

# فهرست

## فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری

- ۱۱۲۲ درس هفتم: انرژی پتانسیل
- ۱۱۳۳ درس هشتم: انرژی مکانیکی
- ۱۴۱ بانک تست
- ۱۵۷ پرسش‌های امتحانی
- ۱۶۰ پاسخ‌نامه ابر تشریحی
- ۱۹۰ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی
- ۱۱ درس اول: این است «فیزیک»!
- ۱۳ درس دوم: اندازه‌گیری
- ۱۶ درس سوم: پیشوندهای SI و نمادگذاری علمی
- ۱۷ درس چهارم: تبدیل یک‌ها
- ۱۹ درس پنجم: چگالی
- ۲۲ درس ششم: متناسب بودن یا  $\propto$
- ۲۳ بانک تست
- ۲۰ پرسش‌های امتحانی
- ۳۳ پاسخ‌نامه ابر تشریحی
- ۴۴ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی

## فصل ۲: ویژگی‌های فیزیکی مواد

- فصل ۴: دما و گرما
- ۱۹۳ درس اول: دما و دماسنجی
- ۱۹۶ درس دوم: دماسنج‌های معیار
- ۱۹۸ درس سوم: انبساط گرمایی جامدها و مایع‌ها
- ۲۰۶ درس چهارم: گازهای آرمانی
- ۲۱۴ درس پنجم: گرما
- ۲۱۹ درس ششم: گذار فاز
- ۲۲۷ درس هفتم: انتقال گرما
- ۲۳۰ بانک تست
- ۲۴۸ پرسش‌های امتحانی
- ۲۵۴ پاسخ‌نامه ابر تشریحی
- ۲۷۸ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی
- ۴۷ درس اول: فازهای آشنا و ناآشنا
- ۵۰ درس دوم: هم‌چسبی و دگرچسبی
- ۵۱ درس سوم: فشار
- ۵۳ درس چهارم: فشار در شاره‌ها
- ۵۹ درس پنجم: لوله‌های U شکل
- ۶۴ درس ششم: نیروی مایع بر یک سطح افقی
- ۶۶ درس هفتم: فشارسنج‌ها
- ۷۰ درس هشتم: شناوری
- ۷۰ درس نهم: شاره در حرکت
- ۷۲ بانک تست
- ۹۰ پرسش‌های امتحانی
- ۹۶ پاسخ‌نامه ابر تشریحی
- ۱۱۵ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی

## فصل ۳: کار، توان و انرژی

- فصل ۵: ترمودینامیک
- ۲۸۱ درس اول: مفهوم‌های مقدماتی ترمودینامیک
- ۲۸۳ درس دوم: فرایندهای ترمودینامیکی خاص
- ۲۹۰ درس سوم: ماشین‌های گرمایی و یخچال‌ها
- ۲۹۵ بانک تست
- ۳۰۸ پرسش‌های امتحانی
- ۳۱۱ پاسخ‌نامه ابر تشریحی
- ۳۲۵ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی
- پاسخ‌نامه «تو»ها
- ۳۲۷ فصل دوم
- ۳۲۸ فصل سوم
- ۳۳۹ فصل چهارم
- ۳۴۲ فصل پنجم
- ۳۴۴ پاسخ‌نامه کلیدی
- ۱۱۹ درس اول: نیروها و قانون‌های نیوتون
- ۱۳۱ درس دوم: ریاضیات، زبان فیزیک!
- ۱۳۲ درس سوم: مگو چیست «کار»!
- ۱۳۶ درس چهارم: کار نیروی گرانش (وزن)
- ۱۳۸ درس پنجم: توان
- ۱۳۹ درس ششم: قضیه طلایی

## درس هشتم: نیروی مایع بر یک سطح افقی

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



فقط سطح افقی؟



خوشبختانه (یا شاید 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، محاسبه اندازه نیروهای  $F'$  و  $F''$  در محدوده بحث ما نیست و فقط، به بحث درباره اندازه 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:

بیشتر! نباید فشار هوا ( $P_0$ ) رو هم می‌داشتین؟



خیر! توجه کنید که ما نیرویی را حساب کردیم که صرفاً توسط خود مایع بر کف ظرف (یا هر سطح افقی دیگری) وارد می‌شود. رابطه آخر، پیام جالبی برای ما دارد! می‌خواهیم این پیام را با هم «رمزگشایی» کنیم! با توجه به این که  $h$ ، 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 استوانه 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  $\rho hA$ ) چه چیزی نصیبمان می‌شود؟



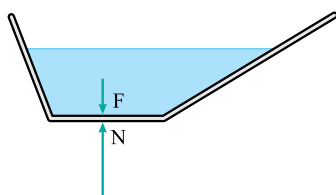
طبق فرمول  $m = \rho V$  باید برابر  $m$  باشه!



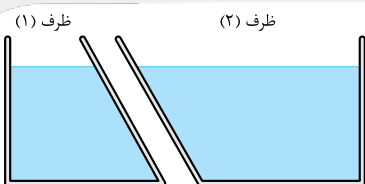
درست است!  $\rho hA$ ، جرم مایعی است که در استوانه خیالی مان جای می‌گیرد و وقتی در  $g$  هم ضرب شود (یعنی  $\rho ghA$ ) می‌شود وزن آن! به نتیجه مهمی رسیده‌ایم که در بسیاری از تست‌ها، به دردمان خواهد خورد:



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



پیش از این که با چند تست، این درس را به پایان ببرم، می‌خواهم توجهتان را به یک نکته ظریف جلب کنم! وقتی ظرف حاوی مایعی را بر روی یک سطح افقی (مثلاً سطح میز) گذاشته‌اید، به کف ظرف، همان گونه 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 اندازه کافی در موردش صحبت کردیم. نکته 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 اندازه  $N$  باید برابر وزن کل مایع + وزن ظرف آن باشد.

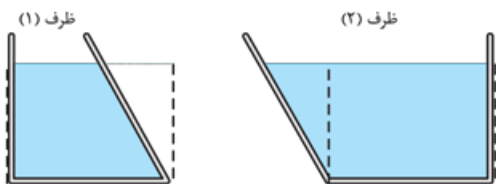


(۱) ظرف (۲) ظرف  
(۴) مساوی، نیز مساوی

**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 تهرپی ۷۵)

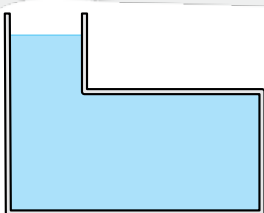
(۱) کم‌تر از، بیشتر از (۲) کم‌تر از، کم‌تر از (۳) بیشتر از، کم‌تر از  
آگه دوست داشتن، می‌تونین فودتون هم روی تستای «من» فکر کنینا! شاید فودتون هلش کنین!

**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

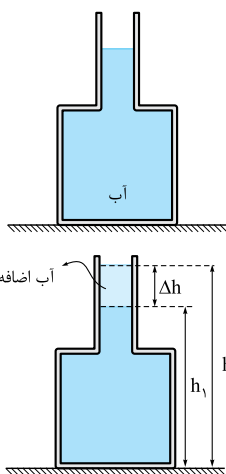
گزینه ۱



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

(سراسری قارج از کشور ریاضی ۸)

- (۱) از وزن مایع بیشتر است.
- (۲) از وزن مایع کم‌تر است.
- (۳) برابر با وزن مایع است.
- (۴) هر سه حالت با توجه به چگالی مایع، می‌تواند رخ دهد.



**من** در شکل مقابل، مساحت کف ظرف ۲۰ سانتی‌متر مربع و سطح مقطع قسمت باریک آن 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.)

- (۱) ۰ / ۴
  - (۲) ۰ / ۲
  - (۳) ۰ / ۰۲
  - (۴) ۰ / ۰۱
- (سراسری تهرپی ۷۲)

**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:

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

$\Delta h$  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:

$$V = A_{\text{دهانه}} \Delta h \Rightarrow 1 = 5 \Delta h \Rightarrow \Delta h = 2 \text{ cm}$$

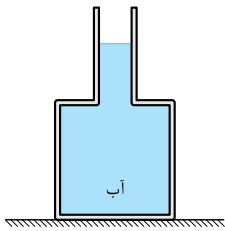
$$\Delta F = \rho g \Delta h A \text{ کف ظرف} = 1000 \times 10 \times 0.02 \times 20 \times 10^{-4} = 0.4 \text{ N}$$

چگالی آب

اکنون می‌توان محاسبه را کامل کرد:

گزینه 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 ۵/۰ 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.)

۰/۲ (۲)

۰/۴ (۱)

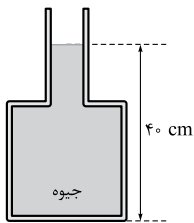
۰/۰۱ (۴)

۰/۰۲ (۳)

**باسخ** گفته بودیم که سطح افقی زیر یک ظرف، نیروی  $N$  را بر کف ظرف وارد می‌کند. (البته طبق قانون کنش - واکنش، کف ظرف هم نیرویی هم‌اندازه با  $N$  را به طرف پایین بر سطح زیر خود وارد خواهد کرد.) اندازه 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:

$$mg = \rho V g = 1000 \times 1 \times 10^{-6} \times 10 = 0.01 N$$

گزینه ۴



**تو** در شکل روبه‌رو، اگر بیشینه 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 تهری ۹۱)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

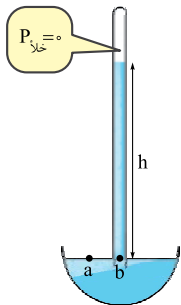
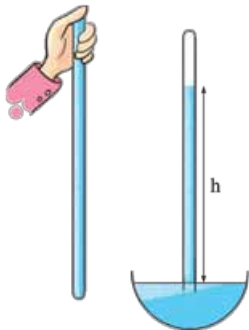
۹۰ (۴)

۲۰ (۳)

تست‌های ۸۰ تا ۸۹، تست‌های مهمی هستند. بعد از به استراحت کوتاه، به سراغشون برین و روشن کار کنیم. وقتی اونارو زدین و پاسای «آبر تشریحی» اونارو هم با دقت خوندین، می‌تونین هر وقت که فواستین، درس نامه بعد رو شروع کنیم. ... موفق باشین!



## درس هفتم: فشارسنج‌ها



در این درس، می‌خواهیم به بررسی چند وسیله اندازه‌گیری فشار بپردازیم. نخستین وسیله، آنکه فقط به درر اندازه‌گیری فشار پو می‌فوره! 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 لوله آزمایش بلند با طولی در حدود ۸۰ سانتی‌متر را از جیوه لبریز می‌کنیم؛ سپس، دهانه لوله را می‌بندیم و آن را وارونه می‌کنیم. دهانه لوله وارونه را به داخل جیوه 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 نقطه  $b$  در شکل روبه‌رو نگاه کنید! بالای این نقطه، ستونی از جیوه به ارتفاع  $h$  داریم که فشاری به اندازه  $\rho gh$  در این نقطه ایجاد می‌کند. به نقطه  $a$  هم توجه کنید! بالای این نقطه، هوای محیط را داریم که فشاری برابر با  $P_0$  بر این نقطه وارد می‌کند. دو نقطه  $a$  و  $b$  هم‌تراز و متعلق به یک مایع‌اند؛ پس باید فشار در این دو نقطه برابر باشد:

$$P_a = P_b \Rightarrow P_0 = \rho gh$$

وقتی این وسیله را در سطح دریاهای آزاد قرار می‌دهیم، ارتفاع  $h$  در حدود ۷۶ سانتی‌متر (و یا ۷۶/۰ سانتی‌متر) می‌شود که اگر آن را در شتاب گرانش ( $g$ ) و چگالی جیوه ( $\rho$ ) ضرب کنیم، فشار هوا، تقریباً برابر  $1/0 \times 10^5$  پاسکال به دست می‌آید. این فشار را یک «اتمسفر» نیز می‌نامند. بد نیست بدانید که در هواشناسی، فشار  $10^5$  پاسکال را یک «بار» می‌نامند. ما در محاسبه‌های خود، تقریباً «اتمسفر» و «بار» را یکسان فرض می‌کنیم:

فشار  $10^5$  پاسکال را یک «اتمسفر (atm)» یا یک «بار (bar)» می‌نامیم.



بیشین! تورپولی از کجا فهمید که باید توو آزمایش فودش از پیوه استفاده کنه؟! ... پرا مثلاً از آب استفاده نکره؟



سؤال خوبی است! اگر از رابطه  $P_0 = \rho gh$ ، ارتفاع  $h$  را به دست آوریم، خواهیم داشت:  $h = \frac{P_0}{\rho g}$ . می بینید که هر چه چگالی



مایع بیشتر باشد، ارتفاع آن کم تر می شود. جیوه، این خوبی را دارد که چگالی اش بسیار زیاد است! چگالی جیوه در SI، برابر ۱۳۶۰۰ است؛ در حالی که چگالی آب در SI، برابر ۱۰۰۰ است. (نیازی نیست چگالی پیوه رو فقط باشین!) اگر چگالی آب را در رابطه بالا بگذارید، خواهید دید که ارتفاع آب، در حدود ۱۰ متر می شود و آن وقت، همان گونه که در شکل روبه رو می بینید، به یک لوله آزمایش غیر عادی نیاز خواهید داشت!

در هواشناسی، از جیوه استفاده می کنند و برای بیان اندازه فشار، گاهی از یکایی به نام «سانتی متر جیوه (cmHg)» و یا «میلی متر جیوه (mmHg)» استفاده می کنند. به فشار ناشی از ستونی از جیوه که ارتفاع آن برابر یک سانتی متر (یا یک میلی متر) باشد، یک «سانتی متر جیوه» (یا یک «میلی متر جیوه») گفته می شود. خوبی این یکا، این است که ارتفاع جیوه (مثلاً برحسب سانتی متر) و فشار ناشی از آن (مثلاً برحسب سانتی متر جیوه)، با یک عدد بیان می شوند و نیازی به ضرب کردن ارتفاع (h) در چگالی جیوه و شتاب گرانش (g) نیست. به عنوان نمونه، وقتی ارتفاع جیوه در لوله هواسنج، ۷۶ cm است، می گوییم فشار آن ۷۶ cmHg است؛ به همین راحتی! مثل این است که در رابطه  $P_0 = \rho gh$ ، مقدار  $h$  را برحسب سانتی متر، و به جای  $\rho g$ ، کلاً مقدار «۱» را گذاشته باشیم.



په فوب! کاشکی همیشه از سانتی متر پیوه سؤال می دادن!



بهرتر است زود قضاوت نکنید! این یکای جدید، یک «بدی» هم دارد! بدی آن هم این است که خوبی اش، فقط مختص به جیوه است! البته در جوسنج، همیشه از جیوه استفاده می شود و هواشناسان، می توانند از خوبی یکایی «سانتی متر جیوه» لذت ببرند! بدی این یکا، برای ما می ماند که اغلب در مسئله ها، مایعی به جز جیوه به ما می دهند و فشارش را برحسب سانتی متر جیوه می خواهند.



لعنتی! از اولش هم می دونستیم توو فیزیک، قرار نیست هیچ وقت به ما فوش بگذره! ... بیشین که یه فرده احساساتی شریم!



اشکالی نداره! ... با این تا تست بهتون یار می دم که وقتی مایع مون پیوه نیست، باید پی کار کنیم ... فیلی هم سفت نیست!



## منو ۱۲

**من** اگر در مکانی، فشار هوا برابر ۷۶ سانتی متر جیوه باشد، فشار در عمق ۱۳۶ سانتی متری آب رودخانه چند سانتی متر جیوه است؟ (سراسری ریاضی ۹۳)

۸۲ (۱)      ۸۶ (۲)      ۹۲ (۳)      ۹۶ (۴)

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

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

می بینید که ارتفاع ۱۳۶ سانتی متر آب، از نظر فشار، معادل ۱۰ سانتی متر جیوه است. اکنون می توان آب را فراموش کرد و فرض کرد به جای آن، ۱۰ سانتی متر جیوه وجود دارد:

$$P = P_0 + \rho gh$$

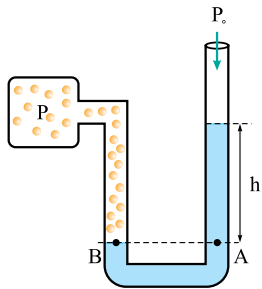
$$P = 76 + 10 = 86 \text{ cmHg}$$

گزینه ۲

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

۱۲۵ (۱)      ۱۷۵ (۲)      ۲۰۰ (۳)      ۲۲۵ (۴)





وسیله 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.

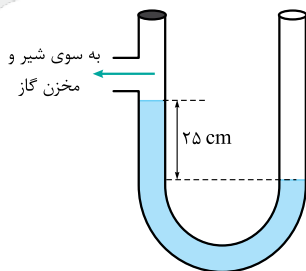
دو نقطهٔ A و B، هم‌ترازند و در نتیجه فشار در این دو نقطه مساوی است. فشار در نقطهٔ B، برابر فشار شاره و فشار در نقطهٔ A، برابر فشار ستونی از مایع به ارتفاع h به علاوهٔ فشار جو است:

$$P_A = P_B \Rightarrow P = P_0 + \rho gh$$

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

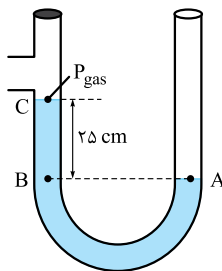
این که سطح مایع در نقطهٔ B، پایین‌تر از سطح آزاد مایع در طرف دیگر لولهٔ U شکل است، نشان می‌دهد که فشار شارهٔ داخل مکعب، بیشتر از فشار هوای محیط بوده است. در صورتی که سطح مایع در نقطهٔ B، بالاتر از سطح آزاد طرف دیگر قرار می‌گرفت، نشان می‌داد که فشار شارهٔ داخل مکعب، از فشار هوای محیط کمتر بوده است. در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

## منوی ۱۳



**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:

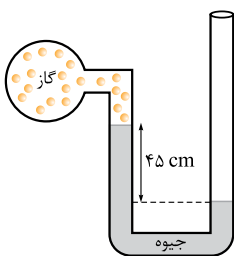
$$P_B = P_A = P_0$$

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:

$$P_B = P_C = P_g + \rho gh \Rightarrow P_0 - P_g = \rho gh$$

$$\Rightarrow 5000 = \rho \times 10 \times 0.25 \Rightarrow \rho = 2000 \text{ kg/m}^3 = 2 \text{ g/cm}^3$$

گزینهٔ ۴

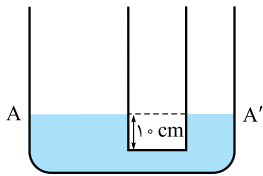


**نو** در شکل روبه‌رو، اگر فشار هوا  $10^5$  پاسکال و چگالی جیوه  $13600 \text{ kg/m}^3$  باشد، فشار گاز درون ظرف چند پاسکال است؟ (سراسری قاجار از کشور ریاضی ۹۵)

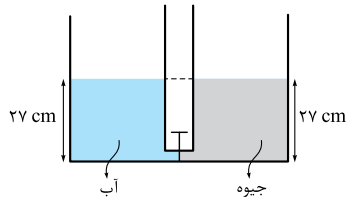
- ۱) ۳۸۸۰۰
- ۲) ۶۱۲۰۰
- ۳) ۱۳۸۸۰۰
- ۴) ۱۶۱۲۰۰



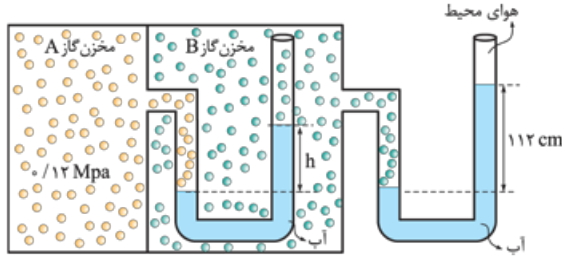
در پایان این درس، باید اشاره‌ای سطحی به یک نوع دیگر فشارسنج داشته باشیم. برای اندازه‌گیری فشار در مخزن‌های گاز یا باد لاستیک‌های وسیله‌های نقلیه، از نوعی فشارسنج به نام «فشارسنج بوردون» استفاده می‌شود. شکل روبه‌رو، نمونه‌ای از این فشارسنج را نشان می‌دهد. گازی که می‌خواهیم فشار پیمانه‌ای آن را اندازه 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 وارد کردن نیرو به اهرم و حرکت عقربه می‌شود.



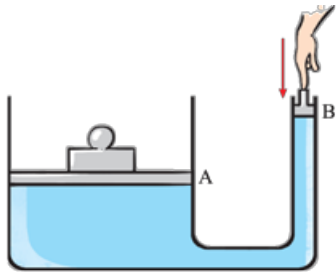
- ۷۶- در دو لوله استوانه‌ای مربوط به هم تا سطح  $AA'$  آب وجود دارد و قطر قاعده یکی از استوانه‌ها ۳ برابر قطر قاعده استوانه دیگر است. اگر از لوله سمت چپ تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر نفت اضافه کنیم، آب در لوله باریک چند سانتی‌متر نسبت به حالت اول بالا می‌رود؟ ( $\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$  و  $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$  و  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) (سراسری تهری ۹۸)
- ۱/۲ (۱)  
 ۳/۶ (۲)  
 ۵ (۴)  
 ۴ (۳)



- ۷۷- دو ظرف استوانه‌ای مشابه به وسیله لوله 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؟ ( $\rho_{\text{جیوه}} = 13.5 \text{ g/cm}^3$  و  $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ) (سراسری قارج از کشور تهری ۹۸)
- ۲ (۱)  
 ۲۵ (۲)  
 ۱۲/۵ (۳)  
 ۲۵ (۴)

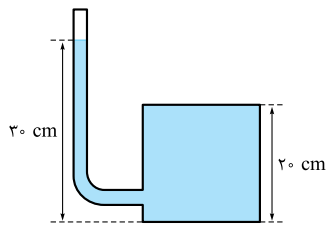


- ۷۸- در شکل روبه‌رو، در هر دو لوله، مقداری آب وجود دارد. مقدار  $h$  چند سانتی‌متر است؟ (فشار هوای محیط  $101 \text{ kPa}$ ، چگالی آب  $10^3 \text{ kg/m}^3$  و  $g = 10 \text{ N/kg}$ )
- ۷/۸ (۱)  
 ۶۴ (۲)  
 ۶/۴ (۳)  
 ۷۸ (۴)



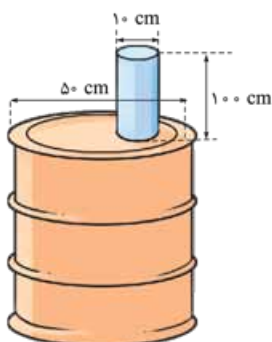
- ۷۹- در شکل روبه‌رو، جرم پیستون B ناچیز است و از همه اصطکاک‌ها چشم‌پوشی می‌شود. اگر این پیستون را بسیار آرام پایین ببریم، فشار مایع در نقطه‌ای درست زیر این پیستون، .....  
 (۱) پیوسته کاهش می‌یابد.  
 (۲) پیوسته افزایش می‌یابد.  
 (۳) ثابت می‌ماند.  
 (۴) تا هم‌تراز شدن دو پیستون، افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد.

- ۸۰- مایعی در یک ظرف ریخته شده و بر کف ظرف نیرو وارد می‌کند. کدام گزینه در صورت ثابت ماندن سه گزینه 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 لوله 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؟ ( $\pi = 3$  و چگالی جیوه  $13/6$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (سراسری قارج از کشور ریاضی ۸۸)
- ۴ (۱)  
 ۸ (۲)  
 ۱۶ (۳)  
 ۲۴ (۴)



- ۸۲- در شکل مقابل، لوله باریکی به یک مخزن متصل شده و مساحت کف مخزن  $100$  سانتی‌متر مربع است. اگر داخل لوله و مخزن، مایعی به چگالی  $800$  کیلوگرم بر متر مکعب باشد، نیرویی که از طرف مایع به کف مخزن وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (سراسری قارج از کشور تهری ۹۲)
- ۲۴۰ (۱)  
 ۱۶۰ (۲)  
 ۲۴ (۳)  
 ۱۶ (۴)

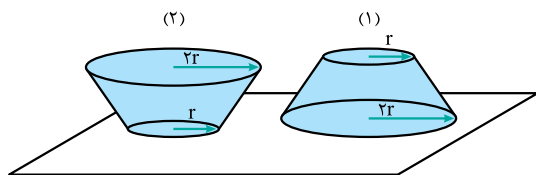
- ۸۳- استوانه A پر از آب است. نیرویی که آب بر کف استوانه وارد می‌کند، برابر  $F_A$  و فشار حاصل از آب در کف استوانه  $P_A$  است. اگر ابعاد استوانه B نصف ابعاد استوانه A باشد و آن را هم پر از آب کنیم، نیرو و فشار موردنظر، به ترتیب  $F_B$  و  $P_B$  می‌شود. نسبت‌های  $\frac{F_A}{F_B}$  و  $\frac{P_A}{P_B}$ ، به ترتیب از راست به چپ کدامند؟ (سراسری ریاضی ۹۴)
- ۲ و ۲ (۱)  
 ۲ و ۴ (۲)  
 ۸ و ۸ (۳)  
 ۲ و ۸ (۴)



- 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؟ ( $\pi = 3$ )
- ۱۸۰۰ (۱)  
 ۱۵۰۰ (۲)  
 ۱۸۷۵ (۳)  
 ۲۵۰۰ (۴)

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)



$$P_1 = \frac{1}{4} P_2 \text{ و } F_1 = F_2 \quad (1)$$

$$P_1 = P_2 \text{ و } F_1 = 4F_2 \quad (2)$$

$$P_1 = P_2 \text{ و } F_1 = F_2 \quad (3)$$

$$P_1 = 4P_2 \text{ و } F_1 = \frac{1}{4} F_2 \quad (4)$$

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)

$$F_1 > W = F_2 \quad (2)$$

$$F_1 = W < F_2 \quad (1)$$

$$F_1 < W = F_2 \quad (4)$$

$$F_1 = W = F_2 \quad (3)$$

۸۷- در شکل روبه‌رو، سطح قاعده 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)

$$۱/۲۵ \quad (2)$$

$$۵ \quad (1)$$

$$۰/۸ \quad (4)$$

$$۲ \quad (3)$$

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)

$$۶/۶ \quad (2)$$

$$۵/۴ \quad (1)$$

$$۷ \quad (4)$$

$$۶ \quad (3)$$

۸۹- در شکل روبه‌رو، ظرف تا ارتفاع  $h$  از آب پر شده و سطح مقطع قسمت‌های مختلف استوانه‌ای شکل آن بر حسب متر مربع، از بالا به پایین، به ترتیب ۰/۰۴، ۰/۰۱، ۰/۰۸ 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 تهری ۸۳)

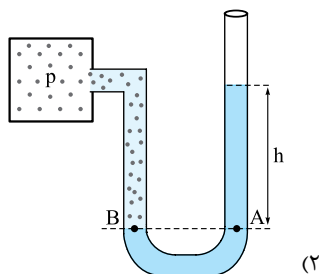
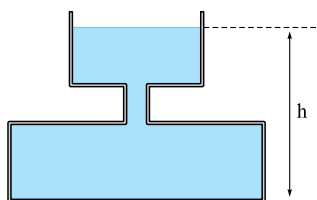
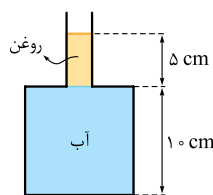
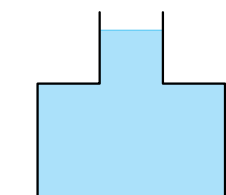
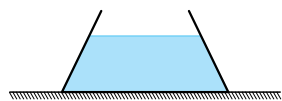
$$۳۰۰ \quad (2)$$

$$۲۰۰ \quad (1)$$

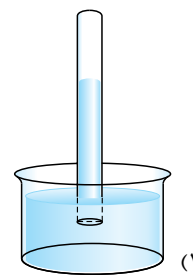
$$۵۰۰ \quad (4)$$

$$۴۰۰ \quad (3)$$

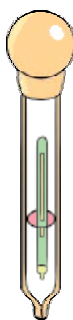
۹۰- کدام گزینه نشان‌دهنده یک فشارسنج بوردون است؟



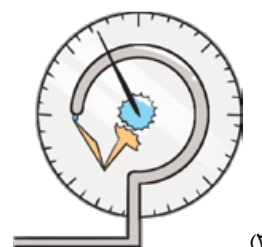
(۲)



(۱)



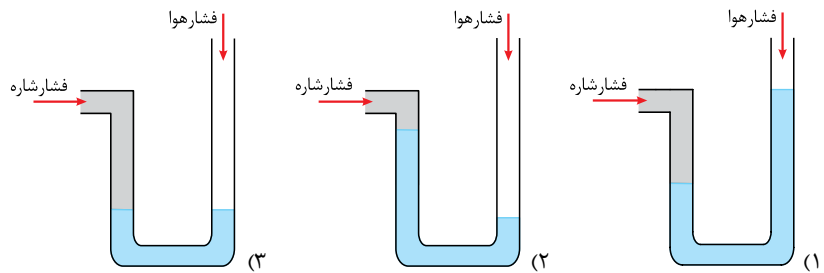
(۴)



(۳)



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



(۴) هیچ کدام

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

(۱) فشار مطلق است و معادل ۲۲ اتمسفر است.

(۲) فشار پیمانه‌ای است و معادل ۲۲ اتمسفر است.

(۳) فشار مطلق است و تقریباً معادل ۱۶۲ cmHg است.

(۴) فشار مطلق است و تقریباً معادل ۱۶۲ cmHg است.

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

(۱) فشار هوای محیط، حداکثر ۷۵ cmHg است.

(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 وسیله 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 بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، به ترتیب ۱ و ۱۳/۶ است). (سراسری تهری ۸۱)

(۱) ۶۸۰

(۲) ۶/۸

(۳) ۱۷

(۴) ۱/۷

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

(۱) ۵

(۲) ۱۰

(۳) ۱۵

(۴) ۲۰

۹۷- در شکل مقابل، فشار در نقطه A چند کیلوپاسکال است؟ (فشار هوا ۱۰<sup>۵</sup> پاسکال و چگالی آب و جیوه در SI به ترتیب برابر ۱۰۰۰ و ۱۳۶۰۰ است). (سراسری فارج از کشور ریاضی ۹۴)

(۱) ۶۸

(۲) ۱۴۱

(۳) ۱۶۶

(۴) ۱۷۰

۹۸- در شکل روبه‌رو، فشار در نقطه A چند کیلوپاسکال است؟ (چگالی آب و جیوه، به ترتیب ۱۰۰۰ و ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و فشار هوای بیرون ۱۰<sup>۵</sup> پاسکال است). (سراسری تهری ۹۴)

(۱) ۷۹/۶

(۲) ۱۱۹/۶

(۳) ۶۸/۴

(۴) ۱۲۰/۴

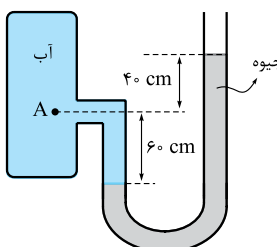
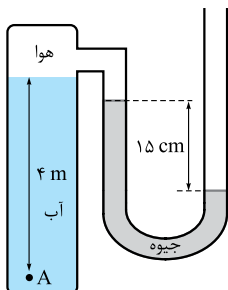
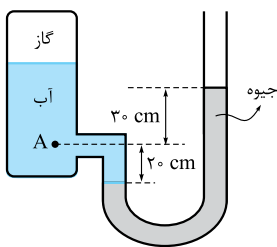
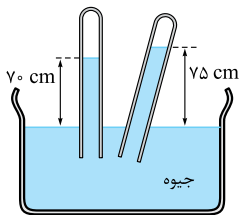
۹۹- در شکل روبه‌رو، اختلاف فشار نقطه A و فشار هوا چند کیلو پاسکال است؟ (چگالی جیوه و آب، به ترتیب ۱۳/۶ و ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب است). (سراسری ریاضی ۹۴)

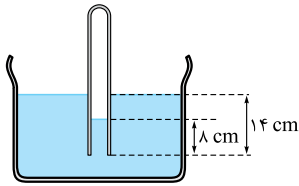
(۱) ۱۳/۶

(۲) ۱۳۶

(۳) ۱۳۰

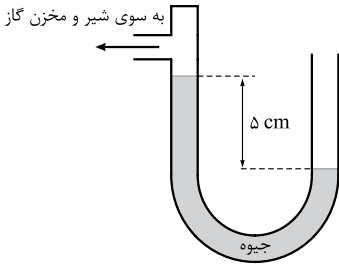
(۴) ۶۰





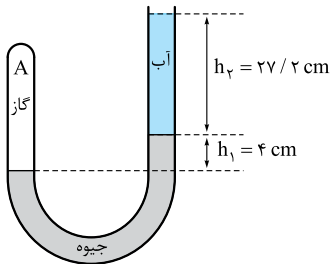
- ۱۰۰- در شکل روبه‌رو، دهانه لوله قائمی تا عمق ۱۴ سانتی‌متر درون مایعی به چگالی  $9/0$  گرم بر سانتی‌متر مکعب فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله، ۸ سانتی‌متر باشد، فشار هوای داخل لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟ (فشار هوا، ۷۶ سانتی‌متر جیوه و چگالی جیوه،  $13/5$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (سراسری تهرپی ۷۸)

(۱)  $75/5$  (۲)  $75/6$  (۳)  $76/4$  (۴)  $76/5$



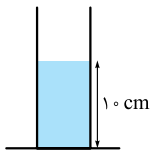
- ۱۰۱- در شکل مقابل، اگر فشار گاز  $95/2$  کیلوپاسکال و اختلاف ارتفاع بین سطح جیوه در دو طرف، برابر با ۵ سانتی‌متر باشد، فشار هوا چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی جیوه  $13600$  کیلوگرم بر متر مکعب است.) (سراسری ریاضی ۷۸)

(۱) ۷۶ (۲) ۷۵ (۳) ۷۰ (۴) ۶۵



- ۱۰۲- در شکل مقابل، فشار گاز در شاخه A چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی جیوه و آب بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، به ترتیب  $13/6$  و  $1$  و فشار هوای محیط، ۷۴ سانتی‌متر جیوه است.) (دانشگاه آزار ۷۸)

(۱) ۶۸ (۲) ۸۰ (۳) ۶۶ (۴) ۷۶



- ۱۰۳- مطابق شکل روبه‌رو، در یک استوانه بلند به سطح مقطع  $20 \text{ cm}^2$  تا ارتفاع  $10 \text{ cm}$  از یک مایع به چگالی  $1250$  گرم بر لیتر قرار دارد و فشار در ته لوله  $P_1$  است. چند سانتی‌متر مکعب از مایع دیگری به چگالی  $800$  گرم بر لیتر به مایع داخل لوله اضافه کنیم، تا فشار در ته لوله به  $1/2 P_1$  برسد؟ ( $P_2 = 75 \text{ cm Hg}$  و  $P_1 = 13/5 \text{ g/cm}^3$  و  $\rho_{\text{جیوه}} = 10 \text{ N/kg}$ ) (سراسری تهرپی ۹۹)

(۱)  $51/25$  (۲)  $256/25$  (۳)  $512/5$  (۴)  $2562/5$

- ۱۰۴- شخصی از یک دهانه فشارسنجی به شکل U که محتوی آب است، در آن می‌دمد. اختلاف ارتفاع آب در دو شاخه به  $50$  سانتی‌متر می‌رسد. با توجه به این‌که چگالی آب  $1000$  کیلوگرم بر متر مکعب است، فشار پیمانه‌ای دمیدن شخص چند پاسکال است؟ (سراسری تهرپی ۶۲)

(۱) ۵۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۱۰۰۰ (۴) ۵۰۰۰

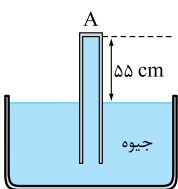


- ۱۰۵- در شکل روبه‌رو، شخص چنان در لوله دمیده که سطح آزاد آب و روغن، هم‌تراز شده است. فشار پیمانه‌ای درون ریه او، چند پاسکال بوده است؟ (چگالی آب و روغن، به ترتیب  $1000 \text{ kg/m}^3$  و  $800 \text{ kg/m}^3$  و  $g = 10 \text{ N/kg}$  است.)

(۱) ۱۲۴۰ (۲) ۱۵۶۰ (۳) ۱۳۴۰ (۴) ۲۴۵۰

- ۱۰۶- ارتفاع جیوه در لوله یک هواسنج  $76$  سانتی‌متر و بالای جیوه، خلأ است. لوله را آن قدر کج می‌کنیم تا ارتفاع قائم جیوه به  $65$  سانتی‌متر برسد. فشار وارد بر ته بسته لوله از طرف جیوه، تقریباً چند نیوتون بر متر مربع است؟ (چگالی جیوه  $13/6$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (سراسری تهرپی ۶۹)

(۱) ۱۱۰۰ (۲)  $15 \times 10^5$  (۳)  $11 \times 10^4$  (۴)  $15 \times 10^3$

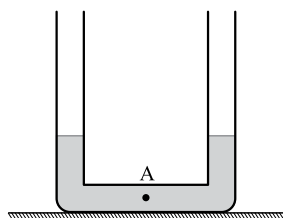
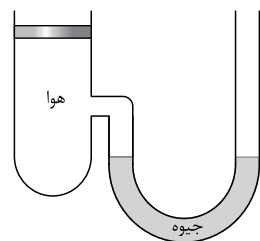


- ۱۰۷- در شکل مقابل، فشار هوای محیط برابر  $75$  سانتی‌متر جیوه و سطح مقطع لوله  $5$  سانتی‌متر مربع است. نیرویی که از طرف جیوه به سطح بالایی لوله وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (چگالی جیوه  $13/6$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (دانشگاه آزار ۷۸)

(۱) ۶۸ (۲)  $74/8$  (۳) ۳۴ (۴)  $13/6$



وزنه‌ای که روی روزنه خروج بخار آب قرار داده می‌شود.



۱۰۸- شخصی به جرم  $75 \text{ kg}$ ، همانند شکل روبه‌رو، روی یک توپ بزرگ نشسته است. اگر وزن توپ ناچیز، و فشار پیمانه‌ای داخل توپ،  $25 \times 10^5 \text{ Pa}$  باشد، شعاع دایره تماس توپ با سطح افقی زمین، چند متر است؟ ( $\pi = 3$  و  $g = 10 \text{ N/kg}$ )

- ۰/۰۳ (۱)
- ۰/۳ (۲)
- ۰/۱ (۳)
- ۰/۵ (۴)

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

- ۴۰ (۱)
- ۰/۴ (۲)
- ۴۰۰ (۳)
- ۰/۰۴ (۴)

۱۱۰- در شکل مقابل، وزن و اصطکاک پیستون ناچیز است. وزنه چند کیلوگرمی را به آرامی روی پیستون قرار دهیم تا در حالت تعادل، اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه در لوله به  $7/5$  سانتی‌متر برسد؟ (مساحت قاعده پیستون  $50$  سانتی‌متر مربع و چگالی جیوه  $13/6$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (سراسری خارج از کشور ریاضی ۸۹)

- ۳/۲ (۱)
- ۴/۳ (۲)
- ۵/۱ (۳)
- ۶/۴ (۴)

۱۱۱- در شکل روبه‌رو، محلولی به چگالی  $1040 \text{ kg/m}^3$  در کیسه 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،  $1300 \text{ Pa}$  باشد، کمینه ارتفاع  $h$  چند سانتی‌متر باشد تا محلول، در سیاهرگ نفوذ کند؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

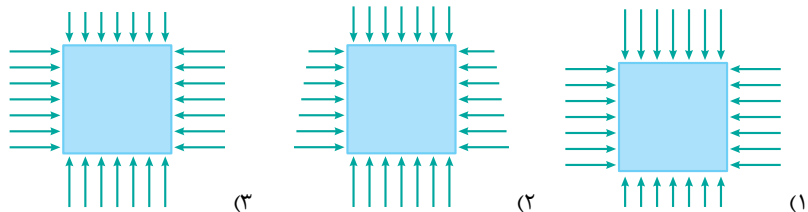
- ۲۵ (۱)
- ۱۲/۵ (۲)
- ۷۵ (۳)
- ۱/۲۵ (۴)

۱۱۲- در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لوله در هر طرف برابر  $2$  سانتی‌متر مربع است و در لوله جیوه ریخته شده است. اگر در یکی از شاخه‌ها، روی جیوه،  $68$  گرم آب بریزیم، فشار در نقطه  $A$  چند سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد؟ (چگالی جیوه و آب، به ترتیب  $13/6$  و  $1$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.) (سراسری خارج از کشور تهری ۹۳)

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

### نیروی شناوری

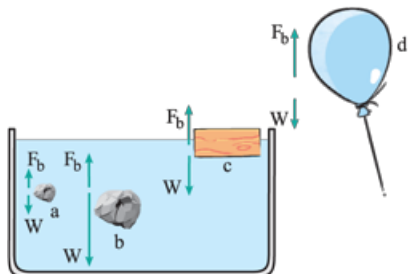
۱۱۳- مکعبی در یک مایع غوطه‌ور است. کدام گزینه، نیروهایی را که مایع به نقاط مختلف این مکعب وارد می‌کند، درست نشان می‌دهد؟

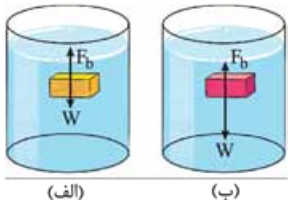


(۴) هر سه درست‌اند.

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

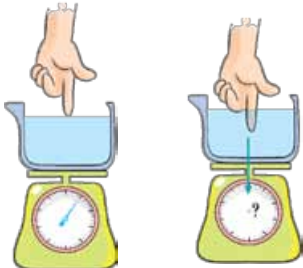
- a (۱)
- b (۲)
- c (۳)
- d (۴)





۱۱۵- در شکل‌های روبه‌رو، اندازه 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 ببریم، عقربه 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  $20 \text{ cm}$ ، درون شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است. فشار در بالا و زیر جسم،

$105 \text{ kPa}$  و  $106/8 \text{ kPa}$  است. چگالی شاره، چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (شتاب گرانش زمین را

$10 \text{ N/kg}$  در نظر بگیرید.)

۰/۹ (۲)

۱۰۰۰ (۱)

۹۰۰ (۴)

۱ (۳)

### شماره 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.

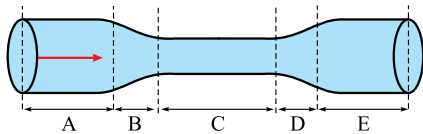
۱۱۹- یکای آهنگ جریان شاره در SI، کدام است؟

(۴) متر مکعب بر ثانیه

(۳) متر مربع بر ثانیه

(۲) متر بر ثانیه

(۱) کیلوگرم بر ثانیه



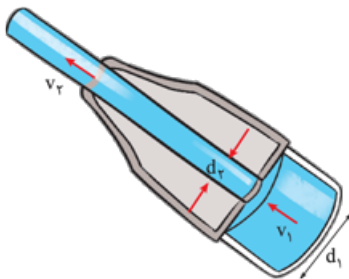
۱۲۰- در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل روبه‌رو، آب از چپ به راست در جریان است. در قسمت .....

B (۲)

D (۱)

C (۴)

C و B (۳)



۱۲۱- شکل روبه‌رو، شیر متصل به انتهای شلنگ آتش‌نشانی را نشان می‌دهد. اگر آب با تندی

$v_1 = 1/5 \text{ m/s}$  از شلنگ، وارد شیر شود و قطر ورودی شیر  $d_1 = 10 \text{ cm}$  و قطر قسمت خروجی آن،

$d_2 = 2/5 \text{ cm}$  باشد، تندی خروج آب از شیر، چند متر بر ثانیه است؟

۴۸ (۲)

۱۲ (۱)

۲۴ (۴)

۶ (۳)

۱۲۲- فرض کنید در بدن انسان، خون از قلب با تندی  $30 \text{ cm/s}$  وارد دریچه آئورت به شعاع  $1 \text{ cm}$  می‌شود. این خون پس از عبور از رگ‌های اصلی، وارد

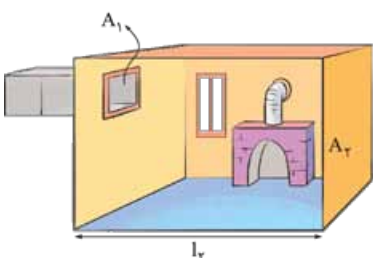
مویرگ‌ها می‌شود. اگر شعاع هر مویرگ را  $4 \times 10^{-4} \text{ cm}$  و تندی خون در هر مویرگ را  $5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  فرض کنیم، چند مویرگ در بدن وجود دارد؟

$5 \times 10^5$  (۴)

$5 \times 10^9$  (۳)

$3/75 \times 10^9$  (۲)

$3/75 \times 10^5$  (۱)



۱۲۳- در شکل روبه‌رو، اتاقی به حجم  $270 \text{ m}^3$  را می‌بینید که هوای گرم از طریق کانالی به مساحت مقطع

$A_1$ ، با تندی  $3 \text{ m/s}$  به آن وارد می‌شود. اگر هوای وارد شده از این کانال، هر  $15$  دقیقه یک بار، کل فضای

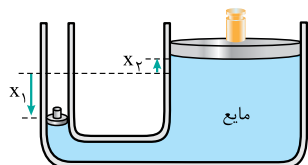
اتاق را باز پر کند،  $A_1$  چند متر مربع بوده است؟ (چگالی هوا را ثابت فرض کنید.)

۰/۱ (۲)

۰/۳ (۱)

۰/۲ (۴)

۰/۰۵ (۳)

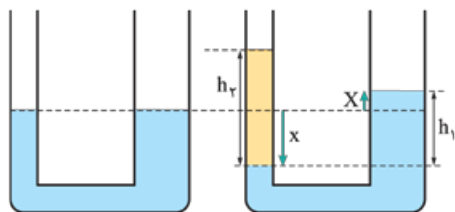


۷۲- **گزینه ۴** وقتی پیستون کوچک‌تر را به اندازه  $X_1$  پایین ببریم، حجم مایع داخل شاخه سمت چپ به اندازه  $A_1 X_1$  کاهش می‌یابد ( $A_1 X_1$  همون مساحت قاعده در ارتفاع، یعنی فرمول مهم استوانه‌اس!) و باید همین حجم به مایع طرف دیگر اضافه شده باشد. اگر پیستون بزرگ‌تر، به اندازه  $X_2$  بالا رفته باشد، می‌توان نوشت:

$$A_1 X_1 = A_2 X_2 \Rightarrow A_1 \times \frac{200}{\text{mm}} = A_2 \times 4 \Rightarrow A_2 = 50 A_1$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{2}{A_1} = \frac{F_2}{50 A_1} \Rightarrow F_2 = 100 \text{ N}$$

اکنون برای حالتی که دو پیستون هم‌ترازند، می‌توان نوشت:



۷۳- **گزینه ۲** سطح مقطع لوله باریک‌تر را  $a$  و سطح مقطع لوله ضخیم‌تر را  $A$  می‌نامیم؛ همچنین جابه‌جایی سطح آب در لوله باریک‌تر را با  $x$  و جابه‌جایی سطح آب در لوله 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:

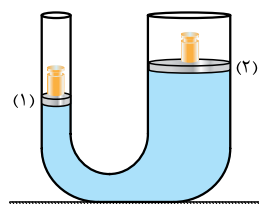
$$ax = AX \Rightarrow 2x = 5 \times 4 \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 (x + X) = \rho_2 h_2 \Rightarrow 1 \times 14 = 0.8 h_2 \Rightarrow h_2 = 17.5 \text{ cm}$$

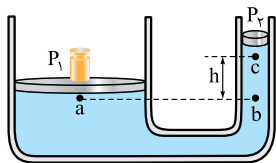
اکنون با توجه به شکل، می‌توان نوشت:

$$m = \rho V = \rho ah_2 = 0.8 \times 2 \times 17.5 = 28 \text{ g}$$

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

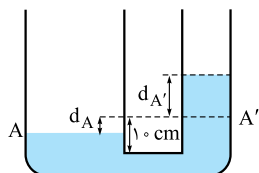


۷۴- **گزینه ۲** چون سطح مقطع پیستون (۱) کوچک‌تر از پیستون (۲) است، وقتی وزنه یکسانی روی دو پیستون می‌گذاریم فشاری که پیستون (۱) به مایع وارد می‌کند، بیشتر از پیستون (۲) خواهد بود ( $P = \frac{mg}{A}$ ) و به همین دلیل، مانند شکل روبه‌رو، پیستون (۱) مقداری به پایین و پیستون (۲) مقداری به بالا جابه‌جا می‌شود.



۷۵- **گزینه ۲** شکل روبه‌رو، زمانی را نشان می‌دهد که وزنه قرار داده شده روی پیستون سمت چپ، سبب پایین رفتن آن (و همین‌طور بالا رفتن پیستون دیگر) شده و دستگاه در حال تعادل قرار گرفته است. با توجه به برابری فشار در دو نقطه  $a$  و  $b$ ، می‌توان نوشت:

$$P_a = P_b = P_c + \rho gh \Rightarrow P_0 + \frac{0.48 \times 10}{200 \times 10^{-4}} = P_0 + 800 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$$



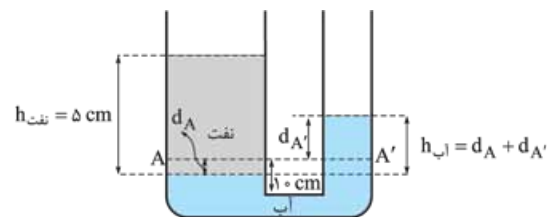
۷۶- **گزینه ۲** ابتدا به شکل روبه‌رو نگاه کنید. در این شکل نفت را نکشیده‌ام تا شکل شلوغ نشود! فقط پایین رفتن سطح آب در طرف چپ و بالا آمدن سطح آن در طرف راست را می‌بینید. چون قطر طرف چپ، ۳ برابر قطر طرف راست است، مساحت طرف چپ، ۹ برابر مساحت طرف راست خواهد بود و با استفاده از برابری حجم آب جابه‌جا شده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

$$A_A d_A = A_{A'} d_{A'} \xrightarrow{A_A = 9A_{A'}} 9d_A = d_{A'}$$

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

$$\rho_{\text{نفت}} h_{\text{نفت}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \Rightarrow 0.8 \times 5 = 1 \times h_{\text{آب}} \Rightarrow h_{\text{آب}} = 4 \text{ cm} = d_A + \frac{d_{A'}}{9}$$

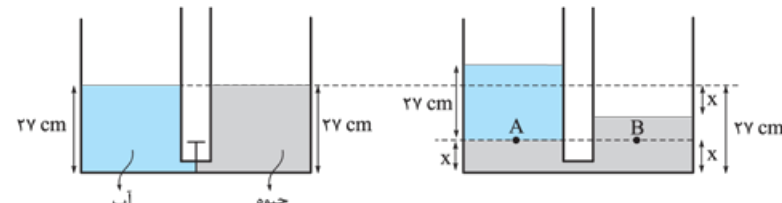
$$\Rightarrow d_A = 0.4 \text{ cm} \Rightarrow d_{A'} = 9d_A = 3.6 \text{ cm}$$

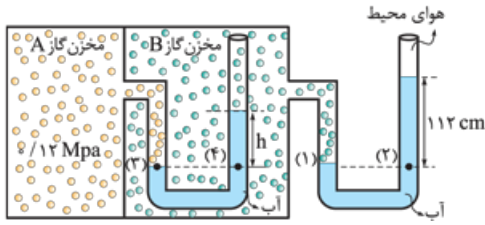


۷۷- **گزینه ۳** همان‌گونه که در شکل‌های مقابل

می‌بینید، اگر پس از باز کردن شیر، سطح جیوه در طرف راست به اندازه  $X$  پایین برود، با توجه به ناچیز بودن حجم لوله افقی و برابری سطح مقطع دو طرف، باید سطح جیوه در طرف چپ هم به اندازه  $X$  بالا برود؛ در این صورت می‌توان نوشت:

$$\rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 27 = 13.6 (27 - 2X) \Rightarrow X = 12.5 \text{ cm}$$





۷۸- گزینه ۴ ابتدا به دو نقطه (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 نقطه (۱) برابر با فشار گاز داخل مخزن B و فشار در نقطه (۲)، برابر مجموع فشار هوای محیط و فشار ناشی از ستون ۱۱۲ سانتی‌متری آب است:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_B = P_0 + \rho gh'$$

$$\Rightarrow P_B = 10^5 \times 10^3 + 10^3 \times 10 \times 112 \times 10^{-2} = 112200 \text{ Pa}$$

kPa → Pa                      cm → m

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

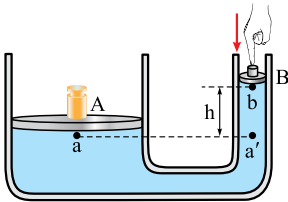
$$P_3 = P_4 \Rightarrow P_A = P_B + \rho gh \Rightarrow 1.12 \times 10^6 = 112200 + 10^3 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.78 \text{ m} = 78 \text{ cm}$$

MPa → Pa

$$P_a = P_{a'} = P_b + \rho gh \Rightarrow P_b = P_a - \rho gh$$

۷۹- گزینه ۲ با توجه به شکل، زمانی که پیستون B بالاتر از پیستون A است، می‌توان نوشت:

می‌بینید که به دلیل وجود جمله  $-\rho gh$ ، فشار در نقطه b کم‌تر از فشار در نقطه a است. اکنون توجه کنید که فشار در زیر پیستون A ثابت (و برابر  $P_a = P_0 + \frac{mg}{A}$ ) است؛ در نتیجه با پایین‌رفتن پیستون B (و در نتیجه بالا رفتن پیستون A)، اختلاف ارتفاع دو پیستون (یعنی h) کاهش می‌یابد و باید فشار در زیر پیستون B افزایش



$$P_b = P_{a'} - \rho gh$$

ثابت  
P<sub>a</sub>

فشار در زیر پیستون B مدام افزایش می‌یابد تا آن‌که در لحظه 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. (آگه قبول ندارین، فودتون به شکل براش بکشین و به رابطه براش بنویسین!)

### حواست‌باشه!

امیدوارم از گزینه (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- گزینه ۳ کافی است به رابطه  $F = \rho ghA$  توجه کنید!

۸۱- گزینه ۱ کافی است مقدارهای داده‌شده را به صورت زیر، در رابطه  $F = \rho ghA$  قرار دهیم:

$$F = \rho ghA \xrightarrow{A = \pi r^2} F = 13600 \times 10 \times 0.1 \times 3 \times 10^{-3} = 4 \text{ N}$$

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

۸۲- گزینه ۳ کافی است از رابطه  $F = \rho ghA$  استفاده کنیم؛ فقط باید یادتان باشد که در این رابطه، منظور از h، ارتفاع از «سطح آزاد» مایع (یعنی ۳۰

$$F = \rho ghA \Rightarrow F = 800 \times 10 \times 0.3 \times 100 \times 10^{-4} = 24 \text{ N}$$

هیچ استفاده‌ای نمی‌شود!

۸۳- گزینه ۴ وقتی می‌گویند «ابعاد» استوانه B نصف «ابعاد» استوانه A است، منظور این است که ارتفاع و شعاع قاعده B، هر یک نصف ارتفاع و شعاع قاعده A است.

از آن جایی که قاعده استوانه به شکل دایره است، با استفاده از رابطه مساحت دایره (یعنی  $A = \pi r^2$ ) می‌توان نتیجه گرفت که مساحت قاعده با مجذور شعاع متناسب است؛

یعنی چون شعاع قاعده استوانه B،  $\frac{1}{2}$  شعاع قاعده استوانه A است، مساحت قاعده استوانه B،  $(\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4}$  مساحت قاعده استوانه A است:

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

۸۴- گزینه ۱ برای محاسبه نیرویی که آب به درپوش وارد می‌کند، کافی است فشار آب در زیر درپوش را در مساحت درپوش ضرب کنیم. نکته مهم، محاسبه مساحت درپوش است. برای محاسبه این مساحت، باید مساحت دایره کامل درپوش را منهای مساحت مقطع لوله کنیم؛ چرا که درست به اندازه مساحت مقطع لوله، سوراخی در درپوش ایجاد شده است (فقط هواستون باشه که «قطر» این دایره‌ها رو، رو شکل مشخص کرده!):

$$A = \pi r^2 - \pi r'^2 = 3 \times 25^2 - 3 \times 5^2 = 1800 \text{ cm}^2$$

$$F = \rho ghA = 1000 \times 10 \times 1 \times 1800 \times 10^{-4} = 1800 \text{ N}$$

۸۵- گزینه ۳ چنان‌که دیدیم، نیرویی که ظرف به سطح افقی وارد می‌کند، هم‌اندازه با وزن مجموعه ظرف و مایع است که برای هر دو ظرف یکسان است. فشار

آب در کف ظرف‌ها نیز به دلیل یکسان بودن عمق آب هر دو ظرف برابر است.

۸۶- گزینه ۲ آگه این تستو غلط زدین، باید به بار دریگه درس‌نامه (۷) رو بخونید!





۸۷- گزینه ۱ با اضافه کردن مایع، فشار به اندازه  $\Delta P$  افزایش می‌یابد:  $\Delta P = \frac{mg}{A_1}$

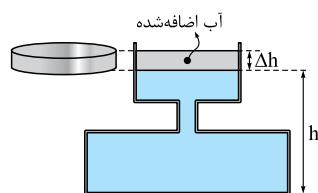
$$\Delta F = \Delta P A_2 = \frac{mg}{A_1} A_2 = \frac{2}{\frac{1}{2} \times \frac{200}{200}} \times \frac{200}{200} = 5 \text{ N}$$

۸۸- گزینه ۴ توجه کنید که فشار ناشی از دو مایع در کف این ظرف برابر  $\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$  است که اگر در مساحت «کف ظرف» ضرب شود، نیروی مورد نظر

$$F = (\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2) A = (1000 \times 10 \times 0/1 + 800 \times 10 \times 0/05) \times 50 \times 10^{-4} = 7 \text{ N}$$

را می‌دهد:

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



۸۹- گزینه 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  $\Delta h$  نشان دهیم، افزایش فشار به دلیل آب اضافه‌شده برابر  $\Delta P = \rho g \Delta h$  می‌شود؛ به این ترتیب، چیزی که نیاز داریم،  $\Delta h$  است. توجه کنید که حجم مایع اضافه‌شده را می‌دانیم (۲ لیتر و یا  $2 \times 10^{-3}$  متر مکعب) و با توجه به استوانه‌ای بودن آب اضافه‌شده، می‌توان نوشت:

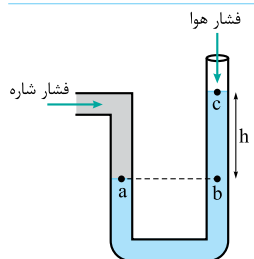
$$\text{حجم آب اضافه‌شده} = A \Delta h \Rightarrow 2 \times 10^{-3} = 0/04 \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{2 \times 10^{-3}}{0/04} = 0/05 \text{ m}$$

$$\text{افزایش فشار در کف ظرف} = \Delta P = \rho g \Delta h = 1000 \times 10 \times 0/05 = 500 \text{ Pa}$$

۹۰- گزینه ۳ حتماً نام هر یک از ابزارهای نشان داده‌شده در چهار گزینه این تست را می‌دانید! برای اطمینان، یک بار این نام‌ها را مرور می‌کنیم: گزینه (۱)،

جوسنج، گزینه (۲)، مانومتر، گزینه (۳)، فشارسنج بوردون و گزینه (۴)، چگالی‌سنج است. (در مورد این آفری، به فرده پلوتر با هم صحبت می‌کنیم!)

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



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

$$P_a = P_b = P_c + \rho g h$$

↓                      ↓  
فشار شاره            فشار جو

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

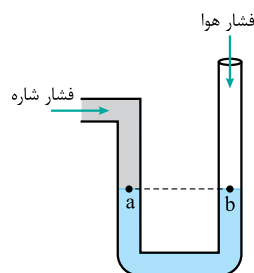
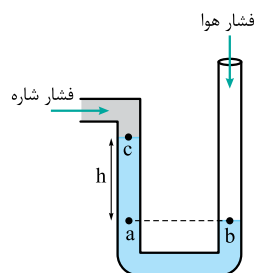
گزینه (۲): این بار با توجه به شکل روبه‌رو، فشار شاره، در نقطه c به سطح مایع وارد می‌شود و با توجه به برابری فشار در دو نقطه a و b، می‌توان نوشت:

$$P_b = P_a = P_c + \rho g h \Rightarrow P_c = P_b - \rho g h$$

↓                      ↓  
فشار شاره            فشار جو

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

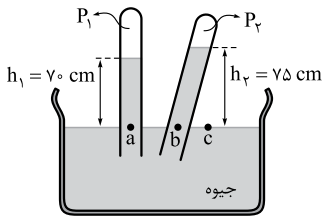
گزینه (۳): در این گزینه، چون سطح آزاد مایع در دو طرف، هم‌تراز است، فشار شاره با فشار هوا مساوی بوده و فشار پیمانه‌ای آن صفر است.



۹۲- گزینه ۳ یادتان باشد که فشاری که دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار نشان می‌دهند، فشار «پیمانه‌ای» است. برای تعیین این فشار بر حسب سانتی‌متر جیوه، کافی

است ببینیم که فشار چه ارتفاعی از جیوه، با فشار ۲۲۰ kPa برابر است:

$$P_g = \rho g h \Rightarrow 220 \times \frac{10^3}{\text{kPa} \rightarrow \text{Pa}} = 13600 \times 10 \cdot h \Rightarrow h = 1/62 \text{ m} = 162 \text{ cm}$$



۹۳- نکته مهمی که در این تست باید مورد توجه قرار گیرد، این است که اشاره‌ای به خلأ بودن بالای لوله‌ها نشده است! در حقیقت با توجه به متفاوت بودن 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 نقطه  $a$ ،  $b$  و  $c$  را همانند شکل روبه‌رو در یک سطح افقی در نظر بگیریم، با توجه به برابری فشار در این سه نقطه، می‌توان نوشت:

$$P_a = P_b = P_c \Rightarrow \begin{cases} P_c = P_a \xrightarrow{P_c = P_a} P_c = P_1 + 70 \text{ cmHg} \Rightarrow P_c > 70 \text{ cmHg} \\ P_c = P_b \xrightarrow{P_c = P_b} P_c = P_2 + 75 \text{ cmHg} \Rightarrow P_c > 75 \text{ cmHg} \end{cases}$$

(هواستون هست که یون فشار و بر حسب «سانتی‌متر جیوه» می‌فواستیم، به پای کل عبارت  $\rho gh$ ، 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- 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.»

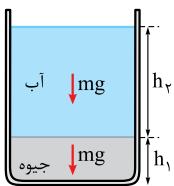
۹۵- ابتدا ارتفاع جیوه معادل آب را پیدا می‌کنیم:

$$\begin{cases} P = P_0 + \rho gh \\ \downarrow h' \\ 125 = 75 + h' \Rightarrow h' = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

برای جیوه  
 $\rho h = \rho' h' \Rightarrow 1 \times h = 13/6 \times 50 \Rightarrow h = 680 \text{ cm} = 6/8 \text{ m}$

اکنون می‌توان عمق آب دریاچه را محاسبه کرد:

برای مایع موجود



۹۶- حتماً به یاد دارید که رابطه  $\rho gh$  برای فشار ناشی از یک مایع، در اصل از روی رابطه  $P = \frac{mg}{A}$  به دست آمده بود!

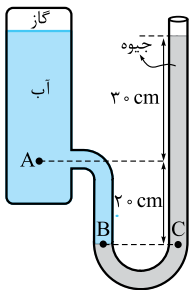
در این جا با توجه به برابری جرم آب و جیوه و به کمک همین رابطه  $P = \frac{mg}{A}$ ، می‌توان نتیجه گرفت که فشار ناشی از آب و جیوه برابر است:

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow 13/6 h_1 = 1 h_2 \Rightarrow h_2 = 13/6 h_1$$

با توجه به مجموع ارتفاع دو مایع، می‌توان نوشت:

$$h_2 + h_1 = 73 \xrightarrow{h_2 = 13/6 h_1} 13/6 h_1 + h_1 = 73 \Rightarrow h_1 = \frac{73}{14/6} = 5 \text{ cm}$$

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  $5 + 5 = 10$  سانتی‌متر جیوه می‌شود.



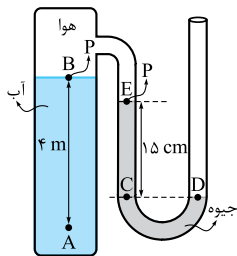
۹۷- بیاید ابتدا فشار در نقطه C را با توجه به شکل روبه‌رو، پیدا کنیم:

$$P_C = P_0 + \rho_{\text{جیوه}} gh = 10^5 + 13600 \times 10 \times (30 + 20) \times 10^{-2} = 168000 \text{ Pa}$$

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

$$P_B = P_A + \rho_{\text{آب}} gh \Rightarrow 168000 = P_A + \frac{1000 \times 10 \times 20}{2} \Rightarrow P_A = 166000 \text{ Pa} = 166 \text{ kPa}$$

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



یعنی دو نقطه 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 این جا، چون هوای بالای آب و جیوه در داخل ظرف، شرایط یکسانی دارد، فشاری که بر سطح آزاد هر دو مایع وارد می‌کند، برابر است. بیاید کار خود را با دو نقطه هم‌فشار C و D شروع کنیم! فشار در نقطه D برابر فشار هوای بیرون است.

$$P_D = P_C \Rightarrow P_0 = P + \rho_{\text{جیوه}} gh \Rightarrow 10^5 = P + 13600 \times 10 \times 0/15$$

$$\Rightarrow P = 100000 - 20400 = 79600 \text{ Pa}$$

$$P_A = P + \rho_{\text{آب}} gh = 79600 + 1000 \times 10 \times 4 = 119600 \text{ Pa} = 119/6 \text{ kPa}$$

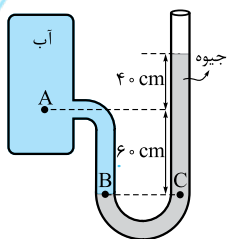
حالا می‌توانیم فشار در نقطه A را محاسبه کنیم:



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

$$P_C = P_B \Rightarrow P_0 + \rho gh = P_A + \rho' gh' \Rightarrow P_0 + 13600 \times 10 \times (0/6 + 0/4) = P_A + 1000 \times 10 \times 0/6$$

$$\Rightarrow P_0 + 136000 = P_A + 6000 \Rightarrow P_A - P_0 = 130000 \text{ Pa} = 130 \text{ kPa}$$



۱۰۰- گزینه ۳ همان‌گونه که در شکل مقابل نشان داده‌ام، فشار هوای داخل لوله در نقطه a به سطح مایع وارد

می‌شود. نقطه b را هم‌تراز با نقطه 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:

$$P_a = P_b = P_0 + \rho gh$$

چون فشار را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌خواهیم، باید ببینیم که فشار ناشی از ارتفاع h = 6 cm از مایع موجود، معادل

$$\rho h = \rho' h' \Rightarrow 0/9 \times 6 = 13/5 \times h' \Rightarrow h' = 0/4 \text{ cm}$$

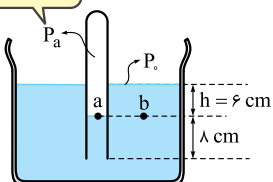
برای جیوه  
برای مایع موجود

$$P_a = P_b = P_0 + \rho gh$$

حالا به رابطه قبلی باز می‌گردیم:

$$P = 76 + 0/4 = 76/4 \text{ cmHg}$$

فشار هوای داخل لوله



۱۰۱- گزینه ۲ چون فشار هوا را برحسب سانتی‌متر جیوه از ما خواسته است، بیایید پیش از هر کاری، ببینیم فشار 95/2 کیلوپاسکال (یا 95200 پاسکال) معادل

$$P = \rho_{\text{جیوه}} gh \Rightarrow 95200 = 13600 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0/7 \text{ m} = 70 \text{ cm}$$

فشار ناشی از چه ارتفاعی جیوه است:

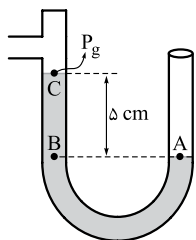
به این ترتیب، می‌توان گفت که فشار گاز داخل مخزن ( $P_g$ ) برابر 70 سانتی‌متر جیوه بوده است. این فشار در نقطه C به سطح جیوه وارد

می‌شود و فشار در نقطه B که در عمق 5 سانتی‌متری زیر این نقطه است، برابر می‌شود با:  $P_B = P_g + \rho gh = 70 + 5 = 75 \text{ cmHg}$

توجه دارید که چون فشار را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌خواهیم و مایع ما نیز جیوه است، به جای کل جمله  $\rho gh$ ، فقط ارتفاع

جیوه (یعنی 5 سانتی‌متر) را گذاشته‌ایم. در آخر هم باید توجه کنید که چون دو نقطه A و B در شکل بالا هم‌ترازند، فشار در هر

دو مساوی است و فشار در نقطه A نیز همان فشار هوای محیط است.



۱۰۲- گزینه ۲ فشار گاز در شاخه A در شکل روبه‌رو، به نقطه a در سطح جیوه وارد می‌شود و با توجه به برابری فشار

$$P_a = P_b = P_0 + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2$$

در دو نقطه a و b می‌توان نوشت:

توجه کنید که فشار هوا را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌دانیم؛ هم‌چنین می‌توانیم به جای کل عبارت  $\rho_1 gh_1$ ، مقدار  $h_1$

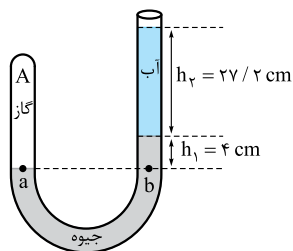
را بگذاریم (چون این مایع جیوه است). تنها مشکل ما این است که مایع بالایی آب است و برای بیان فشار آن برحسب

سانتی‌متر جیوه باید ببینیم که ارتفاع  $h_2$  از آب، معادل چه ارتفاعی جیوه است:

$$\rho_2 h_2 = \rho' h' \Rightarrow 1 \times 27/2 = 13/6 h' \Rightarrow h' = 2 \text{ cm}$$

برای جیوه  
برای مایع موجود

اکنون همه چیز آماده است!



$$P_a = P_b = P_0 + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 = 74 + 4 + 2 = 80 \text{ cmHg}$$

$h_1$  سانتی‌متر جیوه

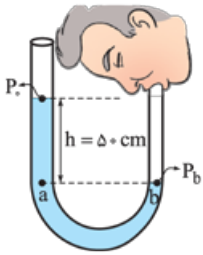
۱۰۳- گزینه ۳ ابتدا فشار  $P_1$  را محاسبه می‌کنیم و چون در حالت دوم، فشار به  $1/0.2 P_1$  رسیده است، می‌توان نتیجه گرفت که فشار ناشی از وزن مایع اضافه شده،

برابر  $0/0.2 P_1$  بوده است:

$$P_1 = P_0 + \rho gh = 13500 \times 10 \times \frac{75}{100} + 1250 \times 10 \times 0/1 \Rightarrow P_1 = 102500 \text{ Pa}$$

$$\rho V = \frac{mg}{A} \Rightarrow 0/0.2 P_1 = \frac{mg}{A} \Rightarrow 0/0.2 \times 102500 = \frac{800 \times V \times 10}{20 \times 10^{-4}}$$

$$V = 512/5 \text{ cm}^3$$



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

$$P_b = P_a = P_0 + \rho gh \Rightarrow P_b - P_0 = \rho gh = 1000 \times 10 \times 0.05 = 500 \text{ Pa}$$

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

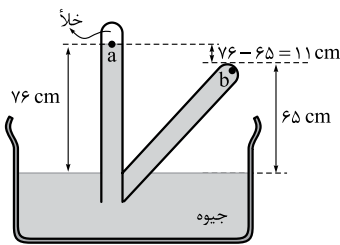
۱۰۵- گزینه ۲ چون مایع‌ها در حال تعادل‌اند، می‌توان گفت که در محل تماس آن‌ها با یکدیگر، فشار آب، باید با فشار روغن برابر باشد. فشار در سطح آزاد روغن، فشار ریه شخص و فشار بر سطح آزاد آب، فشار هوای محیط است:

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

فشار پیمانه‌ای ریه

$$\Rightarrow P_{\text{ریه}} - P_0 = \rho' gh - \rho gh = gh(\rho' - \rho) = 10 \times 78 \times 10^{-2} \times (1000 - 800) = 1560 \text{ Pa}$$

cm  $\rightarrow$  m



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

$$P_b = P_a + \rho gh = \underbrace{0}_{\text{صفر}} + \underbrace{13600}_{\text{kg/m}^3} \times \underbrace{0.11}_{\text{m}} = 14960 \text{ Pa} = \underbrace{15000}_{15 \times 10^3} \text{ Pa}$$

۱۰۷- گزینه ۳ بیاید ابتدا فشار در نقطه‌ای از مایع را که درست زیر سطح  $A$  قرار دارد (نقطه  $a$ ) به دست آوریم:

$$P_c = P_b = P_a + \rho gh \Rightarrow 75 = P_a + 55 \Rightarrow P_a = 20 \text{ cmHg}$$

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

$$P_a = \rho gh = 13600 \times 10 \times 0.2 = 27200 \text{ Pa}$$

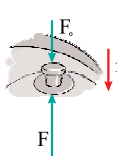
و نیرو را می‌توان با ضرب کردن این فشار در مساحت به دست آورد:

$$F_a = P_a A = \rho gh A = 27200 \times 5 \times 10^{-4} = 13/6 \text{ N}$$

۱۰۸- گزینه ۲ فشار پیمانه‌ای داده‌شده، ناشی از وزن شخص است و کافی است از رابطه فشار، استفاده کنیم:

$$P_g = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow 0.25 \times 10^5 = \frac{75 \times 10}{\frac{3 \times R^2}{\pi R^2}} \Rightarrow R^2 = \frac{75 \times 10}{3 \times 0.25 \times 10^5} \Rightarrow R = 0.1 \text{ m}$$

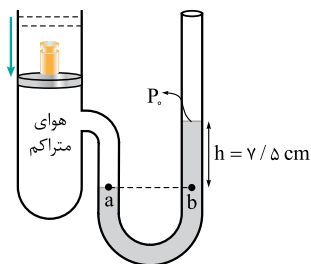
۱۰۹- گزینه ۱ پیش از هر چیز، یادآوری می‌کنم که طبق تعریف فشار ( $P = \frac{F}{A}$ )، نیرو را می‌توان با ضرب کردن فشار در مساحت به دست آورد:



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:

$$F_0 + mg = F \Rightarrow P_0 A + mg = PA \Rightarrow 1 \times \underbrace{10^5}_{\text{atm}} \times \underbrace{4 \times 10^{-6}}_{\text{mm}^2} + m \times 10 = 2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow m \times 10 = \frac{8 \times 10^{-1} - 4 \times 10^{-1}}{0.4} \Rightarrow m = 0.04 \text{ kg} = 40 \text{ g}$$



۱۱۰- **گزینه ۳** وقتی وزنه‌ای روی پیستون قرار گیرد، فشار ناشی از پیستون و وزنه روی آن، سبب پایین رفتن پیستون و متراکم شدن هوای زیر آن می‌شود. وقتی پیستون به تعادل رسید، فشاری که به هوای زیر خود وارد می‌کند، برابر  $P = P_0 + \frac{mg}{A}$  است (وزن وزنه‌ای است که روی پیستون قرار داده‌ایم). این فشار، چنان‌که در شکل روبه‌رو می‌بینید، در نقطه 'a' بر سطح جیوه وارد می‌شود:

$$P_a = P_0 + \frac{mg}{A}$$

اکنون به نقطه 'b' توجه کنید! فشار در این نقطه، برابر  $P_b = P_0 + \rho gh$  است و از طرفی، چون با 'a' هم‌تراز است،

$$P_a = P_b \Rightarrow P_0 + \frac{mg}{A} = P_0 + \rho gh \Rightarrow \frac{m \times 10}{\Delta \times 10^{-4}} = 13600 \times 10 \times \frac{\gamma / \Delta}{100} \Rightarrow m = \Delta / 1 \text{ kg}$$

باید فشار آن با  $P_a$  برابر باشد:

۱۱۱- **گزینه ۲** برای این که محلول در سیاهرگ نفوذ کند، باید فشار پیمانهای آن، حداقل برابر با فشار پیمانهای در سیاهرگ باشد:

$$P_g = \rho gh = P_{\text{سیاهرگ}} \Rightarrow 10400 \times 10 \times h = 13000 \Rightarrow h = \frac{13000}{10400} = 0.125 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 12.5 \text{ cm}$$

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

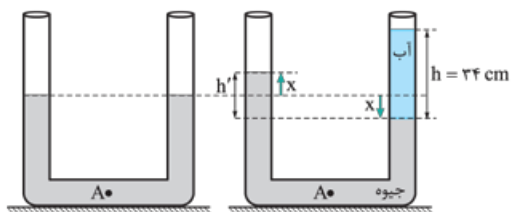


سؤال خوبی است! خونی که در سیاهرگ جریان دارد، در حال بازگشت از بافت‌های بدن است و به همین دلیل، فشار آن بسیار کم‌تر از فشار خون داخل سرخرگ است و تزریق یک مایع به داخل آن، به فشار کم‌تری نیاز دارد.



۱۱۲- **گزینه ۱** بیا باید ابتدا ارتفاع آب اضافه‌شده به یکی از شاخه‌ها را حساب کنیم! برای این منظور از چگالی آب و فرمول حجم استونه کمک می‌گیریم:

$$m = \rho V = \rho Ah \Rightarrow 68 = 1 \times 2 \times h \Rightarrow h = 34 \text{ cm}$$



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

$$\rho h = \rho' h' \Rightarrow 1 \times 34 = 13 / 6 \times 2x \Rightarrow x = \frac{34}{2 \times 13 / 6} = 1 / 25 \text{ cm}$$

برای جیوه  
برای آب

بیا باید برای قضاوت در مورد افزایش فشار در نقطه 'a' شاخه سمت چپ کمک بگیریم. اگر یک بار دیگر به شکل سمت راست دقت کنید، می‌بینید که سطح آزاد جیوه در شاخه سمت چپ، نسبت به وضع اولیه به اندازه  $x = 1 / 25 \text{ cm}$  بالاتر رفته است و به همین دلیل فشار در نقطه 'A' به اندازه  $1 / 25$  سانتی‌متر جیوه بیشتر از قبل شده است.

فسته نباشین! می‌دونم که بعد از به استراحت مسایلی، قند دارین دوباره با شور و شوقی غیر قابل وصف، به بخش آموزش مفهومی برگردین و درس نامه (۹) رو شروع کنین! ... می‌فوام قبل از این کار، برای این که من هم سهمی در رفع فستگی تون داشته باشم، به شعبه بازی والپ بهتون یار بدم! ... بطوره!؟ ... دوست دارین!؟



## ای آب! ... به جوشن آیی!

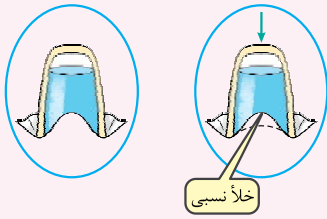


برای انجام این شعبده‌بازی جالب، به امکانات زیادی احتیاج ندارید؛ یک لیوان شیشه‌ای که مقداری آب در آن ریخته‌اید و یک دستمال پارچه‌ای که آن را خیس کرده‌اید، تنها چیزهای مورد نیاز هستند. (البته قبل از این که هلوی کسی این شعبده بازی رو اتها ۴ بدین، به هند باری باید در فلوت فوت تون، اونو تمرین کنین!)

دستمال خیس را روی دهانه 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 راستان، لیوان و دستمال را نگه دارید. حالا باید لیوان را سر و ته کنید!

(نترسین! آبی بیرون نمی‌ریزه!) نکته جالب، این است که وقتی لیوان را وارونه می‌کنید، دستمال هم چنان فرورفته است و فشار هوای بیرون، نمی‌گذارد که دستمال صاف شود. (اگه باورتون نمی‌شه، فوت تون لیوانو بالا ببرین و زیر شو 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؟!

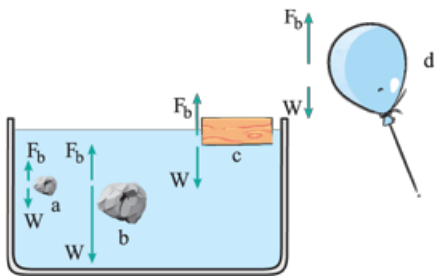


خیرا! واقعیت این است که جوشیدنی در کار نیست! در حقیقت، وقتی با انگشت خود، لیوان را به پایین فشار می‌دهید، لیوان، داخل دستمال، اندکی پایین می‌رود و سبب می‌شود همانند شکل روبه‌رو، فرورفتگی دستمال در زیر لیوان، کاهش یابد. به این ترتیب در زیر آب، خلأ به وجود می‌آید و همین موضوع، سبب می‌شود که هوای بیرون، 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.



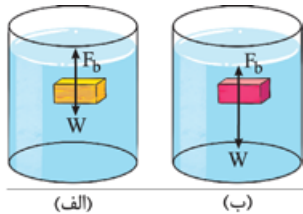
۱۱۳- گزینه ۲ کافی است توجه کنید که هر چه از بالا به پایین می‌رویم، چون فشار مایع افزایش می‌یابد، اندازه نیرویی که به جسم وارد می‌کند نیز، زیاد می‌شود.

۱۱۴- گزینه ۱ در هر دو شکل (a) و (c)، اندازه 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، همه حجم بادکنک، در شارژ اطرافش (هوا) قرار دارد، اما چون نیروی شناوری، بزرگ‌تر از وزن است، بادکنک در حال «بالارفتن» است.

۱۱۵- گزینه 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 گزینه (۳) غلط است و باید همین گزینه انتخاب شود!

ما فکر کردیم این گزینه هم داره چیز درستی رو می‌گه! مگه نگفته بودین که آگه همه هم به هم 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، آن وقت 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- 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 بالاسونه! ... پس اون نیروی رو به پایین بیه؟!



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 طرف وارد می‌کند. همین نیروی رو به پایین، آب را بیشتر به ترازو می‌فشارد و سبب می‌شود ترازو، عدد بیشتری را نشان دهد.



۱۱۷- گزینه ۴ کافی است برای فشار در بالا و زیر جسم، رابطه  $P_2 = P_1 + \rho gh$  را به کار ببریم؛ فقط هواستون باشه که فشارا بر حسب کیلو پاسکال داده شرن و باید به پای

$$۱۰۶ / ۸ \times ۱۰^۳ = ۱۰۵ \times ۱۰^۳ + \rho \times ۱۰ \times \frac{۰}{۲} \Rightarrow ۱۸۰۰ = ۲\rho \Rightarrow \rho = ۹۰۰ \text{ kg/m}^۳$$

متر

«کیلو»، از فریب  $۱۰^۳$  استفاده کنین،

۱۱۸- گزینه ۲ 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.