

فصل دوم: ویژگی های فیزیکی مواد

ماده به دلیل ویژگی هایی که داره به چند دسته تقسیم میشه که به انواع حالت های آن در زیر اشاره می کنیم:

۱- حالت جامد: فشردگی مولکول ها در این حالت از بقیه بیشتره .مولکول ها آزادانه نمی توانند حرکت کنند و تنها در جای خود حرکت ارتعاشی در جهات مختلف دارند.

۲-مایع:فاصله ی مولکول ها در مقایسه با گازها کمتر است.مولکول ها به راحتی رو هم می لغزند.

۳-گازها: به راحتی در فضای اطراف منتشر می شوند و فاصله ی بین مولکول های آنها زیاده.

سوال (امتحان ترم اول مدرسه ی شهید باقری)

وقتی یک قطره رنگ را داخل سطل پر از آب میندازیم،رنگ در تمام آب منتشر می شود. این امر را چگونه توجیه می کنید.

حل:با توجه به تعریف که گفتیم تمام مولکول های آب به راحتی رو هم میلغزند و تا حدودی میتوانند در فضای اطراف پخش شوند این را می توانند توجیه کنند.

جامد ها انواع مختلفی دارند ۱- جامد بلورین ۲- جامد بی شکل

جامد بلورین مولکول ها در طرح منظمی کنار یکدیگر قرار گرفته اند.که معمولا از سرد کردن آهسته ی مایعات حاصل می شود.فلزات و بیشتر سنگ ها مانند نمک طعام و الماس بلورین هستن .

جامد بی شکل : مولکول ها در طرح نامنظم کنار یکدیگر قرار ندارند. و معمولا از سرد کردن سریع مایعات حاصل می شود.از جمله موارد مثال شیشه است که یک جامد نامنظم و بی شکل است.

نیروی همچسبی:

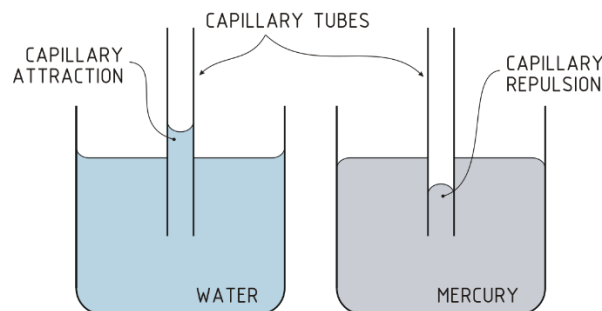
مولکول ها یک مایع معمولا نسبت به هم نیروی جاذبه دارند که به این نیرو نیروی همچسبی می گویند.

این نیرو در فاصله ی خاصی از مولکول ها وجود دارد. لذا اگر فاصله ی مولکول ها از این فاصله کمتر شود نیروی بین مولکول ها به صورت رانشی و اگر بیشتر از این مقدار شود کم کم نیروی ربایشی کمتر شده و در نهایت به صفر می رسد.

کشش سطحی: ویژگی مربوط به مایعات است که مولکول های سطحی مایع به علت ربایشی که نسبت به هم دارند سطحی ایجاد می کنند که در برابر گسیختگی اندکی از خود مقاومت نشان میدهند. مثلا ما اگر یک سوزن کوچک را روی یک دستمال کاغذی بگذاریم و آنها را روی یک سطح آب بگذاریم خواهیم دید که سوزن در مایع فرو نرفته و روی سطح آب شناور می شود.

نیروی دگر چسبی (تر شوندگی): علاوه بر خود مایع ، میان مایع و ماده های دیگر نیروی کشش و چسبندگی وجود دارد. مثلا ما وقتی یک لیوان آب را روی یک سطح موزاییک میریزیم میبینیم که آب روی سطح پخش شده و متوقف میشود. علت این است که مولکول ها روی سطح موزاییک چسپیده اند. این حالتی است که نیروی دگر چسبی مولکول های آب از نیروی همچسبی خود آب بیشتر است. اما وقتی سطح موزاییک را چرب کنیم میبینیم که مولکول های آب دیگر به سطح موزاییک نمی چسبند و به صورت کره هایی رو سطح در می آیند. در این حالت نیروی همچسبی از نیروی دگرچسبی قوی تر است.

نیروی موینگی: همان نیروی دگرچسبی است . وقتی یک لوله ی شیشه ای موین درون یک ظرف مایع (مثلا آب) قرار میگیرد ، مایع از سطح آب بیشتر بالا می آید . علت آن نیروی دگرچسبی بین شیشه و آب است که به این فرایند ، اثر موینگی می گویند. اما نکته ی مهم این است که این اثر برای مایعات متفاوت است. برای آب ، مایع در لوله بالاتر می آید در حالی که برای جیوه مایع پایین تر از سطح قرار می گیرد.



*لوله هایی معمولا شیشه ای به قطر حدود ده میلی متر را لوله ی موین می گویند.

در مصالح سازه ها مانند سیمان و گچ و آجر و ... به سبب اثر مویینگی ، آب را درون خود می کشند و باعث تخریب و فرسودگی سازه می شوند لذا برای این کار از قیر یا هر ماده ای که از این اثر جلوگیری کند استفاده می شود.

فشار در مایعات : نکته فیزترین قسمت این فصل!!!! این بخش صد در صد حداقل یک تست از لکنور سراسری شما رو شامل میشه. پس با دقت این قسمت رو بخونید و مفاهیم آن را یاد بگیرید. مبحث بسیار آسان و راحتییه.. خوب کار کنید روی این مبحث تا به راحتی بتونید تستش رو جواب بدین.

فشار: بزرگی نیروی عمودی وارد بر یکای سطح را گویند. یکای فشار در SI پاسکال است.

$$P = \frac{F}{A}$$

در جامدات همگن توپر می توانیم این فرمول را اینگونه گسترش دهیم.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{w}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho gv}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$

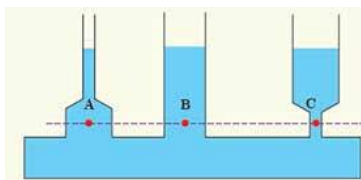
فشار در مایعات :

تراکم ناپذیری مولکول های مایعات و لغزش مولکول های آن روی هم باعث میشود که در مایعات فشار ایجاد شود.

فشار در مایعات دارای چهار خصوصیت است:

- ۱- افزایش و میزان فشار مایعات وابسته به فاصله ی عمق یک نقطه تا سطح آزاد مایع است. کسانی که شنا بلدن میروندن توی استخر هر چی پایین تر بریم انکار فشار روی سر و گوشمون زیاده شده. این ناشی از افزایش فشار با بیشتر شدن عمق است
- ۲- در یک عمق مشخص از یک مایع تمام نقاط آن عمق (ارتفاع) دارای فشار یکسانی هستند. یا ساده تر بگیم سطح آزاد تا یک ارتفاع مشخص تمام نقاط آن سطح ارتفاع با هم همفشار هستند

هم فشار برابری دارند چون ارتفاع



در شکل رو به رو نقاط A و B و C با آنها از سطح مایع با هم برابر است

مستقل از جهت است. یعنی در یک

۳- در یک نقطه از مایعات ، فشار

نقطه از مایع فشار در تمام جهات یکسان بر آن نقطه وارد می شود.

۴- فشار ایجاد شده در یک نقطه از مایع به واسطه ی وزن (چگالی) ایجاد می شود که بالای آن نقطه قرار دارد.

با توجه به این چهار مورد فشار در مایعات برابر است با:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{w}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho gv}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$

فشار هوا

فرمول بالا در حالتی است که غیر از فشار مایع ، فشار دیگری نداشته باشیم. اما معمولا در سطح مایع های آزاد فشار هوا نیز وجود دارد لذا در عمق h از یک مایع فشار این گونه است:

$$P = P_0 + \rho gh$$

معمولا فشار هوای جو می باشد که مقدار آن 1.01×10^5 می باشد. P_0

* با افزایش ارتفاع ما از سطح زمین فشار و چگالی هوا کمتر می شود.

تمرین (امتحان مدرسه ی نمونه ی شهید رسولی)

در اوج نقطه ی قله ی اورست تنفس راحت تر است یا سطح آب دریا؟ توضیح دهید.

حل: هر چه در ارتفاع بالاتر باشیم فشار و چگالی هوا کمتر و قطعا اکسیژن هم کمتر خواهد بود اما هر چه به سطح زمین نزدیک می شویم چگالی و فشار بیشتر می شود و اکسیژن بیشتر می شود.

* اگر با یک دروین میکروسکپی درون یک محیط که پر از دود است را نگاه کنیم میبینیم که ذرات دود به صورت نامنظم و حرکت زیکزاک به اطراف منتشر می شوند. این پدیده را حرکت براونی می گویند.

آزمایش توریچلی

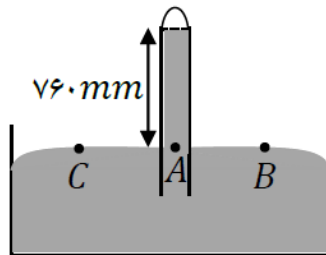
شیوه ی انجام این آزمایش این است که شیشه ای به طول یک متر را پر از جیوه می کنند و انتهای لوله را با انگشت می بندند. سپس آن را در تشت که از جیوه پر شده است به صورت قائم و عمود وارونه می کنند.

وقتی انگشت را از سر لوله برمیداریم ، سطح جیوه مقداری پایین می آید.

در شرایط طبیعی ارتفاع ستون جیوه از سطح آزاد مایع تحت معمولا ۷۶۰ میلی متر است. لذا فشار هوا به اختصار ۷۶۰ میلی متر جیوه می باشد.

هدف از این آزمایش محاسبه ی فشار هوای محل آزمایش با این روش است.

نقاط هم ارتفاع و هم تراز با هم
نقاط همفشار هستند. همچنین
هوای آزاد است.



طبق چهار قانونی که قبلا گفتیم
همفشار هستند. لذا نقاط A و B و C
میدانیم که فشار نقاط B و C فشار

اگر لوله ی قائم را در نظر بگیریم ، فشار در نقطه ی A برابر ارتفاع جیوه و فشار در فضای بالای لوله است که به آن فضای خالی خلا توریچلی می گویند. فشار در این خلا تقریبا صفر است لذا داریم :

$$P = P_A = \rho gh$$

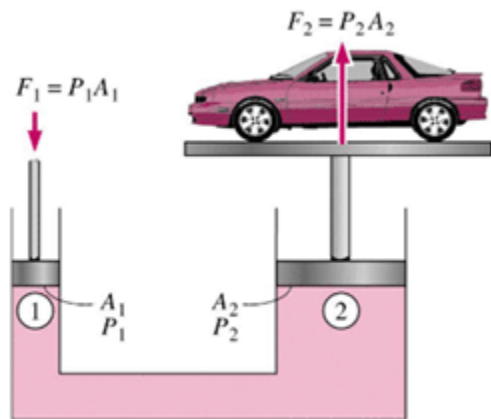
لذا فشار هوا برابر ارتفاع ستون جیوه در آزمایش توریچلی است.

دستگاهی که با این آزمایش می سازیم بارومتر یا جوسنج می گویند.

فشار جوی که با این آزمایش به دست می آید ، برابر ۱ اتمسفر است. همچنین به هر یک میلی متر جیوه به افتخار توریچلی 1 torr می گویند.

اصل پاسکال: هر تغییری در فشار وارد بر مایع (شاره) تراکم ناپذیر و محبوس ، بدون هیچ کم و کاست به تمام مایع و ظرف منتقل می شود. به شرطی که آزمایش در تعادل باشد.

بر اساس اصل پاسکال ما می توانیم بالابر هیدرولیکی را طراحی کنیم که در آن میتوانیم اصل پاسکال را به ضوح ببینیم. اگر یک جرم سنگین را مطابق شکل زیر روی پیستون بزرگ قرار دهیم و مایع در تعادل باشد، به همان اندازه که فشار به پیستون بزرگ وارد می شود ، به همان اندازه به پیستون کوچک فشار وارد می شود. همان طور که میدانیم فشار با نیرو و عکس مساحت رابطه ی مستقیم دارد لذا داریم :

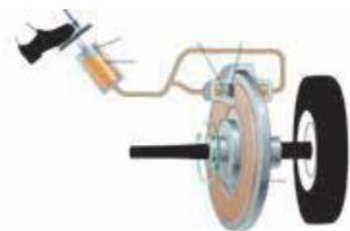


$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

تمرین (مشابه امتحان هماهنگ منطقه ای ۳ تهران)

شکل زیر سیستم ترمز اتومبیل پژو را نشان می دهد. با استفاده از کدام قانون این انتقال نیرو توجیه می شود؟ توضیح دهید.



حل: با توجه به این که انتقال نیرو از یک سطح با یک سطح دیگر در حال تعادل شاره ی درون سیستم انجام شده ، این سیستم از قانون پاسکال پیروی می کند(۰.۵ نمره)

وقتی ما پامون رو روی پدال ترمز فشار می دهیم نیروی F_1 بر پیستون اولیه وارد می شود ، فشار وارد شده از طریق روغن ترمز به لنت ها منتقل می شود ، (۰.۵ نمره) این پیستون لنت ها را با نیروی عمودی $N = PA_2$ به دیسک چرخ وارد می کند. و نیروی اصطکاک $f_k = \mu_k PA_2$ را تولید می کنند. این نیروی اصطکاک سبب کاهش انرژی جنبشی و کاهش سرعت کلی ماشین می شود(۱ نمره)

اصل ارشمیردس:

به جسم های غوطه ور در یک شاره ، همواره نیرویی بالاسوی خالصی از طرف شاره به نام نیروی شناوری وارد می شود. یا به عبارت دیگر وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم درون شاره ای فرو می رود ، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می کند که با وزن شاره ی جابه جا شده توسط جسم برابر است.

برنولی: در مسیری حرکت شاره، با افزایش تندی (سرعت) شاره، فشار کاهش پیدا می کند.

تمرین (دبیرستان غیر دولتی پسرانه ی سرای دانش منطقه ۱۲ تهران)

به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

الف) چرا سطح آب در لوله ی موئین فرو رفته است؟

ب) چرا در روز هایی که باد می وزد، ارتفاع موج های دریا بالاتر از سطح میانگین است؟

ج) چرا قطره های باران در حال سقوط به شکل کروی هستند؟

حل: الف) در نواحی نزدیک لوله به دلیل دگرچسبی آب و شیشه، مولکول های آب به شیشه می چسبند و بالاتر قرار می گیرند.

ب) طبق اصل برنولی بر اثر وزش باد، فشار هوای سطح آب کاهش پیدا می کند و سطح موج بالاتر می آید.

ج) هم چسبی بین مولکول ها سبب می شود که در هنگام سقوط به هم بسپند و شکل کره در بیابند.

آهنگ جریان شاره: اگر شاره ای با سرعت V درون لوله ای با سطح مقطع A در جریان باشد، آهنگ جریان شاره از رابطه ی زیر حاصل می شود:

$$\text{آهنگ جریان شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{مدت زمان}} = AV$$

معادله ی پیوستگی: اگر شاره ای در یک مدت زمان از دو لوله به سطح مقطع های متفاوت عبور کند، جرم خروجی شاره در زمان یکسان در دو لوله یکسان است.

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

علوم نانو: شاخه ای از علوم که تغییرات مولکولی موارد را در مقیاس نانو بررسی می کند.

این فصل نکات و تست های زیاده داره . طبق روال جزوه ما سعی کردیم از دو نوع تست و سوال امتحانات نهایی استفاده کنیم و نکات تکمیلی و همچنین مهارت حل سوال رو در این قسمت به شما عزیزان یاد بدیم. لطفا قدم به قدم سوال ها و پاسخ تشریحی سوال ها رو مطالعه کنید تا به تسلط برسید.

تمرین (دبیرستان غیر دولتی سرای دانش واحد سیدخندان تهران)

با ذکر دلیل توضیح دهید وقتی یک قطره آب و یک قطره جیوه را روی یک سطح صاف میریزیم ، آن قطرات به چه شکل در می آیند.

حل: از آنجایی که نیروی دگرچسبی بین شیشه و آب ، بیشتر از نیروی همچسبی بین مولکول های آب است ، لذا آب روی شیشه پخش می شود در حالی که نیروی همچسبی بین جیوه بیشتر از دگرچسبی بین جیوه و آب است لذا جیوه به صورت همان قطره باقی می ماند.

تمرین (قلمچی ۹۹)

چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

الف) پدیده ی پخش نشان دهنده ی حرکت آزادانه ی مولکول های گازها و مایعات در جهات مختلف است.

ب) فاصله ی میانگین مولکول ها در هوا در شرایط معمولی $35A^\circ$ و در مایع و جامد در حدود $10A^\circ$ است

ج) مایعات را می توان تقریبا تراکم ناپذیر دانست.

د) جامدهای بلورین از سرد شدن سریع مایعات حاصل می شود.

ه) شیشه از نمونه های جامد بلورین و فلز ها از نمونه های جامدهای بی شکل است.

۳(۴)

۴(۳)

۲(۲)

۱(۱)

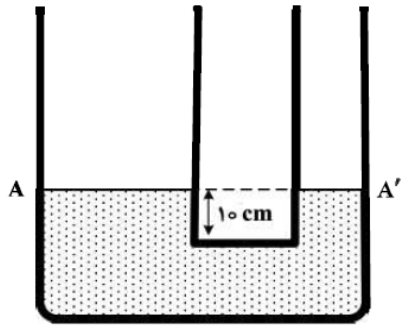
حل: موارد الف و ج صحیح است. فاصله ی بین مولکول های مایع و جامد حدود ۱ انگسترم است نه $10!!!$

شیشه جامد بی شکل است - جامد بلورین از سرد شدن آهسته نه سریع $!!!!$ گزینه ۲

تمرین (سراسری تجربی ۹۸)

- 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؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و $\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)



(۱) ۱/۲

(۲) ۳/۶

(۳) ۴

(۴) ۵

حل: اولاً به هر مقدار حجم که ما نفت میریزیم، به همان مقدار حجم آب جابه جا می‌شود. پس داریم:

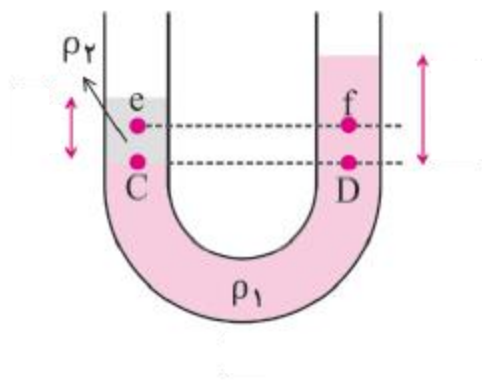
$$\Delta v_A = \Delta v_{A'} \rightarrow A_A \times h_A = A_{A'} \times h_{A'} \rightarrow h_{A'} = 9h_A \quad D_A = 3D_{A'}$$

$$P_1 = P_2 \rightarrow \rho g h_{\text{آب}} = \rho g h_{\text{نفت}} \rightarrow 0.8 \times 10 \times 5 = 1 \times 10 \times h_{\text{آب}} \rightarrow h_{\text{آب}} = 0.4$$

$$h_{\text{نفت}} = 0.4 \times 9 = 3.6$$

به همین سادگی حل شد. در حقیقت بهت سر توازن لوله ی یو شکل هستند.

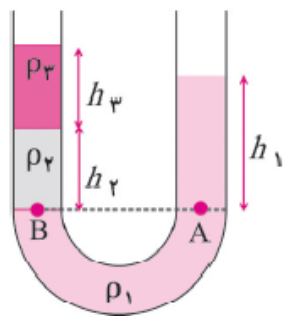
- اگر در یک لوله ی U شکل یک نوع مایع بریزیم، سطح مقطع هر چه که میفوزد باشد، ارتفاع مایع در و طرف لوله در هر صورت برابره.



- دو نقطه ی هم تراز از یک مایع رو ما میتونیم هم فشار در نظر بگیریم اما آکه چند مایع در یک لوله ی یو شکل باشند و لوله در تعادل باشد، زمانی دو نقطه هم تراز و هم فشار هستند که از یک نوع مایع باشند به طوری که اون مایع به صورت پیوسته از یک سمت لوله تا سمت دیگر لوله امتداد داشته باشد. در شکل بالا نقاط D و C چون هم‌تراز از یک مایع پیوسته ی ρ_1 هستند این دو نقطه هم تراز و هم فشار هستند، اما فرض کنید که بین

این دو نقطه مایعی دیگر وجود داشته باشه با شکلی متفاوت، دیگر این دو نقطه هم تراز نیستند.

- اگر در یک لوله ی U شکل دو یا چند مایع مخلوط نشدنی با چگالی متفاوت وجود داشته باشد ، هر چه چگالی مایع کمتر باشد ، بالاتر قرار می گیرد. یا به عبارت دیگر مایع چگالی تر ، سنگین تر است و در زیر قرار میگیرد.
- در یک لوله ی U شکل ، برای به دست آوردن فشار یک نقطه ، با اعمال چگالی ها و مایع های بالای آن نقطه استفاده می کنیم. مثلا در شکل زیر فشار در دو نقطه ی A و B به این صورت مناسبه می شود:



$$P_A = P_0 + \rho g h_1$$

$$P_B = \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 + P_0$$

- نتیجه ی دو فرمول بالا اینه که برای به دست آوردن فشار در یک نقطه در لوله ی U شکل ، به تعداد مایعات با چگالی متفاوت که بالای آن نقطه قرار می گیرند ، باید $\rho g h$ بنویسیم.
- اگر سطح مقطع در دو طرف لوله متفاوت باشد ، تاثیری در فشار ندارد. اگر یک لوله ی U شکل داشته باشیم که سطح مقطع آن در دو طرف متفاوت باشد ، با توجه به این که مایع جا به جا شده در و طرف یکسان است لذا با مساوی قرار دادن تغییرات مایع در دو طرف می توانیم ارتفاع مجهول را در طرف دیگر لوله به دست بیاییم (به پاسنامه ی سوال قبل مراجعه کنید)

تمرین (آزمون آزمایشی سازمان سنجش یازدهم)

دو مایع مخلوط نشدنی به چگالی ρ_1 و $\rho_2 = 1.5\rho_1$ با جرم های مساوی درون یک استوانه قرار دارند و فشار ناشی از این دو مایع در کف ظرف P می باشد. اگر مقداری از مایع بالایی را از ظرف خارج کنیم به طوری که ارتفاع دو مایع یکسان شود ، فشار ناشی از این دو مایع برابر P' می شود. مقدار $\frac{P'}{P}$ چقدر است ؟

$$\frac{5}{3}(4) \quad \frac{5}{6}(3) \quad \frac{2}{3}(2) \quad \frac{1}{3}(1)$$

یه سوال جالب که میزان تسلط شما رو بر اهمیت انواع چگالی ها و ورزش ذهنی کار کردن با فرمول ها تثبیت میکنه. حل کردن انواع تیپ سوال ها اضطراب شما رو سر جلسه ی کنکور کمک میکنه.

کوه نتواند شدن سد ره مقصود مرد همت مردان برآرد از نهاد کوه، گرد

حل:

زیرا می توان نوشت:

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times h_1 = 1/5 \rho_1 h_2 \Rightarrow h_1 = 1/5 h_2$$

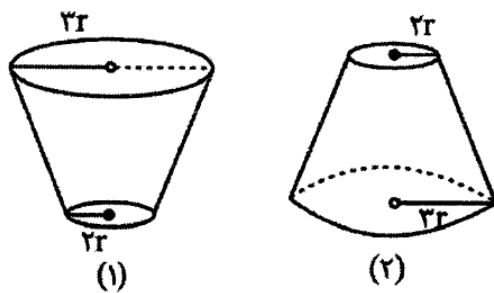
$$P = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = \frac{2}{3} \rho_2 g \times 1/5 h_2 + \rho_2 g h_2 = \frac{2}{3} \rho_2 g h_2 \quad (1)$$

در حالت دوم $h'_1 = h_2$ است، لذا داریم:

$$P' = \rho_1 g h'_1 + \rho_2 g h_2 = \frac{2}{3} \rho_2 g h_2 + \rho_2 g h_2 = \frac{5}{3} \rho_2 g h_2 \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{\frac{5}{3} \rho_2 g h_2}{\frac{2}{3} \rho_2 g h_2} = \frac{5}{2}$$

تمرین (آزمایش سنجش ۹۹)



در شکل مقابل هر دو مخروط با جرم یکسانی از یک مایع کاملاً پر شده‌اند. اگر نیرویی که مایع‌ها به کف مخروط‌های (۱) و (۲) وارد می‌کند به ترتیب $F_{(2)}$ و $F_{(1)}$ باشد، کدام گزینه درست است؟

$$F_{(1)} = F_{(2)} \quad (2) \quad F_{(1)} = \frac{4}{9} F_{(2)} \quad (1)$$

$$F_{(1)} = \frac{9}{4} F_{(2)} \quad (4) \quad F_{(1)} = \frac{2}{3} F_{(2)} \quad (3)$$

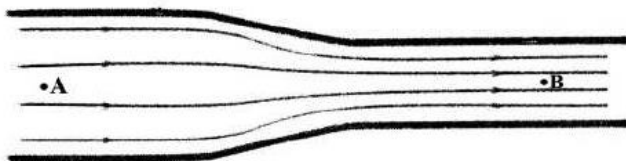
حل: به سوال مشهور و پرتکرار که چند بار نمونه و مشابه توی کنکور سراسری داریم. از تعریف فشار استفاده می‌کنیم.

در دو ظرف فشار ناشی از مایع در کف آنها یکسان است ($P = \rho g h$) به کمک $F = PA$ که در آن A مساحت کف ظرف است، خواهیم داشت:

$$\frac{F_{(1)}}{F_{(2)}} = \frac{A_{(1)}}{A_{(2)}} = \left(\frac{2r}{3r}\right)^2 = \frac{4}{9}$$

تمرین (سراسری تجربی ۹۸)

در شکل زیر، آب به صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تنیدی حرکت آب در نقطه A چند برابر سرعت در نقطه B است؟



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

$$\frac{1}{4} \quad (4) \quad 2 \quad (3)$$

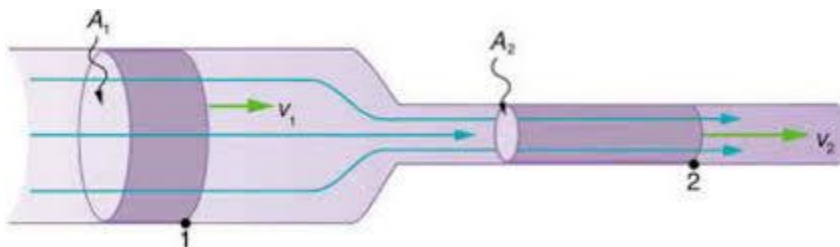
حل: اولین تست در مورد قانون پیوستگی که تحلیل این سوال خیلی مهمه. یک باره دیگه قانون پیوستگی رو تعریف می کنیم.

معادله ی پیوستگی: اگر شاره ای در یک مدت زمان از دو لوله به سطح مقطع های متفاوت عبور کند ، جرم خروجی شاره در زمان یکسان در دو لوله یکسان است.

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

پس باتوجه به معادله ی پیوستگی خواهیم داشت :

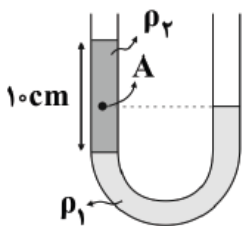
$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{4}$$



تمرین (آزمون گاج ۹۸)

در شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی های $\rho_1 = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\rho_2 = 4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ در یک لوله ی U شکل قرار دارند. فشار پیمانه ای در

نقطه ی A چند کیلو پاسکال است؟ ($P_0 = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



۲ (۱)

۴ (۲)

۱۰۳ (۳)

۱۰۵ (۴)

حل:

زیرا می توان نوشت:

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times h_1 = 1/5 \rho_2 h_2 \Rightarrow h_1 = 1/5 h_2$$

$$P = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = \frac{2}{3} \rho_2 g \times 1/5 h_2 + \rho_2 g h_2 = 2 \rho_2 g h_2 \quad (1)$$

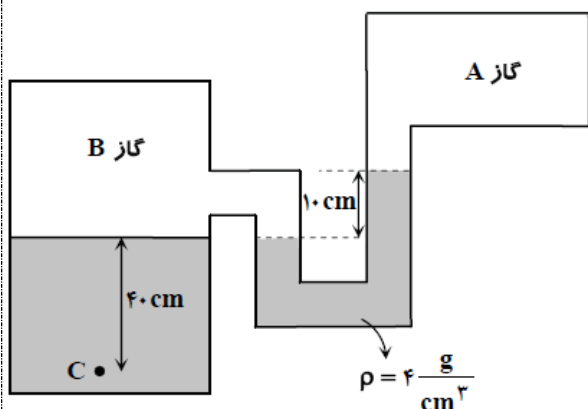
در حالت دوم $h'_1 = h_2$ است، لذا داریم:

$$P' = \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_2 = \frac{2}{3} \rho_2 g h_2 + \rho_2 g h_2 = \frac{5}{3} \rho_2 g h_2 \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{\frac{5}{3} \rho_2 g h_2}{2 \rho_2 g h_2} = \frac{5}{6}$$

تمرین (آزمون گزینه ی دو ۹۹)

در شکل مقابل، اگر فشار در مخزن A برابر با $9 \times 10^4 \text{ Pa}$ باشد، فشار در نقطه C چند کیلوپاسکال است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)



۹۸ (۱)

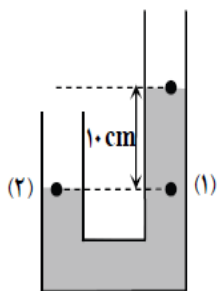
۹۲ (۲)

۸۸ (۳)

۱۰۲ (۴)

حل:

فشار در نقطه (۱) و (۲) از مایع میانی با هم برابر است.



$$\left. \begin{array}{l} P_2 = P_B \\ P_1 = P_A + \rho g h \end{array} \right\} \Rightarrow P_B = P_A + \rho g h = 9 \times 10^4 + 4000 \times 10 \times 0.1 = 94000 \text{ Pa}$$

$$P_C = P_B + \rho g h = 94000 + 1000 \times 10 \times 0.4 = 98000 \text{ Pa} = 98 \text{ kPa}$$

تمرین (سراسری ریاضی ۹۷)

لوله بلندی به صورت قائم نگهداشته شده و در آن تا ارتفاع ۴cm جیوه ریخته شده است. اگر فشار هوا

$1.0336 \times 10^5 \text{ Pa}$ باشد، ارتفاع جیوه درون لوله را به چند سانتی متر برسانیم تا فشار در ته لوله دو برابر شود؟

$$\left(\rho = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

۷۸ (۴)

۸۰ (۳)

۸۲ (۲)

۸۴ (۱)

حل:

$$P_1 = P_0 + \rho gh \rightarrow 1.0336 \times 10^5 + 13600 \times 10 \times 0.04 = 1.0880 \times 10^5$$

$$P_2 = P_0 + \rho gh \rightarrow 2.176 \times 10^5 = 1.0336 \times 10^5 + h \times 10 \times 13600 \rightarrow h = 0.084 \text{ m} = 8.4 \text{ cm}$$

تمرین (امتحان نهایی منطقه ۳ تهران)

یک زیر دریایی در عمق ۲۰ متری آب قرار دارد. ($\pi = 3$ و $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)

الف- اختلاف فشاری را که از طرف بیرون زیر دریایی و داخل به پنجره ی زیر دریایی وارد می شود، بدست آورید.

ب- اگر قطر پنجره ی آن ۸۰ سانتی متر باشد، نیروی عمودی که از همین آب به سطح پنجره وارد می شود، چند نیوتن است؟

حل:

(الف)

$$\Delta P = \rho gh = 1000 \times 10 \times 20 = 20000 \text{ Pa} = 2 \times 10^4 \text{ Pa} \quad \text{0.5 نمره}$$

(ب)

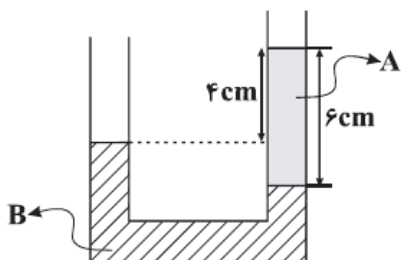
$$A = \pi r^2 = 3 \times (0.04)^2 = 3 \times 0.0016 = 0.0048 \text{ m}^2 \quad \text{0.5 نمره}$$

$$F = PA = 2 \times 10^4 \times 0.0048 = 96 \text{ N} = 9.6 \times 10^1 \text{ N} \quad \text{0.5 نمره}$$

تمرین (قلمچی ۶ بهمن)

مطابق شکل زیر در داخل یک لوله U شکل، دو مایع مخلوط نشدنی A و B به چگالی های ρ_A و ρ_B در حالت تعادل قرار دارند.

حاصل $\frac{\rho_B}{\rho_A}$ کدام است؟



$$\frac{4}{3} \quad (1)$$

$$3 \quad (2)$$

$$\frac{2}{3} \quad (3)$$

$$\frac{2}{3} \quad (4)$$

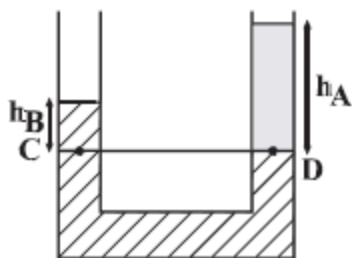
حل: با توجه به برابری فشار در نقاط هم تراز از یک مایع ساکن، داریم:

$$P_C = P_D$$

$$\Rightarrow \rho_B g h_B + P_0 = \rho_A g h_A + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_B h_B = \rho_A h_A$$

$$\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{h_A}{h_B} \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{6}{6-4} = \frac{6}{2} = 3$$

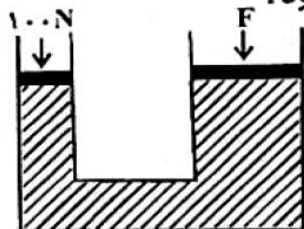


تمرین (قلمچی ۷ فروردین)

در شکل زیر، اگر پیستون بزرگ ۱۰mm تغییر مکان دهد، پیستون کوچک ۴۰cm جابه جا

می شود. اگر مطابق شکل، بر پیستون کوچک نیروی عمودی ۱۰۰N اعمال شود، برای ثابت

ماندن پیستون بزرگ، چند نیوتون نیروی عمودی باید بر آن وارد شود؟



$$400 \quad (1)$$

$$4000 \quad (2)$$

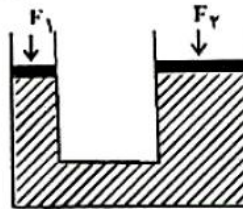
$$100 \quad (3)$$

$$200 \quad (4)$$

حل:

با توجه به اصل پاسکال در مایع‌ها می‌توان نتیجه گرفت که نیروی وارد بر پیستون‌ها با سطح مقطع پیستون‌ها نسبت مستقیم و با جابه‌جایی

آن‌ها نسبت عکس دارد.

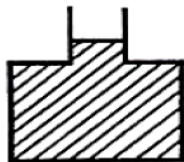


$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{h_2}{h_1} \Rightarrow \frac{100}{F_2} = \frac{10 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} \Rightarrow F_2 = 4000 \text{ N}$$

تمرین (قلمچی)

در شکل زیر، مساحت کف ظرف 30 cm^2 و سطح مقطع دهانه‌ی آن 3 cm^2 است و در داخل ظرف تا ارتفاع نشان داده شده آب وجود دارد. اگر 5 سانتی‌متر مکعب آب، بر آب موجود در ظرف اضافه کنیم، نیرویی که آب بر کف ظرف وارد می‌کند، چند نیوتون افزایش

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



۰/۵ (۱)

۱ (۲)

۱/۵ (۳)

۲ (۴)

حل: ابتدا افزایش ارتفاع ستون آب را محاسبه می‌کنیم:

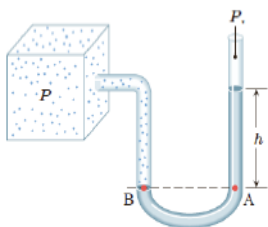
$$\Delta h = \frac{V}{a} = \frac{5}{3} \text{ cm}$$

$$\Delta P = \rho \times g \times \Delta h \Rightarrow \Delta F = \rho \times g \times A \times \Delta h \Rightarrow \Delta F = 1000 \times 10 \times 30 \times 10^{-4} \times \frac{5}{3} \times 10^{-2} = 0.5 \text{ N}$$



تمرین (دبیرستان دخترانه منطقه ی ۱۲ تهران)

در شکل زیر اگر ارتفاع h برابر ۱۹ سانتی متر جیوه باشد، فشار مخزن چند برابر فشار جو است؟ (فشار هوا ۷۶ سانتی متر جیوه است)

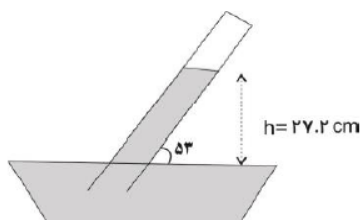


$$P_x = 76 + 19 = 95 \text{ cm hg} \quad \text{نمره 0.5}$$

$$\frac{P_x}{P_o} = \frac{95}{76} = \frac{5}{4} \quad \text{نمره 0.75}$$

تمرین (دبیرستان ناحیه ی ۱۲ سرای دانش تهران)

مطابق آزمایش توریچلی، آزمایش زیر انجام شده است. فشار هوای انتهای لوله چند سانتی متر جیوه و چند پاسکال است؟ (فشار هوا ۷۶ سانتی متر جیوه است)

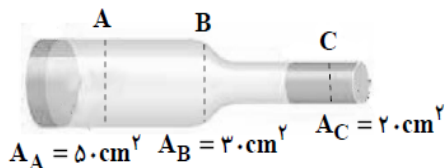


حل:

$$P_x = 76 - 27.2 = 48.8 \text{ cmhg} \rightarrow \rightarrow \rightarrow P = \rho gh = 0.488 \times 10 \times 13600 = 66368 \text{ pa}$$

تمرین (قلمچی)

مطابق شکل زیر، در لوله ای با سطح مقطع متغیر، جریان آرامی از آب به صورت لایه ای و از چپ به راست برقرار است. هرگاه در هر دقیقه ۶۰۰ لیتر آب از مقطع A عبور کند، تندی خروج آب از مقطع C چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ خواهد بود؟



$$30 \quad (3) \quad 0.5 \quad (1)$$

$$300 \quad (4) \quad 5 \quad (2)$$

حل:

طبق معادله ی پیوستگی، آهنگ جریان آب در تمام مقاطع لوله یکسان است. بنابراین به دو مقطع A و B نپرداخته و فقط به مقطع C می پردازیم. ابتدا آهنگ جریان آب را در SI می یابیم:

$$\text{آهنگ جریان آب} = 60 \cdot \frac{L}{\text{min}}$$

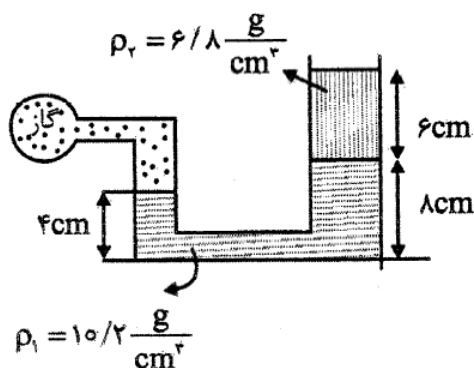
$$\Rightarrow \text{آهنگ جریان آب} = 60 \cdot \frac{L}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \cdot L} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$= 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$A_C \cdot v_C = 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad A_C = 20 \text{ cm}^2 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \rightarrow$$

$$(2 \times 10^{-3}) \times v_C = 10^{-2} \Rightarrow v_C = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

تمرین (آزمون آزمایشی سنجش)



مطابق شکل گازی درون مخزن را به لوله U شکل مساحت مقطع سمت راست آن 2 برابر مساحت سمت چپ آن است متصل کرده ایم. فشار پیمانه ای گاز چند سانتی متر جیوه است؟

- (1) 5
(2) 6
(3) 9
(4) 10

حل:

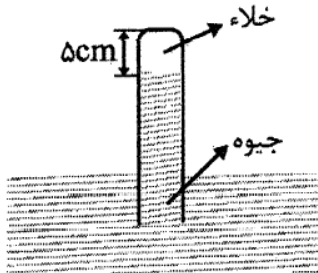
در محاسبات این سؤال مساحت مقطع لوله اهمیتی ندارد. ارتفاع ستون مایع (1) برابر 4cm و ارتفاع ستون مایع (2) برابر 6cm است که باید به سانتی متر جیوه تبدیل شوند:

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 h_1 &= \rho_{\text{Hg}} h_{\text{Hg}(1)} \rightarrow 10/2 \times 4 = 13/6 h_{\text{Hg}(1)} \rightarrow h_{\text{Hg}(1)} = 3 \text{ cm} \\ \rho_2 h_2 &= \rho_{\text{Hg}} h_{\text{Hg}(2)} \rightarrow 6/8 \times 6 = 13/6 h_{\text{Hg}(2)} \rightarrow h_{\text{Hg}(2)} = 3 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \rightarrow P = 3 + 3 = 6 \text{ cmHg}$$



تمرین (آزمایش سنجش یازدهم)

در انتهای لوله‌ای که به طور قائم درون ظرف بسیار بزرگ جیوه قرار دارد، خلاء است. لوله را 20 cm در راستای قائم درون جیوه فرو می‌بریم تا جیوه تا انتهای لوله را پر می‌کند. اگر مساحت انتهای لوله 2 cm^2 باشد، نیرویی که جیوه به انتهای لوله وارد می‌کند چند نیوتون است؟



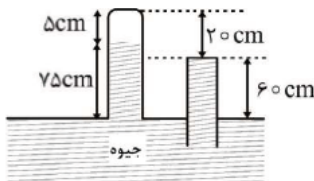
$$(P_0 = 75\text{ cmHg}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$5/44 \quad (2) \quad 16/32 \quad (1)$$

$$6/8 \quad (4) \quad 4/08 \quad (3)$$

حل:

چون در انتهای لوله خلاء است پس ارتفاع جیوه درون لوله در مرحله اول برابر فشار هوای اطراف یعنی 75 cm است. پس انتهای لوله از سطح آزاد جیوه 80 cm است. با فرو بردن لوله به اندازه 20 cm ، جیوه به اندازه 60 cm بالا می‌آید و تا انتهای لوله را پر می‌کند. در نتیجه فشار در انتهای لوله $P = 75 - 60 = 15\text{ cmHg}$ می‌شود. برای به دست آوردن نیروی وارد بر انتهای لوله باید فشار در انتهای لوله را برحسب پاسکال داشته باشیم.

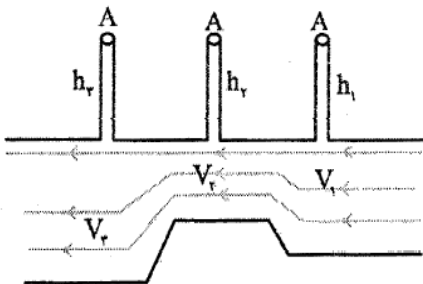


$$P = \rho gh \rightarrow P = 13600 \times 10 \times \frac{15}{100} = 20400\text{ Pa}$$

$$F = PA = 20400 \times 2 \times 10^{-4} = 4.08\text{ N}$$

تمرین (آزمایش سنجش دهم)

در شکل مقابل جریان لایه‌ای مایع در لوله‌های افقی به طور پیوسته برقرار است. کدام گزینه میان تندی شارش مایع و ارتفاع مایع درون لوله‌ها (که در شکل نشان داده نشده است) الزاماً درست است؟



$$V_A > V_B, h_A > h_B \quad (1)$$

$$V_A > V_B, h_B < h_C \quad (2)$$

$$V_A > V_C, h_B > h_C \quad (3)$$

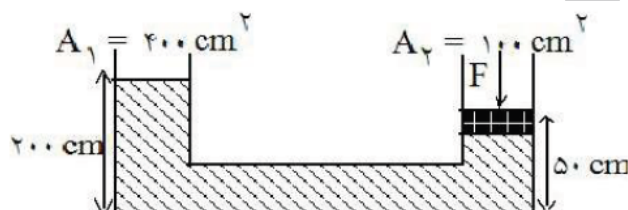
$$V_B > V_C, h_A < h_C \quad (4)$$

حل: این تیپ تست ها میزان فهم شما رو از برنولی و پیوستگی می سنجه

به کمک مفهوم اصل برنولی و رابطه معادله پیوستگی می توان نتیجه جالبی گرفت:
در مسائل اینچنینی میان A (مساحت) و P (فشار) رابطه موافق وجود دارد و هر دوی A و P با V (تندی حرکت شاره) رابطه ای مخالف دارند. در نتیجه میان تندی ها رابطه $V_3 > V_1 > V_2$ و میان ارتفاع مایع درون لوله های قائم رابطه $h_3 > h_1 > h_2$ برقرار است.

تمرین (گزینه ی دو)

در شکل مقابل چگالی مایع $\frac{g}{cm^3}$ و فشار هوا 1 atm و جرم و اصطکاک پیستون روی مایع در شاخه ی سمت راست ناچیز است. نیروی F چند نیوتون باشد تا پیستون حرکت نکند؟



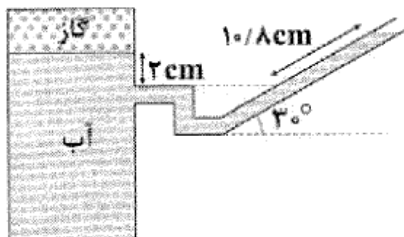
- (۱) ۱۶۰۰
(۲) ۴۰۰
(۳) ۸۰۰
(۴) ۶۰۰

حل : فشار در نقاط هم ارتفاع یک مایع با هم برابر است. از این رو فشار در نقطه زیر پیستون و نقطه ی هم ارتفاعش در شاخه ی سمت چپ برابر است لذا داریم :

$$P_1 + \rho gh = P_2 + \frac{F}{A_2} \Rightarrow 4000 \times 10 \times 1/5 = \frac{F}{100 \times 10^{-4}} \Rightarrow F = 600 \text{ (N)}$$

تمرین (آزمون آزمایشی گاج)

در شکل زیر، اختلاف فشار گاز درون محفظه و فشار هوا چند میلی متر جیوه است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



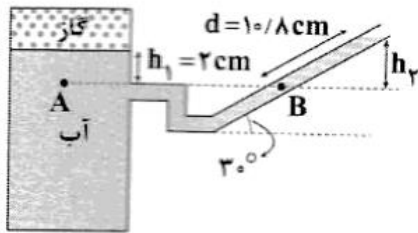
- (۱) ۲۵۰
(۲) ۲/۵
(۳) ۳۴۰
(۴) ۳/۴

لازم نیست متما عالی باشی تا شروع کنی ، اما برای این که عالی بشی متما باید شروع کنی

زیگلار

یادداشت نکات

حل:



چون دو نقطه ی A و B در یک مایع قرار دارند و هم ارتفاع هستند، خواهیم داشت:

$$P_A = P_B$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{آب}} g h_1 = P_{\text{هوا}} + \rho_{\text{آب}} g h_2$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_{\text{هوا}} = \rho_{\text{آب}} g (h_2 - h_1) = \rho_{\text{جیوه}} g h$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} (h_2 - h_1) = \rho_{\text{جیوه}} h \quad (1)$$

$$h_1 = 2 \text{ cm}$$

$$h_2 = d \sin \theta = 1.0/8 \times \frac{1}{2} = 5/4 \text{ cm}$$

$$\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

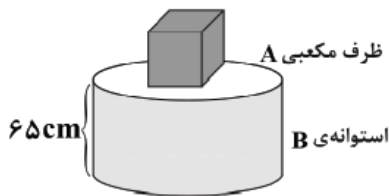
$$\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\xrightarrow{(1)} 1 \times 3/4 = 13.6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0.25 \text{ cm} = 2.5 \text{ mm} \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_{\text{هوا}} = 2.5 \text{ mmHg}$$

تمرین (آزمون سراسری گاج)

مطابق شکل زیر، ظرف مکعبی A به ضلع 10cm را بر از مایعی به چگالی ρ نموده و آن را روی ظرف استوانه‌ای B به شعاع قاعده‌ی 10cm که پر از آب است، قرار می‌دهیم. با فرض این که نیرویی که از طرف مایع‌ها بر کف ظرف B وارد می‌شود، 45° کیلونیوتون باشد، چگالی مایع A

چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ ($\pi = 3$ ، $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ، $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



۸/۵ (۱)

۹ (۲)

۱۱ (۳)

۱۲ (۴)

حل:

فشار کل وارد بر کف ظرف را می‌توان از رابطه‌ی $P = \frac{F}{A}$ محاسبه نمود:

$$A = \pi r^2 = 3 \times (10)^2 = 300 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{کل}} = P_A + P_B \Rightarrow P_{\text{کل}} = (\rho g h)_{\text{آب}} + (\rho g h)_{\text{مایع}}$$

$$P_{\text{کل}} = \frac{F_{\text{کل}}}{A} = \frac{450}{300 \times 10^{-4}} = 15000 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow 15000 = (1000 \times 10 \times 0.65) + (\rho \times 10 \times 0.1) \Rightarrow \rho = 18500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 18.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

تمرین مکمل این فصل

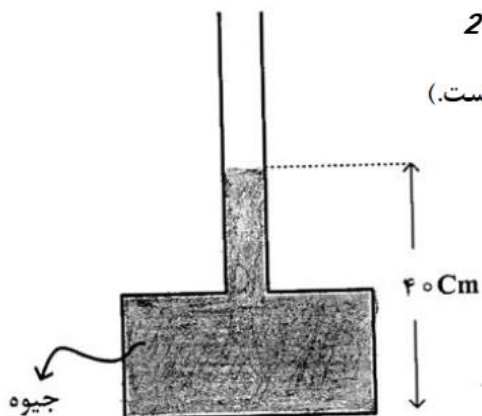
این قسمت برای کسانی که میخوان تا نمره ۱۵ یا تا در صد ۵۰ بزنن بخش مزخرف و کشیکه !!!! 😊

این قسمت تست ها و سوالات اضافه که فقط جواب نهایی رو نوشتیم. لطفا خودتون سعی کنید تمام مراحل رو تا جواب بنویسید.

در شکل روبه‌رو، اگر بیشینه نیرویی که کف ظرف می‌تواند از طرف جیوه تحمل کند، ۱۳۵ نیوتون باشد، حداکثر چند سانتی‌متر جیوه

می‌توان به ارتفاع جیوه در لوله اضافه کرد، تا ظرف شکسته نشود؟ گزینه ی 2

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



۵ (۱)

۱۰ (۲)

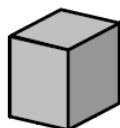
۲۰ (۳)

۹۰ (۴)

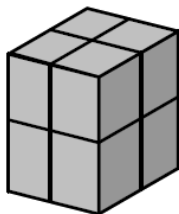
تمرین (سراسری تجربی ۹۲)

در شکل روبه‌رو، مکعب شکل (۱) مشابه هر یک از مکعب‌های شکل (۲) است. فشاری که مکعب‌های شکل (۲) بر سطح افقی وارد

می‌کنند، چند برابر فشار حاصل از مکعب شکل (۱) است؟ گزینه ی 3



(۱)



(۲)

۸ (۱)

۴ (۲)

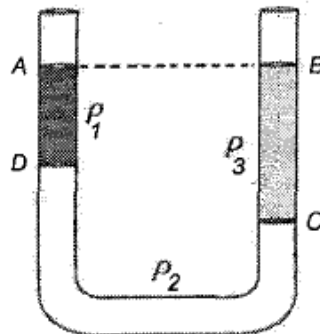
۲ (۳)

۱ (۴)

گرت پایداريست در کارها شود سهل بر تو دشوارها

تمرین (المپیاد فیزیک)

در شکل چگالی سه مایع مخلوط نشدنی هستند. اگر $AD = 10 \text{ cm}$ و $BC = 15 \text{ cm}$ باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟



الف) $2\rho_2 + \rho_1 = 3\rho_3$ (ب) $2\rho_2 + 2\rho_1 = \rho_3$ (ج) $2\rho_1 + \rho_2 = 3\rho_3$ (د) $\rho_2 + 2\rho_1 = 2\rho_3$

گزینه ی ج

تمرین (المپیاد فیزیک)

یک کیسه پلاستیک خالی از هوا را به وسیله نیروسنجی وزن کرده و نیروسنج P را نشان می‌دهد. آن را از هوا با فشار محیط پر کرده و مجدداً با همان نیروسنج وزن می‌کنیم. اگر وزن هوای داخل کیسه P' باشد، نیروسنج کدام یک از مقادیر زیر را نشان می‌دهد؟

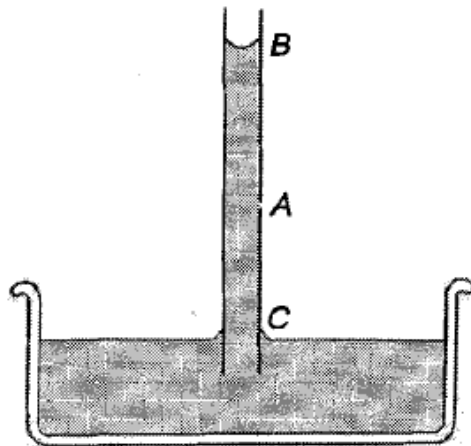
الف) $P - P'$ (ب) $P + P'$ (ج) P (د) P'

گزینه ی ج

تست بعد تست خوبیه

تمرین (المپیاد فیزیک)

شکل زیر بالا رفتن آب در یک لوله موئین را نشان می دهد. اگر در نقطه A سوراخ ریزی ایجاد شود:



- الف) سوراخ A زیر نقطه B است، در نتیجه آب از سوراخ بیرون می ریزد.
 ب) به علت خاصیت موئینگی، آب از A بیرون می ریزد.
 ج) هوا از سوراخ A عبور می کند، زیرا سوراخ بالای نقطه C است.
 د) آب و هوا از سوراخ عبور نمی کنند، زیرا کشش سطحی جلوی آنها را می گیرد.
 ه) آب و هوا از سوراخ عبور نمی کنند، زیرا چسبناکی آب و لوله مانع آنها می شود.
 و) فشار هوای بیرون مانع خروج آب از سوراخ می شود.

گزینه ی د

نکات حفظی و تکمیلی فصل دوم

این با نکات تکمیلی و حفظی این فصل که بعضی هاشون مهم هستند و بقیه احتمال اومدنشون کمتره آوردم.

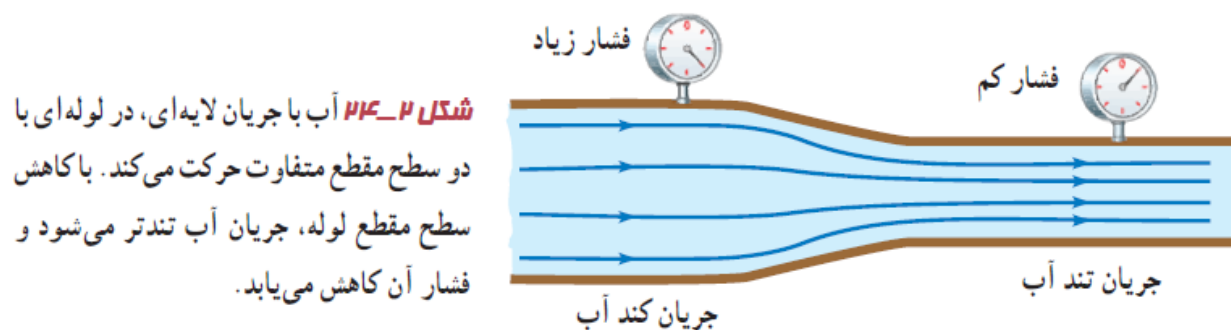
*** بعضی از دوستان گلایه کردن که چرا تمرین هایی که مل می کنید انقدر سفته؟؟؟ دوستان این به نفع شماست. وقتی شما با انواع تیپ مثال های سخت مواجه می شید و شما رو به پالش میکشن قطعا با مل هر کدام از آنها مهارت شما بالا فواهر رفت

قطرات شبنم که صبح های تابستان بر روی برگ درختان وجود دارد ناشی از وجود نیروی دگر چسبی است که باعث شده به صورت قطره در بیایند.

برای سنجش فشار مخازن گازی و لاستیک ها معمولا از فشار سنج بوردون استفاده می شود.

این که می گویند شاره تراکم ناپذیر است یعنی چگالی آن ثابت و اصطکاک داخلی (گرانروی) آن ثابت باشد.

شکل زیر را به خاطر بسپارید. تحلیلی جالب بر اصل برنولی و پیوستگی است.



نیروی بالابر بال های هواپیما، حرکت کات دار توپ فوتبال، و افشانه ی عطر مثال هایی از کاربرد اصل برنولی است.

نکات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....