجه به چگالی روغن می‌توان جرم روغن اضافه شده را به‌دست آورد.

$$\rho_{\text{روغن}}=\frac{m_{\text{روغن}}}{V_{\text{روغن}}}\Rightarrow m_{\text{روغن}}=\rho_{\text{روغن}}V_{\text{روغن}}$$

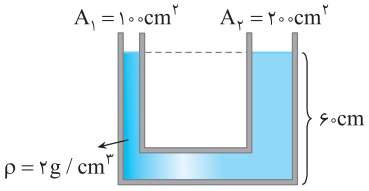
$$\Rightarrow m_{\text{روغن}}=0/8g/cm^3\times 35cm^3=28g$$

روش دیگر: برای اینکه جرم روغن را به‌دست آوریم در مرحله (۳) می‌توان نوشت:

$$P_M=P_N\Rightarrow\frac{m_{\text{روغن}}g}{A}=\rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}}\Rightarrow\frac{m_{\text{روغن}}}{2\times10^{-4}}=1000\times14\times10^{-2}$$

$$m_{\text{روغن}}=28\times10^{-3}kg=28g$$

بازی با سؤال در شکل زیر اگر در شاخهٔ سمت چپ آب بریزیم $(\rho=1g/cm^3)$ تا طول ستون آب ۱۸ سانتی‌متر شود، سطح آزاد مایع در شاخهٔ سمت راست در چه فاصله‌ای از کف ظرف قرار می‌گیرد؟



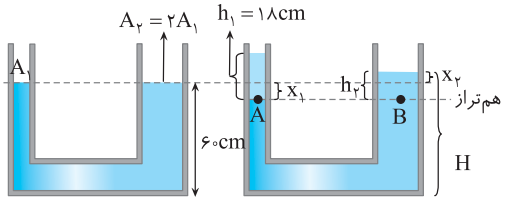
۱) ۶۹ ۲) ۶۶ ۳) ۶۵ ۴) ۶۳

پاسخ شکل را در دو حالت در کنار هم می‌کشیم، مایع در لولهٔ سمت چپ به اندازهٔ x_1 پایین می‌رود و در سمت راست به اندازهٔ x_2 بالا می‌رود. با توجه به شکل:

$$P_A=P_B\Rightarrow\rho_1gh_1=\rho_2gh_2\Rightarrow 1\times18=2\times h_2\Rightarrow h_2=9\,cm$$

از طرفی حجم مایعی که در سمت چپ و سمت راست جابه‌جا شده، یکسان است، از این رو:

$$A_1x_1=A_2x_2\Rightarrow A_1(x_1)=2A_1x_2\Rightarrow x_1=2x_2$$



با توجه به شکل، h_2 جمع x_1 و x_2 است، از این رو:

$$h_2=x_1+x_2\xrightarrow{x_1=2x_2}9=3x_2\Rightarrow x_2=3\,cm$$

در این صورت فاصلهٔ سطح مایع از کف ظرف خواهد شد: $H=60+3=63cm$

گزینهٔ ۴

۳۲۹ (۱)

خط فکر: با قرار دادن پیستون روی شاخهٔ سمت چپ، آب آنقدر در این شاخه پایین می‌رود و در شاخهٔ دیگر بالا می‌آید تا فشار آب در سمت راست با فشار پیستون در سمت چپ برابر شود. شکل را در دو حالت کنار هم رسم کنید. حجم آبی که در سمت چپ پایین می‌رود را با حجم آب سمت راست که بالا می‌رود برابر قرار دهید تا نسبت جابه‌جا شدن آب در دو شاخه مشخص شود و مسئله را حل کنید.

۱ نسبت x' به x را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta V=\Delta V'\Rightarrow Ax=A'x'\Rightarrow 4x=1x'\Rightarrow x'=4x$$

۲ خط تراز را رسم می‌کنیم. ارتفاع آب در سمت راست خواهد شد:

$$h_W=x+x'=x+4x=5x$$

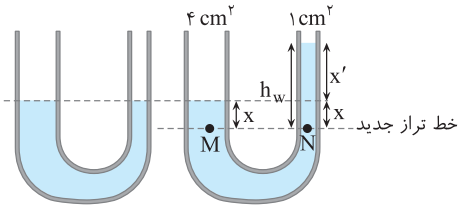
۳ فشار در نقاط هم‌تراز را برابر قرار می‌دهیم.

$$P_M=P_N\Rightarrow P_0+\frac{mg}{A}=P_0+\rho gh_W\Rightarrow\frac{75\times10^{-3}}{4\times10^{-4}}=1000\times(5x)$$

$$\Rightarrow x=0/0375m\Rightarrow x=3/75cm$$

۴ مقدار بالا رفتن آب در سمت راست برابر x' است. از این‌رو:

$$x'=۴x=۴\times۳/۷۵\Rightarrow x'=۱۵cm$$



Ⓑ ۳۳۰ ۱ حجم ۱۰۰g آب را به‌دست می‌آوریم:

$$P=\frac{m}{V}\Rightarrow ۱\frac{g}{cm^۳}=\frac{۱۰۰g}{V}\Rightarrow V_{آب}=۱۰۰cm^۳$$

۲ اگر آب در لوله ریخته شود، ارتفاع آب در دو شاخه برابر است:

$$V_{آب}=Ah+Ah\Rightarrow ۱۰۰=۲\times۲\times h\Rightarrow h=۲۵cm$$

۳ حجم روغن را حساب می‌کنیم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow V=\frac{m}{\rho}\xrightarrow{\text{روغن}}V_O=\frac{۸۰}{۰/۸}=۱۰۰cm^۳$$

۴ ارتفاع روغن را حساب می‌کنیم. $V_O=Ah_O\Rightarrow ۱۰۰=۲h_O\Rightarrow h_O=۵۰cm$

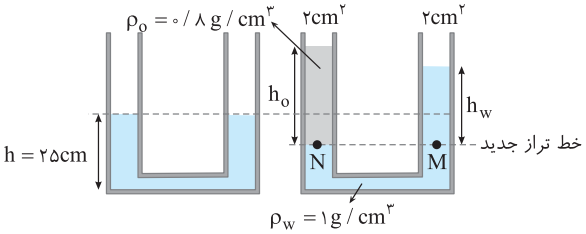
۵ خط تراز جدید را رسم می‌کنیم و ارتفاع آب بالای خط تراز را حساب می‌کنیم (البته $P_۰$ را در ذهن خود حذف می‌کنیم.)

$$P_N=P_M\Rightarrow \rho_O gh_O=\rho_W gh_W\Rightarrow ۰/۸\times۵۰=۱\times h_W\Rightarrow h_W=۴۰cm$$

۶ اختلاف ارتفاع مایع در دو طرف خواهد شد:

$$h_O-h_W=۵۰-۴۰=۱۰cm$$

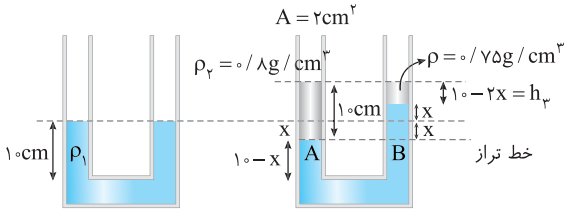
دقت کردید، جرم آب در حل این مسئله، نقشی ندارد.



Ⓒ ۳۳۱ ۱ ارتفاع مایع $\rho_۲$ را حساب می‌کنیم.

$$V_۲=Ah_۲\xrightarrow{V=۲۰cm^۳}۲۰=۲h_۲\Rightarrow h_۲=۱۰cm$$

۲ اکنون با دقت به شکل سمت راست نگاه کنید. وقتی مایع $\rho_۲$ را اضافه می‌کنیم مایع $\rho_۱$ از سمت چپ به اندازه x پایین می‌آید و از سمت راست به اندازهٔ x بالا می‌رود.



۳ اگر خط تراز را رسم کنید، فشار در نقاط A و B برابر است. فشار در نقطهٔ A ناشی از ارتفاع ۱۰cm مایع $\rho_۲$ و فشار در نقطهٔ B ناشی از ارتفاع $۲x$ آب و از ارتفاع $(۱۰-۲x)$ مایع $\rho_۳$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A=P_B\Rightarrow \rho_۲h_۲=\rho_۱(۲x)+\rho_۳(۱۰-۲x)$$

$$\Rightarrow ۰/۸\times۱۰=۱\times۲x+۰/۷۵(۱۰-۲x)$$

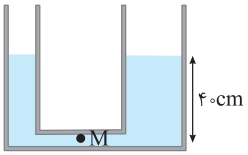
$$\Rightarrow ۸=۲x+۷/۵-۱/۵x\Rightarrow ۰/۵=۰/۵x\Rightarrow x=۱cm$$

۴ ارتفاع ستون $h_۳$ خواهد شد: $h_۳=۱۰-۲x=۱۰-۲\times۱\Rightarrow h_۳=۸cm$

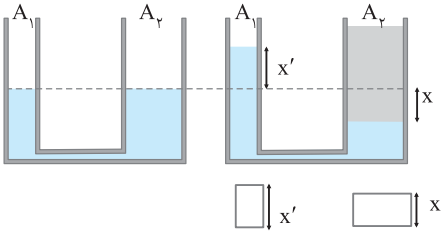
۵ حجم مایع $\rho_۳$ خواهد شد: $V_۳=Ah_۳=۲\times۸=۱۶cm^۳$

Ⓒ ۳۳۲ ۱ فشار نقطهٔ M را در حالت ابتدایی به‌دست می‌آوریم:

$$P_M=P_۰+\rho gh\Rightarrow P_M=P_۰+۱۰۰۰\times۱۰\times۰/۴\Rightarrow P_M=P_۰+۴۰۰۰$$



حالت اول: اگر $۹۰۰cm^۳$ روغن به سمت راست اضافه شود، جابه‌جایی آب در لوله را بررسی می‌کنیم. برای این منظور ابتدا لولهٔ U شکلی شبیه به لولهٔ U شکل سؤال در کنار آن رسم می‌کنیم. سطح آزاد آب را در لولهٔ جدید مشخص می‌کنیم، با اضافه شدن روغن به سمت راست، آب در این شاخه پایین آمده و در شاخهٔ دیگر بالا می‌رود. دقت کنید که حجم آب پایین آمده در یک شاخه با حجم آب بالا رفته در شاخهٔ دیگر با هم برابر است.



$$\pi(۳)^۲=۹\pi \qquad \pi(۶)^۲=۳۶\pi$$

$$\Delta V_{\text{آب پایین‌رفته در سمت راست}}=\Delta V_{\text{آب بالارفته در سمت چپ}}\Rightarrow A_۱h_۱=A_۲h_۲$$

$$۹\pi x'=۳۶\pi x\Rightarrow x'=۴x$$

حال ارتفاع روغن را نیز به‌دست می‌آوریم:

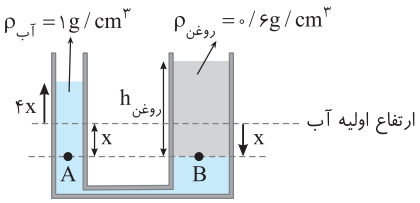
$$V_{روغن}=۹۰۰cm^۳\Rightarrow Ah_{روغن}=۹۰۰\xrightarrow[A=۳۶\pi]{\text{روغن در شاخهٔ سمت راست است}}$$

$$۳۶\times\pi\times h_{روغن}=۹۰۰\Rightarrow h_{روغن}=\frac{۲۵}{۳}cm$$

خط تراز را برای لولهٔ U شکل جدید کشیده و با توجه به $P_A=P_B$ مقدار x را به‌دست می‌آوریم:

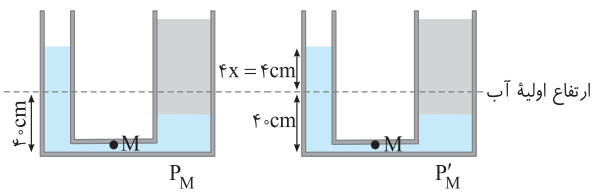
$$P_A=P_B\Rightarrow \rho_{آب}gh_{آب}=\rho_{روغن}gh_{روغن}\xrightarrow[\text{ساده می‌کنیم}]{g\text{ را از دو طرف}}$$

$$۱۰۰۰\times(۴x+x)=۶۰۰\times(\frac{۲۵}{۳}cm)\Rightarrow ۵x=۵\Rightarrow x=۱cm$$



حال فشار نقطهٔ M را به‌دست می‌آوریم:

$$P'_M=P_۰+\rho_{آب}gh\Rightarrow P'_M=P_۰+۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۴۴}{۱۰۰}\Rightarrow P'_M=P_۰+۴۴۰۰$$



افزایش فشار M: $P'_M-P_M=P_۰+۴۴۰۰-(P_۰+۴۰۰۰)=۴۰۰Pa$