فهرست

فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری

درس اول: این است «فیزیک»! ۱۱

درس دوم: اندازه‌گیری ۱۳

درس سوم: پیشوندهای SI و نمادگذاری علمی ۱۶

درس چهارم: تبدیل یکاها ۱۷

درس پنجم: چگالی ۱۹

درس ششم: متناسب بودن یا $\propto$ ۲۲

بانک تست ۲۴

پرسش‌های امتحانی ۳۰

پاسخ‌نامهٔ ابرتشریحی ۳۳

پاسخ‌نامهٔ پرسش‌های امتحانی ۴۴

فصل ۲: ویژگی‌های فیزیکی مواد

درس اول: فازهای آشنا و ناآشنا ۴۷

درس دوم: هم‌چسبی و دگرچسبی ۵۰

درس سوم: فشار ۵۱

درس چهارم: فشار در شاره‌ها ۵۳

درس پنجم: لوله‌های Uشکل ۵۹

درس ششم: نیروی مایع بر یک سطح افقی ۶۴

درس هفتم: فشارسنج‌ها ۶۶

درس هشتم: شناوری ۷۰

درس نهم: شارهٔ در حرکت ۷۰

بانک تست ۷۴

پرسش‌های امتحانی ۹۰

پاسخ‌نامهٔ ابرتشریحی ۹۶

پاسخ‌نامهٔ پرسش‌های امتحانی ۱۱۵

فصل ۳: کار، توان و انرژی

درس اول: نیروها و قانون‌های نیوتون ۱۱۹

درس دوم: ریاضیات، زبان فیزیک! ۱۲۱

درس سوم: مگو چیست «کار»! ۱۲۲

درس چهارم: کار نیروی گرانش (وزن) ۱۲۶

درس پنجم: توان ۱۲۸

درس ششم: قضیهٔ طلایی ۱۲۹

درس هفتم: انرژی پتانسیل ۱۳۲

درس هشتم: انرژی مکانیکی ۱۳۳

بانک تست ۱۴۱

پرسش‌های امتحانی ۱۵۷

پاسخ‌نامهٔ ابرتشریحی ۱۶۰

پاسخ‌نامهٔ پرسش‌های امتحانی ۱۹۰

فصل ۴: دما و گرما

درس اول: دما و دماسنجی ۱۹۳

درس دوم: دماسنج‌های معیار ۱۹۶

درس سوم: انبساط گرمایی جامدها و مایع‌ها ۱۹۸

درس چهارم: گازهای آرمانی ۲۰۶

درس پنجم: گرما ۲۱۴

درس ششم: گذارِ فاز ۲۱۹

درس هفتم: انتقال گرما ۲۲۷

بانک تست ۲۳۰

پرسش‌های امتحانی ۲۴۸

پاسخ‌نامهٔ ابرتشریحی ۲۵۴

پاسخ‌نامهٔ پرسش‌های امتحانی ۲۷۸

فصل ۵: ترمودینامیک

درس اول: مفهوم‌های مقدماتی ترمودینامیک ۲۸۱

درس دوم: فرایندهای ترمودینامیکی خاص ۲۸۳

درس سوم: ماشین‌های گرمایی و یخچال‌ها ۲۹۰

بانک تست ۲۹۵

پرسش‌های امتحانی ۳۰۸

پاسخ‌نامهٔ ابرتشریحی ۳۱۱

پاسخ‌نامهٔ پرسش‌های امتحانی ۳۲۵

پاسخ‌نامهٔ «تو»ها

فصل دوم ۳۲۷

فصل سوم ۳۲۸

فصل چهارم ۳۲۹

فصل پنجم ۳۳۲

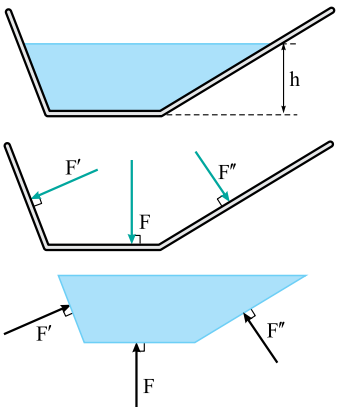
پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۳۳۴

درس ششم: نیروی مایع بر یک سطح افقی

در این درس‌نامه، می‌خواهیم به بررسی نیرویی بپردازیم که از طرف مایع به یک سطح افقی وارد می‌شود.

فقط سطح افقی؟!

خوشبختانه *(یا شایدم متأسفانه)*، بله! وقتی مایعی همانند شکل روبه‌رو، در ظرفی ریخته شده و در حال تعادل است، از طرف مایع، نیروهایی در راستای عمود بر سطح، بر کف و دیواره‌های ظرف وارد می‌شود. این نیروها را در شکل پایینی، F، F' و F'' نامیده‌ام. مایع با نیروی F، کف ظرف را که افقی است، به پایین هل می‌دهد؛ هم‌چنین، با نیروهای F' و F''، دیواره‌ها را هل می‌دهد. البته، ناگفته نماند که طبق قانون سوم نیوتون (یعنی قانون کنش- واکنش)، کف ظرف و دیواره‌ها نیز، نیروهایی در خلاف جهت، به مایع وارد می‌کنند. این نیروها را با رنگ سیاه در شکل آخر می‌بینید.



چون دیواره‌های ظرف افقی نیستند، محاسبهٔ اندازهٔ نیروهای F' و F'' در محدودهٔ بحث ما نیست و فقط، به بحث دربارهٔ اندازهٔ نیروی F می‌پردازیم. با استفاده از تعریف فشار، می‌توان نوشت:

$$P_{\text{مایع}} = \frac{F}{A} = \rho gh \Rightarrow F = \rho ghA$$

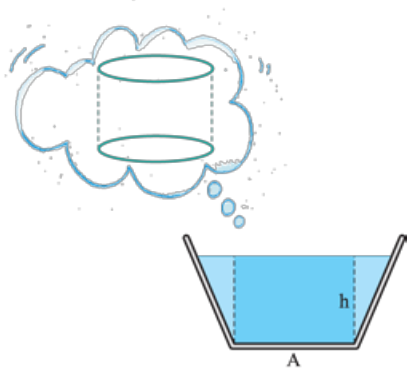
نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند:

بیخشین! نباید فشار هوا (P_0) رو هم می‌ذاشتین؟!

خیر! توجه کنید که ما نیرویی را حساب کردیم که صرفاً توسط **خود مایع** بر کف ظرف (یا هر سطح افقی دیگری) وارد می‌شود. رابطهٔ اخیر، پیام جالبی برای ما دارد! می‌خواهیم این پیام را با هم «رمزگشایی» کنیم! با توجه به این‌که h، ارتفاع مایع و A، مساحت کف ظرف است، به نظر شما، عبارت hA بیانگر چیست؟

معلومه! مهم!

بله! فقط توجه کنید که hA فرمول حجم هر شکلی نیست! در حقیقت، اگر کف ظرف را یک دایره فرض کنیم، hA بیانگر حجم یک استوانهٔ خیالی است که همانند شکل روبه‌رو، بر کف ظرف ساخته می‌شود و ارتفاعش، برابر ارتفاع مایع داخل ظرف است. حالا باید به من بگویید که اگر این حجم را در چگالی مایع ضرب کنیم (یعنی ρhA) چه چیزی نصیبمان می‌شود؟

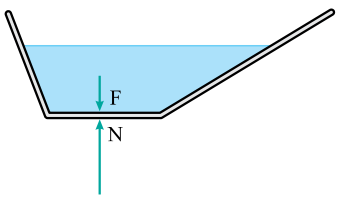


طبق فرمول $m = \rho V$ باید برابر جرم باشه!

درست است! ρhA، جرم مایعی است که در استوانهٔ خیالی‌مان جای می‌گیرد و وقتی در g هم ضرب شود (یعنی ρghA) می‌شود وزن آن! به نتیجهٔ مهمی رسیده‌ایم که در بسیاری از تست‌ها، به دردمان خواهد خورد:

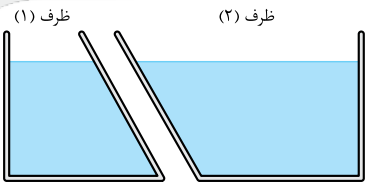
> اگر بر کف ظرفی که حاوی مایع است، در ذهن خود، استوانه‌ای هم‌ارتفاع با مایع داخل ظرف بسازیم، وزن مایعی که در این استوانه جای می‌گیرد، هم‌اندازه با نیرویی است که از طرف مایع بر کف ظرف وارد می‌شود.

پیش از این‌که با چند تست، این درس را به پایان ببرم، می‌خواهم توجهتان را به یک نکتهٔ ظریف جلب کنم! وقتی ظرف حاوی مایعی را بر روی یک سطح افقی (مثلاً سطح میز) گذاشته‌اید، به کف ظرف، همان‌گونه که در شکل روبه‌رو نشان داده‌ام، دو نیرو وارد می‌شود: یکی از طرف مایع و دیگری از طرف سطح میز. نیرویی که مایع وارد می‌کند، همان F است که به اندازهٔ کافی در موردش صحبت کردیم. نکتهٔ قابل توجه، این است که نیروی عمودی سطح N که از طرف سطح میز، رو به بالا بر ته ظرف وارد می‌شود، لزوماً با F برابر نیست. چون معمولاً فرض می‌کنیم که ظرف ساکن است، می‌توانیم بگوییم که **اندازهٔ N، باید برابر وزن کل مایع + وزن ظرف آن باشد.**



منوتو ۱۰

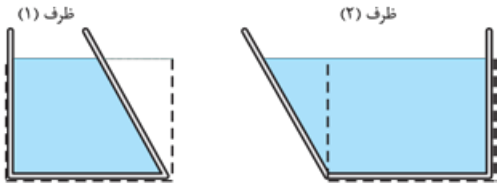
من **شکل روبه‌رو، دو ظرف با سطح قاعدهٔ یکسان را که تا یک ارتفاع در آن‌ها آب ریخته شده است، نشان می‌دهد. می‌توان گفت که وزن مایع ظرف (۱) ..... نیرویی است که مایع به کف ظرف وارد می‌کند و وزن مایع ظرف (۲)، ..... نیرویی است که مایع به کف ظرف وارد می‌کند. (به ترتیب از راست به چپ)** *(سراسری تجربی ۷۵)*



۱) کم‌تر از، بیشتر از ۲) کم‌تر از، کم‌تر از ۳) بیشتر از، کم‌تر از ۴) مساوی، نیز مساوی

اگه دوست داشتین، می‌تونین خودتون هم روی تستای «من» فکر کنینا! شاید خودتون حلش کنین!

پاسخ در شکل روبه‌رو، من با خط‌چین‌هایی ضخیم، بر کف دو ظرف، استوانه‌هایی هم‌ارتفاع با مایع داخل ظرف کشیده‌ام. نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می‌کند، هم‌اندازه با وزن مایعی است که داخل این استوانه‌ها جای می‌گیرد. به سادگی می‌توان وزن مایعی را که داخل این استوانه‌ها جای می‌گیرد، با وزن مایع موجود در ظرف، مقایسه کرد:

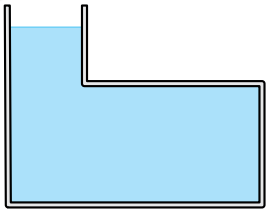


برای ظرف (۱): وزن مایع داخل ظرف < نیروی مایع بر کف ظرف

برای ظرف (۲): وزن مایع داخل ظرف > نیروی مایع بر کف ظرف

گزینهٔ ۱

تو **در شکل مقابل، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع، .....**



۱) از وزن مایع بیشتر است. *(سراسری خارج از کشور ریاضی ۸۱)*

۲) از وزن مایع کم‌تر است.

۳) برابر با وزن مایع است.

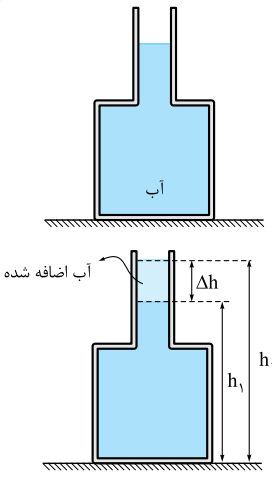
۴) هر سه حالت با توجه به چگالی مایع، می‌تواند رخ دهد.

.....

.....

منوتو ۱۱

من **در شکل مقابل، مساحت کف ظرف ۲۰ سانتی‌متر مربع و سطح مقطع قسمت باریک آن ۰/۵ سانتی‌متر مربع است. اگر ۱ سانتی‌متر مکعب آب را بر آب موجود در ظرف اضافه کنیم و آبی از ظرف بیرون نریزد، بر نیروی وارد از طرف آب بر کف ظرف چند نیوتون اضافه می‌شود؟ (چگالی آب را در SI، برابر ۱۰۰۰ بگیرید.)** *(سراسری تجربی ۷۲)*



۱) ۰/۴ ۲) ۰/۲

۳) ۰/۰۲ ۴) ۰/۰۱

پاسخ وقتی ارتفاع آب در ظرف برابر h_1 است، نیرویی که آب بر کف ظرف وارد می‌کند، برابر $F_1 = \rho g h_1 A$ است. وقتی مقداری آب به ظرف اضافه می‌کنیم، چنان‌که در شکل روبه‌رو می‌بینید، ارتفاع آب به h_2 می‌رسد و نیروی مایع بر کف ظرف، برابر $F_2 = \rho g h_2 A$ خواهد شد. افزایش این نیرو را می‌توان به صورت روبه‌رو تعیین کرد:

$$F_2 - F_1 = \rho g h_2 A - \rho g h_1 A \Rightarrow \Delta F = \rho g A(h_2 - h_1) = \rho g \Delta h A$$

توجه کنید که چون رابطه‌ای که نوشتیم، برای تعیین نیروی وارد بر کف ظرف است، منظور از A نیز مساحت کف ظرف است:

$$\Delta F = \rho g \Delta h A_{\text{کف ظرف}}$$

در این رابطه، «ارتفاع» مایع اضافه شده است و چون «حجم» آن را به ما داده، باید به کمک فرمول حجم استوانه، ارتفاع آن را پیدا کنیم: Δh

$$V = A_{\text{دهانه}} \Delta h \Rightarrow ۱ = ۰/۵ \Delta h \Rightarrow \Delta h = ۲ \text{ cm}$$

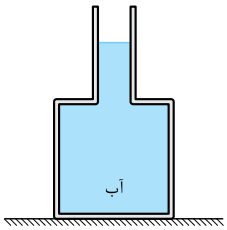
اکنون می‌توان محاسبه را کامل کرد:

$$\Delta F = \rho g \Delta h A_{\text{کف ظرف}} = \underset{\text{چگالی آب}}{۱۰۰۰} \times ۱۰ \times ۰/۰۲ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۴} = ۰/۴ \text{ N}$$

گزینهٔ ۱

پیش از آن‌که به سراغ «تو» برویم، می‌خواهم تست قبل را با یک تغییر کوچک، خودم دوباره حل کنم! ببینید متوجه تفاوت تست زیر با تست قبلی می‌شوید یا خیر!

من **در شکل مقابل، مساحت کف ظرف ۲۰ سانتی‌متر مربع و سطح مقطع قسمت باریک آن ۰/۵ سانتی‌متر مربع است. اگر ۱ سانتی‌متر مکعب آب را بر آب موجود در ظرف اضافه کنیم و آبی از ظرف بیرون نریزد، بر نیروی وارد از طرف ظرف بر سطح افقی زیر آن، چند نیوتون اضافه می‌شود؟ (چگالی آب را در SI، برابر ۱۰۰۰ بگیرید.)**



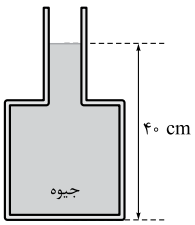
۱) ۰/۴ ۲) ۰/۲
۳) ۰/۰۲ ۴) ۰/۰۱

پاسخ گفته بودیم که سطح افقی زیر یک ظرف، نیروی N را بر کف ظرف وارد می‌کند. (البته طبق قانون کنش ـ واکنش، کف ظرف هم نیرویی هم‌اندازه با N را به طرف پایین بر سطح زیر خود وارد خواهد کرد.) اندازهٔ نیروی N هم برابر با وزن مجموعه است و به این ترتیب، افزایش این نیرو، برابر وزن آب اضافه شده است که به صورت مقابل محاسبه می‌شود:

$$\text{وزن آب اضافه‌شده} = mg = \rho Vg = ۱۰۰۰\times۱\times۱۰^{-۶}\times۱۰ = ۰/۰۱\ N$$

گزینهٔ ۴

تو **در شکل روبه‌رو، اگر بیشینهٔ نیرویی که کف ظرف می‌تواند از طرف جیوه تحمل کند ۱۳۵ نیوتون باشد، حداکثر چند سانتی‌متر می‌توان به ارتفاع جیوه در لوله اضافه کرد تا ظرف شکسته نشود؟ (سطح کف ظرف ۲۰ سانتی‌متر مربع و چگالی جیوه ۱۳۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.)** *(سراسری تجربی ۹۱)*

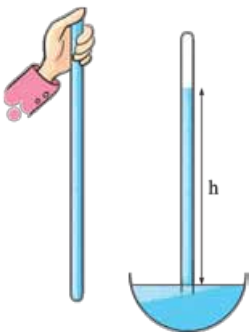


۱) ۵ ۲) ۱۰
۳) ۲۰ ۴) ۹۰

تست‌های ۸۰ تا ۸۹، تست‌های مهمی هستن. بعد از یه استراحت کوتاه، به سراغشون برین و روشون کار کنین. وقتی اونا رو زدین و پاسخای «آبَر تشریحی» اونا رو هم با دقت خوندین، می‌تونین هر وقت که خواستین، درس‌نامهٔ بعد رو شروع کنین. ... موفق باشین!

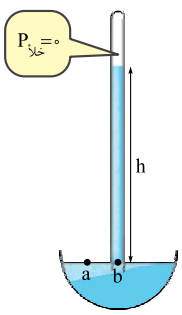
درس هفتم: فشارسنج‌ها

در این درس، می‌خواهیم به بررسی چند وسیلهٔ اندازه‌گیری فشار بپردازیم. نخستین وسیله، *(که فقط به درد اندازه‌گیری فشار هوا می‌خوره!)* در قرن هفدهم میلادی، توسط یکی از شاگردان گالیله به نام «**توریچلی**» ساخته شد و به آن، **جوسنج** یا **بارومتر** می‌گویند. برای ساختن یک جوسنج، یک لولهٔ آزمایش بلند با طولی در حدود ۸۰ سانتی‌متر را از جیوه لبریز می‌کنیم؛ سپس، دهانهٔ لوله را می‌بندیم و آن را وارونه می‌کنیم. دهانهٔ لولهٔ وارونه را به داخل جیوهٔ درون ظرفی فرو می‌بریم و آن را باز می‌کنیم. سطح جیوه در لوله، مقداری پایین می‌رود و در ارتفاع معینی که در شکل، با h نشان داده شده است، ثابت می‌ماند. در این حال، در بالای جیوه، اندکی بخار جیوه وجود دارد که می‌توان از آن چشم‌پوشی کرد و فضای بالای جیوه را خلأ فرض کرد؛ در نتیجه، فشاری که در این نقطه بر سطح جیوه وارد می‌شود، صفر است.



حالا به نقطهٔ b در شکل روبه‌رو نگاه کنید! بالای این نقطه، ستونی از جیوه به ارتفاع h داریم که فشاری به اندازهٔ ρgh در این نقطه ایجاد می‌کند. به نقطهٔ a هم توجه کنید! بالای این نقطه، هوای محیط را داریم که فشاری برابر با $P_\circ$ بر این نقطه وارد می‌کند. دو نقطهٔ a و b هم‌تراز و متعلق به یک مایع‌اند؛ پس باید فشار در این دو نقطه برابر باشد:

$$P_a = P_b \Rightarrow P_\circ = \rho gh$$



وقتی این وسیله را در سطح دریاهای آزاد قرار می‌دهیم، ارتفاع h در حدود ۷۶ سانتی‌متر (و یا ۰/۷۶ متر) می‌شود که اگر آن را در شتاب گرانش (g) و چگالی جیوه (ρ) ضرب کنیم، فشار هوا، تقریباً برابر $۱/۰۱\times۱۰^۵$ پاسکال به دست می‌آید. این فشار را یک «اتمسفر» نیز می‌نامند. بد نیست بدانید که در هواشناسی، فشار $۱۰^۵$ پاسکال را یک «بار» می‌نامند. ما در محاسبه‌های خود، تقریباً «اتمسفر» و «بار» را یکسان فرض می‌کنیم:

فشار $۱۰^۵$ پاسکال را یک «اتمسفر (atm)» یا یک «بار (bar)» می‌نامیم.

ببخشین! تو یهلی از کجا فهمید که باید توو آزمایش فودش از جیوه استفاده کنه؟! ... چرا مثلاً از آب استفاده نکرد؟

سؤال خوبی است! اگر از رابطهٔ $P_{\circ} = \rho gh$ ، ارتفاع h را به دست آوریم، خواهیم داشت: $h = \frac{P_{\circ}}{\rho g}$. می‌بینید که هر چه چگالی مایع بیشتر باشد، ارتفاع آن کم‌تر می‌شود. جیوه، این خوبی را دارد که چگالی‌اش بسیار زیاد است! چگالی جیوه در SI، برابر ۱۳۶۰۰ است؛ در حالی که چگالی آب در SI، برابر ۱۰۰۰ است. *(نیازی نیست چگالی جیوه رو حفظ باشین!)* اگر چگالی آب را در رابطهٔ بالا بگذارید، خواهید دید که ارتفاع آب، در حدود ۱۰ متر می‌شود و آن‌وقت، همان‌گونه که در شکل روبه‌رو می‌بینید، به یک لولهٔ آزمایش غیر عادی نیاز خواهید داشت!

در هواشناسی، از جیوه استفاده می‌کنند و برای بیان اندازهٔ فشار، گاهی از یکایی به نام «**سانتی‌متر جیوه (cmHg)**» و یا «**میلی‌متر جیوه (mmHg)**» استفاده می‌کنند. به فشار ناشی از ستونی از جیوه که ارتفاع آن برابر یک سانتی‌متر (یا یک میلی‌متر) باشد، یک «سانتی‌متر جیوه» (یا یک «میلی‌متر جیوه») گفته می‌شود. خوبی این یکا، این است که ارتفاع جیوه (مثلاً برحسب سانتی‌متر) و فشار ناشی از آن (مثلاً برحسب سانتی‌متر جیوه)، با یک عدد بیان می‌شوند و نیازی به ضرب‌کردن ارتفاع (h) در چگالی جیوه و شتاب گرانش (g) نیست. به عنوان نمونه، وقتی ارتفاع جیوه در لولهٔ هواسنج، ۷۶ cm است، می‌گوییم فشار آن ۷۶ cmHg است؛ به همین راحتی! مثل این است که در رابطهٔ $P_{\circ} = \rho gh$ ، مقدار h را برحسب سانتی‌متر، و به جای ρg ، کلاً مقدار «۱» را گذاشته باشیم.

چه خوب! کاشکی همیشه از سانتی‌متر جیوه سؤال می‌دادن!

بهتر است زود قضاوت نکنید! این یکای جدید، یک «بدی» هم دارد! بدی آن هم این است که خوبی‌اش، فقط مختص به جیوه است! البته در جوسنج، همیشه از جیوه استفاده می‌شود و هواشناسان، می‌توانند از خوبی یکای «سانتی‌متر جیوه» لذت ببرند! بدی این یکا، برای ما می‌ماند که اغلب در مسئله‌ها، مایعی به‌جز جیوه به ما می‌دهند و فشارش را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌خواهند.

لعنتی! از اولش هم می‌دونستیم توو فیزیک، قرار نیست هیچ‌وقت به ما خوش بگذره! ... ببخشین که یه خرده احساساتی شدیم!

اشکالی نداره! ... با چن تا تست بهتون یاد می‌دم که وقتی مایع‌مون جیوه نیست، باید چی کار کنیم ... خیلی هم سفت نیست!

منوتو ۱۲

من **اگر در مکانی، فشار هوا برابر ۷۶ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار در عمق ۱۳۶ سانتی‌متری آب رودخانه چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی آب و جیوه، به ترتیب ۱۰۰۰ و ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.)** *(سراسری ریاضی ۹۳)*

۱) ۸۲ ۲) ۸۶ ۳) ۹۲ ۴) ۹۶

پاسخ **وقتی مایع داده‌شده «جیوه» نیست، برای بیان فشار مایع برحسب «سانتی‌متر جیوه»، باید ابتدا ببینیم که فشار ناشی از مایع داده‌شده، برابر با فشار ناشی از چه ارتفاعی از جیوه است:**

$$\underbrace{\rho g h}_{\text{برای مایع موجود}} = \overbrace{\rho' g h'}^{\text{برای جیوه}} \Rightarrow 1000 \times \underbrace{136}_{\text{cm}} = 13600 \times \underbrace{h'}_{\text{cm}} \Rightarrow h' = 10\ \text{cm}$$

می‌بینید که ارتفاع ۱۳۶ سانتی‌متر آب، از نظر فشار، معادل ۱۰ سانتی‌متر جیوه است. اکنون می‌توان آب را فراموش کرد و فرض کرد به جای آن، ۱۰ سانتی‌متر جیوه وجود دارد:

$$P = P_{\circ} + \underbrace{\rho gh}_{\downarrow h'}$$

$$P = 76 + 10 = 86\ \text{cmHg}$$

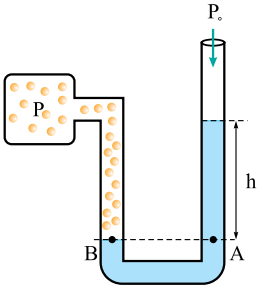
گزینهٔ ۲

تو **عمق یک مایع در مخزنی ۵ متر و فشار هوا برابر ۷۵ سانتی‌متر جیوه است. فشار کلی که بر کف مخزن وارد می‌شود، چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی مایع و جیوه برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، به ترتیب ۳/۴ و ۱۳/۶ است.)** *(سراسری ریاضی ۷۸)*

۱) ۱۲۵ ۲) ۱۷۵ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۲۵

.....

.....



وسیلهٔ دیگری که برای اندازه‌گیری فشار به کار می‌رود، «**فشارسنج**» یا «**مانومتر**» نام دارد. با این وسیله، می‌توان فشار یک شارهٔ محصور (مثل گاز داخل مکعب شکل روبه‌رو) را اندازه گرفت. مانومتر، از یک لولهٔ U شکل تشکیل شده که مایعی در آن وجود دارد. یک طرف این لوله، به مخزن محتوی شاره متصل می‌شود؛ در نتیجه، شاره‌ای که می‌خواهیم فشارش را بدانیم، با سطح مایع این طرف در تماس است (نقطهٔ B). طرف دیگر لولهٔ U شکل، باز است و هوای محیط، با سطح مایع در تماس است.

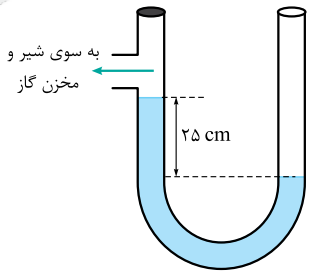
دو نقطهٔ A و B، هم‌ترازند و در نتیجه فشار در این دو نقطه مساوی است. فشار در نقطهٔ B، برابر فشار شاره و فشار در نقطهٔ A، برابر فشار ستونی از مایع به ارتفاع h به علاوهٔ فشار جو است: $P_A = P_B \Rightarrow P = P_0 + \rho gh$

رابطهٔ بالا را می‌توان به صورت $P - P_0 = \rho gh$ نیز نوشت. در عمل، برای بیان فشار شاره، فقط عبارت ρgh را در نظر می‌گیرند و چنان‌که قبلاً هم گفتیم، به آن فشار پیمانه‌ای می‌گویند: $P_g = \rho gh$

این‌که سطح مایع در نقطهٔ B، پایین‌تر از سطح آزاد مایع در طرف دیگر لولهٔ U شکل است، نشان می‌دهد که فشار شارهٔ داخل مکعب، بیشتر از فشار هوای محیط بوده است. در صورتی که سطح مایع در نقطهٔ B، بالاتر از سطح آزاد طرف دیگر قرار می‌گرفت، نشان می‌داد که فشار شارهٔ داخل مکعب، از فشار هوای محیط کم‌تر بوده است. در این صورت، فشار پیمانه‌ای را منفی در نظر می‌گرفتیم: $P_g = -\rho gh$.

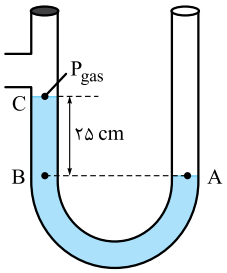
منو تو ۳

من **در شکل مقابل، اختلاف فشار گاز درون مخزن با محیط بیرون برابر ۵۰۰۰ پاسکال است. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟** *(سراسری ریاضی ۸۱)*



۱) ۲/۵
۲) ۳
۳) ۱/۲
۴) ۲

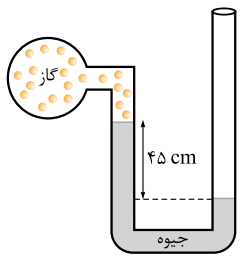
پاسخ کار خود را از نقطهٔ A در شکل روبه‌رو شروع می‌کنیم! فشار در این نقطه برابر فشار هوای محیط (P_0) است. چون نقطهٔ B با نقطهٔ A هم‌تراز است، فشار در آن باید با فشار در نقطهٔ A برابر باشد: $P_B = P_A = P_0$



اگر فشار گاز درون مخزن را که به سطح مایع در نقطهٔ C وارد می‌شود، P_g بنامیم، فشار در نقطهٔ B که در عمق ۲۵ سانتی‌متری زیر نقطهٔ C قرار دارد، برابر می‌شود با: $\underbrace{P_A}_{P_0} = P_B = P_g + \rho gh \Rightarrow P_0 - P_g = \rho gh$

$\Rightarrow ۵۰۰۰ = \rho \times ۱۰ \times ۰/۲۵ \Rightarrow \rho = ۲۰۰۰ \, kg/m^3 = ۲ \, g/cm^3$ **گزینهٔ ۴**

تو **در شکل روبه‌رو، اگر فشار هوا ۱۰^5 پاسکال و چگالی جیوه $۱۳۶۰۰ \, kg/m^3$ باشد، فشار گاز درون ظرف چند پاسکال است؟** *(سراسری خارج از کشور ریاضی ۹۵)*



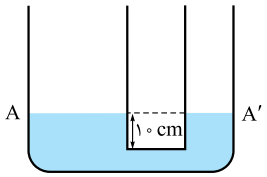
۱) ۳۸۸۰۰
۲) ۶۱۲۰۰
۳) ۱۳۸۸۰۰
۴) ۱۶۱۲۰۰

.....

.....

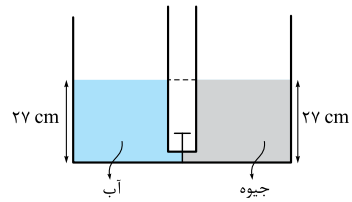
در پایان این درس، باید اشاره‌ای سطحی به یک نوع دیگر فشارسنج داشته باشیم. برای اندازه‌گیری فشار در مخزن‌های گاز یا باد لاستیک‌های وسیله‌های نقلیه، از نوعی فشارسنج به نام «**فشارسنج بوردون**» استفاده می‌شود. شکل روبه‌رو، نمونه‌ای از این فشارسنج را نشان می‌دهد. گازی که می‌خواهیم فشار پیمانه‌ای آن را اندازه بگیریم، وارد یک لولهٔ خمیدهٔ قابل انعطاف با انتهای بسته می‌شود. فشار پیمانه‌ای این گاز، سبب تغییر شکل این لوله می‌گردد. این تغییر شکل لوله، باعث واردکردن نیرو به اهرم و حرکت عقربه می‌شود.

۷۶- 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؟ ($\rho_{آب} = ۱\,g/cm^۳$ و $g = ۱۰\,m/s^۲$ و $\rho_{نفت} = ۰/۸\,g/cm^۳$)



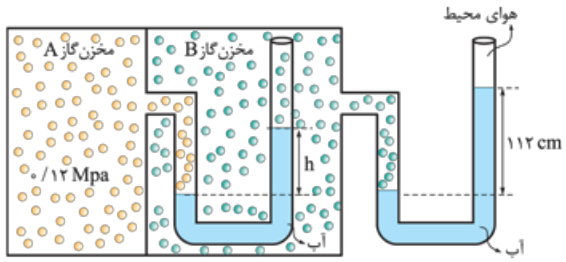
۱) ۱/۲ ۲) ۳/۶ (سراسری تجربی ۹۸)
۳) ۴ ۴) ۵

۷۷- دو ظرف استوانه‌ای مشابه به وسیلهٔ لولهٔ بسیار باریک با حجم ناچیز به یکدیگر مربوط‌اند و مطابق شکل مقابل 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؟ ($\rho_{آب} = ۱\,g/cm^۳$ و $\rho_{جیوه} = ۱۳/۵\,g/cm^۳$)



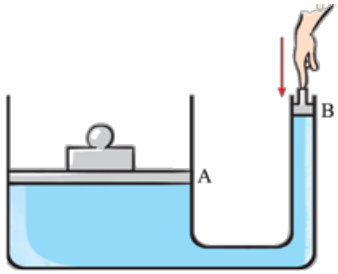
۱) ۲ ۲) ۵ (سراسری خارج از کشور تجربی ۹۸)
۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۵

۷۸- در شکل روبه‌رو، در هر دو لوله، مقداری آب وجود دارد. مقدار h چند سانتی‌متر است؟(فشار هوای محیط ۱۰۱kPa، چگالی آب $۱۰^۳\,kg/m^۳$ و $g = ۱۰\,N/kg$)



۱) ۷/۸
۲) ۶۴
۳) ۶/۴
۴) ۷۸

۷۹- در شکل روبه‌رو، جرم پیستون B ناچیز است و از همهٔ اصطکاک‌ها چشم‌پوشی می‌شود. اگر این پیستون را بسیار آرام پایین ببریم، فشار مایع در نقطه‌ای درست زیر این پیستون، .....



۱) پیوسته کاهش می‌یابد.
۲) پیوسته افزایش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند.
۴) تا هم‌تراز شدن دو پیستون، افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد.

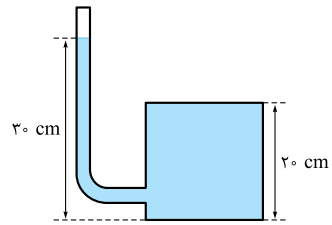
۸۰- مایعی در یک ظرف ریخته شده و بر کف ظرف نیرو وارد می‌کند. کدام گزینه در صورت ثابت‌ماندن سه گزینهٔ دیگر، تأثیری در مقدار این نیرو ندارد؟

۱) ارتفاع مایع ۲) چگالی مایع ۳) شکل دیواره‌های ظرف ۴) مساحت کف ظرف (سراسری ریاضی ۶۵)

۸۱- یک لولهٔ استوانه‌ای قائم، تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از جیوه پر شده است. اگر قطر داخلی لوله ۲ سانتی‌متر باشد، نیرویی که از طرف جیوه بر ته لوله وارد می‌شود، تقریباً چند نیوتون است؟ ($\pi = ۳$ و چگالی جیوه ۱۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (سراسری خارج از کشور ریاضی ۸۸)

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۴

۸۲- در شکل مقابل، لولهٔ باریکی به یک مخزن متصل شده و مساحت کف مخزن ۱۰۰ سانتی‌متر مربع است. اگر داخل لوله و مخزن، مایعی به چگالی ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد، نیرویی که از طرف مایع به کف مخزن وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی ۹۲)

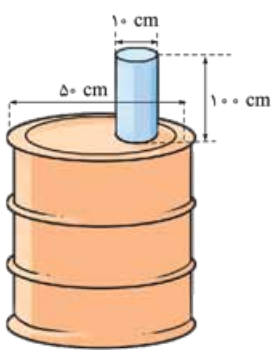


۱) ۲۴۰ ۲) ۱۶۰
۳) ۲۴ ۴) ۱۶

۸۳- استوانهٔ A پر از آب است. نیرویی که آب بر کف استوانه وارد می‌کند، برابر F_A و فشار حاصل از آب در کف استوانه P_A است. اگر ابعاد استوانهٔ B نصف ابعاد استوانهٔ A باشد و آن را هم پر از آب کنیم، نیرو و فشار موردنظر، به ترتیب F_B و P_B می‌شود. نسبت‌های $\frac{F_A}{F_B}$ و $\frac{P_A}{P_B}$، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

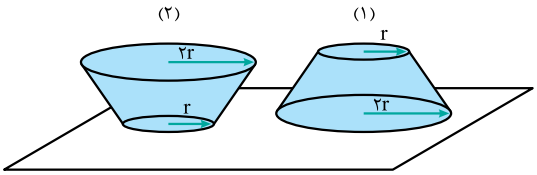
۱) ۲ و ۲ ۲) ۴ و ۲ ۳) ۸ و ۸ ۴) ۸ و ۲ (سراسری ریاضی ۹۴)

۸۴- در شکل روبه‌رو، لوله‌ای با ضخامت ناچیز، از درپوش یک بشکه عبور کرده و در بشکه و لوله، آب ریخته شده و لوله لبریز از آب است. با توجه به داده‌های روی شکل، نیرویی که از طرف آب به درپوش وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($\pi = ۳$)



۱) ۱۸۰۰
۲) ۱۵۰۰
۳) ۱۸۷۵
۴) ۲۵۰۰

۸۵- در شکل زیر، حجم و عمق آب در هر دو ظرف پر از آب، با هم برابر است. اگر نیرویی که ظرف‌ها به سطح افقی وارد می‌کنند، به ترتیب F_1 و F_2 و فشار آب در کف ظرف‌ها P_1 و P_2 باشد، کدام رابطه درست است؟ (جرم ظرف‌ها با هم برابر است.) *(سراسری ریاضی ۹۲)*



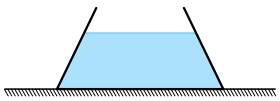
۱) $P_1 = \frac{1}{4}P_2$ و $F_1 = F_2$

۲) $P_1 = P_2$ و $F_1 = 4F_2$

۳) $P_1 = P_2$ و $F_1 = F_2$

۴) $P_1 = 4P_2$ و $F_1 = \frac{1}{4}F_2$

۸۶- ظرفی مطابق شکل روبه‌رو، محتوی مایعی به وزن W است. اگر نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می‌کند، F_1 و نیرویی که ته ظرف بر سطح افقی وارد می‌کند، F_2 و وزن ظرف ناچیز باشد، کدام گزینه درست است؟ *(سراسری ریاضی ۶۸)*



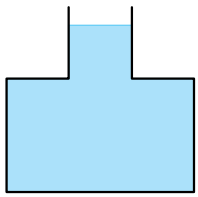
۱) $F_1 = W < F_2$

۲) $F_1 > W = F_2$

۳) $F_1 = W = F_2$

۴) $F_1 < W = F_2$

۸۷- در شکل روبه‌رو، سطح قاعدهٔ ظرف ۲۰۰ سانتی‌متر مربع و سطح مقطع قسمت بالایی ظرف ۸۰ سانتی‌متر مربع است. اگر ۲ نیوتون دیگر از همان مایع را وارد ظرف کنیم، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع چند نیوتون خواهد شد؟ *(دانشگاه آزاد ۷۱)*



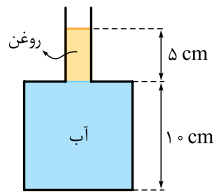
۱) ۵

۲) ۱/۲۵

۳) ۲

۴) ۰/۸

۸۸- در شکل روبه‌رو، ظرف از دو قسمت استوانه‌ای تشکیل شده است که سطح مقطع استوانه‌ها ۱۰ و ۵۰ سانتی‌متر مربع است. نیرویی که از طرف مایع‌ها بر کف ظرف وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (چگالی روغن و آب، به ترتیب ۰/۸ و ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) *(سراسری خارج از کشور ریاضی ۹۴)*



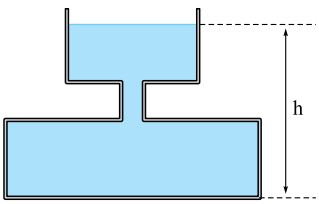
۱) ۵/۴

۲) ۶/۶

۳) ۶

۴) ۷

۸۹- در شکل روبه‌رو، ظرف تا ارتفاع h از آب پر شده و سطح مقطع قسمت‌های مختلف استوانه‌ای‌شکل آن برحسب متر مربع، از بالا به پایین، به ترتیب ۰/۰۴، ۰/۰۱ و ۰/۰۸ است. اگر ۲ لیتر آب بر آب ظرف اضافه کنیم و آبی از ظرف بیرون نریزد، فشار در کف ظرف چند پاسکال افزایش می‌یابد؟ (چگالی آب را ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب فرض کنید.) *(سراسری تجربی ۸۴)*



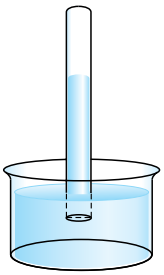
۱) ۲۰۰

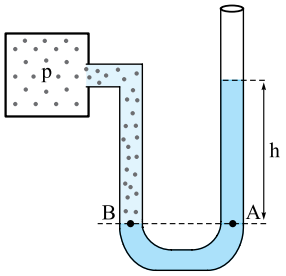
۲) ۳۰۰

۳) ۴۰۰

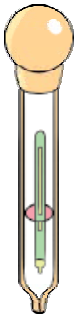
۴) ۵۰۰

۹۰- کدام گزینه نشان‌دهندهٔ یک فشارسنج بوردون است؟

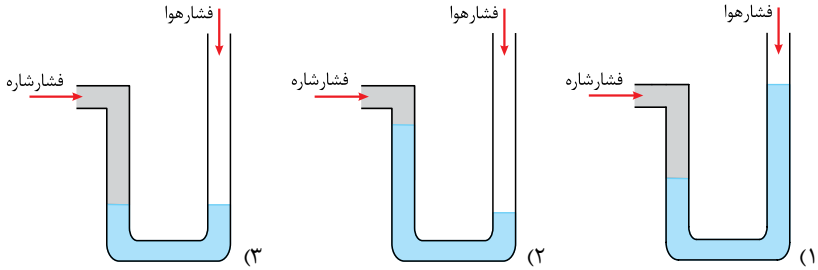
۱)


۲)


۳)

۴)


۹۱- در شکل‌های زیر، سه مانومتر به سه مخزن محتوی شاره‌هایی با فشارهای مختلف، متصل شده‌اند. در کدام‌یک، فشار پیمانه‌ای شارهٔ داخل مخزن، منفی بوده است؟

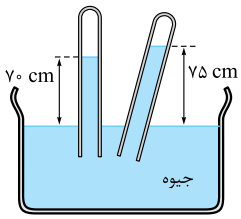


۱) ۲) ۳) ۴) هیچ‌کدام

۹۲- فشار لاستیک بادشده‌ای ۲۲۰ کیلوپاسکال اندازه‌گیری می‌شود. این فشار، ..... (چگالی جیوه ۶ / ۱۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) *(خارج ریاضی ۹۱)*

۱) فشار مطلق است و معادل ۲۲ اتمسفر است.
۲) فشار پیمانه‌ای است و معادل ۲۲ اتمسفر است.
۳) فشار پیمانه‌ای است و تقریباً معادل ۱۶۲ cmHg است.
۴) فشار مطلق است و تقریباً معادل ۱۶۲ cmHg است.

۹۳- با توجه به طرح‌وارهٔ روبه‌رو که مربوط به اندازه‌گیری فشار هوای محیط می‌شود، کدام نتیجهٔ زیر همواره صحیح است؟



۱) فشار هوای محیط، حداکثر ۷۵ cmHg است. *(سراسری خارج از کشور ریاضی ۸۴)*
۲) فشار هوای محیط، قطعاً ۷۵ cmHg است.
۳) فشار هوای محیط، حداقل ۷۵ cmHg است.
۴) فشار هوای محیط، قطعاً ۷۰ cmHg است.

۹۴- در کدام گزینه، فشار پیمانه‌ای، منفی است؟

۱) لاستیک وسیلهٔ نقلیه ۲) خلأ نسبی ۳) فشار خون انسان ۴) فشار پیمانه‌ای، همیشه مثبت است.

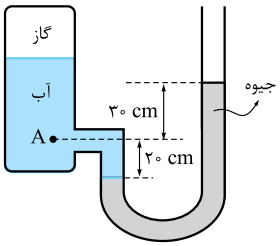
۹۵- فشار کل وارد بر کف دریاچه‌ای ۱۲۵ سانتی‌متر جیوه است. اگر فشار هوا در سطح آب ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، عمق آب دریا چند متر است؟ (چگالی آب و جیوه برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، به ترتیب ۱ و ۱۳ / ۶ است.) *(سراسری تجربی ۸۱)*

۱) ۶۸۰ ۲) ۱۷ ۳) ۶ / ۸ ۴) ۱ / ۷

۹۶- در یک مخزن استوانه‌ای، آب و جیوه به جرم‌های برابر ریخته شده است. مجموع ارتفاع دو لایهٔ مایع ۷۳ سانتی‌متر است. فشاری که از این دو مایع بر کف مخزن وارد می‌شود، چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی جیوه ۶ / ۱۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) *(سراسری تجربی ۷۷)*

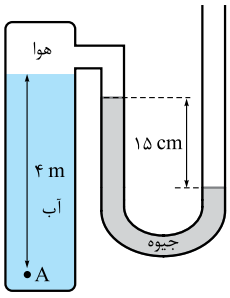
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۹۷- در شکل مقابل، فشار در نقطهٔ A چند کیلوپاسکال است؟ (فشار هوا 10^5 پاسکال و چگالی آب و جیوه در SI به ترتیب برابر ۱۰۰۰ و ۱۳۶۰۰ است.) *(سراسری خارج از کشور ریاضی ۹۴)*



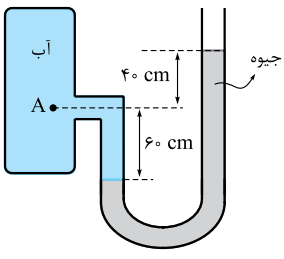
۱) ۶۸
۲) ۱۴۱
۳) ۱۶۶
۴) ۱۷۰

۹۸- در شکل روبه‌رو، فشار در نقطهٔ A چند کیلوپاسکال است؟ (چگالی آب و جیوه، به ترتیب ۱۰۰۰ و ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و فشار هوای بیرون 10^5 پاسکال است.) *(سراسری تجربی ۹۴)*



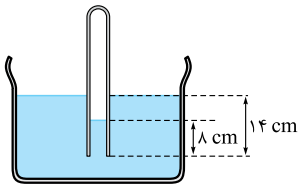
۱) ۷۹ / ۶
۲) ۱۱۹ / ۶
۳) ۶۸ / ۴
۴) ۱۲۰ / ۴

۹۹- در شکل روبه‌رو، اختلاف فشار نقطهٔ A و فشار هوا چند کیلو پاسکال است؟ (چگالی جیوه و آب، به ترتیب ۱۳ / ۶ و ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) *(سراسری ریاضی ۹۴)*



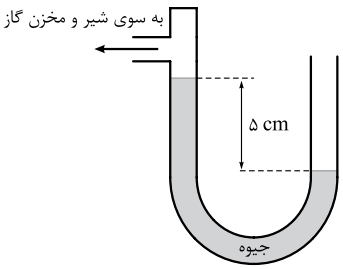
۱) ۱۳ / ۶
۲) ۱۳۶
۳) ۱۳۰
۴) ۶۰

۱۰۰- در شکل روبه‌رو، دهانهٔ لولهٔ قائمی تا عمق ۱۴ سانتی‌متر درون مایعی به چگالی ۰/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله، ۸ سانتی‌متر باشد، فشار هوای داخل لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟ (فشار هوا، ۷۶ سانتی‌متر جیوه و چگالی جیوه، ۱۳/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) *(سراسری تجربی ۷۸)*



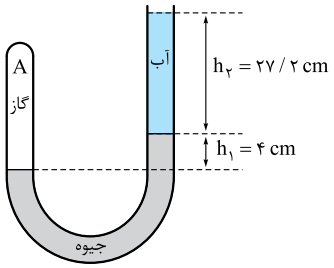
۱) ۷۵/۵
۲) ۷۵/۶
۳) ۷۶/۴
۴) ۷۶/۵

۱۰۱- در شکل مقابل، اگر فشار گاز ۹۵/۲ کیلوپاسکال و اختلاف ارتفاع بین سطح جیوه در دو طرف، برابر با ۵ سانتی‌متر باشد، فشار هوا چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی جیوه ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.) *(سراسری ریاضی ۷۸)*



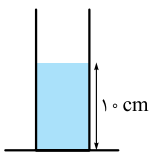
۱) ۷۶
۲) ۷۵
۳) ۷۰
۴) ۶۵

۱۰۲- در شکل مقابل، فشار گاز در شاخهٔ A چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی جیوه و آب برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، به ترتیب ۱۳/۶ و ۱ و فشار هوای محیط، ۷۴ سانتی‌متر جیوه است.) *(دانشگاه آزاد ۷۸)*



۱) ۶۸
۲) ۸۰
۳) ۶۶
۴) ۷۶

۱۰۳- مطابق شکل روبه‌رو، در یک استوانهٔ بلند به سطح مقطع $20\ cm^2$ تا ارتفاع $10\ cm$ از یک مایع به چگالی ۱۲۵۰ گرم بر لیتر قرار دارد و فشار در ته لوله P_1 است. چند سانتی‌متر مکعب از مایع دیگری به چگالی ۸۰۰ گرم بر لیتر به مایع داخل لوله اضافه کنیم، تا فشار در ته لوله به $1/02P_1$ برسد؟ $(P_0 = 75\ cmHg$ و $\rho_{جیوه} = 13/5\ g/cm^3$ و $g = 10\ N/kg)$ *(سراسری تجربی ۹۹)*



۱) ۵۱/۲۵
۲) ۲۵۶/۲۵
۳) ۵۱۲/۵
۴) ۲۵۶۲/۵

۱۰۴- شخصی از یک دهانهٔ فشارسنجی به شکل U که محتوی آب است، در آن می‌دمد. اختلاف ارتفاع آب در دو شاخه به ۵۰ سانتی‌متر می‌رسد. با توجه به این‌که چگالی آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است، فشار پیمانه‌ای دمیدن شخص چند پاسکال است؟ *(سراسری تجربی ۶۲)*

۱) ۵۰
۲) ۵۰۰
۳) ۱۰۰۰
۴) ۵۰۰۰

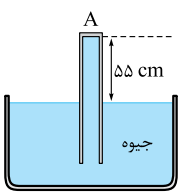
۱۰۵- در شکل روبه‌رو، شخص چنان در لوله دمیده که سطح آزاد آب و روغن، هم‌تراز شده است. فشار پیمانه‌ای درون ریهٔ او، چند پاسکال بوده است؟ (چگالی آب و روغن، به ترتیب $1000\ kg/m^3$ و $800\ kg/m^3$ و $g = 10\ N/kg$ است.)

۱) ۱۲۴۰
۲) ۱۵۶۰
۳) ۱۳۴۰
۴) ۲۴۵۰

۱۰۶- ارتفاع جیوه در لولهٔ یک هواسنج ۷۶ سانتی‌متر و بالای جیوه، خلأ است. لوله را آن‌قدر کج می‌کنیم تا ارتفاع قائم جیوه به ۶۵ سانتی‌متر برسد. فشار وارد بر ته بستهٔ لوله از طرف جیوه، تقریباً چند نیوتون بر متر مربع است؟ (چگالی جیوه ۱۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) *(سراسری تجربی ۶۹)*

۱) ۱۱۰۰
۲) 15×10^5
۳) 11×10^4
۴) 15×10^3

۱۰۷- در شکل مقابل، فشار هوای محیط برابر ۷۵ سانتی‌متر جیوه و سطح مقطع لوله ۵ سانتی‌متر مربع است. نیرویی که از طرف جیوه به سطح بالایی لوله وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (چگالی جیوه ۱۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) *(دانشگاه آزاد ۷۸)*



۱) ۶۸
۲) ۷۴/۸
۳) ۳۴
۴) ۱۳/۶

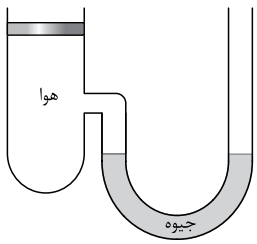
۱۰۸- شخصی به جرم ۷۵ kg، همانند شکل روبه‌رو، روی یک توپ بزرگ نشسته است. اگر وزن توپ ناچیز، و فشار پیمانه‌ای داخل توپ، $0/25\times10^5$ Pa باشد، شعاع دایرهٔ تماس توپ با سطح افقی زمین، چند متر است؟ $(g = 10\ N/kg$ و $\pi = 3)$

۱) ۰/۰۳
۲) ۰/۳
۳) ۰/۱
۴) ۰/۵

۱۰۹- در شکل روبه‌رو، مساحت روزنهٔ خروج بخار آب، روی در زودپزی $4\ mm^2$ است. وزنه‌ای روی این روزنه می‌گذاریم تا فشار داخل آن در ۲ atm نگه داشته شود. اگر فشار هوای بیرون دیگ ۱ atm باشد، جرم وزنه چند گرم بوده است؟ ($1\ atm = 10^5$ Pa و $g = 10\ m/s^2$ است.)

۱) ۴۰
۲) ۰/۴
۳) ۰/۰۴
۴) ۴۰۰

۱۱۰- در شکل مقابل، وزن و اصطکاک پیستون ناچیز است. وزنهٔ چند کیلوگرمی را به آرامی روی پیستون قرار دهیم تا در حالت تعادل، اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه در لوله به ۷/۵ سانتی‌متر برسد؟ (مساحت قاعدهٔ پیستون ۵۰ سانتی‌متر مربع و چگالی جیوه ۱۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (سراسری خارج از کشور ریاضی ۸۹)

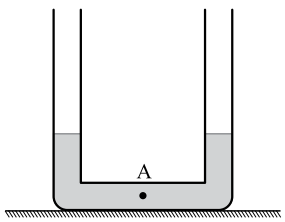


۱) ۳/۲
۲) ۴/۳
۳) ۵/۱
۴) ۶/۴

۱۱۱- در شکل روبه‌رو، محلولی به چگالی $1040\ kg/m^3$ در کیسهٔ پلاستیکی وجود دارد. سوزن سرنگی در قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد شده و فشار هوای این قسمت، با فشار هوای محیط مساوی است. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ، ۱۳۰۰ Pa باشد، کمینهٔ ارتفاع h چند سانتی‌متر باشد تا محلول، در سیاهرگ نفوذ کند؟ $(g = 10\ N/kg)$

۱) ۲۵
۲) ۱۲/۵
۳) ۷۵
۴) ۱/۲۵

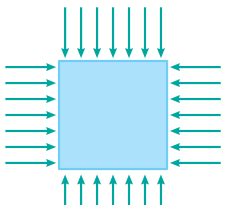
۱۱۲- در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لوله در هر طرف برابر ۲ سانتی‌متر مربع است و در لوله جیوه ریخته شده است. اگر در یکی از شاخه‌ها، روی جیوه، ۶۸ گرم آب بریزیم، فشار در نقطهٔ A چند سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد؟ (چگالی جیوه و آب، به ترتیب ۱۳/۶ و ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (سراسری خارج از کشور تجربی ۹۳)

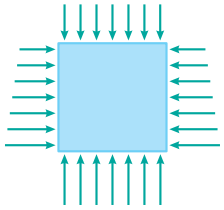


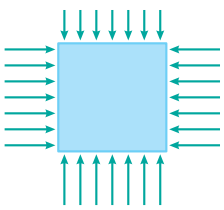
۱) ۱/۲۵
۲) ۲/۵۰
۳) ۳/۷۵
۴) ۴/۵۰

نیروی شناوری

۱۱۳- مکعبی در یک مایع غوطه‌ور است. کدام گزینه، نیروهایی را که مایع به نقاط مختلف این مکعب وارد می‌کند، درست نشان می‌دهد؟

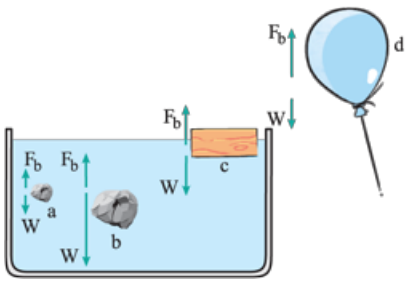
۱)


۲)


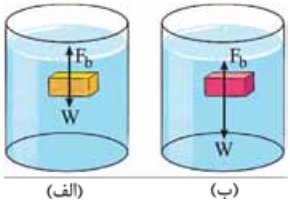
۳)


۴) هر سه درست‌اند.

۱۱۴- در شکل روبه‌رو، نیروی شناوری (F_b) و نیروی وزن (W) وارد بر چند جسم، با در نظرگرفتن اندازه‌هایشان، نشان داده شده‌اند. برای توصیف کدام جسم می‌توان از عبارت «غوطه‌وری» استفاده کرد؟



۱) a
۲) b
۳) c
۴) d



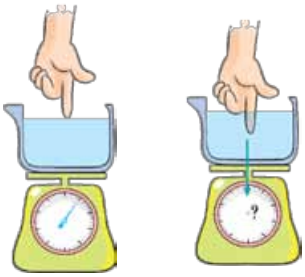
۱۱۵- در شکل‌های روبه‌رو، اندازهٔ نیروها، متناسب با بزرگی آن‌ها رسم شده است. کدام نتیجه‌گیری زیر درست نیست؟

۱) در شکل (ب)، جسم در مایع ته‌نشین می‌شود.

۲) در شکل (الف)، چگالی جسم کم‌تر از چگالی مایع است.

۳) در هر دو شکل، چگالی جسم و مایع، مساوی است.

۴) در شکل (الف)، جسم در نهایت، در وضعیت شناوری قرار خواهد گرفت.



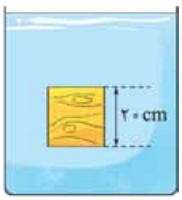
۱۱۶- شکل روبه‌رو (سمت چپ)، ظرفی محتوی آب را نشان می‌دهد که روی یک ترازوی عقربه‌ای قرار دارد. اگر همانند شکل سمت راست، انگشت خود را به آرامی در آب فرو بریم، عقربهٔ ترازو .....

۱) عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

۲) عدد کم‌تری را نشان می‌دهد.

۳) همان مقدار قبلی را نشان می‌دهد.

۴) ممکن است بیشتر یا کم‌تر از مقدار قبلی را نشان دهد.



۱۱۷- مکعبی به طول ضلع ۲۰ cm، درون شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است. فشار در بالا و زیر جسم، ۱۰۵ kPa و ۱۰۶/۸ kPa است. چگالی شاره، چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (شتاب گرانش زمین را ۱۰ N/kg در نظر بگیرید.)

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۰/۹

۳) ۱ ۴) ۹۰۰

شارهٔ در حرکت

۱۱۸- در شکل روبه‌رو، دودی که از یک عود پدید آمده، دیده می‌شود. کدام گزینه در مورد جریان دود درست است؟

۱) جریان دود لایه‌ای است.

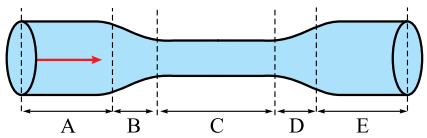
۲) جریان دود، متلاطم است.

۳) جریان دود، ابتدا لایه‌ای و سپس، متلاطم است.

۴) جریان دود، ابتدا متلاطم و سپس، لایه‌ای است.

۱۱۹- یکای آهنگ جریان شاره در SI، کدام است؟

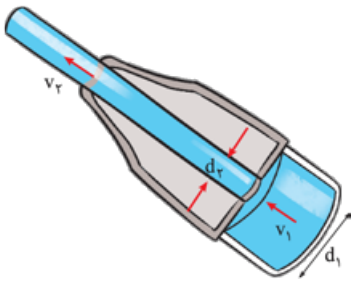
۱) کیلوگرم بر ثانیه ۲) متر بر ثانیه ۳) متر مربع بر ثانیه ۴) متر مکعب بر ثانیه



۱۲۰- در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل روبه‌رو، آب از چپ به راست در جریان است. در قسمت ..... ، تندی آب در حال افزایش است.

۱) D ۲) B

۳) B و C ۴) C



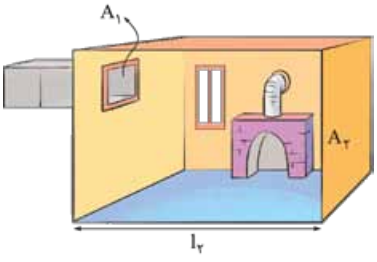
۱۲۱- شکل روبه‌رو، شیر متصل به انتهای شلنگ آتش‌نشانی را نشان می‌دهد. اگر آب با تندی $v_1 = 1/5\ m/s$ از شلنگ، وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1 = 10\ cm$ و قطر قسمت خروجی آن، $d_2 = 2/5\ cm$ باشد، تندی خروج آب از شیر، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۲ ۲) ۴۸

۳) ۶ ۴) ۲۴

۱۲۲- فرض کنید در بدن انسان، خون از قلب با تندی $30\ cm/s$ وارد دریچهٔ آئورت به شعاع $1\ cm$ می‌شود. این خون پس از عبور از رگ‌های اصلی، وارد مویرگ‌ها می‌شود. اگر شعاع هر مویرگ را $4\times10^{-4}\ cm$ و تندی خون در هر مویرگ را $5\times10^{-4}\ m/s$ فرض کنیم، چند مویرگ در بدن وجود دارد؟

۱) $3/75\times10^{5}$ ۲) $3/75\times10^{9}$ ۳) 5×10^{9} ۴) 5×10^{5}

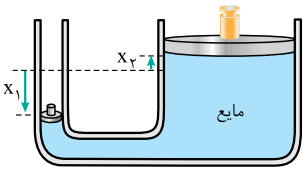


۱۲۳- در شکل روبه‌رو، اتاقی به حجم $270\ m^3$ را می‌بینید که هوای گرم از طریق کانالی به مساحت مقطع A_1، با تندی $3\ m/s$ به آن وارد می‌شود. اگر هوای واردشده از این کانال، هر ۱۵ دقیقه یک بار، کل فضای اتاق را باز پر کند، A_1 چند متر مربع بوده است؟ (چگالی هوا را ثابت فرض کنید.)

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۱

۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۲

۷۲- گزینهٔ ۴ وقتی پیستون کوچک‌تر را به اندازهٔ x_1 پایین ببریم، حجم مایع داخل شاخهٔ سمت چپ به اندازهٔ A_1x_1 کاهش می‌یابد (A_1x_1 *همون مساحت قاعده در ارتفاع، یعنی فرمول حجم استوانه‌اس!*) و باید همین حجم به مایع طرف دیگر اضافه شده باشد. اگر پیستون بزرگ‌تر، به اندازهٔ x_2 بالا رفته باشد، می‌توان نوشت:

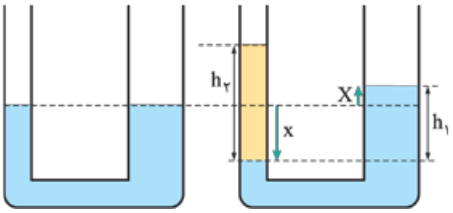


$$A_1x_1 = A_2x_2 \Rightarrow A_1 \times \underbrace{۲۰۰}_{mm} = A_2 \times ۴ \Rightarrow A_2 = ۵۰A_1$$

اکنون برای حالتی که دو پیستون هم‌ترازند، می‌توان نوشت:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{۲}{A_1} = \frac{F_2}{۵۰A_1} \Rightarrow F_2 = ۱۰۰\ N$$

۷۳- گزینهٔ ۲ سطح مقطع لولهٔ باریک‌تر را a و سطح مقطع لولهٔ ضخیم‌تر را A می‌نامیم؛ هم‌چنین جابه‌جایی سطح آب در لولهٔ باریک‌تر را با x و جابه‌جایی سطح آب در لولهٔ ضخیم‌تر را با X نشان می‌دهیم. با توجه به این‌که همانند تست قبل، حجم آبی که از طرف چپ کاسته می‌شود، باید با حجم آبی که به طرف راست اضافه می‌شود، برابر باشد، می‌توان نوشت:



$$ax = AX \Rightarrow ۲x = ۵ \times ۴ \Rightarrow x = ۱۰\ cm$$

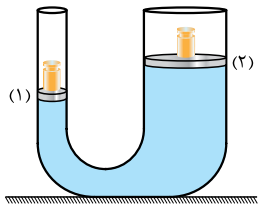
اکنون با توجه به شکل، می‌توان نوشت:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1(x+X) = \rho_2 h_2 \Rightarrow ۱ \times ۱۴ = ۰/۸\, h_2 \Rightarrow h_2 = ۱۷/۵\ cm$$

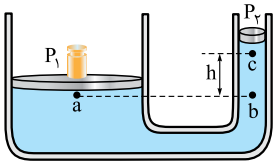
با داشتن ارتفاع روغن، می‌توان جرم آن را هم به دست آورد:

$$m = \rho V = \rho a h_2 = ۰/۸ \times ۲ \times ۱۷/۵ = ۲۸\ g$$

۷۴- گزینهٔ ۲ چون سطح مقطع پیستون (۱) کوچک‌تر از پیستون (۲) است، وقتی وزنهٔ یکسانی روی دو پیستون می‌گذاریم فشاری که پیستون (۱) به مایع وارد می‌کند، بیشتر از پیستون (۲) خواهد بود ($P = \frac{mg}{A}$) و به همین دلیل، مانند شکل روبه‌رو، پیستون (۱) مقداری به پایین و پیستون (۲) مقداری به بالا جابه‌جا می‌شود.

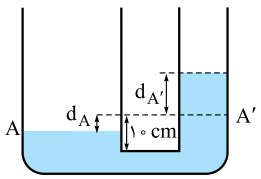


۷۵- گزینهٔ ۲ شکل روبه‌رو، زمانی را نشان می‌دهد که وزنهٔ قرار داده‌شده روی پیستون سمت چپ، سبب پایین‌رفتن آن (و همین‌طور بالارفتن پیستون دیگر) شده و دستگاه در حال تعادل قرار گرفته است. با توجه به برابری فشار در دو نقطهٔ a و b، می‌توان نوشت:



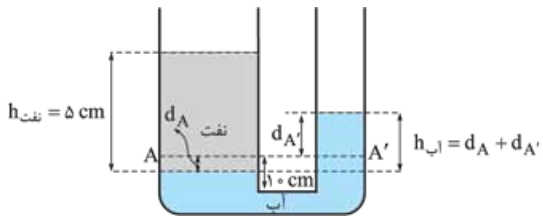
$$\underbrace{P_a}_{P_0+\frac{mg}{A}} = P_b = P_c + \rho gh \Rightarrow P_0 + \frac{۰/۴۸ \times ۱۰}{۲۰۰ \times ۱۰^{-۴}} = P_0 + ۸۰۰ \times ۱۰\, h \Rightarrow h = ۰/۰۳\ m = ۳\ cm$$

۷۶- گزینهٔ ۲ ابتدا به شکل روبه‌رو نگاه کنید. در این شکل نفت را نکشیده‌ام تا شکل شلوغ نشود! فقط پایین رفتن سطح آب در طرف چپ و بالا آمدن سطح آن در طرف راست را می‌بینید. چون قطر طرف چپ، ۳ برابر قطر طرف راست است، مساحت طرف چپ، ۹ برابر مساحت طرف راست خواهد بود و با استفاده از برابری حجم آب جابه‌جا شده در دو طرف، خواهیم داشت:



$$A_A d_A = A_{A'} d_{A'} \xrightarrow{A_A = ۹A_{A'}} ۹d_A = d_{A'}$$

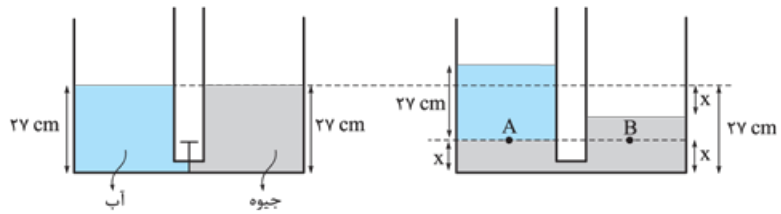
اکنون به شکل دوم با دقت نگاه کنید! برای این شکل می‌توان نوشت:



$$\rho_{نفت} h_{نفت} = \rho_{آب} h_{آب} \Rightarrow ۰/۸ \times ۵ = ۱ \times h_{آب} \Rightarrow h_{آب} = ۴\ cm = d_A + \underbrace{d_{A'}}_{۹d_A}$$

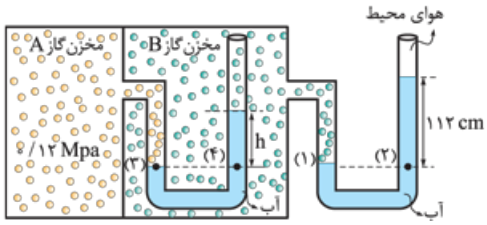
$$\Rightarrow d_A = ۰/۴\ cm \Rightarrow d_{A'} = ۹d_A = ۳/۶\ cm$$

۷۷- گزینهٔ ۳ همان‌گونه که در شکل‌های مقابل می‌بینید، اگر پس از باز کردن شیر، سطح جیوه در طرف راست به اندازهٔ x پایین برود، با توجه به ناچیز بودن حجم لولهٔ افقی و برابری سطح مقطع دو طرف، باید سطح جیوه در طرف چپ هم به اندازهٔ x بالا برود؛ در این صورت می‌توان نوشت:



$$\rho_{آب} h_{آب} = \rho_{جیوه} h_{جیوه} \Rightarrow ۱ \times ۲۷ = ۱۳/۵(۲۷ - ۲x) \Rightarrow x = ۱۲/۵\ cm$$

۷۸- گزینهٔ ۴ ابتدا به دو نقطهٔ (۱) و (۲) در شکل روبه‌رو توجه کنید. این دو نقطه، هم‌ترازند و باید فشار در این دو نقطه برابر باشد. از طرف دیگر، فشار در نقطهٔ (۱) برابر با فشار گاز داخل مخزن B و فشار در نقطهٔ (۲)، برابر مجموع فشار هوای محیط و فشار ناشی از ستون ۱۱۲ سانتی‌متری آب است:

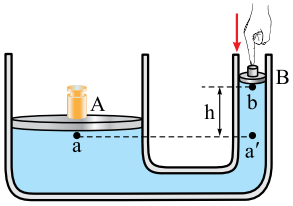


$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_B = P_\circ + \rho g h' \Rightarrow P_B = \underset{kPa\to Pa}{101\times10^3} + \underset{cm\to m}{10^3\times10\times112\times10^{-2}} = 112200\ Pa$$

حالا از برابری فشار در دو نقطهٔ (۳) و (۴) استفاده می‌کنیم:

$$P_3 = P_4 \Rightarrow P_A = P_B + \rho g h \Rightarrow \underset{MPa\to Pa}{0/12\times10^6} = 112200 + 10^3\times10\times h \Rightarrow h = 0/78\ m = 78\ cm$$

۷۹- گزینهٔ ۲ با توجه به شکل، زمانی که پیستون B بالاتر از پیستون A است، می‌توان نوشت: $P_a = P_{a'} = P_b + \rho g h \Rightarrow P_b = P_a - \rho g h$



می‌بینید که به دلیل وجود جملهٔ $-\rho gh$، فشار در نقطهٔ b کم‌تر از فشار در نقطهٔ a است. اکنون توجه کنید که فشار در زیر پیستون A ثابت (و برابر $P_a = P_\circ + \frac{mg}{A}$) است؛ در نتیجه با پایین‌رفتن پیستون B (و در نتیجه بالارفتن پیستون A)، اختلاف ارتفاع دو پیستون (یعنی h) کاهش می‌یابد و باید فشار در زیر پیستون B افزایش یابد: $P_b = \overset{\text{ثابت}}{P_a} - \rho g h$

فشار در زیر پیستون B مدام افزایش می‌یابد تا آن‌که در لحظهٔ هم‌تراز شدن دو پیستون، با فشار در زیر پیستون دیگر برابر می‌گردد. از آن پس، با پایین‌تر رفتن پیستون B فشار در زیر آن باز هم بیشتر و بیشتر می‌گردد. *(اگه قبول ندارین، خودتون یه شکل براش بکشین و یه رابطه براش بنویسین!)*

حواست باشه!

امیدوارم از گزینهٔ (۴) زهر نفورده باشین! توجه کنید که اگر از شما می‌خواست فشار در زیر پیستون B را با فشار در زیر پیستون A مقایسه کنید، آن‌وقت با توجه به توضیحاتی که دادم، می‌توانستید نتیجه بگیرید که فشار در زیر پیستون B، ابتدا کم‌تر از فشار در زیر پیستون A است و پس از هم‌تراز شدن دو پیستون، از فشار در زیر پیستون A بیشتر می‌گردد.

۸۰- گزینهٔ ۳ کافی است به رابطهٔ $F = \rho g h A$ توجه کنید!

۸۱- گزینهٔ ۱ کافی است مقدارهای داده‌شده را به صورت زیر، در رابطهٔ $F = \rho g h A$ قرار دهیم:

$$F = \rho g h A \xrightarrow{A=\pi r^2} F = 13600\times10\times0/1\times3\times0/01^2 \simeq 4\ N$$

(حتماً هواستون بوده که «قطر» داخلی لوله رو بر ۲ تقسیم کنین تا شعاعش به دست بیاد!)

۸۲- گزینهٔ ۳ کافی است از رابطهٔ $F = \rho g h A$ استفاده کنیم؛ فقط باید یادتان باشد که در این رابطه، منظور از h، ارتفاع از «سطح آزاد» مایع (یعنی ۳۰ سانتی‌متر) است و از ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر در شکل این تست، هیچ استفاده‌ای نمی‌شود!

$$F = \rho g h A \Rightarrow F = 800\times10\times0/3\times100\times10^{-4} = 24\ N$$

۸۳- گزینهٔ ۴ وقتی می‌گوید «ابعاد» استوانهٔ B نصف «ابعاد» استوانهٔ A است، منظورش این است که ارتفاع و شعاع قاعدهٔ B، هر یک نصف ارتفاع و شعاع قاعدهٔ A است. از آن‌جایی که قاعدهٔ استوانه به شکل دایره است، با استفاده از رابطهٔ مساحت دایره (یعنی $A = \pi r^2$) می‌توان نتیجه گرفت که مساحت قاعده با مجذور شعاع متناسب است؛ یعنی چون شعاع قاعدهٔ استوانهٔ B، $\frac{1}{2}$ شعاع قاعدهٔ استوانهٔ A است، مساحت قاعدهٔ استوانهٔ B، $(\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4}$ مساحت قاعدهٔ استوانهٔ A است:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{\rho g h_A A_A}{\rho g h_B A_B} = \frac{h_A A_A}{\frac{1}{2}h_A \times \frac{1}{4}A_A} = 8 \qquad \frac{P_A}{P_B} = \frac{\rho g h_A}{\rho g h_B} = \frac{h_A}{\frac{1}{2}h_A} = 2$$

۸۴- گزینهٔ ۱ برای محاسبهٔ نیرویی که آب به درپوش وارد می‌کند، کافی است فشار آب در زیر درپوش را در مساحت درپوش ضرب کنیم. نکتهٔ مهم، محاسبهٔ مساحت درپوش است. برای محاسبهٔ این مساحت، باید مساحت دایرهٔ کامل درپوش را منهای مساحت مقطع لوله کنیم؛ چرا که درست به اندازهٔ مساحت مقطع لوله، سوراخی در درپوش ایجاد شده است *(فقط هواستون باشه که «قطر» این دایره‌ها رو، رو شکل مشخص کرده‌ها!)*:

$$A = \pi r^2 - \pi r'^2 = 3\times25^2 - 3\times5^2 = 1800\ cm^2$$

$$F = \rho g h A = 1000\times10\times1\times1800\times10^{-4} = 1800\ N$$

۸۵- گزینهٔ ۳ چنان‌که دیدیم، نیرویی که ظرف به سطح افقی وارد می‌کند، هم‌اندازه با وزن مجموعهٔ ظرف و مایع است که برای هر دو ظرف یکسان است. فشار آب در کف ظرف‌ها نیز به دلیل یکسان‌بودن عمق آب هر دو ظرف برابر است.

۸۶- گزینهٔ ۲ *اگه این تستو غلط زدین، باید یه بار دیگه درس‌نامهٔ (۷) رو بخونید!*

۸۷- گزینهٔ ۱ با اضافه‌کردن مایع، فشار به اندازهٔ ΔP افزایش می‌یابد: $\Delta P = \frac{mg}{A_1}$

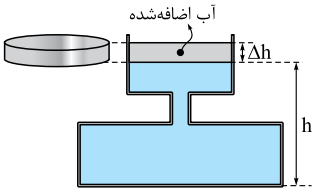
$$\Delta F = \Delta P A_2 = \frac{mg}{A_1} A_2 = \frac{2}{\underbrace{80}_{cm^2}} \times \underbrace{200}_{cm^2} = 5\ N$$

۸۸- گزینهٔ ۴ توجه کنید که فشار ناشی از دو مایع در کف این ظرف برابر $\rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2$ است که اگر در مساحت «کف ظرف» ضرب شود، نیروی موردنظر را می‌دهد:

$$F = (\rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2)A = (1000\times10\times0/1 + 800\times10\times0/05)\times50\times10^{-4} = 7\ N$$

توجه دارید که از مساحت قاعدهٔ قسمت بالایی این ظرف، هیچ استفاده‌ای نمی‌شود!

۸۹- گزینهٔ ۴ امیدوارم از شکل عجیب و غریب ظرف نترسیده باشید! خواهید دید که چیزی که برای ما اهمیت دارد، سطح مقطع قسمت بالایی ظرف است. اگر ارتفاع آب اضافه‌شده را با Δh نشان دهیم، افزایش فشار به دلیل آب اضافه‌شده برابر $\Delta P = \rho g \Delta h$ می‌شود؛ به این ترتیب، چیزی که نیاز داریم، Δh است. توجه کنید که حجم مایع اضافه‌شده را می‌دانیم (۲ لیتر و یا 2×10^{-3} متر مکعب) و با توجه به استوانه‌ای‌بودن آب اضافه‌شده، می‌توان نوشت:



$$\text{حجم آب اضافه‌شده} = A\Delta h \Rightarrow 2\times10^{-3} = 0/04\ \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{2\times10^{-3}}{0/04} = 0/05\ m$$

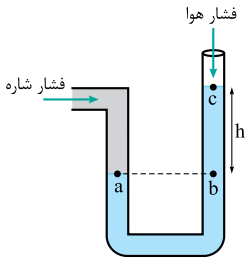
$$\text{افزایش فشار در کف ظرف} = \Delta P = \rho g \Delta h = 1000\times10\times0/05 = 500\ Pa$$

۹۰- گزینهٔ ۳ حتماً نام هر یک از ابزارهای نشان داده‌شده در چهار گزینهٔ این تست را می‌دانید! برای اطمینان، یک بار این نام‌ها را مرور می‌کنیم: گزینهٔ (۱)، **جوسنج**، گزینهٔ (۲)، **مانومتر**، گزینهٔ (۳)، فشارسنج **بوردون** و گزینهٔ (۴)، **چگالی‌سنج** است. *(در مورد این آقری، یه ذره هلوتر با هم صحبت می‌کنیم!)*

۹۱- گزینهٔ ۲ بیایید هر یک از سه گزینه را جداگانه، مورد بررسی قرار دهیم:

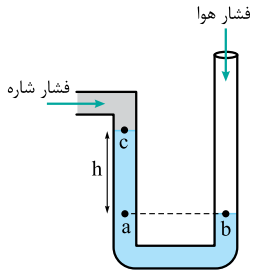
گزینهٔ (۱): چنان‌که در شکل روبه‌رو می‌بینید، فشار شاره، در نقطهٔ a بر سطح مایع وارد می‌شود و چون نقطهٔ b با نقطهٔ a هم‌تراز است، فشار در نقطهٔ b با فشار در نقطهٔ a مساوی است:

$$P_a = P_b = P_c + \rho gh$$
(↓ فشار شاره، ↓ فشار جو)



می‌بینید که فشار شاره، از فشار جو بیشتر است؛ از این‌رو، فشار پیمانه‌ای شاره، مثبت است.

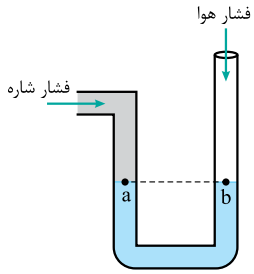
گزینهٔ (۲): این بار با توجه به شکل روبه‌رو، فشار شاره، در نقطهٔ c به سطح مایع وارد می‌شود و با توجه به برابری فشار در دو نقطهٔ a و b، می‌توان نوشت:



$$P_b = P_a = P_c + \rho gh \Rightarrow P_c = P_b - \rho gh$$
(↓ فشار شاره، ↓ فشار جو)

می‌بینید که این بار، فشار شاره از فشار جو کم‌تر است؛ یعنی فشار پیمانه‌ای شاره، منفی است.

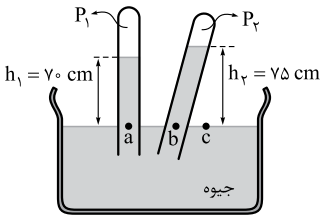
گزینهٔ (۳): در این گزینه، چون سطح آزاد مایع در دو طرف، هم‌تراز است، فشار شاره با فشار هوا مساوی بوده و فشار پیمانه‌ای آن صفر است.



۹۲- گزینهٔ ۳ یادتان باشد که فشاری که دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار نشان می‌دهند، فشار «**پیمانه‌ای**» است. برای تعیین این فشار برحسب سانتی‌متر جیوه، کافی است ببینیم که فشار چه ارتفاعی از جیوه، با فشار ۲۲۰ kPa برابر است:

$$P_g = \rho gh \Rightarrow 220\times \underbrace{10^3}_{kPa\to Pa} = \underbrace{13600}_{kg/m^3}\times10\ h \Rightarrow h \simeq 1/62\ m = 162\ cm$$

۹۳- گزینهٔ ۳ نکتهٔ مهمی که در این تست باید مورد توجه قرار گیرد، این است که اشاره‌ای به خلأبودن بالای لوله‌ها نشده است! در حقیقت با توجه به متفاوت‌بودن ارتفاع جیوه در دو وضعیت، معلوم است که بالای لوله‌ها خلأ نبوده است! اگر فشار گاز محبوس در بالای لوله‌ها را P_1 و P_2 بنامیم و سه نقطهٔ a، b و c را همانند شکل روبه‌رو در یك سطح افقی در نظر بگیریم، با توجه به برابری فشار در این سه نقطه، می‌توان نوشت:



$$P_a = P_b = P_c \Rightarrow \begin{cases} P_c = P_a \xrightarrow[P_a = P_1 + \rho g h_1]{P_c = P_\circ} P_\circ = P_1 + ۷۰\ \text{cmHg} \Rightarrow P_\circ > ۷۰\ \text{cmHg} \\ P_c = P_b \xrightarrow[P_b = P_2 + \rho g h_2]{P_c = P_\circ} P_\circ = P_2 + ۷۵\ \text{cmHg} \Rightarrow P_\circ > ۷۵\ \text{cmHg} \end{cases}$$

(هواستون هست که چون فشارو برحسب «سانتی‌متر جیوه» می‌خواستیم، به جای کل عبارت ρgh، فقط ارتفاع h رو گذاشتیم!) با نگاهی به دو عبارت رنگی بالا، به راحتی نتیجه می‌گیرید که فشار هوا، حتماً از ۷۵ سانتی‌متر جیوه بیشتر بوده است.

۹۴- گزینهٔ ۲ توجه کنید که به قول کتاب درسی: «در دو صورت، فشار پیمانه‌ای منفی می‌شود: یکی در خلأ نسبی و دیگری در شاره‌ای که فشارش از فشار جو، کم‌تر باشد.»

۹۵- گزینهٔ ۳ ابتدا ارتفاع جیوهٔ معادل آب را پیدا می‌کنیم:

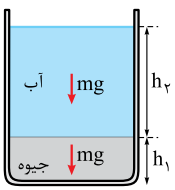
$$\begin{cases} P = P_\circ + \rho g h \\ \quad \downarrow h' \\ ۱۲۵ = ۷۵ + h' \Rightarrow h' = ۵۰\ \text{cm} \end{cases}$$

برای جیوه

$$\underbrace{\rho h}_{\text{برای مایع موجود}} = \overbrace{\rho' h'}^{\text{برای جیوه}} \Rightarrow ۱ \times h = ۱۳/۶ \times ۵۰ \Rightarrow h = ۶۸۰\ \text{cm} = ۶/۸\ \text{m}$$

اکنون می‌توان عمق آب دریاچه را محاسبه کرد:

۹۶- گزینهٔ ۲ حتماً به یاد دارید که رابطهٔ ρgh برای فشار ناشی از یك مایع، در اصل از روی رابطهٔ $P = \frac{mg}{A}$ به دست آمده بود!



در این‌جا با توجه به برابری جرم آب و جیوه و به کمك همین رابطهٔ $P = \frac{mg}{A}$، می‌توان نتیجه گرفت که فشار ناشی از آب و جیوه برابر است:

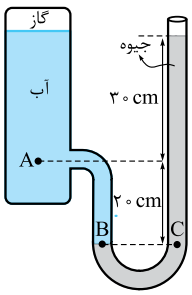
$$\underbrace{\rho_1 g h_1}_{\text{برای جیوه}} = \underbrace{\rho_2 g h_2}_{\text{برای آب}} \Rightarrow ۱۳/۶\, h_1 = ۱\, h_2 \Rightarrow h_2 = ۱۳/۶\, h_1$$

با توجه به مجموع ارتفاع دو مایع، می‌توان نوشت:

$$h_2 + h_1 = ۷۳ \xrightarrow{h_2 = ۱۳/۶\, h_1} ۱۳/۶\, h_1 + h_1 = ۷۳ \Rightarrow h_1 = \frac{۷۳}{۱۴/۶} = ۵\ \text{cm}$$

اکنون که فهمیدیم ارتفاع جیوه برابر ۵ سانتی‌متر است، می‌توانیم بگوییم که فشار ناشی از آن هم برابر ۵ سانتی‌متر جیوه است. چون از ابتدا فهمیده بودیم که فشار آب و جیوه برابر است، معلوم است که فشار آب هم باید برابر ۵ سانتی‌متر جیوه باشد و به این ترتیب، مجموع فشار دو مایع برابر $۵ + ۵ = ۱۰$ سانتی‌متر جیوه می‌شود.

۹۷- گزینهٔ ۳ بیایید ابتدا فشار در نقطهٔ C را با توجه به شکل روبه‌رو، پیدا کنیم:



$$P_C = P_\circ + \rho_{\text{جیوه}} gh = ۱۰^۵ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times (۳۰ + ۲۰) \times \underbrace{۱۰^{-۲}}_{\text{متر}} = ۱۶۸۰۰۰\ \text{Pa}$$

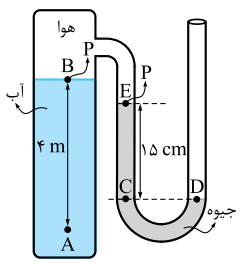
توجه دارید که فشار در دو نقطهٔ B و C مساوی است و برای مقایسهٔ فشار در دو نقطهٔ A و B، می‌توان نوشت:

$$P_B = P_A + \rho_{\text{آب}} gh \Rightarrow ۱۶۸۰۰۰ = P_A + \underbrace{۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۲}_{۲۰۰۰} \Rightarrow P_A = ۱۶۶۰۰۰\ \text{Pa} = ۱۶۶\ \text{kPa}$$

۹۸- گزینهٔ ۲ اگر فشار هوای حبس‌شده در بالای مخزن را P بنامیم، فشار در نقطه‌های B و E در شکل روبه‌رو هم برابر P خواهد بود.

یعنی دو نقطهٔ B و E، هم‌ترازن؟

خیر! توجه کنید که این دو نقطه، سطح آزاد دو مایع با چگالی‌های مختلف‌اند و لزومی ندارد که هم‌تراز باشند! در این‌جا، چون هوای بالای آب و جیوه در داخل ظرف، شرایط یکسانی دارد، فشاری که بر سطح آزاد هر دو مایع وارد می‌کند، برابر است. بیایید کار خود را با دو نقطهٔ هم‌فشار D و C شروع کنیم! فشار در نقطهٔ D برابر فشار هوای بیرون است.

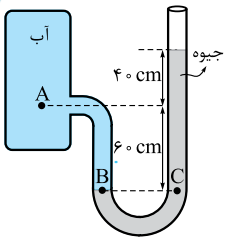


$$P_D = P_C \Rightarrow P_\circ = P + \rho_{\text{جیوه}} gh \Rightarrow ۱۰^۵ = P + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱۵$$

$$\Rightarrow P = ۱۰۰۰۰۰ - ۲۰۴۰۰ = ۷۹۶۰۰\ \text{Pa}$$

حالا می‌توانیم فشار در نقطهٔ A را محاسبه کنیم:

$$P_A = P + \rho_{\text{آب}} gh = ۷۹۶۰۰ + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۴ = ۱۱۹۶۰۰\ \text{Pa} = ۱۱۹/۶\ \text{kPa}$$



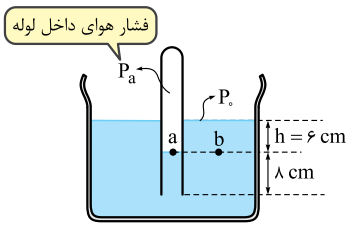
۹۹- گزینهٔ ۳ حتماً قبول دارید که در شکل روبه‌رو، فشار در دو نقطهٔ B و C مساوی است! به این ترتیب، می‌توان نوشت:

$$P_C = P_B \Rightarrow P_\circ + \rho gh = P_A + \rho' gh' \Rightarrow P_\circ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times (۰/۶ + ۰/۴) = P_A + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۶$$

$$\Rightarrow P_\circ + ۱۳۶۰۰۰ = P_A + ۶۰۰۰ \Rightarrow P_A - P_\circ = ۱۳۰۰۰۰ \text{ Pa} = ۱۳۰ \text{ kPa}$$

۱۰۰- گزینهٔ ۳ همان‌گونه که در شکل مقابل نشان داده‌ام، فشار هوای داخل لوله در نقطهٔ a به سطح مایع وارد می‌شود. نقطهٔ b را هم‌تراز با نقطهٔ a در خارج لوله در نظر گرفته‌ام و چون این دو نقطه روی یک سطح افقی قرار دارند، باید فشار در هر دو یکسان باشد:

$$P_a = P_b = P_\circ + \rho gh$$



چون فشار را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌خواهیم، باید ببینیم که فشار ناشی از ارتفاع $h = ۶$ cm از مایع موجود، معادل با فشار حاصل از چه ارتفاعی جیوه است:

$$\underbrace{\rho h}_{\text{برای مایع موجود}} = \overbrace{\rho' h'}^{\text{برای جیوه}} \Rightarrow ۰/۹ \times ۶ = ۱۳/۵ \times h' \Rightarrow h' = ۰/۴ \text{ cm}$$

حالا به رابطهٔ قبلی باز می‌گردیم:

$$P_a = P_b = P_\circ + \underbrace{\rho gh}_{\downarrow h'}$$

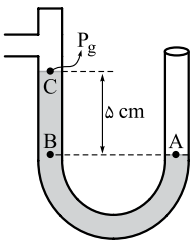
$$P = ۷۶ + ۰/۴ = ۷۶/۴ \text{ cmHg}$$

۱۰۱- گزینهٔ ۲ چون فشار هوا را برحسب سانتی‌متر جیوه از ما خواسته است، بیایید پیش از هر کاری، ببینیم فشار ۹۵/۲ کیلوپاسکال (یا ۹۵۲۰۰ پاسکال) معادل فشار ناشی از چه ارتفاعی جیوه است:

$$P = \rho_{\text{جیوه}} gh \Rightarrow ۹۵۲۰۰ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ h \Rightarrow h = ۰/۷ \text{ m} = ۷۰ \text{ cm}$$

به این ترتیب، می‌توان گفت که فشار گاز داخل مخزن (P_g) برابر ۷۰ سانتی‌متر جیوه بوده است. این فشار در نقطهٔ C به سطح جیوه وارد می‌شود و فشار در نقطهٔ B که در عمق ۵ سانتی‌متری زیر این نقطه است، برابر می‌شود با:

$$P_B = P_g + \rho gh = ۷۰ + ۵ = ۷۵ \text{ cmHg}$$



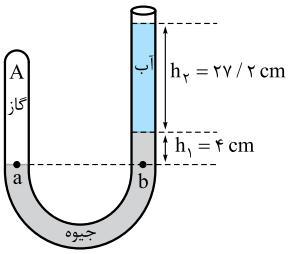
توجه دارید که چون فشار را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌خواهیم و مایع ما نیز جیوه است، به جای کل جملهٔ ρgh، فقط ارتفاع جیوه (یعنی ۵ سانتی‌متر) را گذاشته‌ایم. در آخر هم باید توجه کنید که چون دو نقطهٔ A و B در شکل بالا هم‌ترازند، فشار در هر دو مساوی است و فشار در نقطهٔ A نیز همان فشار هوای محیط است.

۱۰۲- گزینهٔ ۲ فشار گاز در شاخهٔ A در شکل روبه‌رو، به نقطهٔ a در سطح جیوه وارد می‌شود و با توجه به برابری فشار در دو نقطهٔ a و b می‌توان نوشت:

$$P_a = P_b = P_\circ + \rho_۱ gh_۱ + \rho_۲ gh_۲$$

توجه کنید که فشار هوا را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌دانیم؛ همچنین می‌توانیم به جای کل عبارت $\rho_۱ gh_۱$، مقدار $h_۱$ را بگذاریم (چون این مایع جیوه است). تنها مشکل ما این است که مایع بالایی آب است و برای بیان فشار آن برحسب سانتی‌متر جیوه باید ببینیم که ارتفاع $h_۲$ از آب، معادل چه ارتفاعی جیوه است:

$$\underbrace{\rho_۲ h_۲}_{\text{برای مایع موجود}} = \overbrace{\rho' h'}^{\text{برای جیوه}} \Rightarrow ۱ \times ۲۷/۲ = ۱۳/۶ h' \Rightarrow h' = ۲ \text{ cm}$$



اکنون همه چیز آماده است!

$$P_a = P_b = P_\circ + \underbrace{\rho_۱ gh_۱}_{h_۱ \text{ سانتی‌متر جیوه}} + \underbrace{\rho_۲ gh_۲}_{h' \text{ سانتی‌متر جیوه}} = ۷۴ + ۴ + ۲ = ۸۰ \text{ cmHg}$$

۱۰۳- گزینهٔ ۳ ابتدا فشار $P_۱$ را محاسبه می‌کنیم و چون در حالت دوم، فشار به $۱/۰۲P_۱$ رسیده است، می‌توان نتیجه گرفت که فشار ناشی از وزن مایع اضافه شده، برابر $۰/۰۲P_۱$ بوده است:

$$P_۱ = P_\circ + \rho gh = \overbrace{۱۳۵۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۷۵}{۱۰۰}}^{۱۰۱۲۵۰} + \overbrace{۱۲۵۰ \times ۱۰ \times ۰/۱}^{۱۲۵۰} \Rightarrow P_۱ = ۱۰۲۵۰۰ \text{ Pa}$$

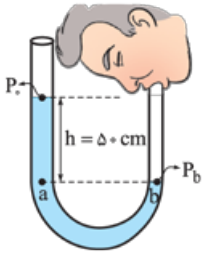
($\rho_{\text{جیوه}} gh$)

(ρV)

$$۰/۰۲P_۱ = \frac{mg}{A} \Rightarrow ۰/۰۲ \times ۱۰۲۵۰۰ = \frac{۸۰۰ \times V \times ۱۰}{۲۰ \times ۱۰^{-۴}}$$

$$V = ۵۱۲/۵ \text{ cm}^۳$$

۱۰۴- گزینهٔ ۴ فشار حاصل از دمیدن شخص در نقطهٔ b به سطح آب وارد می‌شود و این فشار را P_b می‌نامیم. چون نقطهٔ a با نقطهٔ b هم‌تراز است، فشار در این دو نقطه برابر است و با توجه به این‌که نقطهٔ a در عمق h زیر سطح آزاد آب قرار دارد، می‌توان نوشت:



$$P_b = P_a = P_0 + \rho gh \Rightarrow P_b - P_0 = \rho gh = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵ = ۵۰۰۰ \text{ Pa}$$

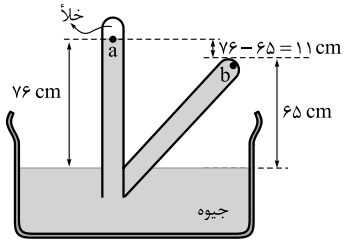
و حتماً یادتان هست که به اختلاف فشار با فشار هوای محیط (یعنی $P_b - P_0$)، فشار پیمانه‌ای گفته می‌شد!

۱۰۵- گزینهٔ ۲ چون مایع‌ها در حال تعادل‌اند، می‌توان گفت که در محل تماس آن‌ها با یکدیگر، فشار آب، باید با فشار روغن برابر باشد. فشار در سطح آزاد روغن، فشار ریهٔ شخص و فشار بر سطح آزاد آب، فشار هوای محیط است:

$$P_{\text{روغن}} = P_{\text{آب}} \Rightarrow P_{\text{ریه}} + \rho gh = P_0 + \rho' gh$$

$$\Rightarrow \overbrace{P_{\text{ریه}} - P_0}^{\text{فشار پیمانه‌ای ریه}} = \rho' gh - \rho gh = gh(\rho' - \rho) = ۱۰ \times ۷۸ \times ۱۰^{-۲} \times (۱۰۰۰ - ۸۰۰) = ۱۵۶۰ \text{ Pa}$$
$$\text{cm} \to \text{m}$$

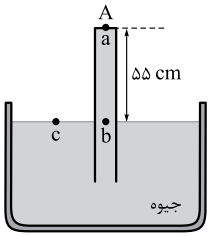
۱۰۶- گزینهٔ ۴ موضوع این تست را در شکل روبه‌رو نشان داده‌ام! می‌بینید که پس از کج‌کردن لوله، چون ارتفاع قائم جیوه به ۶۵ سانتی‌متر رسیده است، باید جیوه به ته لوله (یعنی نقطهٔ b) رسیده و خلأ بالای جیوه از بین رفته باشد. با توجه به این‌که بالای نقطهٔ a خلأ است، فشار در این نقطه صفر است و با توجه به این‌که نقطهٔ b در عمق ۱۱ سانتی‌متری زیر نقطهٔ a قرار دارد، می‌توان فشار در دو نقطهٔ a و b را به صورت زیر مقایسه کرد:



$$P_b = \underbrace{P_a}_{\text{صفر}} + \rho gh = \underbrace{۱۳۶۰۰}_{\text{kg/m}^3} \times ۱۰ \times \underbrace{۰/۱۱}_{\text{m}} = ۱۴۹۶۰ \text{ Pa} \simeq \underbrace{۱۵۰۰۰}_{۱۵ \times ۱۰^3} \text{ Pa}$$

۱۰۷- گزینهٔ ۴ بیایید ابتدا فشار در نقطه‌ای از مایع را که درست زیر سطح A قرار دارد (نقطهٔ a) به دست آوریم:

$$\underbrace{P_c}_{P_0} = P_b = P_a + \rho gh \Rightarrow ۷۵ = P_a + ۵۵ \Rightarrow P_a = ۲۰ \text{ cmHg}$$



توجه دارید که چون مایع داخل ظرف جیوه است، می‌توان برای محاسبهٔ فشار برحسب «سانتی‌متر جیوه»، به جای ρgh، فقط ارتفاع جیوه را قرار داد. اما در آخر برای محاسبهٔ نیرو، باید سانتی‌متر جیوه را به پاسکال تبدیل کرد:

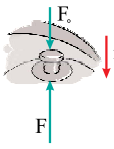
$$P_a = \rho gh = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۲ = ۲۷۲۰۰ \text{ Pa}$$

و نیرو را می‌توان با ضرب‌کردن این فشار در مساحت به دست آورد: $F_a = P_a A = \rho ghA = ۲۷۲۰۰ \times ۵ \times ۱۰^{-۴} = ۱۳/۶ \text{ N}$

۱۰۸- گزینهٔ ۳ فشار پیمانه‌ای داده‌شده، ناشی از وزن شخص است و کافی است از رابطهٔ فشار، استفاده کنیم:

$$P_g = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow ۰/۲۵ \times ۱۰^۵ = \frac{۷۵ \times ۱۰}{\underbrace{۳ \times R^۲}_{\pi R^۲}} \Rightarrow R^۲ = \frac{\overset{۲۵}{\cancel{۷۵}} \times ۱۰}{\underset{۱}{\cancel{۳}} \times ۰/۲۵ \times ۱۰^۵} \Rightarrow R = ۰/۱ \text{ m}$$

۱۰۹- گزینهٔ ۱ پیش از هر چیز، یادآوری می‌کنم که طبق تعریف فشار $(P = \frac{F}{A})$، نیرو را می‌توان با ضرب‌کردن فشار در مساحت به دست آورد: $F = PA$

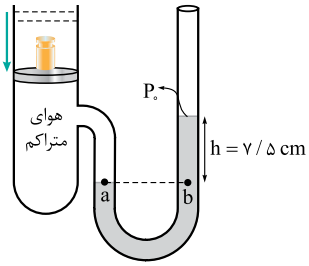


اکنون توجه کنید که به وزنه، همانند شکل روبه‌رو، دو نیروی رو به پایین و یک نیروی رو به بالا وارد می‌شود: نیروی F_0، از طرف هوای بیرون دیگ، وزنه را به پایین هل می‌دهد و وزن وزنه، نیز رو به پایین است. نیروی F هم از طرف بخار داخل دیگ، وزنه را به بالا هل می‌دهد. چون وزنه ساکن است، جمع دو نیروی رو به پایین، باید با نیروی رو به بالا برابر باشد:

$$F_0 + mg = F \Rightarrow P_0 A + mg = PA \Rightarrow \underbrace{۱}_{\text{atm}} \times \underbrace{۱۰^۵}_{\frac{۱۰^۵ \text{ Pa}}{\text{atm}}} \times \underbrace{۴}_{\text{mm}^۲} \times \underbrace{۱۰^{-۶}}_{\frac{۱۰^{-۶} \text{ m}^۲}{\text{mm}^۲}} + m \times ۱۰ = ۲ \times ۱۰^۵ \times ۴ \times ۱۰^{-۶}$$

$$\Rightarrow \underbrace{m \times ۱۰ = ۸ \times ۱۰^{-۱} - ۴ \times ۱۰^{-۱}}_{۰/۴} \Rightarrow m = ۰/۰۴ \text{ kg} = ۰/۰۴ \text{ kg} \times \frac{۱۰۰۰ \text{ g}}{۱ \text{ kg}} = ۴۰ \text{ g}$$

۱۱۰- گزینهٔ ۳ وقتی وزنه‌ای روی پیستون قرار گیرد، فشار ناشی از پیستون و وزنهٔ روی آن، سبب پایین‌رفتن پیستون و متراکم‌شدن هوای زیر آن می‌شود. وقتی پیستون به تعادل رسید، فشاری که به هوای زیر خود وارد می‌کند، برابر $P = P_\circ + \frac{mg}{A}$ است (mg وزن وزنه‌ای است که روی پیستون قرار داده‌ایم). این فشار، چنان‌که در شکل روبه‌رو می‌بینید، در نقطهٔ a بر سطح جیوه وارد می‌شود:



$$P_a = P_\circ + \frac{mg}{A}$$

اکنون به نقطهٔ b توجه کنید! فشار در این نقطه، برابر $P_b = P_\circ + \rho gh$ است و از طرفی، چون با a هم‌تراز است، باید فشار آن با P_a برابر باشد:

$$P_a = P_b \Rightarrow P_\circ + \frac{mg}{A} = P_\circ + \rho gh \Rightarrow \frac{m\times ۱۰}{۵۰\times ۱۰^{-۴}} = ۱۳۶۰۰\times ۱۰\times \frac{۷/۵}{۱۰۰} \Rightarrow m = ۵/۱\,kg$$

۱۱۱- گزینهٔ ۲ برای این‌که محلول در سیاهرگ نفوذ کند، باید فشار پیمانه‌ای آن، حداقل برابر با فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ باشد:

$$P_g = \rho gh = P_{\text{سیاهرگ}} \Rightarrow ۱۰۴۰\times ۱۰\times h = ۱۳۰۰ \Rightarrow h = \frac{۱۳۰۰}{۱۰۴۰۰} = ۰/۱۲۵\,\cancel{m}\times \frac{۱۰۰\,cm}{۱\,\cancel{m}} = ۱۲/۵\,cm$$

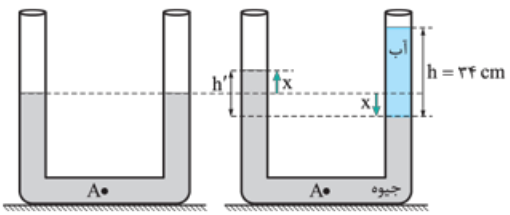
ما نمی‌دونستیم سرنگو توی سیاهرگ تزریق می‌کنن! ... چرا تو سرفرگ نمی‌زنن؟!

سؤال خوبی است! خونی که در سیاهرگ جریان دارد، در حال بازگشت از بافت‌های بدن است و به همین دلیل، فشار آن بسیار کم‌تر از فشار خون داخل سرخرگ است و تزریق یک مایع به داخل آن، به فشار کم‌تری نیازی دارد.

۱۱۲- گزینهٔ ۱ بیایید ابتدا ارتفاع آب اضافه‌شده به یکی از شاخه‌ها را حساب کنیم! برای این منظور از چگالی آب و فرمول حجم استوانه کمک می‌گیریم:

$$m = \rho V = \rho Ah \Rightarrow ۶۸ = ۱\times ۲\times h \Rightarrow h = ۳۴\,cm$$

در شکل‌های روبه‌رو، وضعیت جیوه را قبل از اضافه‌کردن آب (سمت چپ) و بعد از اضافه‌کردن آب می‌بینید. توجه کنید که چون سطح مقطع دو طرف لوله یکسان است، اگر سطح جیوه از یک طرف به اندازهٔ x نسبت به وضع اولیه پایین برود، باید سطح جیوه در طرف دیگر، درست به همان اندازهٔ x از وضع اولیه بالا برود. با توجه به شکل سمت راست، می‌توان نوشت:



$$\underbrace{\rho h}_{\text{برای آب}} = \overbrace{\rho' h'}^{\text{برای جیوه}} \Rightarrow ۱\times ۳۴ = ۱۳/۶\times ۲x \Rightarrow x = \frac{۳۴}{۲\times ۱۳/۶} = ۱/۲۵\,cm$$

بیایید برای قضاوت در مورد افزایش فشار در نقطهٔ a از شاخهٔ سمت چپ کمک بگیریم. اگر یک بار دیگر به شکل سمت راست دقت کنید، می‌بینید که سطح آزاد جیوه در شاخهٔ سمت چپ، نسبت به وضع اولیه به اندازهٔ $x = ۱/۲۵\,cm$ بالاتر رفته است و به همین دلیل فشار در نقطهٔ A به اندازهٔ ۱/۲۵ سانتی‌متر جیوه بیشتر از قبل شده است.

فسته نباشین! می‌دونم که بعد از یه استراحت مسابی، قصد دارین دوباره با شور و شوقی غیر قابل وصف، به بخش آموزش مفهومی برگردین و درس‌نامهٔ (۹) رو شروع کنین! ... می‌فوام قبل از این کار، برای این‌که من هم سهمی در رفع خستگی‌تون داشته باشم، یه شعبده بازی جالب بهتون یاد بدم! ... چطوره؟! ... دوست دارین؟!

ای آب!... به جوش آی!

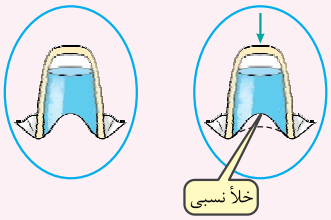
برای انجام این شعبده‌بازی جالب، به امکانات زیادی احتیاج ندارید؛ یک لیوان شیشه‌ای که مقداری آب در آن ریخته‌اید و یک دستمال پارچه‌ای که آن را خیس کرده‌اید، تنها چیزهای مورد نیاز هستند. *(البته قبل از این‌که جلوی کسی این شعبده بازی رو انجام بدین، یه چند باری باید در خلوت خودتون، اونو تمرین کنین!)*

دستمال خیس را روی دهانهٔ لیوان بیندازید و با انگشت خود، کمی وسط دستمال را به پایین فشار دهید تا یک گودی در آن پدید آید. دور تا دور دستمال را دور لیوان جمع کنید و با دست راستتان، لیوان و دستمال را نگه دارید. حالا باید لیوان را سر و ته کنید!

(نترسین! آبی بیرون نمی‌ریزه!) نکتهٔ جالب، این است که وقتی لیوان را وارونه می‌کنید، دستمال هم‌چنان فرورفته است و فشار هوای بیرون، نمی‌گذارد که دستمال صاف شود. *(اگه باورتون نمی‌شه، خودتون لیوانو بالا ببرین و زیرشو نگاه کنین!)* حالا لیوان را به دست چپتان بدهید و به تماشاچیان اعلام کنید که هر وقت من انگشت اشاره‌ام را بر ته لیوان بگذارم و فشار دهم، آب شروع به جوشیدن می‌کند! باورکردنی نیست! وقتی ته لیوان را به پایین فشار می‌دهید، حباب‌های هوا ظاهر می‌شوند و حتی اگر محیط ساکت باشد، صدای غلغل را هم می‌توان شنید!

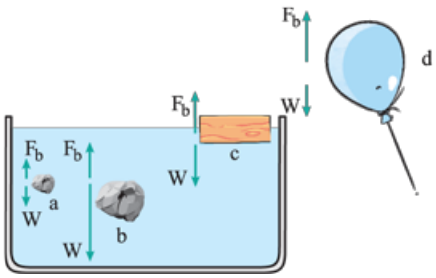
دستمون نمی‌سوزه؟!

خیر! واقعیت این است که جوشیدنی در کار نیست! در حقیقت، وقتی با انگشت خود، لیوان را به پایین فشار می‌دهید، لیوان، داخل دستمال، اندکی پایین می‌رود و سبب می‌شود همانند شکل روبه‌رو، فرورفتگی دستمال در زیر لیوان، کاهش یابد. به این ترتیب در زیر آب، خلأ به وجود می‌آید و همین موضوع، سبب می‌شود که هوای بیرون، از منافذ ریز دستمال وارد شود و به صورت حباب‌هایی در آب دیده شود که شبیه جوشیدن آب است. صدای ملایمی هم که به صورت غلغل شنیده می‌شود، ناشی از ترکیدن این حباب‌های هوا است.



۱۱۳- گزینهٔ ۲ کافی است توجه کنید که هر چه از بالا به پایین می‌رویم، چون فشار مایع افزایش می‌یابد، اندازهٔ نیرویی که به جسم وارد می‌کند نیز، زیاد می‌شود.

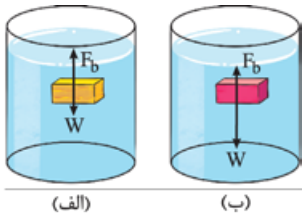
۱۱۴- گزینهٔ ۱ در هر دو شکل (a) و (c)، اندازهٔ دو نیروی وارد بر جسم مساوی است و به همین دلیل، نیروی خالص وارد بر هر دو جسم صفر است. در چنین حالتی، وقتی تمام حجم جسم در مایع فرو رفته باشد، از عبارت «**غوطه‌وری**» و وقتی بخشی از حجم جسم در مایع فرو رفته باشد، از اصطلاح «**شناوری**» استفاده می‌شود. توجه کنید که در شکل (b) هم تمام حجم جسم در مایع قرار دارد، اما چون وزن جسم بزرگ‌تر از نیروی شناوری است، جسم در حال «فرو رفتن» و «ته‌نشین شدن» در مایع است. در شکل (d) نیز، همهٔ حجم بادکنک، در شارهٔ اطرافش (هوا) قرار دارد، اما چون نیروی شناوری، بزرگ‌تر از وزن است، بادکنک در حال «بالارفتن» است.



۱۱۵- گزینهٔ ۳ ابتدا به شکل (الف) توجه کنید! در این شکل، نیروی شناوری، بزرگ‌تر از وزن جسم است؛ یعنی چگالی جسم، کم‌تر از چگالی مایع بوده است. این جسم، به طرف بالا حرکت می‌کند و سرانجام، وقتی بخشی از حجم آن از مایع خارج شد، در وضعیت «**شناوری**»، به تعادل می‌رسد.

در شکل (ب)، نیروی شناوری، کوچک‌تر از وزن جسم است؛ یعنی چگالی جسم، بیشتر از چگالی مایع بوده است. این جسم به طرف پایین می‌رود و سرانجام، «ته‌نشین» می‌شود.

با این توضیحات، حتماً قبول دارید که عبارت نوشته‌شده در گزینهٔ (۳) غلط است و باید همین گزینه انتخاب شود!



ما فکر کردیم این گزینه هم داره چیز درستی رو می‌گه! مگه نگفته بودین که اگه همهٔ حجم یه جسم تو مایع غوطه‌ور باشه، چگالیش باید با چگالی مایع برابر باشه؟!

این‌طور نیست! توجه کنید که اگر تمام حجم جسمی در یک مایع غوطه‌ور و آن جسم در حال تعادل باشد، آن‌وقت چگالی جسم با مایع مساوی است! هیچ‌یک از دو جسم نشان داده‌شده، در حال تعادل نیستند و به همین دلیل، استدلال شما درست نیست!

۱۱۶- گزینهٔ ۱ همان‌گونه که در شکل روبه‌رو نشان داده‌ام، وقتی انگشت خود را در آب فرو می‌بریم، نیروی شناوری (F_b) از طرف آب بر انگشت وارد می‌شود.

شما که گفتین نیروی شناوری بالاسوئه! ... پس اون نیروی رو به پایین چیه؟!

در قسمت آموزش مفهومی فصل گذشته، وقتی به قانون‌های نیوتون اشاره کردیم، دیدید که بنا بر قانون سوم نیوتون، هر کنشی، واکنشی در خلاف جهت دارد! در این‌جا، نیروی رو به بالایی که می‌بینید، از طرف آب بر انگشت شما وارد می‌شود؛ انگشت شما هم نیرویی به همان اندازه و در خلاف جهت، بر آب ظرف وارد می‌کند. همین نیروی رو به پایین، آب را بیشتر به ترازو می‌فشارد و سبب می‌شود ترازو، عدد بیشتری را نشان دهد.

۱۱۷- گزینهٔ ۴ کافی است برای فشار در بالا و زیر جسم، رابطهٔ $P_2 = P_1 + \rho gh$ را به کار بریم؛ *فقط هواستون باشه که فشارا برحسب کیلو پاسکال داده شدن و باید به جای «کیلو»، از ضریب 10^3 استفاده کنین؛*

$$106/8\times10^3 = 105\times10^3 + \rho\times10\times\underbrace{0/2}_{\text{متر}} \Rightarrow 1800 = 2\rho \Rightarrow \rho = 900\ kg/m^3$$

۱۱۸- گزینهٔ ۳ اگر خوب به جریان دود برخاسته از عود (از پایین به بالا) نگاه کنید، می‌بینید که ابتدا به صورت لایه‌ای است و سپس متلاطم می‌شود.