



مواد از ذره های ریزی به نام آتم، مولکول و یا یون ساخته شده اند. ابعاد ذرات سازنده که مواد معمولاً از مرتبه کمترین (آنکتروم) ( $A=10^{-10} \text{ m}$ ) است. این ابعاد بخوبی از درشت مولکول ها، مانند بیمارها (پلیمرها) می توانند تا ۱۰۰۰ آنکتروم نیز باشند.

**توجه:** چگونگی حرکت ذرات سازنده که مواد و اندازه کی نیروی میان آن ها به حالت (غاز) ماده بستگی دارد.

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

۱- گاز

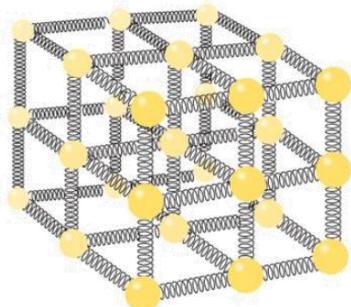
۲- مایع

۳- گاز

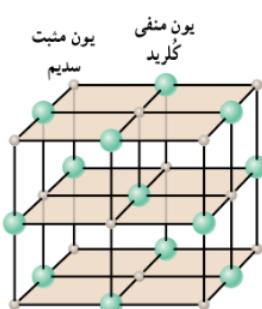
۴- پلاسم

پلاسم: حالت چهارم ماده پلاسم نامیده می شود که معمولاً در دسته های خیلی بالا بوجود می آید. ماده کی درون ستارگان، یکشنبه های میان ستاره ای، آذرخش، شفق های قطبی، آتش و داخل لوهه کی تابان محتاب از پلاسم تشکیل شده است.

جامد: تجربه ثالث می دهد که جم جامد حجم و شکل معین دارد. آتم های جم جامد، که نیروهای الکتریکی آن ها را شرکم نمی کنند دارند، در مکان های مشخص نسبت به یکدیگر صراحت نهانند و در اطراف این مکان ها نویان های بیمار نوچری انجام می دهند.



**توجه:** وقتی جم جامد نرم دریافت می شود محدوده و دامنه کی این نویان ها یکشنبه شود و جم جامد منطبق می شود. برای درس جم جامد معمولاً مدلی مطابق شکل زیر ارائه می دهند و خرض می شود که آتم های در حال نویان توسط خنکهایی به یکدیگر متصل اند. آنرا آتم ها از حد معینی به هم نزدیکتر یا دورتر شوند. نیروی کشانی میان خنکه ایان را به وضع اولیه برخیزد و آنرا متصل و اندازه کی اولیه اش را بدست می آورد.

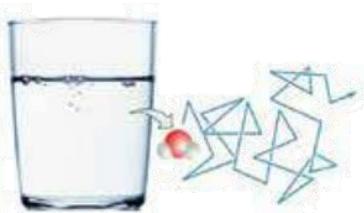


**جامد های بلورین:** جامد های بلورین معمولاً هسته های متصل می شوند که مایع را به آهستگی سرد نمی سازند. در این صورت مولکول ها خواسته دارند که در طرح منظم خود را مرتب نشانند. جامد های بلورین از تکرار این طرح های منظم حاصل می شوند. خواص، نمک ها، اغلب مواد معدنی و الیاف جامد های بلورین هستند.

**جامد های بی شکل (آمورف):** در جامد های بی شکل برخلاف جامد های بلورین، مولکول ها مانند شکل زیر در طرح منظمی در راه ریختگی حرارت ندارند. این جامد های معمولاً از سرد نزدیک سریع مایع بدلسته می‌شوند. با این عمل مولکول ها خواسته کافی پیدا نمی کنند که خود را در طرح منظمی مرتب نشانند در نتیجه حدود زیادی در وضعيت نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند. مانند شیشه.

**ملایع:** مولکول های مایع نظم اتمی و تقارن بلوری جامد های بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یلدیزی حرارت گرفته اند. مایع به راحتی جاری می شود و به شکل ظرف خودش در می‌آید.

☞ **توجه:** فاصله های ذرات سازنده های مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگstrom است.



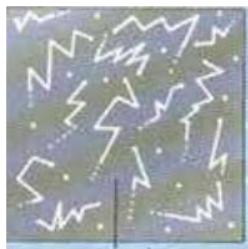
**پخش:** مولکول های مایع حرکت نامنظم و کاتوره ای دارند. بنابراین آن مقداری شکر در آب برشیم بر اثر برخورد مولکول های شکر با مولکول های آب، شکر در کل آب پخش می شود و آب شیرین می شود یا آن حرطه ای جوهر در آب برشیم پس از مدتی رنگ آب تغییر می کند. به این ویژگی مایعات پخش می گوییم.

**غاز گزمه ای** است که شکل مشخص ندارد. اتم ها و مولکول های آن آزادانه و باندی بیارزیده به اطراف حرکت و به یلدیزی و به دیواره های ظرفی که در آن حرارت دارند برخورد می کنند.

☞ **توجه:** فاصله های میانگین مولکول های گزمه ای اندکی ب اندازه های آن خیلی بیشتر است. مثل اندازه های مولکول های هوا یعنی  $1 \text{ to } 3 \text{ Å}$  آنگstrom است در حالی که فاصله های میانگین آن ها در شرایط معمولی در حدود  $135 \text{ Å}$  است.



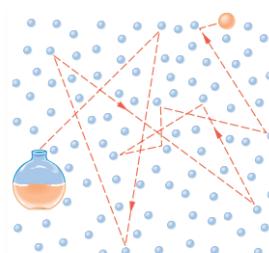
پرسش: یک بطری پر از آب و یک بطری پر از نو شده در اختیار داریم. اگر بدنی کن طرف را فتح ردهم، کدام بطری خردمند شود؟ چرا؟



مسیر زیگزاگی دود

حرکت براونی: اگر مطابق تکلیف طرفی محتوی زرات دود را در زیر میدوسلوپ خرارت ردهم، متأثره من شود زرات دود به طور نامنظم و در حجم و در حجم و در یک مسیر زیگزاگی حرکت من نشود. این حرکت نامنظم و کاتوره ای زرات دود را حرکت براونی من نامند.

توجه: متأثرات نشان من دهد زرات دود بخورد بیار کنم ب یکدیگر دارند و علت تغییر مسیر زرات دود، زرات متأثره ناپذیر دیگری هستند. این زره های متأثره ناپذیر، همان مولکول های هوا هستند. نتیجه من گیریم مولکول های هوا به صورت کاتوره ای و نامنظم در حرکت آند.



پخش در گازها: زمانیله در یک شیشه عطر را باز من نیم مولکول های هوا به مولکول عطر بخورد من نند و مطابق تکلیف تغییر میبر من دهنده و باعث من شود بوك عطر در فضای پخش شود. به این پدیده پخش مولکول های عطر در آفاق گفته من شود.

### نیروهای بین مولکولی:

نیروی هم چسی: در شرایط عادی مولکول های های مایع به یکدیگر نیروی جاذبه وارد من نشود. این نیروی جاذبه کی بین مولکولی را نیروی هم چسب من نامیم.

پرسش: چرا نیروی هم چسب باعث نمی شود مولکول های های مایع در حجم ضروروند؟

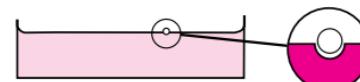
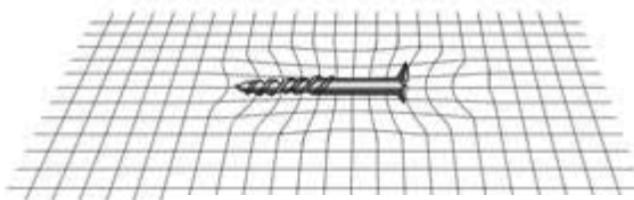
توجه: نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند، یعنی وقتی فاصله کی بین مولکول های چند برابر فاصله کی بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بیار کوچک و عملکرد ضعیف خواهد شد.



☒ پرسش: وقتی شیشه من شنید ب تزریق کردن قطعه های آن به هم نمی توان اجزای شیشه را دوباره به هم جذب نمود و لیکن اگر قطعه های شیشه را آنقدر گرم نمی کنم که نرم شوند من توان آن ها را به هم جذب نمایم؟

کشش سطحی: نیروهای هم چسب نهیں مولویهای سطح یک مایع حراره دارد باعث من شود که سطح مایع مانند یک پوسته از ورود شی خارجی جلوگیری کند که به آن کشش سطحی گفته می شود. حراره گرفتن سوزن روی سطح آب و یا ضربه نزدیک حرارت در آب هنگام حراره گیری روی سطح آب یا تخلیق جباب های صابون ناشی از وجود نیروی کشش سطحی است.

☞ توجه: کشش سطحی ناشی از هم چسب مولویهای سطح مایع است. سطح مایع مانند یک پوسته که تحت کشش رفتار من کند و در برابر افزایش ماحت مقاومت من کند. بنابراین زمانی که جسم بخواهد وارد مایع شود این خواهد این محت پوسته را افزایش دهد که از طرف سطح با آن مخالفت من شود.



☞ تذکر: ماهیت نیروی کشش سطح الکترومغناطیس است.

☒ پرسش: چرا قطره هایی که آزادانه سقوط می کنند نباید مثل قطره های اتک؟

☒ پرسش: توضیح دلیل چرا وقتی قلم مویی را از آب بیرون می کنیم مویی آن به هم من چند؟

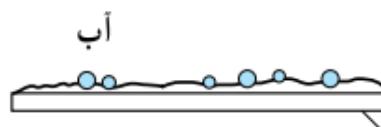




نیروی دگرچسی: نیروی جازیه‌ای یعنی مولالولی دو یا چند ماره مختلف را دگرچین من گویند. اگر هم چین یعنی مولالولها کی یک مایع کمتر از دگرچین آن با ماره دیگر باشد مایع جم را تمر من نند. به عنوان مثال اگریک قطره آب و یک قطره حیوه را روی یک سطح شیشه‌ای صرار دهیم قطره آب روی سطح شیشه‌ای پخش من شود زیرا نیروی دگرچین یعنی آب و شیشه بیشتر از نیروی هم چین یعنی مولالولها کی خود آب است. ولی قطره حیوه روی سطح پخش نمی‌شود زیرا نیروی هم چین یعنی مولالولها کی حیوه بیشتر از نیروی دگرچین یعنی حیوه و شیشه است در این حالت من گوییم مایع جامد را تمر نمی‌نند.



توجه: اگر مطریہ کب روی شیخ چرب شدہ چار لیڈر بھ صورتِ کروی درج آید.



## ظرف شیشه‌ای چرب شده

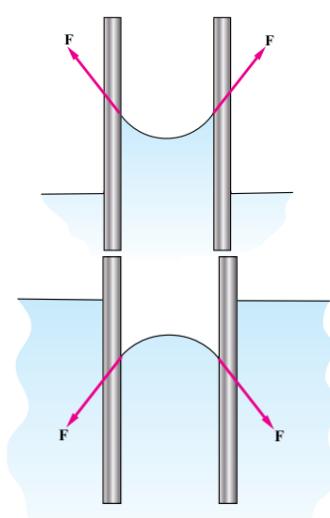
پیش: در شکل روی رو خروج مطربه های روند با دمای متفاوت را از دهانه کن  
نثار. مرمر رهد.



الف) توضیح (بحدیر نہاد) کل دماد مکاروں کا روشن کھراست؟

ب) اخترايش ده چه تاثيراتي بر روي نيزوئ هم چې مولوں های یك مايد من گزارد؟

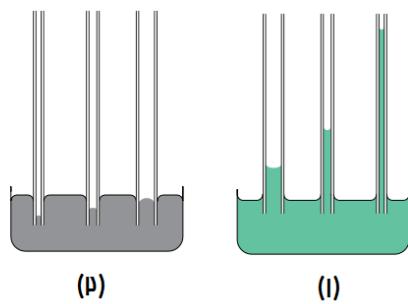
ب) جرا هنگام شدن طوف، اخرون بر استفاده از مایع طرفشویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم نیز استفاده ننم؟



مویینگی: اگر یک لوله برایت که چندگانه طبعی آن از چندگانه مایع بیشتر است درون مایع قرار بگیرد مایع تا جایی در لوله مویین باشد من رود که وزن آن با اختلاف چندگانه طبعی و چندگانه 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 بالاتر آمده و سطح آب درون لوله به صورت کوچک خواهد بود.

اگر چندگانه طبعی بین لوله و مایع کمتر از چندگانه بین مولوله‌ای مایع باشد سطح مایع در لوله پایین تراز سطح مایع درون ظرف قرار می‌گیرد. به عنوان مثال اگر لوله را درون یک ظرف خواهیم چیزهای داریم سطح چیزهای پایین تر رفته و به صورت کوچک خواهد بود.

پرسش: در شکل (۱) آب در لوله‌های مویین و در شکل (۲) چیزهای داریم سطح مایع 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 سانتی‌متر را که دو سر آن باز است به طور چشم داخل ظرف آبی قرار می‌گیرد. طوری که ۸ سانتی‌متر آن داخل آب قرار می‌گیرد. در داخل لوله آب ۱۲ سانتی‌متر نسبت به سطح آزاد آب ظرف بالاتر آید. اگر طول لوله را ۸۲ سانتی‌متر گردد و ۱۰ سانتی‌متر آن را داخل آب نشیم، ارتفاع آب بالاتر آمده در لوله نسبت به سطح آزاد آب چند سانتی‌متر من شود؟



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

فشناد نیروی عمودی وارد بر واحد سطح را فثرا من نامند.

توجه: در رابطه فوق F بزرگ نیروی وارد بر سطح (N) است. فثرا نیتی نزدیک است.

مثال: سطحه سنگ ملعب مستطیل شکلی به ابعاد ۲ و ۳ و ۵ متر و چهارمی  $\frac{g}{cm^3}$  در اختیار داریم. فثرا بینه و کمینه وارد شده به سطح آب طبق این سطحه سنگ را بدست آورید؟

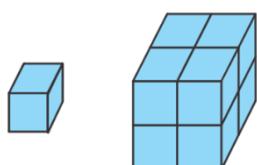
مثال: مخروط ناصصی مطابق شکل روی سطح افقی صرار دارد و شعاع قاعده بزرگ ۲ برابر شعاع قاعده کوچک است. آن را روی قاعده بزرگ بلنداریم و بخواهیم فثرا وارد بر سطح تغییری نکند. وزنه ای چند برابر وزن مخروط را باید روی آن صرار دهیم؟





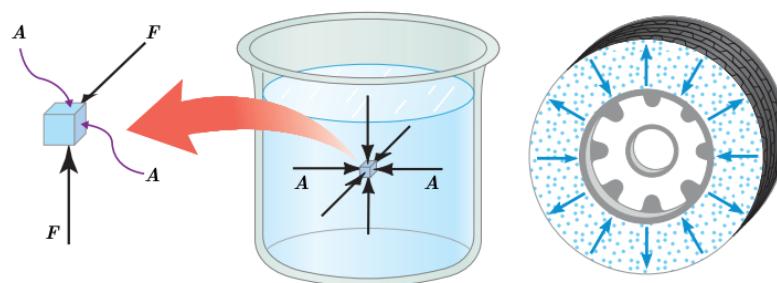
☒ مثال: در شکل روبو مَلَعبَ شکل (۱) مُثبِّت هریک از مَلَعبَهای شکل (۲) است. فتری که مَلَعبَهای شکل (۲) بر طبع اپقی وارد من نند، چند برابر فتر حاصل از مَلَعبَ شکل (۱) است؟ (سراری تبریز ۹۲)

(۱) ۸ (۲) ۴ (۳) ۲ (۴) ۱



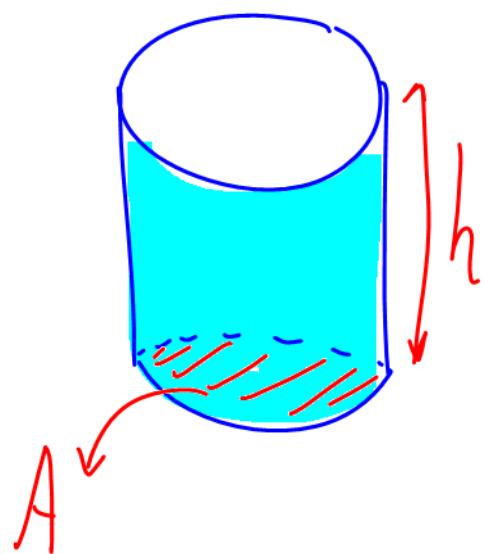
(۱) (۲)

فشار در شاهدها و قاعدهای شاهدها است. به هر سطحی که با آن در تماس باشد، مانند جدارهای یک طرفی سطح جمی که در شاهده غوطه‌ور است، نیروی عوکسی وارد من نند. با وجود اینکه شاهده به عنوان یک کل شاهده است، مولالوی های آن در حال حرکت است. نیروی که توسط شاهده وارد من شود ناشی از برخورد مولالوی های اطراف آن است.



فتر  $P$  که به یک سطح خرضن  $A$  درون شاهده وارد من شود به صورت اندازه  $\sigma$  نیروی عوکسی وارد براین سطح به صفات آن تعريف من شود:

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



$$m = PV = PAh$$

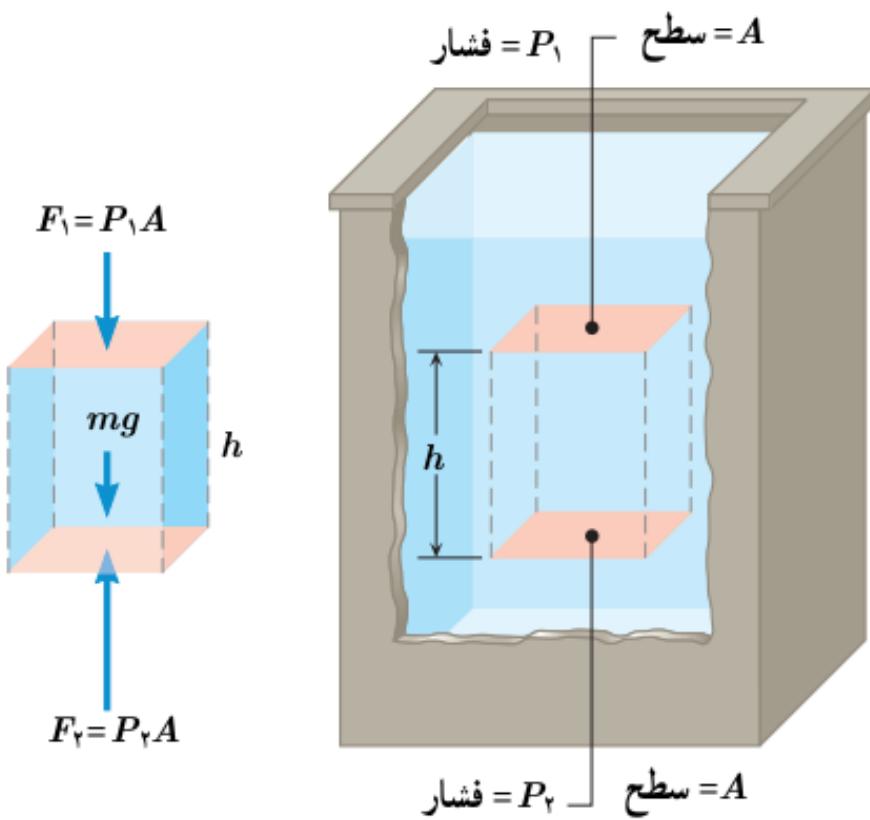
$$P = \frac{mg}{A} = \frac{PAh}{A}$$

$$P = Pgh \sim \text{جـ}$$



مثال ۵: ابعاد پنجره آشپزخانه خانه ای  $2 \times 3$  متر است. بر اثر عبور طوفان شدیدی فتحهای پنجره به  $1/96$  آتمسفر کاهش می‌یابد ولی فتحهای داخل حمام  $1$  آتمسفر باقی می‌ماند. چه نیروی خالص پنجره را به پیرون می‌فرارد؟

محاسبه‌ی فشار در شاره‌ها:



$$P = \rho g h \rightarrow \text{همچنین} (m)$$

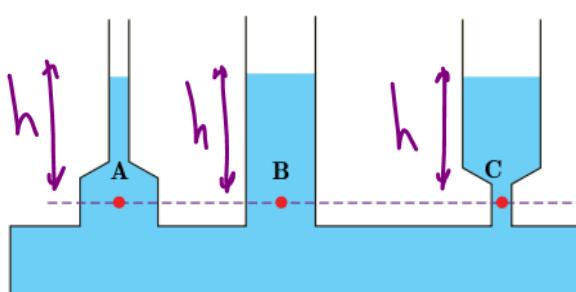
$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\begin{array}{c} \uparrow h \\ | \\ A \end{array}$     $\begin{array}{c} \uparrow h \\ \left\{ \right. \\ A \end{array}$     $\begin{array}{c} \uparrow h \\ \backslash A / \theta \\ / \end{array}$

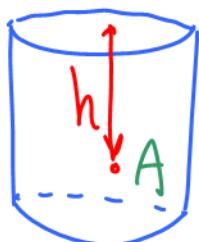
$$h = l \sin \theta$$

نکته: در محفظه‌های تجویض گاز را توجه به اینکه چنانی گاز خیلی کم است. اختلاف فشار در نقاط مختلف داخل محفظه نمی‌باشد و من توان فشار تمام نقاط را ب هم برابر در نظر گرفت.

نکته: فشار در نقطه هم تراز یک مایع سَلَن یکن است و به شکل ظرف بستگی ندارد.



$$P_A = P_B = P_C$$



توجه: اگر فشار خواه ( $P_0$ ) را در هر حباب آمده به فشار کل وارد به نقطه A در عمق  $h$  عبارت است از:

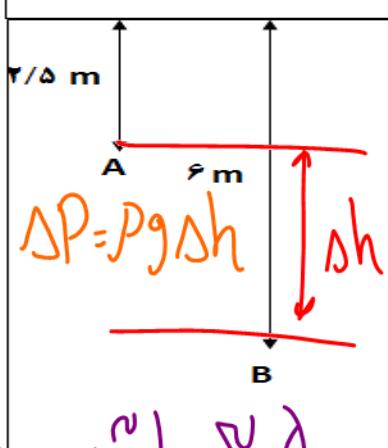
$$P_A = P_{\text{atm}} + P_{\text{gas}} \rightarrow P_A = P_0 + \rho g h$$

مثال: مخزن شکل رو برواز می یعنی به چهاری گرم بر سانتی‌متر مکعب پر شده است. اگر فشار خواه در محل آزمایش

(C)

$$100 \text{ kPa}$$

اتمفر باشد:



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

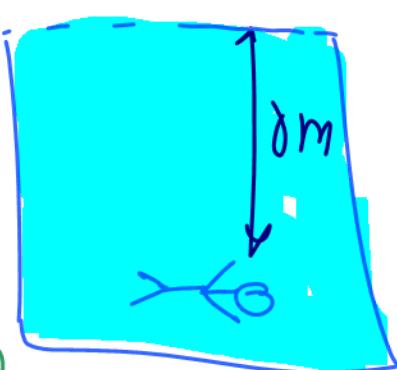
$$\Delta P = 1000 \times 10 \times 10 \text{ Pa}$$

مثال: شناوری در عمق 5 متری از طبع آب شن می‌کند. اگر فشار خواه محیط را یک اتمفر در نظر بگیریم:

$$(P_0 = 10 \text{ kPa})$$

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

ب) اگر ماده پرده C گوشت را یک سانتی‌متر مربع خرض نسیم. نیز گوشت شناور چند نیوتن است؟



$$P_{\text{gas}} = \rho g h = 10 \times 10 \times 5 \text{ Pa}$$

$$P = P_0 + P_{\text{gas}} = 10 + 50 = 60 \text{ Pa}$$

$$F = P \times A$$

$$F = 60 \times 10^{-4} \times 10 = 0.6 \text{ N}$$

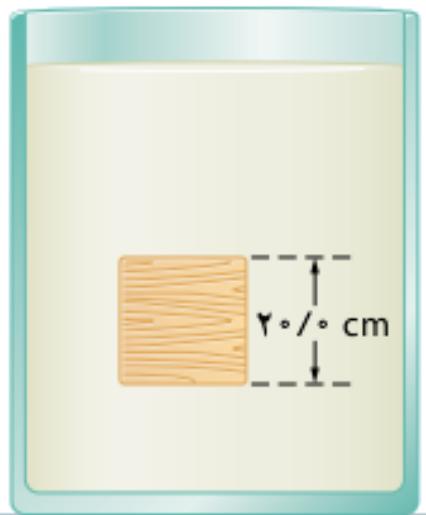
$$P_{\text{gas}} = 10 \times 10 \text{ Pa}$$

$$F = P \times A$$

وارد از طرف  
بر سیال باشی  
 $\text{m}^2$



☒ مثال: جم مَلْعِبَ بِهِ طُولٌ ضَلْعٌ ۲۰ cm درون شرہ ای غوطہ و در حال تعادل است. فتر در ۶۸ وزیر جم ب ترسیب برابر ۱۰۰ کیلوگرام است. چھلی شرہ چند کیلوگرام بر متر مَلْعِب است؟

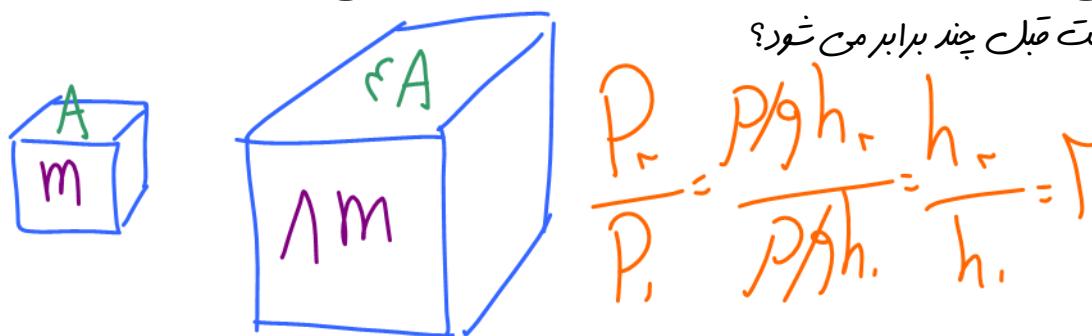


$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

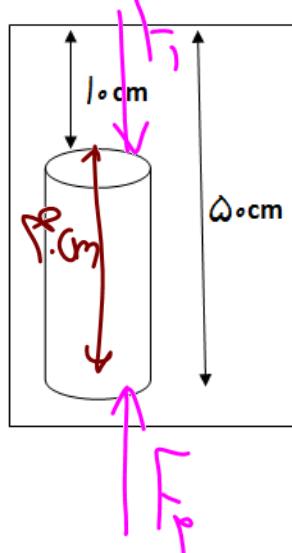
$$(1.5 \times 10^3 - 1.0) \times 10 = P_x \times 10 \times 10^{-2}$$

$$1.5 \times 10^3 = P_x \times 10 \Rightarrow P_x = 1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

☒ مثال: طرف مَلْعِبَ چھلی پر از مایع است اگر ابعاد طرف را برابر کرده و دوبارہ از حجم مایع پر نسیم فتر وارد از طرف مایع بر ته طرف نسبت به حالت قبل چند برابر من شود؟



☒ مثال: استوانہ ای توپر کے سطح قاعده آر ۲۰ سانتیمتر ماریع است مطابق چھلی درون آب ب چھلی ۱۰۰ کیلوگرام بر متر مَلْعِبَ حرارہ دارد. اختلاف نیروہای کے از طرف آب ب قاعده ھی پائیں و بگئی استوانہ وارد من شود چند نیوتن است؟



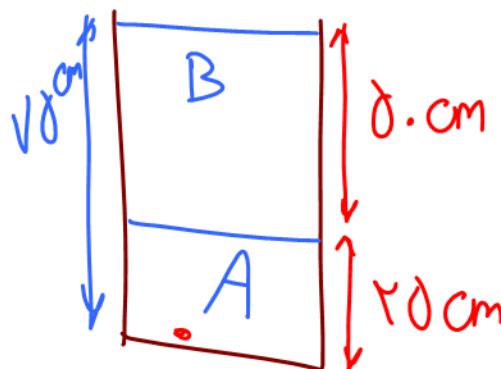
$$F = P \times A \Rightarrow \Delta F = \Delta P \times A$$

$$\Rightarrow \Delta F = \rho g \Delta h \times A = 1.0 \times 10^3 \times 10 \times 3.14 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-2}$$

$$\Delta F = 10 N$$

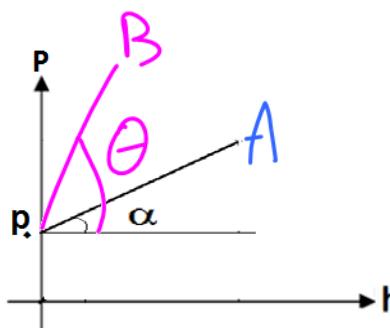


مثال ۱: دو مایع A و B را که چهل آن  $\frac{g}{cm^3}$  و  $\rho_B = 0.75 \frac{g}{cm^3}$  است را ب یکدیگر مخلوط نموده و در یک ظرف استوانه ای منطبق می‌زنیم. آنچه حجم مخلوط از مایع A و بقیه آن از مایع B و ارتفاع مخلوط در ظرف ۷۵ سانتی‌متر باشد، فثرواره از طرف مخلوط برآف نظرف چند پا کم است؟ (سرعتی ریاضی ۹۵)



$$P = P_A + P_B = P_A g h_A + P_B g h_B$$

$$P = 101325 \frac{N}{m^2} + 980 \times 10 \frac{N}{m^2} = 9800 Pa$$



$$\frac{\tan \theta}{\tan \alpha} = \frac{P_B}{P_A}$$

\*نکته: نمودار فثرواره به جمی در عمق h به صورت زیر است:

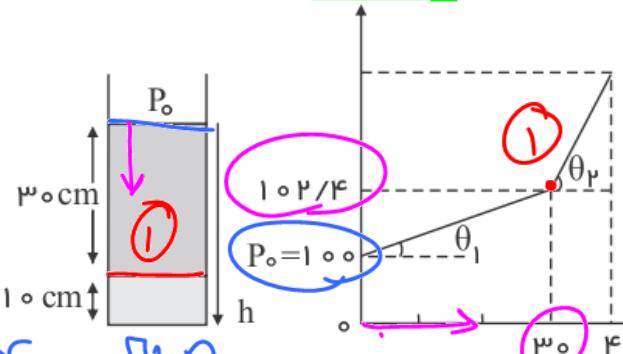
$$P = P_0 + Pg h$$

$$\tan \alpha = Pg$$



مثال: در ظرفی مطبق شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی وجود دارد. آگر نمودار تغییرات فشار بر حسب عمق دو مایع مطبق شکل زیر و  $\theta_1, \theta_2, \rho_1, \rho_2$  کدامند؟ (برای ۹۶ خارج از کشور)

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



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

$$P_1 = P_0 + \rho_1 g h$$

$$102300 = 100000 + \rho_1 \times \frac{H}{\rho_1}$$

$$102300 - 100000 = \rho_1 H$$

$$\rho_1 = \frac{P_1 - P_0}{H}$$

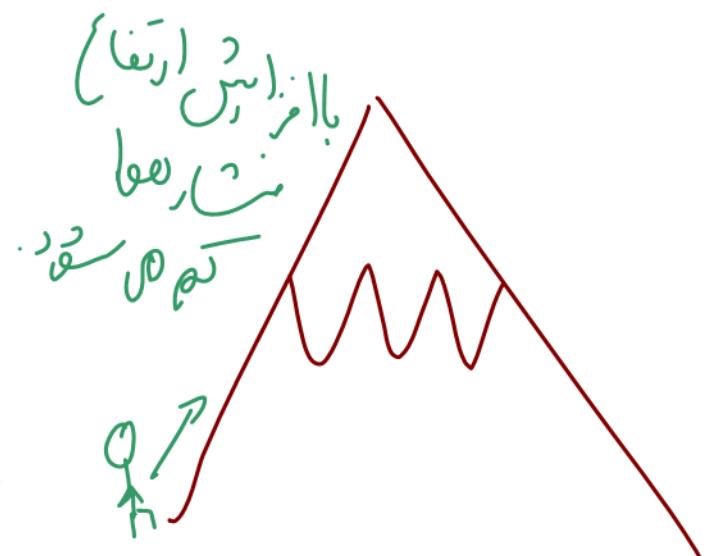
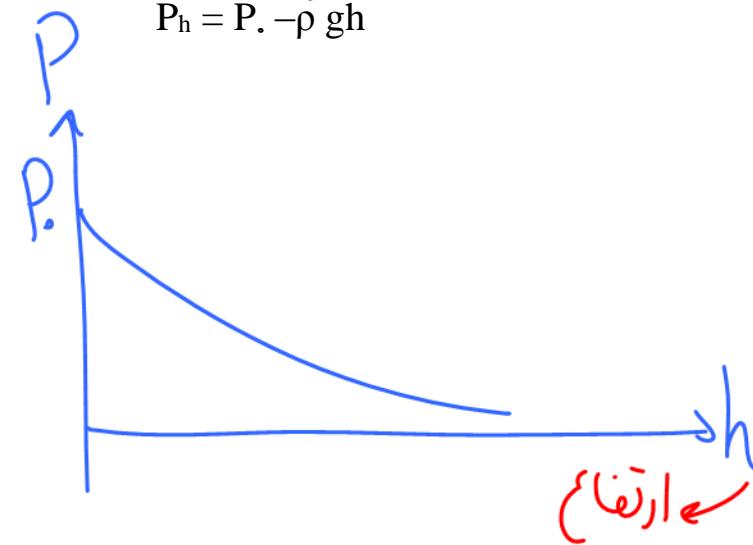
$$\frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2} = \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow V = \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow V = \frac{P_1}{\rho_1 g} = \rho_2 V$$

\*نکته: فشارها به دلیل وزن مایع ایجاد می‌شود بنابراین افزایش ارتفاع ببب گاهش فشارها خواهد شد.

چنان‌هوا

فشارها در ارتفاع  $h$  برابر است با:

$$P_h = P_0 - \rho g h$$

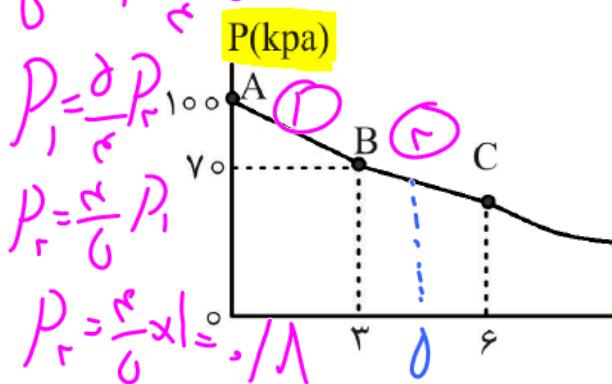




مثال: در نمودار مغایل تغییرات فشارها بحسب ارتفاع از سطح دریاچه آزاد نشان داده است. اگر

شیب خط AB، پیشیب خط BC باشد، فشارها در ارتفاع km از سطح دریاچه آزاد چند کیلوپاسکل است؟

$$\tan \theta_1 = \frac{\Delta}{\Delta} \tan \theta_2$$



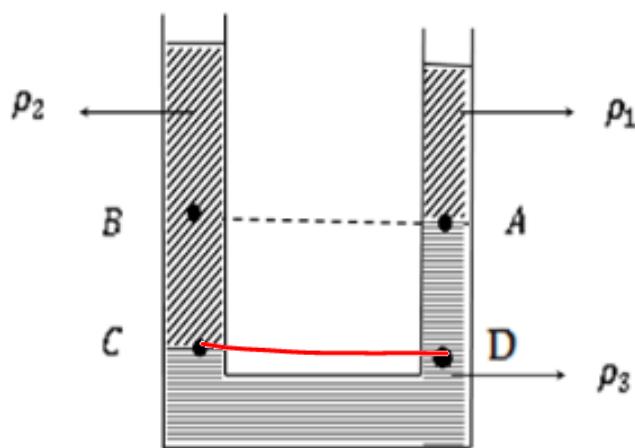
$$P_B = P_0 - P_0 g h \Rightarrow V_{...} = 100000 - P_0 \times 1.02 \times 30000$$

$$P_0 = P_0 \times 100000 \Rightarrow P_0 = 100000$$

$$P_0 = 101325 \text{ Pa} \quad P_0 g h_r = 101325 \times 10 \times 30000 = 3040000000 \text{ Pa}$$

$$h_r = 30.4 \text{ km}$$

تعالی مایعات مخلوط نشدنی در لوله U شکل: اگر در لوله ای مطابق شکل چند مایع مخلوط نشدنی ریخته شده باشد با توجه به اینکه هر طبق از یک مایع نه در یک سطح من باشد، دارای فشارهای یکسانی هستند خواهیم داشت:



$$P_C = P_D$$

$$P_C = P_0 + P_0 g h_r$$

$$P_D = P_0 + P_0 g h_1 + P_0 g h_n$$

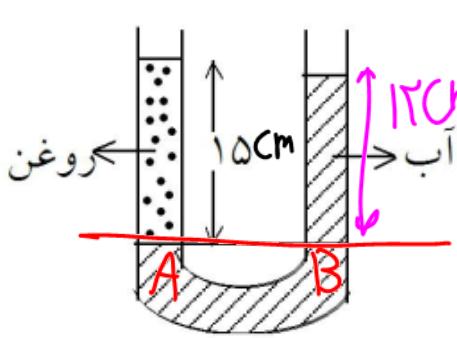
$$P_0 g h_r = P_0 g h_1 + P_0 g h_n$$

$$\Rightarrow P_0 h_r = P_0 h_1 + P_0 h_n$$

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



مثال: در شکل داره شده سطح آزاد روند نمی شود چند سانتیمتر بالاتر از سطح آزاد آب می باشد؟



$$\begin{aligned} P_A &= P_B \\ P_A &= P_0 + \rho g h_{\text{油}} \\ P_B &= P_0 + \rho g h_{\text{水}} \end{aligned}$$

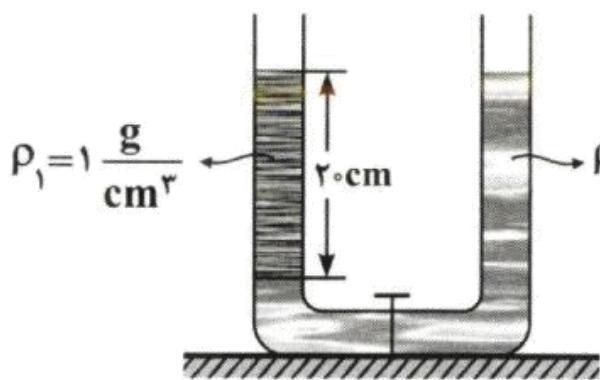
$$(\text{چگالی آب} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 1000 \text{ و روند} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 100)$$

$$P_0 + \rho g h_{\text{油}} = P_0 + \rho g h_{\text{水}}$$

$$1000 \times 10 = 1000 \times h$$

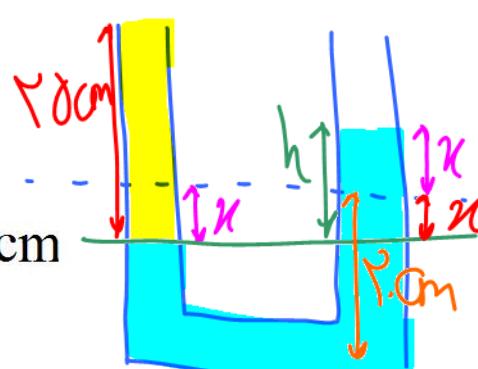
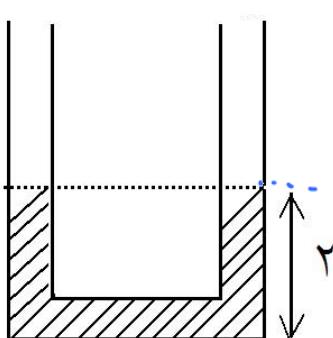
$$h = 12 \text{ cm} \quad \Delta h = 10 - 12 = -2 \text{ cm}$$

مثال ۳: شکل مقابله دو مایع مخلوط نشدنی را نشان می دهد و شیر رابط بته است و سطح آزاد مایع در دو لوله در یک ارتفاع قرار دارد. آگر شیر را بزنیم، بعد از رسیدن به تعادل اختلاف ارتفاع سطح آزاد در دو لوله چند سانتیمتر می شود؟



$$\begin{aligned} P_1 h_1 &= P_2 h_2 \\ 1 \times 10 &= 1/2 \times h \\ h &= 20 \text{ cm} \\ \Delta h &= 15 - 10 = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

مثال: در شکل روی رو ارتفاع آب در هر شاخه لوله برابر ۲۰ سانتیمتر است. درون یکی از شاخه ها به آرامی روند می ریزیم و طول ستون روند به ۲۵ سانتیمتر برداشت. در حالت تعادل ارتفاع آب در شاخه مقابله چند سانتیمتر خواهد



$$(\rho_{آب} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho_{رون} = 0.7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})$$

$$P_1 h_{\text{آب}} = P_2 h_{\text{رون}} \Rightarrow$$

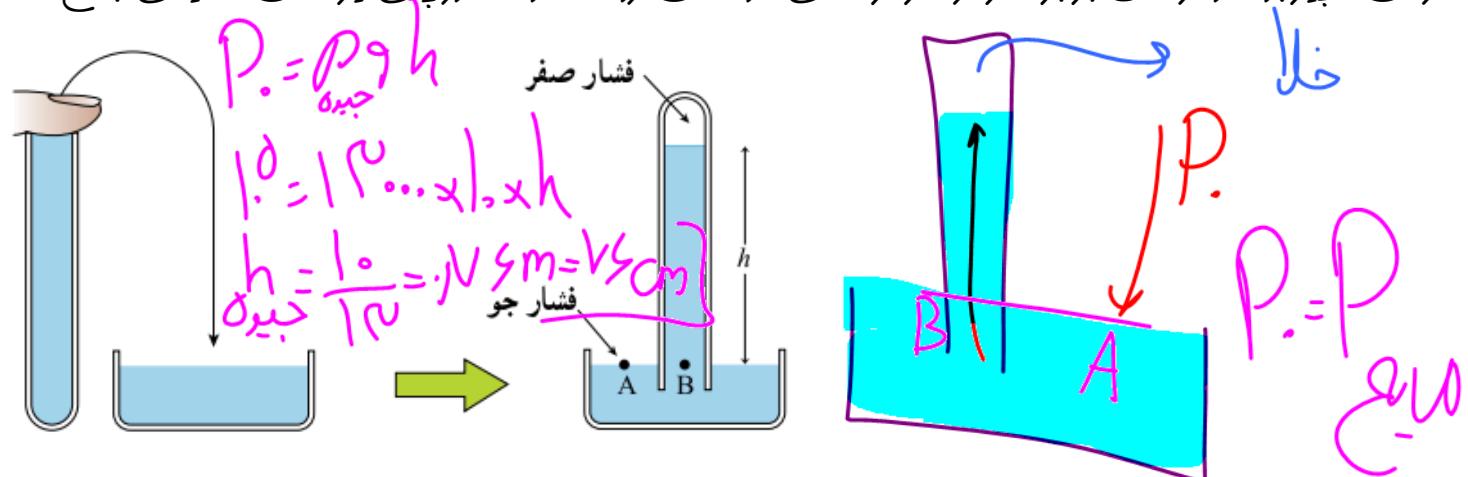
$$1 \times 12 = 0.7 \times h \Rightarrow h = 17.1 \text{ cm}$$

$$h = 25 \Rightarrow 12 = 13$$

$$P_0 + \rho_1 g h = P_0 + \rho_2 g h \Rightarrow h = V_1 \Delta h$$



جو سنج (بارومتر): جو سنج شامل یک لوله ای شیشه ای بند بیک سربته است که از جیوه پر شده و پس درین طرف محتوی جیوه به طور وارون قرار گرفته است. فضای خالی بالای سیلون جیوه تنها محتوی بخار جیوه است که فشر آن ناچیز بوده و در عمل برابر صفر در نظر گرفته می شود. این روش توسط توریچلی فیزیکدان ایتالیان ابداع شد.



واحد سانتیمتر جیوه (cmHg): به ارتفاع جیوه بر حسب سانتیمتر، فشر بر حسب سانتیمتر جیوه من گوییم بنابراین یک سانتیمتر جیوه برابر فشاری است که ظرف خالی جیوه در عمق یک سانتیمتر ایجاد می نماید.

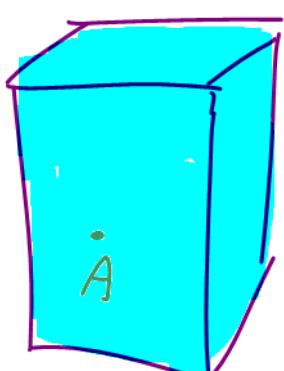
$$1 \text{ cmHg} = 133.32 \text{ Pa}$$

نکته: در حقیقت ارتفاع جیوه برابر  $h_{Hg}$  باشد برای محاسبه فشر مایع به چگالی در عمق  $h$  من توان نوشت:

$$P_{\text{مایع}} = P_0 + \rho_{Hg} g h_{Hg} = P_0 + \rho_{Hg} g h_{cmHg} = P_0 + \frac{\rho_{Hg} g h}{P_{Hg}}$$

مثال: اگر فشر هوا ۷۵ سانتیمتر جیوه باشد، فشر در عمق چند سانتیمتر آب به ۱۰۰ سانتیمتر جیوه من را؟

$$(P_{air} = 1 \frac{g}{cm^3} \text{ و } \rho_{Hg} 13332 = \frac{g}{cm^3})$$



$$P_A = P_0 + P_{\text{ایم}} \rightarrow 100 = 101320 + P_{\text{ایم}}$$

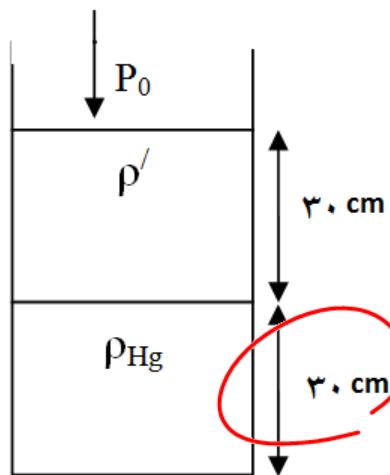
$$\Rightarrow P_{\text{ایم}} = 101320 \text{ cmHg}$$

$$P_{\text{ایم}} = \frac{P_{cmHg} - P_{Hg}}{\rho_{Hg} g} = \frac{100 - 101320}{13332} = 7.5 \text{ cmHg}$$

$$h_{ایم} = \frac{P_{ایم}}{\rho_{Hg} g} = \frac{7.5 \times 13332}{13332} = 7.5 \text{ cm}$$



مثال: حجم های متساوی از جیوه  $\rho_{Hg} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$  و مایع به چهاری  $\rho = 1/32$  را مطابق شکل در لوله ای ریخته ایم. فشارها cmHg است. فشار کل در زیر جیوه چند است؟



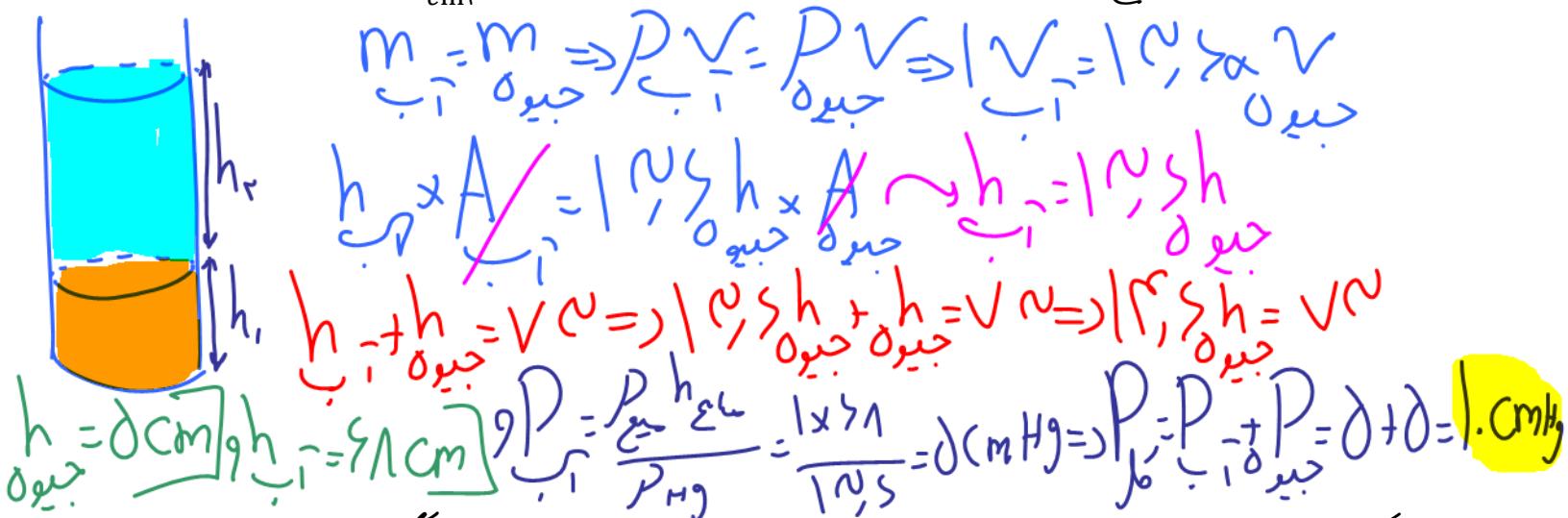
$$P_{\text{کل}} = P_0 + P_{Hg} + P'$$

$$P'_{cmHg} = \frac{P' h}{\rho_{Hg}} = \frac{1,013 \times 2}{13.6} = 154.5 \text{ cmHg}$$

$$P_{\text{کل}} = P_0 + P_{Hg} + P'$$

$$P_{\text{کل}} = 1,013 + 13.6 + 154.5 = 1,271 \text{ cmHg}$$

مثال: در یک مخزن استوانه ای آب و جیوه به جرم های برابر ریخته شده است مجموع ارتفاع دو گاز مایع ۷۳ سانتیمتر است فشار که از این دو مایع بر تنه مخزن وارد می شود چند سانتیمتر جیوه است؟ ( $\rho_{Hg} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$ )



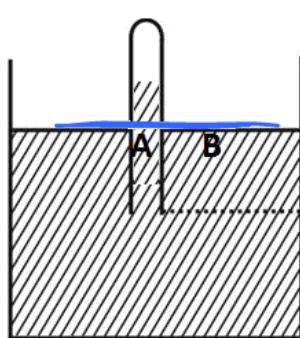
$$\frac{m}{V} = \frac{m}{V} \Rightarrow P = P \Rightarrow V = V$$

$$h_1 \times A = 1,013 h_1 \times A \Rightarrow h_1 = 1,013 h_1$$

$$h_1 + h_2 = V \Rightarrow 1,013 h_1 + h_2 = V \Rightarrow 1,013 h_2 = V - 1,013 h_1$$

$$h_2 = \frac{V - 1,013 h_1}{1,013} = \frac{V - 1,013 \times 41}{1,013} = 41 \text{ cm}$$

نکته: مدلن است در انتها کی لوله مقداری صورا مخصوص شده باشد در این حالت اگر اعداد برابر بحسب سانتیمتر جیوه

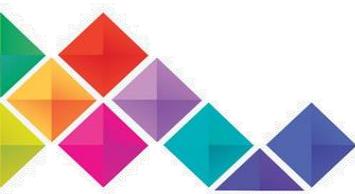


$$P_A = P_0 + P_{Hg}$$

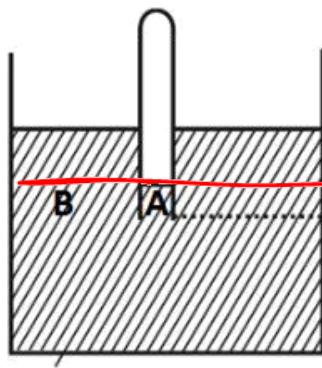
$$P_B = P_0$$

$$P_A = P_0 + P_{Hg}$$

$$P_B = P_0$$

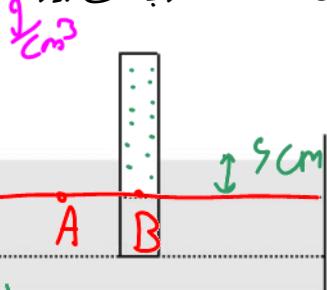


نکته: در شکل مقابل، فتر گاز از فر محیط بیشتر بوده است به همین دلیل سطح جیوه در داخل لوله پیش از تراز سطح جیوه در سیرون طرف است.



$$\begin{aligned} P_A &= P_B \\ P_A &= P_{جیوه} \\ P_B &= P_0 + P_{جیوه} \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} P_{جیوه} &= P + P \\ &= P_0 + P_0 + P \\ &= 2P_0 \end{aligned} \right\}$$

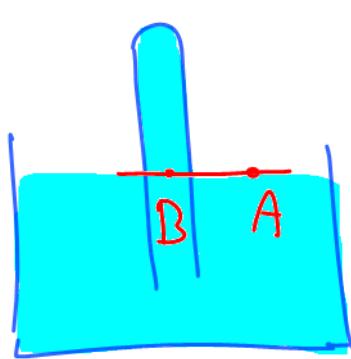
مثال: در شکل رهانه لوله چافیتی عمق ۱۴ سانتی متر درون مایع به  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  خودشده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۸ سانتیمتر باشد فتر حواکی داخل لوله چند سانتیمتر جیوه است؟ (فتر حوا  $76 \text{ cmHg}$  و  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  است).



$$P_{مایع} = P_{جیوه} + \frac{\rho_{جیوه} h}{\rho_{Hg}} = \frac{1000 \times 6}{13600} = \frac{6000}{13600} = 0.44 \text{ cmHg}$$

$$P_A = P_0 + P_{جیوه} \quad P_0 + P_{جیوه} = P \\ P_B = P_{جیوه} \quad P_{جیوه} = V_0 + J_0 = 14 + 8 = 22 \text{ cmHg}$$

نکته: چنانچه لوله جوسنج کوتاهتر از ۷۶ سانتیمتر باشد، جیوه برگشت نمی‌کند و لوله پر از جیوه باقی می‌ماند. در این حال فتر وارد از طرف لوله به جیوه یا بر عکس از طرف جیوه به جداره داخلی لوله در قسمت بالای عبارت است از:

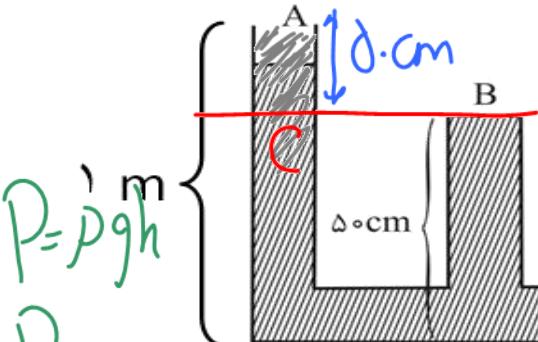


$$\begin{aligned} P_A &= P_0 \\ P_B &= P_0 + P_{جیوه} \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} P_0 &= P + P \\ &= P_0 + P_0 + P \\ &= 2P_0 \end{aligned} \right\}$$



**مثال:** در ظرف مطابق شکل، مایعی به  $314 \text{ cm}$  بر سانتی متر ملعوب ریختهایم. تعیین کنید فشار آب مایع به هر یک از دریوش‌های  $B$  و  $C$  وارد می‌شود. چند خندق شکل است؟ (ناحیه  $A$  براست و فشارها  $75 \text{ cmHg}$  است).

$$P_B = P_C \Rightarrow P = P_+ + P_{\text{exp}} \quad (\rho_{\text{Hg}} = \frac{g}{cm^3})$$



$$P_{\text{out}} = \frac{P_{\text{in}} h_{\text{out}}}{P_{\text{loss}}} = \frac{P_{\text{in}} \times \eta}{P_{\text{loss}}} = P_{\text{in}} \eta$$

$$P = \left| \nabla S_{\text{ext}} \right| \times \Lambda V, \partial x \right|^{-1} \cdot \left( q \cdots P_Q \right) \quad P_{\text{ext}} = V \delta + 1, \delta = \Lambda V, \delta \text{ cm} + 9$$

مثال: در شکل مقابل  $P = 72 \text{ cmHg}$  است و مساحت آن برابر با  $2 \text{ سانتیمتر مربع}$  است. نیروی واردہ از طرف

مایع بر آب لوله چند نیوتن است؟

$$F = P \times A \quad (P_{Hg} = \rho_{Hg} g h)$$

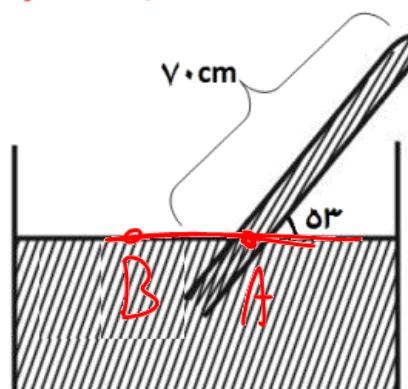
$$N = P \times A \quad (P_A = P_B)$$

$$m^2 = P_A = P_B \Rightarrow P = P + P_{Hg}$$

$$P = P_0 + \rho_{Hg} g h \Rightarrow P = 1.013 \cdot 10^5 + 13.6 \cdot 9.81 \cdot 0.58 = 1.013 \cdot 10^5 + 7.5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

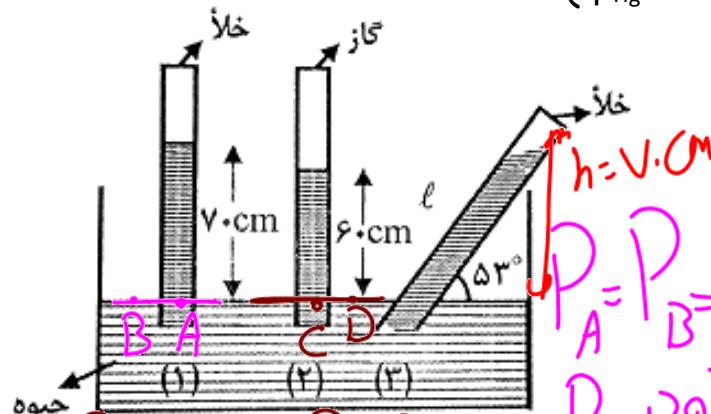
$$F = P \times A = 1.013 \cdot 10^5 \times 10^{-4} = 1.013 \text{ N}$$

**مثال:** مطابق شکل درون لوله آرماتور به طرح مقطع ۲۰ سانتیمتر مربع جیوه وجود دارد با توجه به شکل چه نیروی از طرف حده به انتها لوله آرماتور وارد می شود؟



$$P = \rho g h_s |cos\alpha| + \alpha \frac{P_B}{f_s} = \gamma V f_s P_0 \Rightarrow F = P \times A = \gamma V P_0 \times \frac{P \cdot x}{f_s} = \underline{\delta f_s F_N}$$

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



$$P_c = P_d \Rightarrow P_c + P_g = P_c \quad \text{معنی می‌گیریم}$$

$$P_c + P_g = V \Rightarrow P_c = 1 \text{ cm Hg}$$

$$P_c = 100 \text{ Pa}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_A = P_c = V \text{ cm Hg}$$

$$P = Pgh \Rightarrow 100 \times 1 \times \frac{V}{1} = 980 \text{ Pa}$$

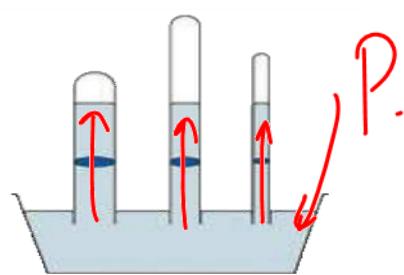
$$h = \sqrt{2} \sin \theta = V$$

$$l \times \frac{1}{\sqrt{2}} = V \Rightarrow l = \frac{V}{\sqrt{2}} = 1.414 \text{ cm}$$

پرسش:

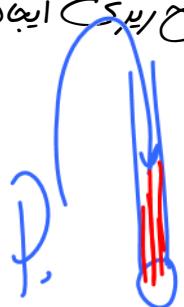
۱- توضیح دهید چرا توربیلن در آزمایش خود ترجیح دارد به جای آب از جیوه استفاده کند؟

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



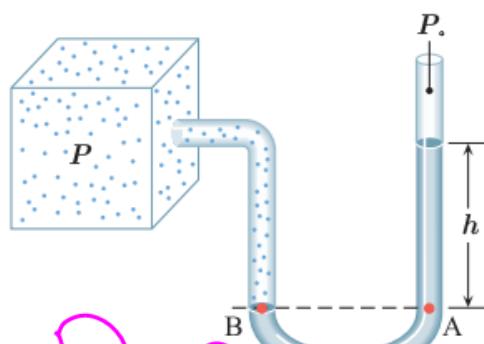
$$P_0 = P = Pgh$$

۳- در چاه خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک چاه من شود و در آنجا توسط یک گوی فلزی خود زنگ غلطان روی چاهی گذشت می شود. در بدنه ای کاری یا دریوش بالای این نوع چاه های خودکار سوراخ زنگ ایجاد می کند. دلیل این کار را توضیح دهید.





فشارسنج(مانومتر): یعنی از وسیله‌های ساده برای اندازه‌گیری فشار یک شرکت مخصوص، فشار سنج U شکل است. در این فشار سنج انتها راسته لوله با فشار جو P در ارتباط است. انتها چهار لوله، به طرفی که فشار آن باید اندازه‌گیری شود متصل است.

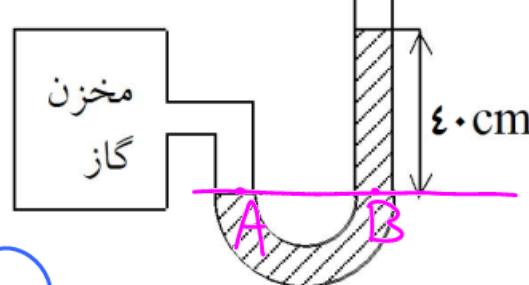


$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho gh = P_0 + P_{\text{gas}}$$

$$P_{\text{gas}} = P_0 - P_0$$

فشار پیمانه‌ای ( $P_g$ ): به اختلاف فشار مخلوط و فشار حوا است فشار پیمانه‌ای من گوییم.  
توجه: اگر فشار گاز کمتر از فشار جو باشد یا در خلا نبین، فشار پیمانه‌ای متفق من شود.

مثال: در شکل روبرو چگالی مایع  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و فشار حوا  $P_0 = 101325 \text{ Pa}$  من باشد. در این صورت فشار گاز مخزن بر حسب پاکل چهراست؟



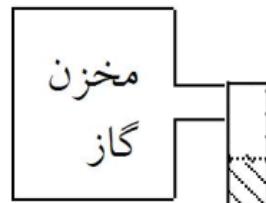
$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{gas}} = P_0 + P_{\text{gas}}$$

$$P_{\text{gas}} = P_0 h = 101325 \times 0.4 = 40530 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow P_{\text{gas}} = 101325 + 40530 = 141855 \text{ Pa}$$



مثال: در شکل روبرو اگر فتر گاز ۹۵/۲ کیلو پا کل و اختلاف ارتفاع یعنی طبع جیوه برابر با cm باشد، فشار حوا چند سانتیمتر جیوه است؟ ( $\rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3}$ )



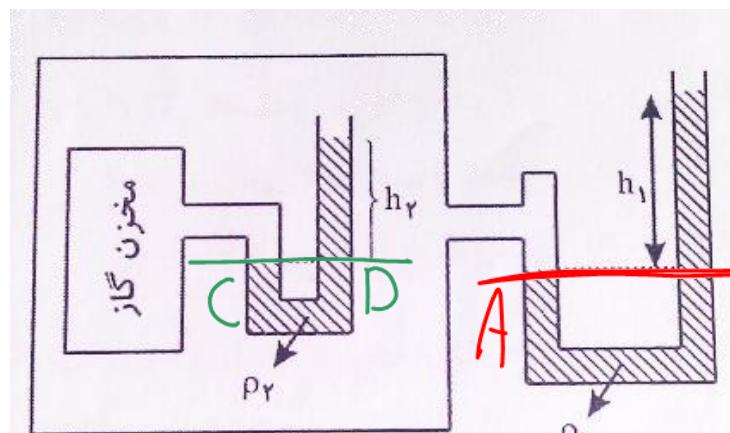
$$P_i = 902 \text{ Pa}$$

$$P_i = P_0 h \Rightarrow 902 = 101325 \times 0.05 \Rightarrow P_i = 5013.75 \text{ Pa}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_i + P_{\text{جیوه}} = P_i \Rightarrow P_{\text{جیوه}} = V \cdot cm \text{ Hg}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_i + P_{\text{جیوه}} = P_i \Rightarrow P_{\text{جیوه}} = V \cdot cm \text{ Hg}$$

مثال: در شکل روبرو  $P_0$  و  $P_1$  به ترتیب  $13/2$  کرم بر سانتیمتر مکعب و  $10$  کرم بر سانتیمتر مکعب و  $h_{جیوه}$  به ترتیب  $20$  سانتیمتر و  $12$  سانتیمتر من بخشد. آگر فتر گاز اتومات سرتمه برابر  $19$  اتمسفر باشد فشار گاز مخزن را تعیین نماید.



$$P_i = 19000 \text{ Pa} = 19 \text{ atm}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P = P_i + P_{\text{جیوه}}$$

$$P = 19 + 101325 \times 0.12 = 11159 \text{ Pa}$$

اتفاق سرتمه

$$P_C = P_D \Rightarrow P = P_i + P_{\text{جیوه}} = 11159 + 101325 \times 0.12 = 11159 + 12159 = 23318 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{جیوه}} = 101325 \text{ Pa}$$