



مواد از ذره های ریزی که به نام اتم، مولکول و یا یون ساخته شده اند. ابعاد ذرات سازنده ی مواد معمولاً از مرتبه ی آنگستروم ($1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$) است. البته ابعاد برخی از درشت مولکول ها، مانند بپارها (پلیمرها) می توانند تا ۱۰۰۰ آنگستروم نیز باشند.

توجه: چگونگی حرکت ذرات سازنده ی مواد و اندازه ی نیروی بین آن ها به حالت (فاز) ماده بستگی دارد.

مواد از نظر حالت (فاز) را می توان در دسته های زیر بررسی کرد:

۱- جامد

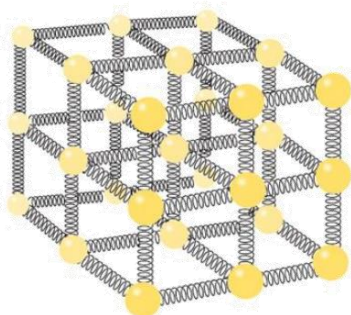
۲- مایع

۳- گاز

۴- پلاسما

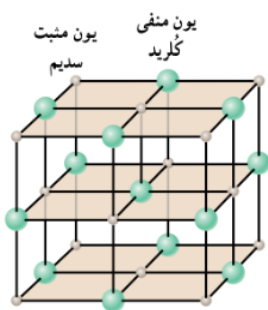
پلاسما: حالت چهارم ماده پلاسما نامیده می شود که معمولاً در دماهای خیلی بالا بوجود می آید. ماده ی درون ستارگان، بیشتر فضای بین ستاره ای، آذرخش، شفق های قطبی، آتش و داخل لوله ی تابان معتاب از پلاسما تشکیل شده است.

جامد: تجربه نشان می دهد که جم جامد حجم و شکل معینی دارد. اتم های جم جامد، که نیروهای الکتریکی آن ها را کنار هم نگه می دارد، در مکان های مشخصی نسبت به یکدیگر قرار گرفته اند و در اطراف این مکان ها نوسان های بسیار کوچکی انجام می دهند.

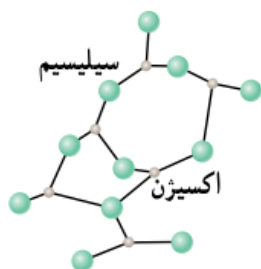


توجه: وقتی جم جامد گرمای دریافت می کند محدوده و دامنه ی این نوسان ها بیشتر می شود و جم جامد منبسط می شود. برای درک جم جامد معمولاً مدلی مطابق شکل زیر ارائه می دهند و فرض می کنند که اتم های در حال نوسان توسط فنرهایی به یکدیگر متصل اند. اگر اتم ها از

حد معینی به هم نزدیکتر یا دورتر شوند، نیروی کشانی بین فنرها آن ها را به وضع اولیه برمی گرداند و جم جامد شکل و اندازه ی اولیه اش را بدست می آورد.



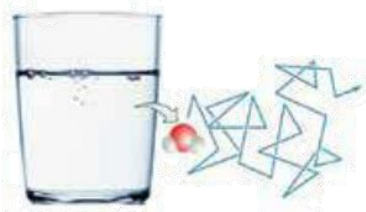
جامدهای بلورین: جامدهای بلورین معمولاً هنگامی تشکیل می‌شوند که مایع را به آهستگی سرد کنیم. در این صورت مولکول‌ها فرصت دارند که در طرح منظمی خود را مرتب کنند. جامدهای بلورین از تکرار این طرح‌های منظم حاصل می‌شوند. فلزها، نمک‌ها، اغلب مواد معدنی و الفاس جامدهای بلورین هستند.



جامدهای بی شکل (آمورف): در جامدهای بی شکل برخلاف جامدهای بلورین، مولکول‌ها مانند شکل زیر در طرح منظمی در کنار یکدیگر قرار ندارند. این جامدها معمولاً از سرد کردن سریع مایع بدست می‌آیند. با این عمل مولکول‌ها فرصت کافی پیدا نمی‌کنند که خود را در طرح منظمی مرتب کنند در نتیجه تا حدود زیادی در وضعیت نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند. مانند شیشه.

مایع: مولکول‌های مایع نظم اتمی و تقارن بلوری جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند. مایع به راحتی جاری می‌شود و به شکل ظرف خودش در می‌آید.

👉 **توجه:** فاصله‌ی ذرات سازنده‌ی مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.



پخش: مولکول‌های مایع حرکت نامنظم و کاتوره‌ای دارند. بنابراین اگر مقداری شکر در آب بریزیم بر اثر برخورد مولکول‌های شکر با مولکول‌های آب، شکر در کل آب پخش می‌شود و آب شیرین می‌شود یا اگر قطره‌ای جوهر در آب بریزیم پس از مدتی رنگ آب تغییر می‌کند. به این ویژگی مایعات پخش می‌گوییم.

گاز: گاز ماده‌ای است که شکل مشخصی ندارد. اتم‌ها و مولکول‌های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره‌های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می‌کنند.

👉 **توجه:** فاصله‌ی میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه‌ی آن خیلی بیشتر است. مثلاً اندازه‌ی مولکول‌های هوای بین ۱ تا ۳ آنگستروم است در حالی که فاصله‌ی میانگین آن‌ها در شرایط معمولی در حدود ۳۵Å است.



✓ پرسش: یک بطری پر از آب و یک بطری پر از نوشابه در اختیار داریم. اگر بدنه‌ی ظرف را فشرده‌ییم، کدام بطری فشرده می‌شود؟ چرا؟

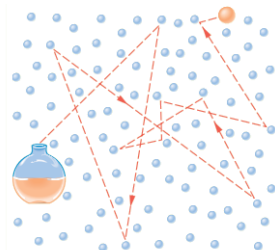
حرکت براونی: اگر مطابق شکل ظرفی محتوی ذرات دود را در زیر میکروسکوپ قرار دهیم، مشاهده می‌شود ذرات دود به طور نامنظم و درهم و برهم و در یک مسیر زنجارانی حرکت می‌کنند. این حرکت نامنظم و کاتوره‌ای ذرات دود را حرکت براونی می‌نامند.



مسیر زنجارانی دود

توجه: مشاهده‌ات نشان می‌دهد ذرات دود برخورد بسیار کمی با یکدیگر دارند و علت تأخیر مسیر ذرات دود، ذرات مشاهده‌ناپذیر ریزگی هستند. این ذره‌های مشاهده‌ناپذیر همان مولکول‌های هوا هستند. نتیجه می‌گیریم مولکول‌های هوا به صورت کاتوره‌ای و نامنظم در حرکت‌اند.

پخش در گازها: زمانی‌که در یک شیشه عطر را باز می‌کنیم مولکول‌های هوا به مولکول‌های عطر برخورد می‌کند و مطابق شکل تأخیر می‌دهند و باعث می‌شود بوی عطر در فضا پخش شود. به این پدیده پخش مولکول‌های عطر در اتاق گفته می‌شود.



نیروهای بین مولکولی:

نیروی هم‌چسبی: در شرایط عادی مولکول‌های مایع به یکدیگر نیروی جاذبه وارد می‌کنند. این نیروی جاذبه‌ی بین مولکولی را نیروی هم‌چسبی می‌نامیم.

✓ پرسش: چرا نیروی هم‌چسبی باعث نمی‌شود مولکول‌های مایع در هم فرو روند؟

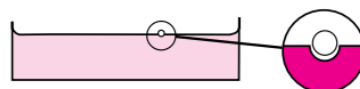
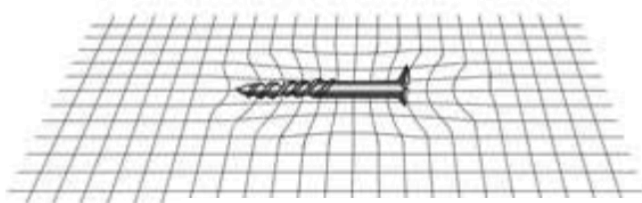
توجه: نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد هستند، یعنی وقتی فاصله‌ی بین مولکول‌ها چند برابر فاصله‌ی بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهد شد.



✓پرسش: وقتی شیشه می شکند با نزدیک کردن قطعه های آن به هم نمی توان اجرای شیشه را دوباره به هم چسباند، ولی اگر قطعه های شیشه را آنقدر گرم کنیم که نرم شوند می توان آن ها را به هم چسباند. چرا؟

کشش سطحی: نیروهای هم چسبی که بین مولکولهای سطح یک مایع قرار دارد باعث می شود که سطح مایع مانند یک پوسته از ورود شی خارجی جلوگیری کند که به آن کشش سطحی گفته می شود. قرار گرفتن سوزن روی سطح آب و یا فرو نرفتن حشرات در آب هنگام قرار گیری روی سطح آب یا تشکیل حباب های صابون ناشی از وجود نیروی کشش سطحی است.

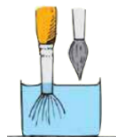
👉توجه: کشش سطحی ناشی از هم چسبی مولکول های سطح مایع است. سطح مایع مانند یک پوسته ی تحت کشش رفتار می کند و در برابر افزایش ماحت مقاومت می کند. بنابراین زمانی که جسمی بخواهد وارد مایع شود ابتدا می خواهد این ماحت پوسته را افزایش دهد که از طرف سطح با آن مخالفت می شود.



🌟تذکره: ماهیت نیروی کشش سطحی الکترومغناطیس است.

✓پرسش: چرا قطره هایی که آزادانه سقوط می کنند کروی اند نه به شکل قطره ی اشک؟

✓پرسش: توضیح دهید چرا وقتی قلم مویی را از آب بیرون می کشیم موهای آن به هم می چسبند؟

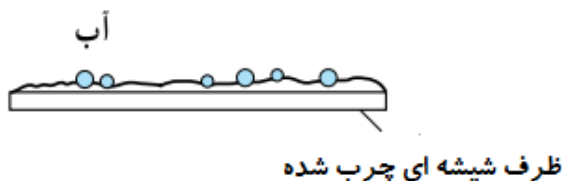




نیروی دگر چسبی: نیروی جاذبه‌ی بین مولکولی دو یا چند ماده مختلف را دگر چسبی می‌گویند. اگر هم چسبی بین مولکولهای یک مایع کمتر از دگر چسبی آن با ماده دیگر باشد مایع جم را تر می‌کند. به عنوان مثال اگر یک قطره آب و یک قطره جیوه را روی یک سطح شیشه‌ای قرار دهیم قطره آب روی سطح شیشه‌ای پخش می‌شود زیرا نیروی دگر چسبی بین آب و شیشه بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکولهای خود آب است. ولی قطره جیوه روی سطح پخش نمی‌شود زیرا نیروی هم چسبی بین مولکولهای جیوه بیشتر از نیروی دگر چسبی بین جیوه و شیشه است در این حالت می‌گوییم مایع جامد را تر نمی‌کند. **توجه:** هر چه قطره بزرگتر باشد نیروی گرانش زمین آن را تخت تر می‌کند.



توجه: اگر قطره آب روی شیشه چرب شده قرار گیرد به صورت کروی در می‌آید.



✓ پرسش: در شکل روبه‌رو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه‌ی دو قطره چکان نشان می‌دهد.

الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کمتر است؟

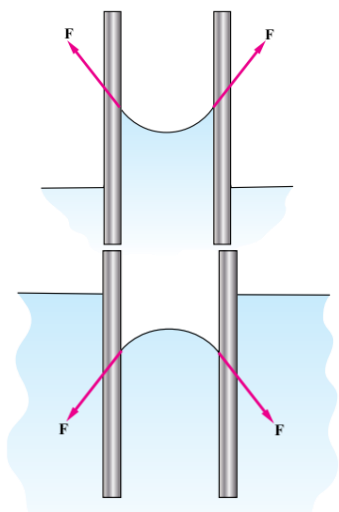
ب) افزایش دما چه تاثیری بر روی نیروی هم چسبی مولکول‌های یک مایع می‌گذارد؟



پ) چرا هنگام شستن ظروف، افزودن بر استفاده از مایع ظرفشویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟

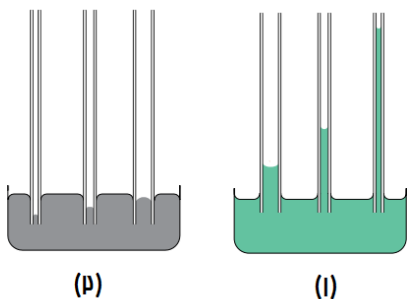


مویینگی: اگر یک لوله باریک که چسبندگی سطحی آن از چسبندگی مایع بیشتر است درون مایع قرار بگیرد مایع تا جایی در لوله مویین بالا می‌رود که وزن آن با اختلاف چسبندگی سطحی و چسبندگی خشی شود. به عنوان مثال اگر یک لوله شیشه‌ای را درون یک ظرف آب قرار دهیم سطح آب در لوله از سطح آب در ظرف بالا تر آمده و سطح آب درون لوله به صورت کُور خواهد بود.



اگر چسبندگی سطحی بین لوله و مایع کمتر از چسبندگی بین مولکولهای مایع باشد سطح مایع در لوله پایین تر از سطح مایع درون ظرف قرار می‌گیرد. به عنوان مثال اگر لوله را درون یک ظرف حاوی جیوه قرار دهیم سطح جیوه پایین تر رفته و به صورت کُور خواهد بود.

✓پرسش: در شکل (۱) آب در لوله‌های مویین و در شکل (۲) جیوه در لوله‌های مویین قرار دارد. استنباط خود را از تصویر زیر بیان کنید.



عوامل موثر در بالا رفتن مایع در لوله مویین عبارتند از:

۱- قطر لوله ۲- چگالی مایع ۳- شتاب گرانش

✓مثال: یک لوله مویین به طول ۸۰ سانتی متر را که دو سر آن باز است به طور قائم داخل ظرف آب قرار می‌دهیم، طوری که ۸ سانتی متر آن داخل آب قرار می‌گیرد. در داخل لوله، آب ۱۲ سانتیمتر نسبت به سطح آزاد آب ظرف بالا می‌آید. اگر طول لوله را ۸۲ سانتیمتر گرفته و ۱۰ سانتیمتر آن را داخل آب کنیم، ارتفاع آب بالا آمده در لوله نسبت به سطح آزاد آب چند سانتی متر می‌شود؟



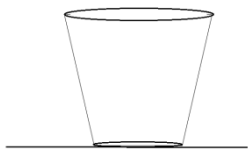
$$P = \frac{F}{A}$$

فشار: نیروی عمودی وارد بر واحد سطح را فشار می‌نامند.

توجه: در رابطه فوق F بزرگی نیروی وارد بر سطح (N) است. فشار کمیتی نرده‌ای است.

مثال: قطعه سنگ مکعب متطیل شکلی به ابعاد ۲ و ۳ و ۵ متر و چگالی $\frac{g}{cm^3}$ ۲ در اختیار داریم. فشار بیشینه و کمینه وارد شده به سطح توسط این قطعه سنگ را بدست آورید؟

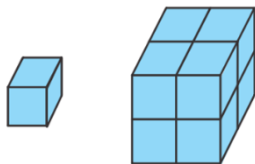
مثال: مخروط ناقصی مطابق شکل روی سطح افقی قرار دارد و شعاع قاعده بزرگ ۲ برابر شعاع قاعده کوچک است. اگر آن را روی قاعده بزرگ بگذاریم و بخواهیم فشار وارد بر سطح تحبیری نکنند، وزنه‌ای چند برابر وزن مخروط را باید روی آن قرار دهیم؟





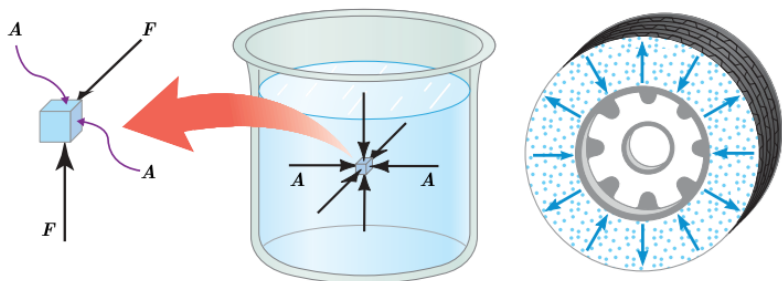
مثال: در شکل روبرو مکعب شکل (۱) مشابه هر یک از مکعب های شکل (۲) است. فشاری که مکعب های شکل (۲) بر سطح افقی وارد می کنند، چند برابر فشار حاصل از مکعب شکل (۱) است؟ (سراسری تجربی ۹۲)

۱ (۴) ۲ (۳) ۴ (۲) ۸ (۱)



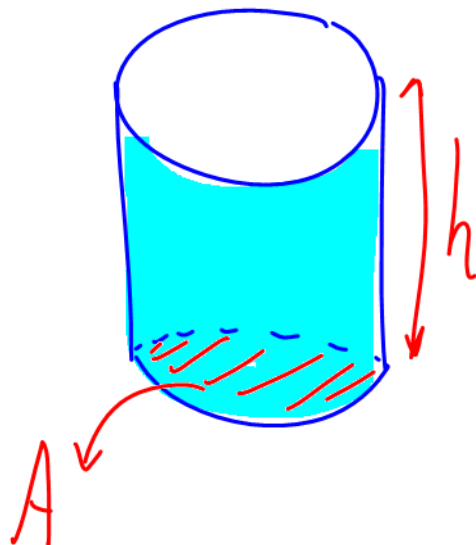
(۱) (۲)

فشار در شاره ها: وقتی شاره ای ساکن است، به هر سطحی که با آن در تماس باشد، مانند جداره ی یک ظرف یا سطح جمی که در شاره غوطه ور است، نیرویی عمودی وارد می کند. با وجود اینکه شاره به عنوان یک کل ساکن است، مولکول های آن در حال حرکت است. نیرویی که توسط شاره وارد می شود ناشی از برخورد مولکول ها با اطراف آن است.



فشار P که به یک سطح فرضی A درون شاره وارد می شود به صورت اندازه ی نیروی عمودی وارد بر این سطح به مساحت آن تعریف می شود:

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



$$m = \rho V = \rho A h$$

$$P = \frac{mg}{A} = \frac{\rho A h g}{A}$$

$$P = \rho g h \quad \text{عمق}$$



مثال ۵: ابعاد پنجره آشپزخانه خانه ای ۲×۳ متر است. بر اثر عبور طوفان شدیدی فشار هوای بیرون به $۰/۹۶$ اتمفر کاهش می یابد ولی فشار داخل همان ۱ اتمفر باقی می ماند. چه نیروی خاصی پنجره را به بیرون می فشارد؟

محاسبه ی فشار در شاره ها:

سطح = A فشار = P_1

سطح = A فشار = P_2

$F_1 = P_1 A$

$F_2 = P_2 A$

mg

h

$P = \rho g h$

حقیقی (m)

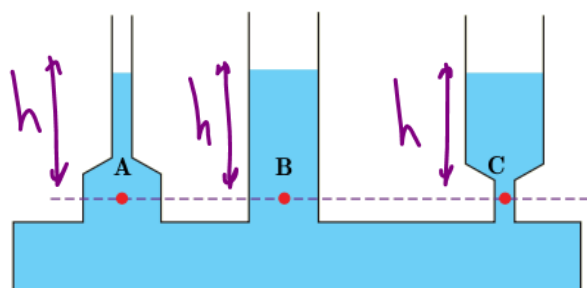
$\frac{kg}{m^3}$

h

$h = l \sin \theta$

* نکته: در محفظه های کوچک گاز با توجه به اینکه چگالی گاز خیلی کم است، اختلاف فشار در نقاط مختلف داخل محفظه ناچیز است و می توان فشار تمام نقاط را با هم برابر در نظر گرفت.

* نکته: فشار در نقاط هم تراز یک مایع ساکن یکسان است و به شکل ظرف بستگی ندارد.



$$P_A = P_B = P_C$$



توجه: اگر فشار هوا (P_0) را هم به حساب آوریم فشار کل وارد به نقطه ای در عمق h عبارتست از:

$$P_A = P_{\text{مایع}} + P_{\text{هوا}} \rightarrow P_A = P_0 + \rho g h$$

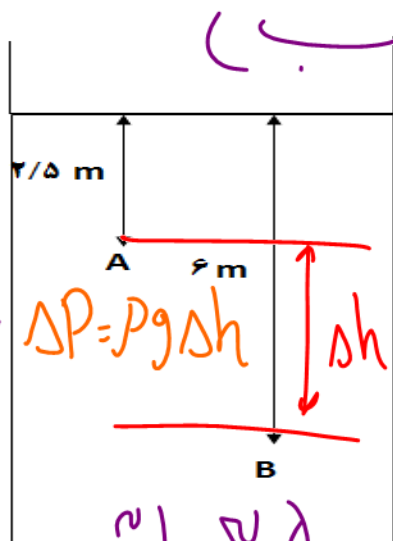
مثال: مخزن شکل روبرو از مایعی به چگالی $4 \text{ گرم بر سانتیمتر مکعب}$ پر شده است. اگر فشار هوا در محل آزمایش

۱ اتمسفر باشد:

$$\frac{4000}{1000} = 4 \text{ g/cm}^3$$

الف) فشار در نقاط A و B را بدست آورید.

ب) اختلاف فشار بین نقاط A و B چند پائکال است؟



$$P_A = P_0 + \rho g h_A = 1.0 + 4 \times 10^3 \times 1.0 \times 2.0 = 2 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_B = P_0 + \rho g h_B = 1.0 + 4 \times 10^3 \times 1.0 \times 6.0 = 1.0 + 2.4 \times 10^4$$

$$P_B = 1.0 (1.0 + 2.4) = 3.4 \times 10^4 \text{ Pa} = 3.4 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 4 \times 10^3 \times 1.0 \times 2.0$$
$$\Delta P = 8 \times 10^3 \text{ Pa}$$

مثال: شناگری در عمق ۵ متری از سطح آب شنا می کند. اگر فشار هوای محیط را یک اتمسفر در نظر بگیریم:

الف) فشار ناشی از آب و همچنین فشار کل در این عمق چقدر است؟

ب) اگر مساحت پرده شنا 1 متر مربع فرض کنیم، نیروی وارد بر پرده شنا چقدر

نیوتن است؟

$$P = \rho g h = 1.0 \times 10^3 \times 5 = 5 \times 10^3 \text{ Pa}$$

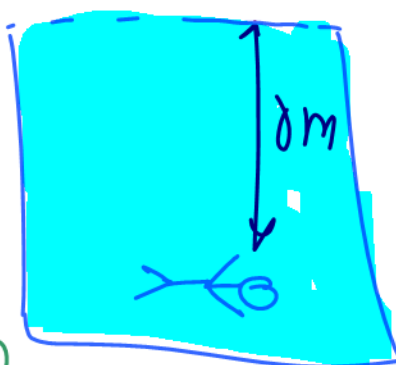
$$P = P_0 + \rho g h = 1.0 + 5 \times 10^3 = 1.0 (1.0 + 5)$$

$$P_{\text{کل}} = 1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$F = P \times A$$

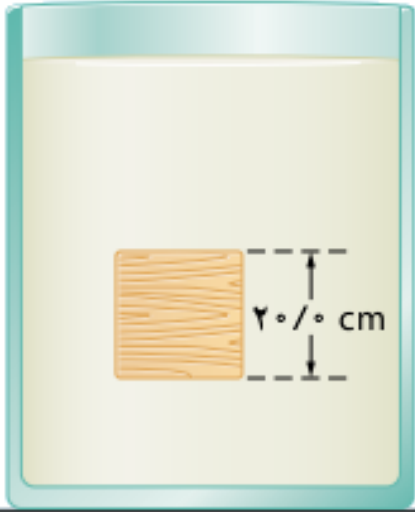
وارد
از طرف
پائکال
 m^2

$$F = P \times A$$
$$F = 1.5 \times 10^4 \times 1.0 = 1.5 \times 10^4 \text{ N}$$





مثال: جسم مکعبی به طول ضلع ۲۰cm درون شاره ای غوطه ور و در حال تعادل است. فشار در بالا و زیر جسم به ترتیب برابر ۱۰۵ و ۱۰۶/۸ کیلوپاسکال است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

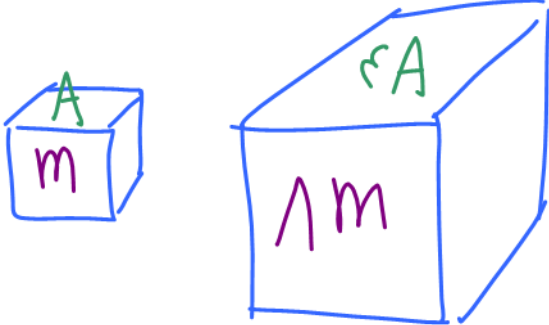


$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

$$(1.068 - 1.05) \times 10^5 = \rho \times 10 \times 20 \times 10^{-2}$$

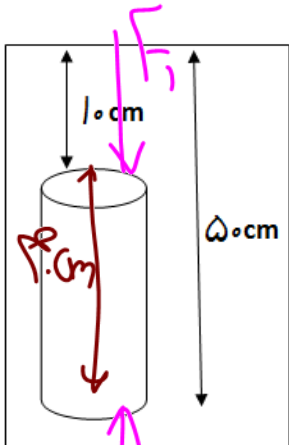
$$1.18 \times 10^5 = \rho \times 2 \Rightarrow \rho = 5.9 \times 10^4 = 5900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

مثال: ظرف مکعبی شکلی پر از مایع است اگر ابعاد ظرف را دو برابر کرده و دوباره از همان مایع پر کنیم فشار وارد از طرف مایع بر ته ظرف نسبت به حالت قبل چند برابر می شود؟



$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho g h_2}{\rho g h_1} = \frac{h_2}{h_1} = 2$$

مثال ۱۰: استوانه ای توپر که سطح قاعده آن ۲۰ سانتیمتر مربع است مطابق شکل درون آب به چگالی ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب قرار دارد. اختلاف نیروهای که از طرف آب به قاعده های پایین و بالای استوانه وارد می شود چند نیوتن است؟



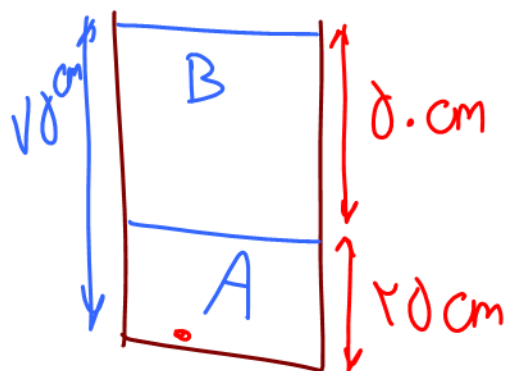
$$F = P \times A \Rightarrow \Delta F = \Delta P \times A$$

$$\Rightarrow \Delta F = \rho g \Delta h \times A = 1000 \times 10 \times 0.2 \times 0.2$$

$$\Delta F = 40 \text{ N}$$



مثال ۱: دو مایع A و B را که چگالی آن ها $\rho_A = 1/2 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_B = 0/2 \frac{g}{cm^3}$ است را با یکدیگر مخلوط کرده و در یک ظرف استوانه ای می ریزیم. اگر حجم مخلوط از مایع A و بقیه ی آن از مایع B و ارتفاع مخلوط در ظرف ۷۵ سانتی متر باشد، فشار وارد از طرف مخلوط بر کف ظرف چقدر است؟ (سراسری ریاضی ۹۵)



۹۷۵۰ (۴)

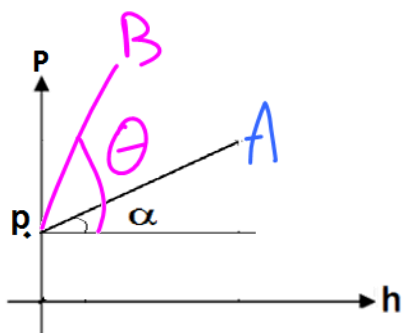
۹۰۰ (۳)

۶۷۵۰ (۲)

۶۰۰۰ (۱)

$$P = P_A + P_B = \rho_A g h_A + \rho_B g h_B$$

$$P = \cancel{1/2} \times \cancel{10} \times \frac{\cancel{25}}{\cancel{100}} + \cancel{0/2} \times \cancel{10} \times \frac{\cancel{50}}{\cancel{100}} = 9000 \text{ Pa}$$



نکته: نمودار فشار وارد به جرمی در عمق h به صورت زیر است:

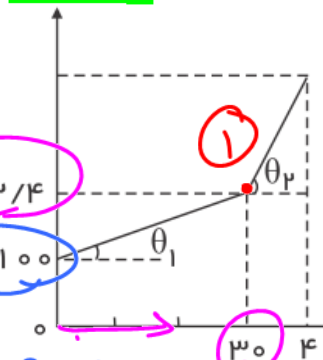
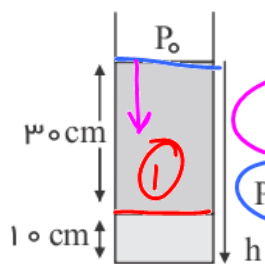
$$P = P_0 + \rho g h$$

$$\tan \alpha = \rho g$$

$$\frac{\tan \theta}{\tan \alpha} = \frac{\rho_B}{\rho_A}$$



P (kpa)



$$P_{\cdot} = 1.01 \text{ kPa} = 1.01 \text{ Pa}$$

$$P_1 = P_0 + \rho g h$$

$$10^7 = 10000 + 10^4$$

$$|_0 \mathcal{F}_\bullet - |_\infty \dots = \mathcal{F}_1$$

1.200,200 (X)

12750, 750 (X)

13500, 100 (3

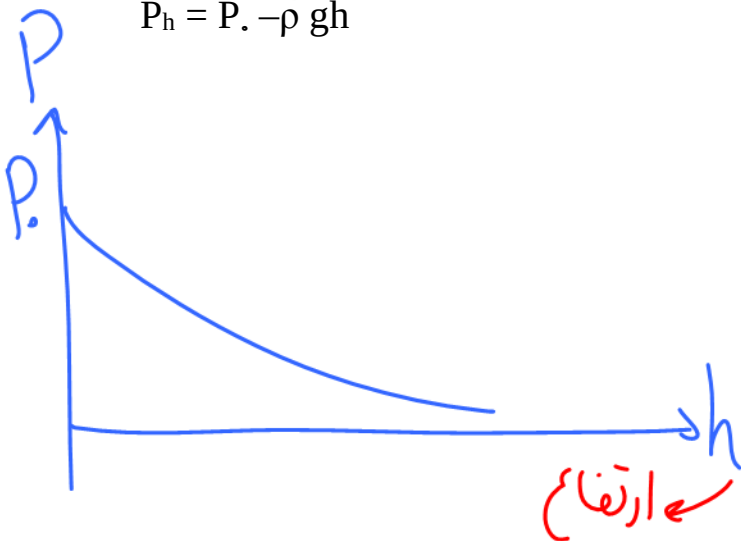
13700, 100 (✓)

$$\rho_{\text{Fe}} = \rho_1 \Rightarrow \rho_1 = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{\tan \theta_r}{\tan \theta_i} = \frac{P_r}{P_i} \Rightarrow |V| = \frac{P_r}{P_i} \Rightarrow |V| = \frac{P_r}{1.0} \Rightarrow P_r = |V| \times 1.0 = 1.0 \%$$

نکته: فشار هوا به دلیل وزن هوا ایجاد می شود بنابراین افزایش ارتفاع سبب کاهش فشار هوا خواهد شد.
فشار هوا در ارتفاع h برابر است با:

$$P_h = P_0 - \rho gh$$



بالا از این ارتفاع
منتظر بمان
تا به سر رسید





مثال: در نمودار مقابل تغییرات فشار هوا بر حسب ارتفاع از سطح دریاهای آزاد نشان داده شده است. اگر

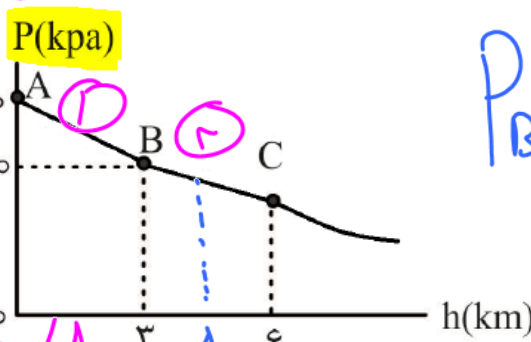
شیب خط AB، $\frac{5}{4}$ شیب خط BC باشد، فشار هوا در ارتفاع ۵ km از سطح دریاهای آزاد چند کیلوپاسکال است؟

$$\tan \theta_1 = \frac{\delta}{\rho} \tan \theta_2$$

$$P_1 = \frac{\delta}{\rho} P_2$$

$$P_2 = \frac{\rho}{\delta} P_1$$

$$P_2 = \frac{\rho}{\delta} \times 1 = 0.18$$



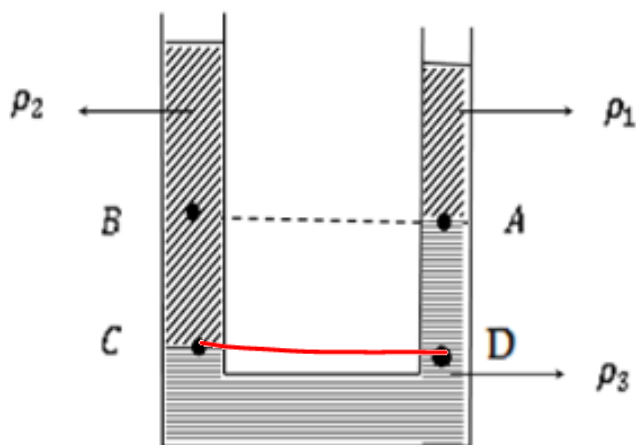
$$P_B = P_A - \rho g h \Rightarrow V_{\dots} = 100000 - \rho \times 10 \times 3000$$

$$V_{\dots} = P_1 \times 100000 \Rightarrow P_1 = 1$$

$$P_2 = 0.18 \quad P_2 g h_2 = 0.18 \times 10 \times 2000 = 3600$$

$$h_2 = 24 \text{ km}$$

تعداد مایعات مخلوط نشدنی در لوله U شکل: اگر در لوله ای مطابق شکل چند مایع مخلوط نشدنی ریخته شده باشند با توجه به اینکه نقاطی از یک مایع که در یک سطح می باشند، دارای فشارهای یکسانی هستند خواهیم داشت:



$$P_C = P_D$$

$$P_C = P_2 + \rho_2 g h_2$$

$$P_D = P_1 + \rho_1 g h_1 + \rho_3 g h_3$$

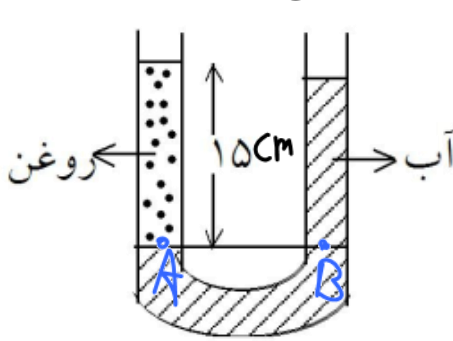
$$\rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1 + \rho_3 g h_3$$

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

نکته: نقاط هم ارتفاع در صورتی هم فشار هستند که در یک مایع باشند.



مثال: در شکل داده شده سطح آزاد روغن که با آب مخلوط نمی شود چند سانتیمتر بالاتر از سطح آزاد آب می باشد؟



(چگالی آب $1000 \frac{kg}{m^3}$ و روغن $800 \frac{kg}{m^3}$ است)

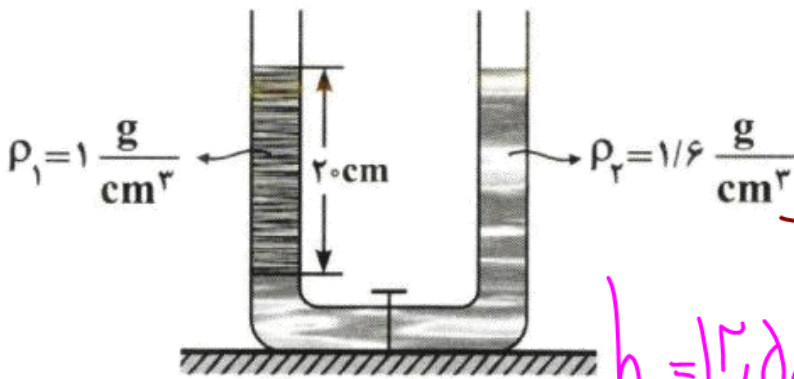
$$P_A = P_B$$

$$P + \rho_{\text{روغن}} h = P + \rho_{\text{آب}} h$$

$$h_1 = 12 \text{ cm}$$

$$\Delta h = 15 - 12 = 3 \text{ cm}$$

مثال ۳: شکل مقابل دو مایع مخلوط نشدن را نشان می دهد و شیر رابط بسته است و سطح آزاد مایع در دو لوله در یک ارتفاع قرار دارند. اگر شیر را باز کنیم، بعد از رسیدن به تعادل اختلاف ارتفاع سطح آزاد در دو لوله چند سانتیمتر می شود؟



$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$$

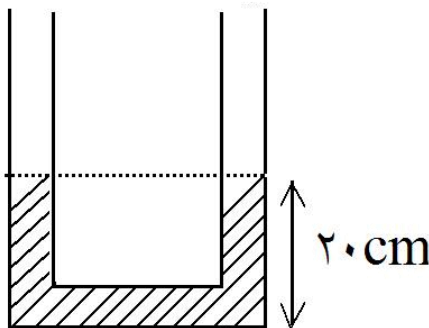
$$1 \times 20 = 1/6 \times h_2$$

$$h_2 = \frac{20}{1/6} = \frac{20}{1/6} = 120 \text{ cm}$$

$$\Delta h = 120 - 20 = 100 \text{ cm}$$

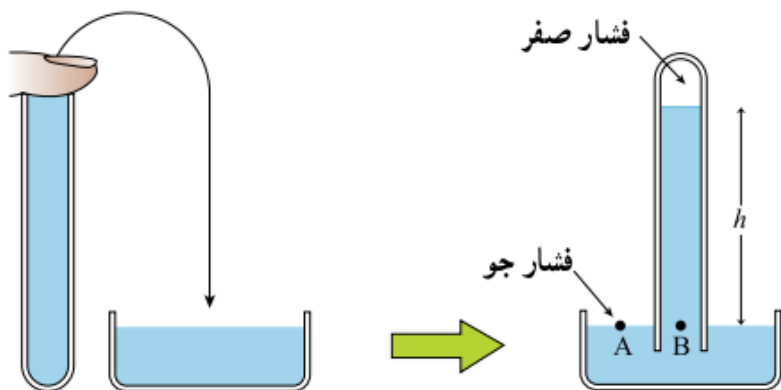
مثال: در شکل روبرو ارتفاع آب در هر شاخه لوله برابر ۲۰ سانتیمتر است درون یکی از شاخه ها به آرامی روغن می ریزیم تا طول ستون روغن به ۲۵ سانتیمتر برسد. در حالت تعادل ارتفاع آب در شاخه مقابل چند سانتیمتر خواهد شد؟

($\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_{\text{روغن}} = 0.8 \frac{g}{cm^3}$)





جوسنج (بارومتر): جو سنج شامل یک لوله‌ی شیشه‌ای بلند با یک سر بسته است که از جیوه پر شده و سپس در یک ظرف حاوی جیوه به طور وارون قرار گرفته است. فضای خالی بالای ستون جیوه تنها محتوی بخار جیوه است که فشار آن ناچیز بوده و در عمل برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. این روش توسط توریکلی فیزیکدان ایتالیایی ابداع شد.



واحد سانتیمتر جیوه (cmHg): به ارتفاع جیوه بر حسب سانتیمتر، فشار بر حسب سانتیمتر جیوه می‌گوییم بنابراین یک سانتیمتر جیوه برابر فشاری است که ظرف حاوی جیوه در عمق یک سانتیمتر ایجاد می‌نماید.

$$1\text{cmHg} = 1333.22\text{Pa}$$

* نکته: در حالتی که ارتفاع جیوه برابر h_{Hg} باشد برای محاسبه فشار مایع به چگالی در عمق h می‌توان نوشت:

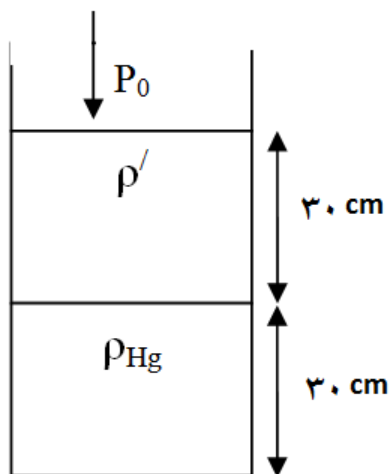
مثال: اگر فشار هوا ۷۵ سانتیمتر جیوه باشد، فشار در عمق چند متری آب به ۱۰۰ سانتیمتر جیوه می‌رسد؟

$$\left(\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } \rho_{\text{Hg}} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$



مثال: حجم های مایه ای از جیوه $\rho_{Hg} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$ و مایه ای به چگالی $\rho' = 1.36 \frac{g}{cm^3}$ را مطابق شکل در لوله ای

ریخته ایم. فشار هوا 76 cmHg است. فشار کل در زیر جیوه چند cmHg است؟

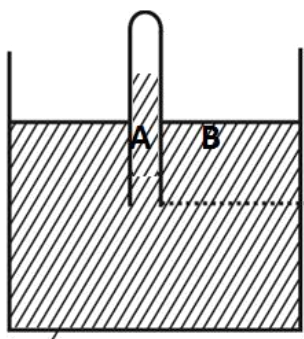


مثال: در یک مخزن استوانه ای آب و جیوه به جرم های برابر ریخته شده است مجموع ارتفاع دو لایه مایه 73 سانتیمتر

است فشاری که از این دو مایه بر ته مخزن وارد می شود چند سانتیمتر جیوه است؟ ($\rho_{Hg} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$)

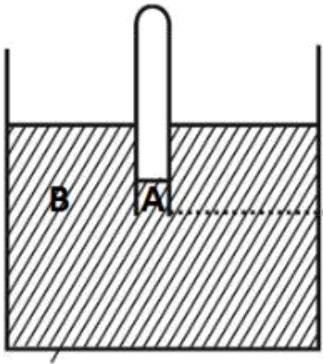
نکته: ممکن است در انتهای لوله مقداری هوا محبوس شده باشد در این حالت اگر اعداد بر حسب سانتیمتر جیوه

باشند فشار هوای محبوس در انتهای لوله بر حسب سانتیمتر جیوه برابر است با:

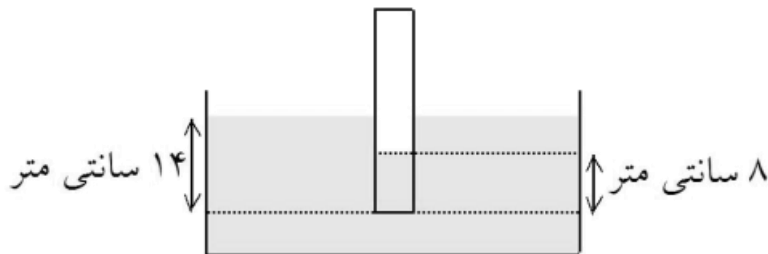




نکته: در شکل مقابل، فشار گاز از فشار محیط بیشتر بوده است به همین دلیل سطح جیوه در داخل لوله پایین تر از سطح جیوه در بیرون ظرف است.



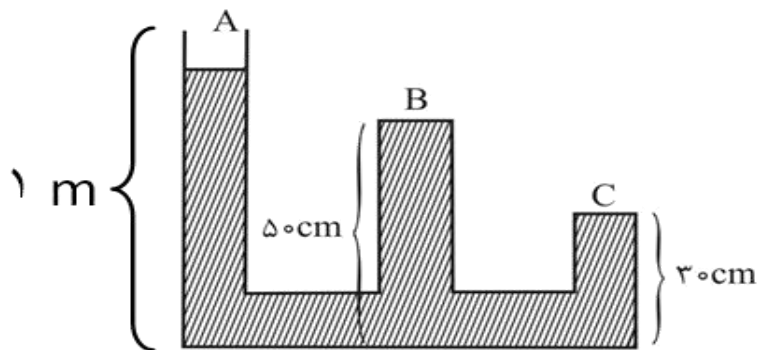
مثال: در شکل دهانه لوله قائمی تا عمق ۱۴ متر درون مایعی به چگالی 0.9 فرو شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۸ سانتیمتر باشد فشار هوای داخل لوله چند سانتیمتر جیوه است؟ (فشار هوا 76 cmHg و چگالی جیوه 13.6 است).



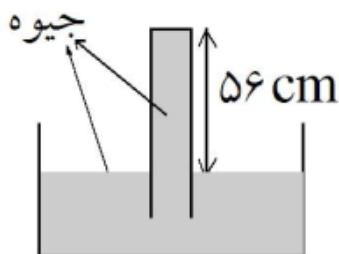
نکته: چنانچه لوله جوشنج کوتاهتر از ۷۶ سانتیمتر باشد، جیوه برگشته نمی کند و لوله پر از جیوه باقی می ماند، در این حال فشار وارد از طرف لوله به جیوه یا برعکس از طرف جیوه به جداره داخلی لوله در قسمت بالایی عبارتست از:



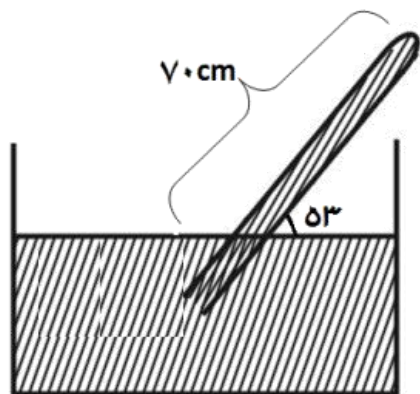
مثال: در ظرفی مطابق شکل، مایعی به چگالی $3/4$ گرم بر سانتیمتر مکعب ریخته‌ایم. تعیین کنید فشاری که مایع به هر یک از درپوش‌های B و C وارد می‌کند، چند چند پا کال است؟ (ناحیه A باز است و فشار هوا 75 cmHg است.)
 $(\rho_{Hg} = 13.6 \frac{g}{cm^3})$



مثال: در شکل مقابل $P = 76$ cmHg است و محاسبه کنید که لوله آزمایش ۲ سانتیمتر مربع است. نیروی وارده از طرف مایع بر ته لوله چند نیوتن است؟
 $(\rho_{Hg} = 13.6 \frac{g}{cm^3})$

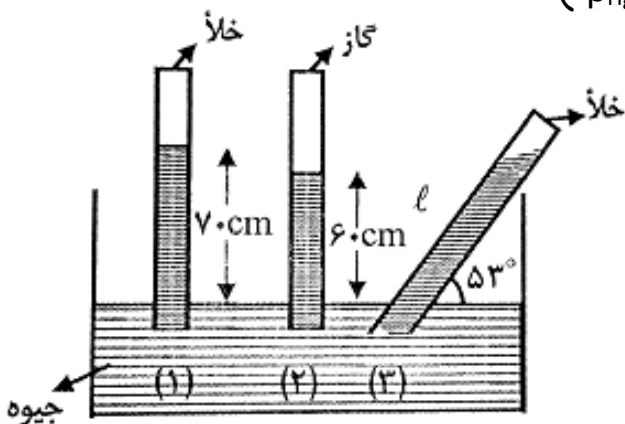


مثال: مطابق شکل درون لوله آزمایشی به سطح مقطع ۲۰ سانتیمتر مربع جیوه وجود دارد با توجه به شکل چه نیرویی از طرف جیوه به انتهای لوله آزمایش وارد می‌شود؟
 $(\rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3})$





مثال: در شکل مقابل به سوال های زیر پاسخ دهید. ($\rho_{Hg} = 13500 \frac{kg}{m^3}$)



الف) فشار هوا چند پاسکال است؟

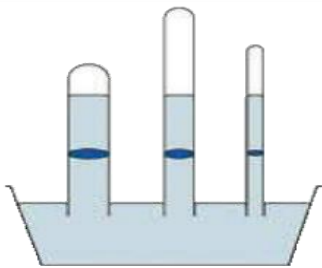
ب) فشار گاز در لوله (۲) چند پاسکال است؟

پ) طول جیوه در لوله (۳) چند سانتی متر است؟

پرسش:

۱- توضیح دهید چرا توربینی در آزمایش خود تر جیح دارد به جای آب از جیوه استفاده کند؟

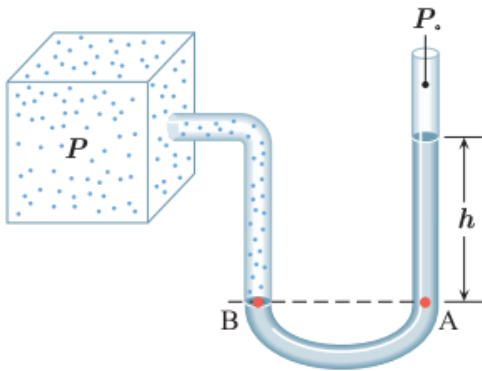
۲- برای لوله های غیر موئین اگر سطح مقطع و طول لوله ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی کند. علت را توضیح دهید.



۳- در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم می شود و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلظان، روی ورقه های کاغذ پخش می شود. در بدنه ی لاکتی یا در پوشش بالایی این نوع قلم های خودکار سوراخ ریزی ایجاد می کنند. دلیل این کار را توضیح دهید.



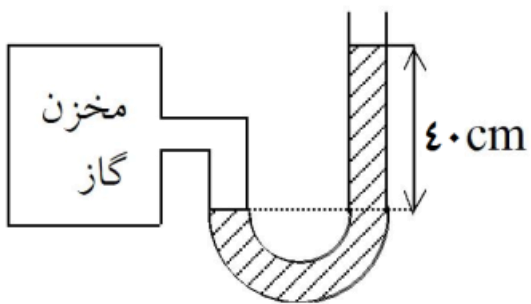
فشارسنج (مانومتر): یکی از وسیله های ساده برای اندازه گیری فشار یک شاره سی معصور ، فشار سنج U شکل است. در این فشار سنج انتهای راست لوله با فشار جو P_0 در ارتباط است. انتهای چپ لوله ، به طر ف ض ی که فشار P آن باید اندازه گیری شود متصل است.



فشار پیمانه ای (P_g): به ρgh که اختلاف فشار محفظه و فشار هوا است فشار پیمانه ای می گوئیم. توجه: اگر فشار گاز کمتر از فشار جو باشد یا در خلا نبی، فشار پیمانه ای منفی می شود.

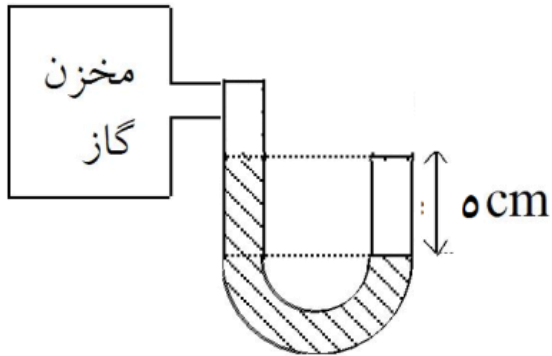
تذکره: در اندازه گیری فشار خون و یا فشار هوای داخل لاستیک اتومبیل فشار پیمانه ای اندازه گیری می شود.

مثال: در شکل رویرو چگالی مایع $\rho = ۲/۵ \frac{g}{cm^3}$ و فشار هوا $۱۰^۵ Pa$ می باشد. در این صورت فشار گاز مخزن بر حسب پاسکال چقدر است؟





مثال: در شکل رویبرو اگر فشار گاز ۹۵/۲ کیلو پاسکال و اختلاف ارتفاع بین سطح جیوه برابر با ۵ cm باشد، فشار هوا چند سانتیمتر جیوه است؟ ($\rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3}$)



مثال: در شکل رویبرو P_1 و P_2 به ترتیب ۱۳/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب و ۱۰ گرم بر سانتیمتر مکعب و h_1 و h_2 به ترتیب ۲۰ سانتیمتر و ۱۶ سانتیمتر می باشند. اگر فشار بیرون اتاقک سر بسته برابر ۰/۹ اتمسفر باشد فشار گاز مخزن را تعیین کنید.

