فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

«در پایین دست، فضای زیادی وجود دارد»

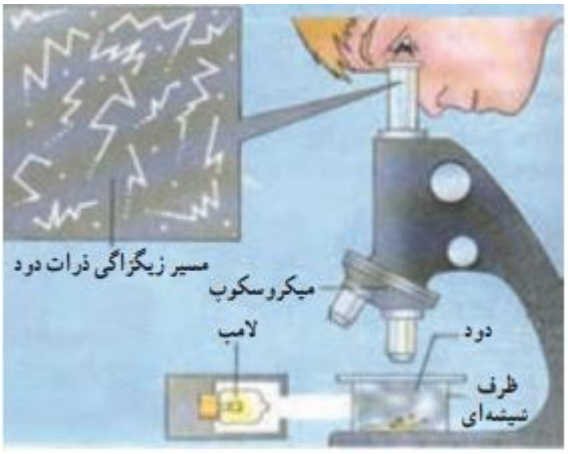
ریچارد فاینمن

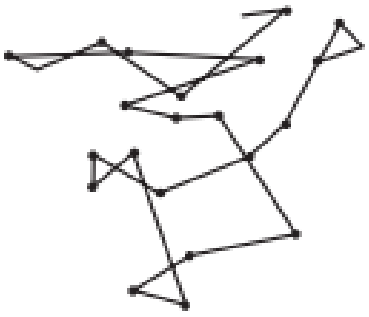
❖ ۲-۱ حالت‌های ماده:

به طور کلی ماده شامل سه فاز جامد، مایع و گاز است که به شرح زیر توصیف می‌شوند:

۱-**گاز**: در حالت گازی مولکوهای ماده‌ای که درون ظرف محاط شده‌اند به راحتی در داخل ظرف حرکت می‌کنند و با دیواره‌ی ظرف برخورد دارند. فاصله‌ی مولکول‌ها در این حالت فازی چند ده برابر حالت مایع و جامد است.

- ***حرکت براونی:*** *شکل زیر شیشه‌ای محتوی ذرات دود را نشان می‌دهد که پرتوهای نور به آن می‌تابد. اگر با میکروسکوپ درون ظرف محتوی دود را مشاهده کنیم دیده می‌شود که ذره‌های دود به طور نامنظم و درهم و برهم و در یک مسیر زیگزاگی حرکت می‌کنند. این حرکت نامنظم و کاتورهای ذرات دود را حرکت براونی می‌نامند. مشاهده بیشتر توسط میکروسکوپ نشان میدهد که ذرههای دود برخوردهای اندکی با یکدیگر دارند. پس میتوان نتیجه گرفت باید ذرات دیگری که قابل مشاهده نیستند با آنها برخورد کرده و مسیر حرکت آنها را تغییر داده باشند. این ذرههای مشاهدهناپذیر، همان مولکولهای هوا هستند. حرکت زیگزاگی و نامنظم ذرههای دود نشانگر این است که مولکولهای هوا به صورت کاتورهای و نامنظم در حرکت‌اند.*



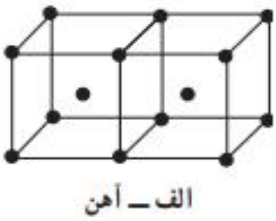


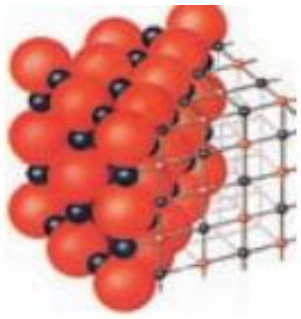
۲-**مایع:** فاصله مولکولها در مقابل فاز گازی به مراتب به هم نزدیکتر است(حدود انگستروم). مولکولها در مایعات به راحتی روی هم حرکت میکنند و به اطراف خود میلغزند لذا به راحتی شکل ظرف خود را میگیرند.

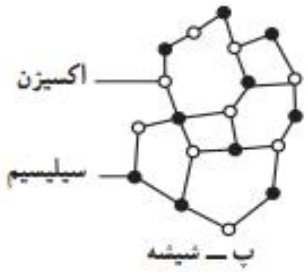
- **پدیده‌ی پخش در مایع‌ها:**

اگر مقداری نمک را در یک لیوان آب بریزید، پس از مدتی آب، شور می‌شود. اگر چند قطره جوهر را به آب درون لیوانی اضافه کنید، به تدریج رنگ آب تغییر میکند. تجربه‌های ساده‌ای مانند این، نشان میدهند که ذرات سازنده نمک و جوهر در آب درون لیوان پخش شده‌اند. دلیل پخش ذرات نمک و جوهر در آب، به حرکت مولکول‌های آب مربوط می‌شود. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های آب و برخورد آنها با ذرات سازنده‌ی نمک و جوهرَ اینگونه می‌شود.

۳-**جامد:** فاصله‌ی مولکول‌ها برابر با فاصله‌ی مولکول‌ها در مایعات است. اما نمی‌توانند مانند مایعات به راحتی حرکت داشته باشند. جامدات معمولا در یک شبکه‌ی بلوری حول نقاط ثابتی قرار میگیرند و فقط حول نقاط ایستایی خود حرکت نوسانی بسیار کوچکی دارند. این نوسانات به اندازه‌ای نیست که تعادل سیستم بهم بخورد و سبب ناپایداری شود.


الف ــ آهن


ب ــ نمک طعام



پ ــ شیشه

❖ ۲-۲ ویژگی‌های فیزیکی مواد در مقیاس نانو:

ویژگی‌های فیزیکی مواد از قبیل: نقطه ذوب، رسانندگی الکتریکی و گرمایی،شفافیت، استحکام، رنگ و... اغلب می‌تواند به طور چشمگیری در مقیاس نانو تغییر کند. فناوری نانو در واقع از ویژگی‌های خاصی از مواد بهره برداری می‌کند که در مقیاس نانو تغییر می‌کنند. تاکنون دستاوردهای بسیار مهمی در این زمینه حاصل شده است. نکته مهمی که باید توجه داشت این است که ویژگی های فیزیکی تمام مواد، شامل جامدها، مایع‌ها و گازها، در مقیاس نانوتغییر می‌کنند. به علاوه، لازم نیست که همه ابعاد یک ماده در مقیاس نانو باشند. برای نمونه، یک نانو ذره (مانند ذرههای کوچک طلا با دمای ذوب کم که پیش از این توصیف شدند) در هر سه بُعد کوچک است، اما اگر صرفاً یک بُعد مادهای را در مقیاس نانو محدود کنیم در این صورت یک نانو لایه داریم که لایه ای به ضخامت نانو مقیاس است. آزمایش نشان می‌دهد که ویژگی‌های فیزیکی نانولایه‌ها نیز همچون نانو ذره‌ها، به طور قابل توجهی تغییر می‌کند.

❖ ۲-۳ نیروهای بین مولکولی:

به نیروی ناشی از مولکول‌های مجاور هر ماده نیروی بین مولکولی می‌گوییم. معمولا نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند ازین رو اگر فاصله‌ی بین مولکول‌ها زیاد شود عملا این نیرو بسیار اندک شده و به صفر میل می‌کند.

✓ نکته‌ی ۱:

به نیروی بین مولکول‌های همسان مانند نیرو بین مولکول‌های آب را نیروی هم چسبی می‌گویند.

✓ نکته‌ی دوم:

به نیروی بین مولکول‌های غیر همسان مانند نیرو بین مولکول‌های آب و شیشه را نیروی دگر چسبی می‌گویند.

✓ نکته‌ی ۳:

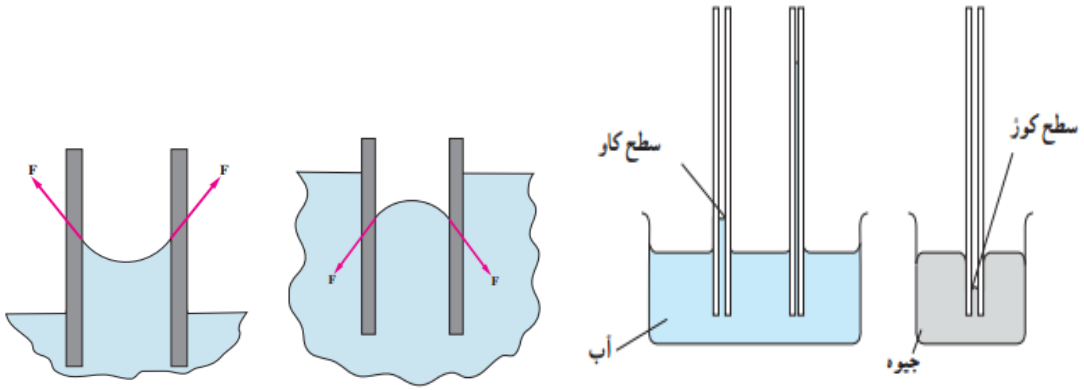
کشش سطحی: در داخل یک مایع نیروی هم چسبی در داخل مایع بیشتر از نیروی دگر چسبی آن با محیط خارج مثلا هوا است از این رو مولکول‌های مایع ترجیح می‌دهند کنار هم یک زنجیره را تشکیل دهند به این خاصیت کشش سطح می‌گوییم.

✓ نکته‌ی ۴:

تر شوندگی: هرگاه مایعی در تماس با جامدی قرار گیرد دو حالت می‌تواند رخ دهد. یکی اینکه دگرچسبی بین مولکول های مایع و جامد از هم چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر باشد. در این صورت می‌گوییم مایع، جامد را تر یا خیس می‌کند. اما اگر نیروی هم چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد بیشتر باشد می‌گوییم مایع جامد را تر نمیکند.

- **مویینگی:**

پدیده‌ای که به علت کشش سطحی به وجود می‌آید. از آنجاییکه نیروی دگرچسبی بین اتم‌های آب کمتر از هم‌چسبی آن است آب ترجیح می‌دهد در داخل یک لوله مویین بالا برود. در این حالت سطح مایع در داخل لوله مویین یه سطح کاو میسازد. اما در جیوه نیروی هم‌چسبی بالاتر بوده و در داخل لوله مویین در ارتفاع پایین‌تری قرار می‌گیرد. در این حالت سطح مایع در داخل لوله مویین یه سطح کوژ میسازد.



۲-۴ فشار:

نیروی عمودی وارد بر سطح را فشار می‌نامیم. واحد آن نیوتن بر متر مربع است که به اختصار پاسکال (Pa) نامیده می‌شود.

$$P = \frac{F_{\perp}}{A}$$

مثال۱: فشار یک مکعب به ابعاد ۲ متر را بر که وزنی معادل ۱۰۰ کیلوگرم دارد بر سطح بیابید.

✓ **نکته‌ی ۵:**

برای بدست آمدن فشار بر حسب پاسکال همواره چگالی باید بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب در روابط جایگذاری شود.

مثال۲: جعبه‌ای به ابعاد ۱ و ۴ و ۵ سانتی متر و چگالی ۴ گرم بر سانتی متر مکعب موجود است. کمترین فشار وارد بر سطح از طرف این ظرف چند پاسکال است؟

مثال۳: مکعب فلزی به ابعاد $5cm \times 4cm \times 2cm$ و چگالی $8\frac{gr}{cm^3}$ از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب می‌تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟[سراسری- ریاضی۹۸]

۱) 1.6×10^2 ۲) 4×10^2 ۳) 1.6×10^{-3} ۴) 4×10^3

❖ مجاسبه‌ی فشار در در شاره‌ها(مایعات):

فشار بخشی از مایع و یا کل آن بر سطح ظرف محاط آن به صورت زیر قابل محاسبه است:

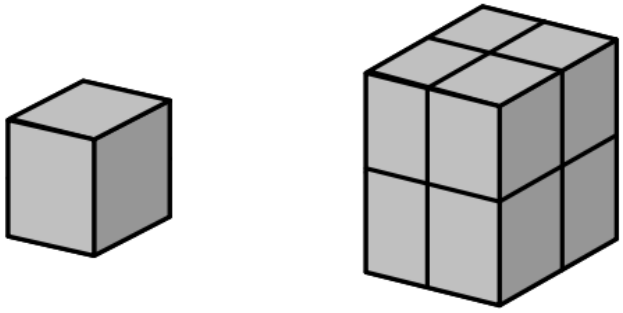
$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow m = \rho V = \rho A h$$

$$P = \frac{F_\perp}{A} \xrightarrow{F_\perp = W = mAhg} P = \rho h g$$

مثال۴: اگر داخل ظرفی کروی به ارتفاع ۱۰ سامتی متر به صورت کامل پر شده باشد فشار ناشی از این مایع بر کف ظرف چقدر است؟ چگالی مایع ۲ گرم بر سانتی متر مکعب است.

مثال۵: دو استوانه‌ی توپر و هم وزن A و B روی سطح افقی قرار دارند. اگر شعاع قاعده‌ی استوانه‌ی B، دو برابر شعاع قاعده‌ی استوانه‌ی Aباشد، فشار حاصل از استوانه‌ی A چند برابر فشار حاصل از استوانه‌ی B است؟

مثال۶:در شکل روبه‌رو، مکعب شکل(۱) مشابه هر یک از مکعب های شکل (۲)است. فشاری که مکعب‌های شکل (۲) بر سطح افقی وارد می‌کنند، چند برابر فشار حاصل از مکعب شکل(۱) است؟[سراسری-تجربی ۹۲]



(۱) (۲)

مثال۷: فشار مایع به وزن ۲ کیلوگرم بر کف ظرفی به طول ۱ متر دقیقا ۲۰ سانتی متر بالا آمده است را با فرض استوانه‌ای بودن ظرف محاسبه کنید. شعاع ظرف ۱۰ سانتی متر است.

مثال۸: مکعبی به ضلع ۶۰ سانتی‌متر پر از آب است. اگر تمام آب این مکعب را به درون استوانه‌ای که مساحت قاعده‌ی آن ۰/۳۶ متر مکعب است بریزیم، فشاری که این آب به کف استوانه ایجاد می‌کند، چند برابر فشاری‌است که در کف مکعب ایجاد کرده بود؟[سراسری-۹۶ تجربی]

❖ فشار هوا:

فشاری که هوا بر یک واحد از سطح زمین وارد می‌کند را فشار هوا می‌نامیم. فشار هوا در سطح دریا به اختصار ۱ اتمسفر نامیده میشود که برابر با 10^5 پاسکل است. با افزایش ارتفاع از سطح زمین فشار هوا کاهش میباید. به ازای هر ۱۰ متر ارتفاع این میزان ۱ میلی متر جیوه کاهش میبابد. در سطح دریا فشار ۷۶۰ میلی متر جیوه است.

✓ نکته‌ی ۶:

تبدیل واحد اتمسفر به پاسکال و میلی متر جیوه:

$$1atm = 10^5 Pa = 760mmHg$$

✓ نکته‌ی ۷:

فشار جیوه با ارتفاع آن یکسان است. لذا کافی ایست برای تمامی مایعات معادل فشار جیوه یا ارتفاع جیوه را بیابیم.

$$(\rho h)_{Hg} = (\rho h)_x$$

مثال۹: اگر ۱۵۰۰ متر از سطح آزاد دریا فاصله بگیریم فشار هوا در آن نقطه چند میلی متر جیوه و چند پاسکال است؟

مثال۱۰: درون ظرفی دو مایع که تفکیک شده هستند قرار دارد. اگر چگالی مایع ۳/۴ گرم بر سانتی متر مکعب باشد و ارتفاعی آن از سطح جیوه ۱۲ سانتی متر باشد و چگالی جیوه ۱۳/۶ گرم بر سانتی متر مکعب بوده و از کف ظرف ارتفاع ۸ سانتی متر داشته باشد فشار وارد بر کف ظرف را بیابید.

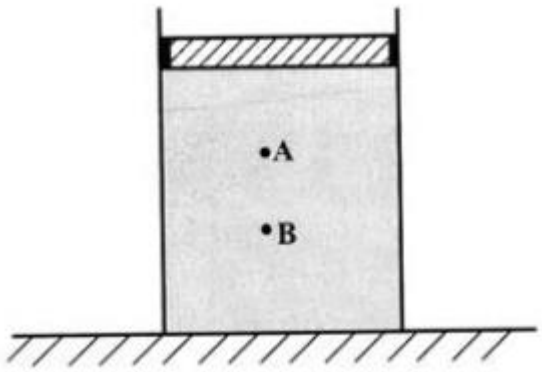
❖ فشار مایعات در حضور فشار هوا و نیروی خارجی:

اگر ظرفی حاوی مایعی با چگالی در مجاورت فشار هوا قرار گیرد فشار ناشی بر کف ظرف به صورت جمع فشار ناشی از مایع و فشار هوای خارج (یا فشار ناشی از نیرو و وزنه‌ی خارجی) ظرف محاسبه می‌شود.

لذا داریم:

$$P = \frac{\rho ghA + F}{A} = \rho gh + P_0$$
$$P = \rho gh + P_{mg}$$
$$P = \rho gh + P_F$$

مثال۱۱: در شکل روبه‌رو، فشار در نقاط A و B در درون مایع به ترتیب P_A و P_B است. وزنه‌ای روی پیستون آزاد قرار می‌دهیم. اگر در اثر وزنه، افزایش فشار در آن نقاط، ΔP_A و ΔP_B باشد، کدام رابطه درست است؟[سراسری-ریاضی۹۱]



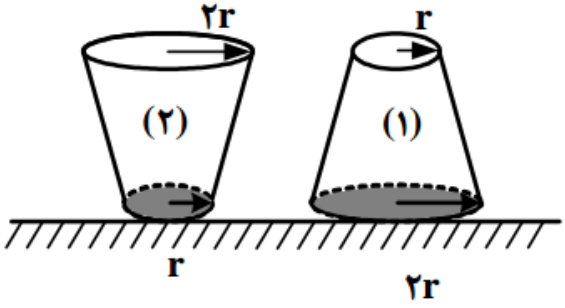
۱) $\Delta P_B < \Delta P_A, P_B = P_A$

۲) $\Delta P_B = \Delta P_A, P_B < P_A$

۳) $\Delta P_B = \Delta P_A, P_B > P_A$

۴) $\Delta P_B > \Delta P_A, P_B > P_A$

مثال۱۲: در شکل روبه‌رو، حجم و عمق آب در دو ظرف پر از آب با هم برابر است. اگر نیرویی که ظرف‌ها به سطح افقی وارد می‌کنند به ترتیب F_1 و F_2 و فشار آب در کف ظرف‌ها P_1 و P_2 باشد، کدام رابطه درست است؟(جرم ظرف‌ها یکسان است) [سراسری-ریاضی۹۲]



۱) $P_1 = \frac{1}{4}P_2, F_1 = F_2$

۲) $P_1 = P_2, F_1 = 4F_2$

۳) $P_1 = P_2, F_1 = F_2$

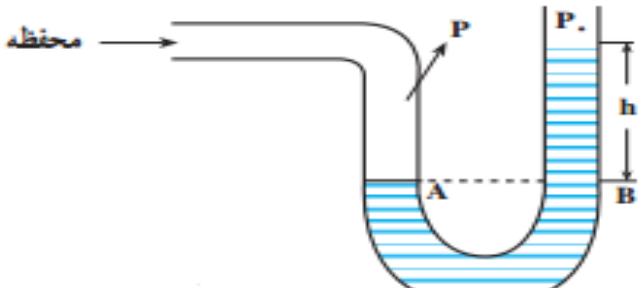
۴) $P_1 = 4P_2, F_1 = \frac{1}{4}F_2$

مثال۱۳: لوله‌ی بلندی به صورت قائم نگهداشته شده و در آن تا ارتفاع ۴ سامتی‌متری جیوه ریخته شده است. اگر فشار هوا $۱/۰۳۳۶ \times ۱۰^{۵}$ پاسکال باشد، ارتفاع جیوه درون لوله راه به چند سانتی‌متر برسانیم تا فشار در ته لوله دو برابر شود؟[سراسری-ریاضی۹۷] $(\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳} \text{ و } g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۸۴ ۲) ۸۲ ۳) ۸۰ ۴) ۷۸

❖ فشار سنج(مانومتر):

طبق شکل زیر از اختلاف فشار P یعنی فشار گاز و Po که فشار هوای خارج است میتوان فشار محفظه را بدست آورد:



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

این اختلاف فشار را **فشار پیمانه‌ای** می‌نامیم.

$P - P_0 = \rho g h$

اختلاف ارتفاع دو سمت مایع

فشار پیمانه‌ای

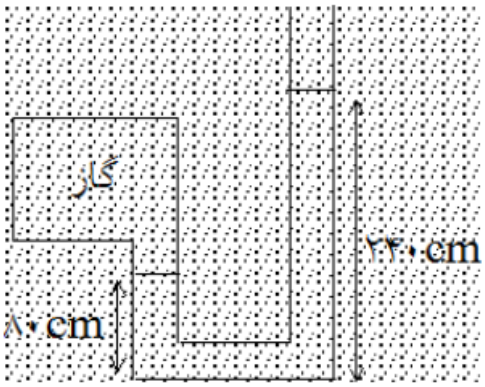
✓ نکته‌ی ۸:

برای راحتی در محاسبه‌ی فشار گاز میتوان به صورت زیر عمل کرد:

از یک نقطه شروع می‌کنیم تا به سطح بعدی برسیم. اگر سطح بعدی پایین‌تر بود فشار آن را جمع و اگر بالاتر بود فشار آن را با علامت منفی می‌نویسیم. این کار را تا جایی ادامه می‌دهیم که به نقطه‌ی انتهایی برسیم.

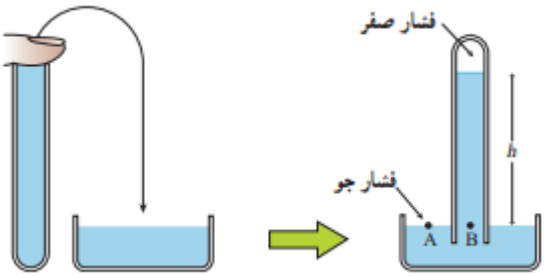
مثال۱۴: برای سنجش فشار گازی فشار سنجی را به آن وصل می‌کنیم. اگر ارتفاع مایع ۲۰ سانتی متر بالا برود فشار گاز را بیابید. چگالی مایع ۳/۴ گرم بر سانتی متر مربع و فشار هوا ۱ اتمسفر است.

مثال۱۵: در شکل زیر فشار هوا ۱ اتمسفر و چگالی مایع ۱/۲۵ گرم بر سانتی متر مکعب است. فشار گار درون مخزن را بیابید.



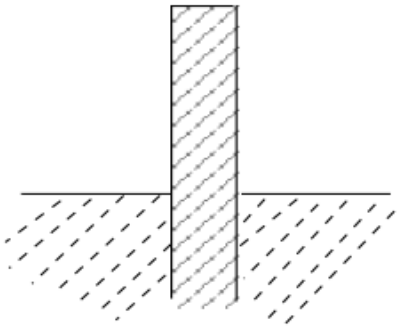
❖ جوسنج(بارومتر):

وسیله‌ای ساده که برای اندازه‌گیری فشار جو به کار می‌رود. این فشارسنج در سال ۱۶۴۳ میلادی توسط توریچلّی فیزیکدان ایتالیایی اختراع شد. جوسنج شامل یک لوله شیشه‌ای بلند (به طول تقریبی 80 سانتیمتر) با یک سر بسته است که از جیوه پر شده است. و سپس در یک ظرف محتوی 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 فرض می‌شود.



$$P_A = P_B \Rightarrow P_\circ = \circ + \rho gh \Rightarrow P_\circ = \rho gh$$

مثال۱۶: در شکل مقابل مایع به طور کامل در لوله بالا امده و ارتفاع لوله خارج شده ۱ متر است. با فرض اینکه فشار هوا ۱/۰۱۵ اتمسفر و چگالی هوا ۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب



چند اتمسفر می‌باشد.

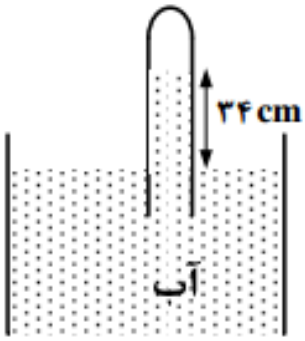
مثال۱۷: در شکل روبه‌رو، فشار گاز جمع شده در انتهای لوله، ۷۲ سانتی‌متر جیوه است. اگر اختلاف سطح آب در لوله و ظرف ۳۴ سانتی‌متر باشد، فشار هوا چند سانتی‌متر جیوه است؟(چگالی آب ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب و چگالی جیوه ۱۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است).[سراسری-تجربی۹۳]

۱) ۷۶

۲) ۷۴/۵

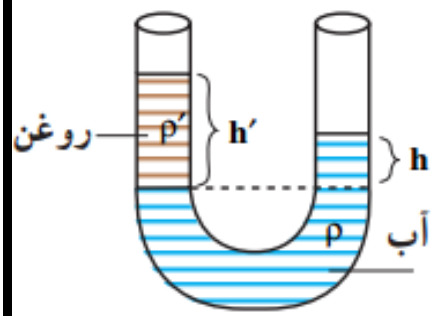
۳) ۶۹/۵

۴) ۶۸



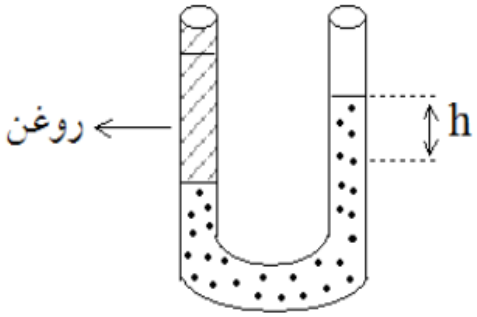
❖ لوله‌های U شکل–مایعات مخلوط نشدنی:

اگر دو یا چند مایع مخلوط نشدنی را در یک لوله‌ی U شکل بریزیم ارتفاع مایعات در دو سر لوله یکسان نخواهد بود. برای حل مسائل از این دست کافیست خط تراز جدا کننده دو سطح مایع را رسم کنیم و سپس فشار سمت چپ و راست را مساوی یکدیگر قرار دهیم.

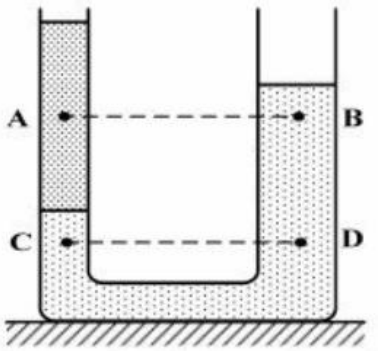


$$\rho h = \rho' h'$$

مثال۱۸: در یک ظرف U شکل حاوی آب مطابق شکل روغن ریخته‌ایم. سطح آب در دوطرف لوله درای ۲۰ سانتی متر اختلاف است. اگر چگالی آب و روغن به ترتیب ۱ و ۰/۸ گرم بر سانتی متر مکعب باشد ارتفاع روغن را بیابید.



مثال۱۹: در شکل روبه‌رو، فشار نقاط نشان داده شده را با هم مقایسه کنید.[سراسری-تجربی۹۵]



مثال۲۰: در دو لوله‌ی استوانه‌ای مربوط به هم تا سطح AA' آب وجود دارد و قطر قاعده‌ی یکی از استوانه‌ها ۳ برابر قطر قاعده‌ی استوانه‌ی دیگر است. اگر از لوله‌ی سمت چپ تا ارتفاع ۵ سانتی متری نفت اضافه کنیم، آب در لوله‌ی باریک چند سانتی‌متر نسبت به حالت اول بالا می‌رود؟[سراسری-تجربی۹۸]

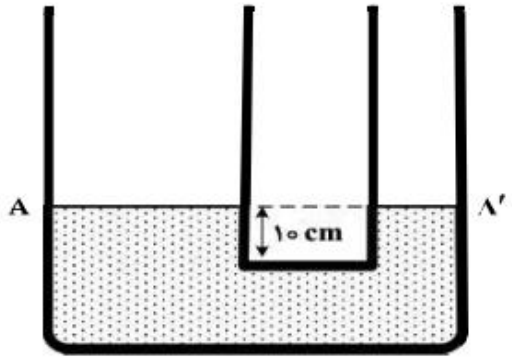
$(\rho_{\text{نفت}} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ و $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ و $\rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^۳})$

۱) ۱/۲

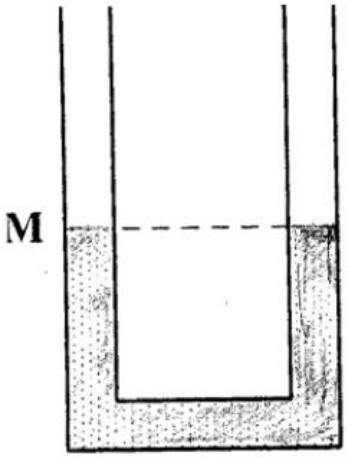
۲) ۳/۶

۳) ۴

۴) ۵



مثال۲۱: در شکل روبه‌رو در لوله‌ی U شکل آب ریخته شده و نقطه‌ی M روی لوله نشانه گذاری شده است. اگر در قسمت سمت راست لوله، روی آب به ارتفاع ۵ سانتی‌متر نفت بریزیم، در لوله‌ی مقابل، سطح آب چند سانتی‌متر از نقطه‌ی M بالاتر می‌رود؟[سراسری-ریاضی۹۱]



۱) ۱

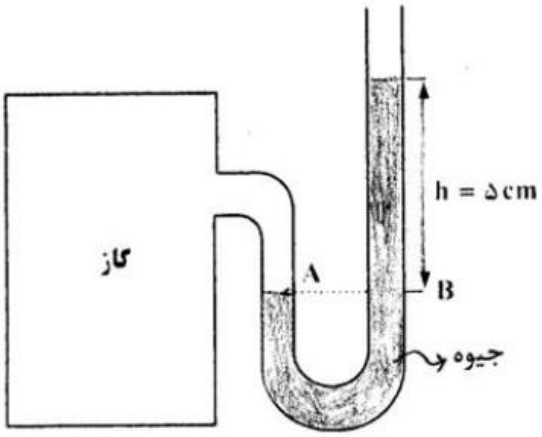
۲) ۲

۳) ۲/۵

۴) ۴

مثال۲۲: در شکل روبه‌رو فشار پیمانه‌ای گاز چند پاسکال است؟[سراسری-ریاضی۹۱]

(چگالی جیوه ۱۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب و شتاب گرانش ۱۰ است)



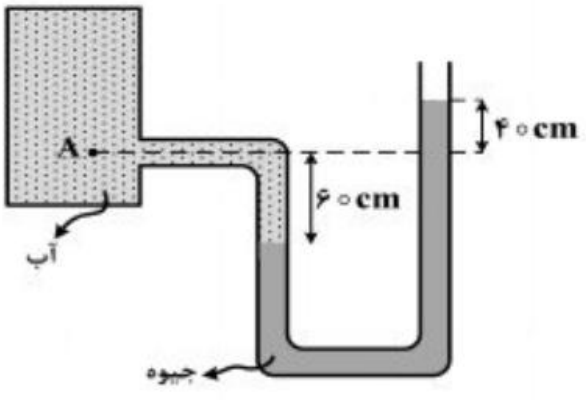
۱) ۵

۲) ۸۱

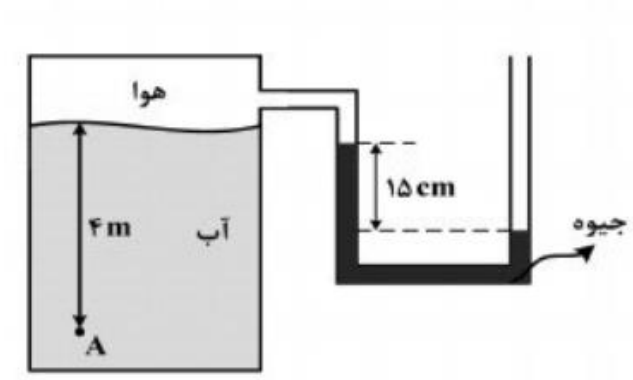
۳) ۶۸۰۰

۴) ۱۰۶۸۰۰

مثال۲۳: در شکل زیر، اختلاف فشار نقطه‌ی A و فشار هوا چند کیلو پاسکال است؟(چگالی آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، چگالی جیوه ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) [سراسری-ریاضی۹۴]



مثال۲۴: فشار در نقطه‌ی A چند کیلوپاسکال است؟(چگالی آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، چگالی جیوه ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و فشار هوای بیرون 10^5 پاسکال است)[سراسری-تجربی۹۴]



❖ ۲–۵ شناوری و اصل ارشمیدوس:

ارشمیدس دانشمند یونانی دوران باستان، نخستین کسی بود که پی برد به جسم‌های درون یک شاره یا غوطه‌ور در آن، همواره نیروی بالاسوی خالصی به نام نیروی شناوری از طرف شاره وارد می‌شود. این نیرو را با نماد F_b نمایش می‌دهیم.

✓ **نکته‌ی ۹:**

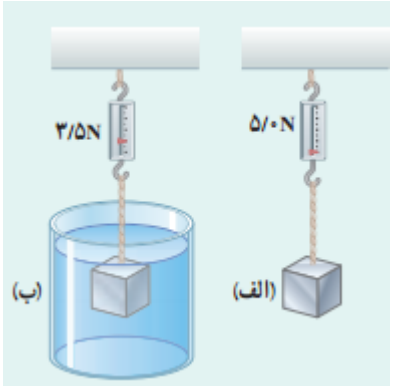
وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند. که با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است.

✓ **نکته‌ی ۱۰:**

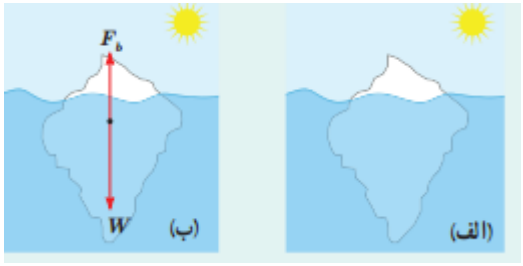
نیروی ارشمیدوس وارد بر یک جسم شناور غوطه ور در یک شاره از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید. دقت کنید که در رابطه‌ی زیر V حجم جسم شناور است که با حجم خروجی مایع خروجی نیز برابر است.

$$F_b = \rho V g$$

مثال۲۴: نیروسنجی وزن جسمی را ۵ نیوتن نشان می‌دهد (شکل الف). وقتی این جسم را داخل آب فرو می‌بریم نیروسنج عدد ۳/۵ نیوتن را نشان می‌دهد (شکل ب). چگالی جسم را پیدا کنید. (فرض کنید ρآب و g در SI به ترتیب برابر 1×10^{3} و ۹/۸۱ هستند.



مثال۲۵: کوه یخی درون اقیانوسی شناور است (شکل الف.) اگر چگالی آب اقیانوس ۱۰۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب و چگالی کوه یخ ۹۱۷ کیلوگرم بر متر مکعب باشد، چند درصد کوه یخ درون آب میماند؟ (مجموعه کوه یخ و آب اقیانوس را در حال سکون فرض کنید).



❖ ۲-۶ حرکت شاره‌ها و اصل برنولی:

در بررسی‌های پیشین شاره‌های مورد بررسی همگی ساکن بودند. اگر با مسیله‌ای روبه‌رو باشیم که در آن مایع در حال حرکت باشد نیاز به فروم بندی و فرض‌های متفاوتی هستیم. برای راحتی کار دو فرض را در نظر می‌گیریم:

۱) مایع تراکم ناپذیر باشد. یعنی چگالی آن در حین حرکت تغییری نکند.

۲) اصطکاک وجود نداشته باشد بدین معنی که چسبندگی بین مولکول‌ها را اندک و قابل چشم پوشی در نظر بگیریم.

حال به اصل زیر دقت کنید:

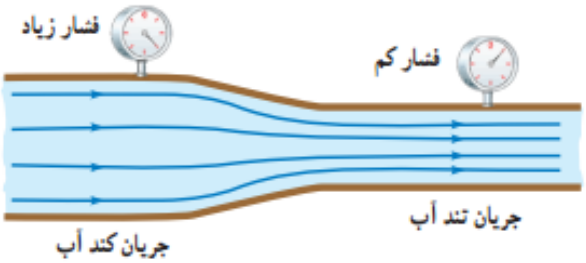
✓ **نکته‌ی ۱۱: اصل برنولی ← در مسیر حرکت یک شاره با افزایش تندی شاره فشار آن کاهش می‌یابد.**

لذا با دو فرض اخیر و در نظر گرفتن اصل برنولی می‌توان آهنگ جریان شاره از مقطعی به طول L و سطح A را که در مدت زمان t از آن می‌گذرد به صورت زیر نوشت:

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

همچنین می‌توان گفت که برای دو سطح مقطع مختلف برای یک شاره می‌توان معادله‌ای نوشت که به **معادله‌ی پیوستگی** شهرت دارد.

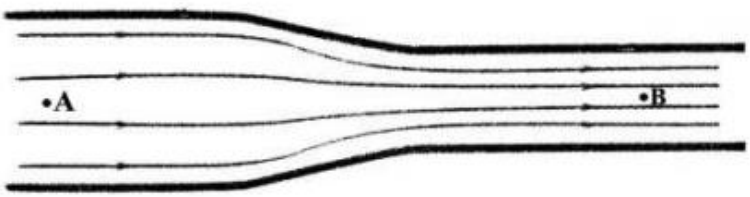
$$A_1V_1 = A_2V_2$$



مثال۲۶: از دهانه‌ی تفنگی با شعاع ۲ سانتی متر گلوله‌ای با سرعت ۷۲۰ متر بر ساعت خارج می‌شود. اگر سرعت ابتدایی گلوله ۱۰۰ متر بر ثانیه باشد شعاع دهانه‌ی ابتدایی تفنگ را بیابید.

مثال۲۷: شیر آبی که مساحت لوله‌ی آن Ao است را باز می‌کنیم و آب با سرعت Vo از آن خارج می‌شود. مطلوب است محاسبه‌ی مساحت سطح مقطع آب،A، هنگامیکه به اندازه h سقوط کرده است.

مثال۲۸: در شکل زیر، آب به صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطه‌ی A چند برابر سرعت در نقطه‌ی B است؟[سراسری-تجربی۹۸]



۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵

۳) ۲ ۴) ۴

جمع‌بندی فصل دوم (تعاریف)

گاز: در حالت گازی مولکول‌های ماده‌ای که درون ظرف محاط شده‌اند به راحتی در داخل ظرف حرکت می‌کنند و با دیواره‌ی ظرف برخورد دارند. فاصله‌ی مولکول‌ها در این حالت فازی چند ده برابر حالت مایع و جامد است.

مایع: فاصله مولکول‌ها در مقابل فاز گازی به مراتب به هم نزدیکتر است(حدود انگستروم). مولکول‌ها در مایعات به راحتی روی هم حرکت میکنند و به اطراف خود میلغزند لذا به راحتی شکل ظرف خود را میگیرند فاصله‌ی مولکول‌ها برابر با فاصله‌ی مولکول‌ها در مایعات است. اما نمی‌توانند مانند مایعات به راحتی حرکت داشته باشند.

جامد: جامدات معمولا در یک شبکه‌ی بلوری حول نقاط ثابتی قرار میگیرند و فقط حول نقاط ایستایی خود حرکت نوسانی بسیار کوچکی دارند. این نوسانات به اندازه‌ای نیست که تعادل سیستم بهم بخورد و سبب ناپایداری شود.

حرکت براونی: ذرات گازی به صورت نامنظم و درهم و برهم و در یک مسیر زیگزاگی حرکت میکنند به این حرکت نامنظم و کاتورهای ذرات دود را حرکت براونی می‌نامند.

نیروی بین مولکولی: به نیروی ناشی از مولکول‌های مجاور هر ماده نیروی بین مولکولی می‌گوییم. معمولا نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند ازین رو اگر فاصله‌ی بین مولکول‌ها زیاد شود عملا این نیرو بسیار اندک شده و به صفر میل می‌کند.

نیروی هم چسبی: به نیروی بین مولکول‌های همسان مانند نیرو بین مولکول‌های آب را نیروی هم چسبی می‌گویند.

نیروی دگر چسبی: به نیروی بین مولکول‌های غیر همسان مانند نیرو بین مولکول‌های آب و شیشه را نیروی دگر چسبی می‌گویند.

کشش سطحی: در داخل یک مایع نیروی هم چسبی در داخل مایع بیشتر از نیروی دگر چسبی آن با محیط خارج مثلا هوا است از این رو مولکول‌های مایع ترجیح می‌دهند کنار هم یک زنجیره را تشکیل دهند به این خاصیت کشش سطح می‌گوییم.

تر شوندگی: هرگاه مایعی در تماس با جامدی قرار گیرد دو حالت می‌تواند رخ دهد. یکی اینکه دگرچسبی بین مولکول های مایع و جامد از هم چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر باشد. در این صورت می‌گوییم مایع، جامد را تر یا خیس می‌کند. اما اگر نیروی هم چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد بیشتر باشد می‌گوییم مایع جامد را تر نمیکند.

مویینگی: پدیده‌ای که به علت کشش سطحی به وجود می‌آید. از آنجاییکه نیروی دگرچسبی بین اتم‌های آب کمتر از هم‌چسبی آن است آب ترجیح می‌دهد در داخل یک لوله مویین بالا برود. در این حالت سطح مایع در داخل لوله

مویین به سطح کاو میسازد. اما در جیوه نیروی هم‌چسبی بالاتر بوده و در داخل لوله مویین در ارتفاع پایین‌تری قرار می‌گیرد. در این حالت سطح مایع در داخل لوله مویین به سطح کوژ میسازد.

فشار: نیروی عمودی وارد بر سطح را فشار می‌نامیم. واحد آن نیوتن بر متر مربع است که به اختصار پاسکال **(Pa)** نامیده می‌شود.

فشار هوا: فشاری که هوا بر یک واحد از سطح زمین وارد می‌کند را فشار هوا می‌نامیم. فشار هوا در سطح دریا به اختصار ا اتمسفر نامیده میشود که برابر با 10^5 پاسکل است.

جوسنج(بارومتر): وسیله‌ای ساده که برای اندازه‌گیری فشار جو به کار می‌رود.

شناوری و اصل ارشمیدوس: ارشمیدس دانشمند یونانی دوران باستان، نخستین کسی بود که پی برد به جسم‌های درون یک شاره یا غوطه‌ور در آن، همواره نیروی بالاسوی خالصی به نام نیروی شناوری از طرف شاره وارد می‌شود. این نیرو را با نماد F_b نمایش می‌دهیم.

اصل برنولی: در مسیر حرکت یک شاره با افزایش تندی شاره فشار آن کاهش می‌یابد.

تمرین های تکمیلی فصل دوم

تمرین اول: جای خالی را پر کنید.

الف- فشار در کف یک ظرف پر از مایع فقط به .....و ..... وابسته است و به شکل ظرف وابسته .....

ب- به ازای هر متر افزایش ارتفاع فشار هوا به میزان.....کاهش می‌یابد.

پ- چگالی مایع به .....و ..... وابسته است.

ج- هر یک اتمسفر معادل .....پاسکال و .....سانتی متر جیوه است.

تمرین دوم: تعریف کنید.

الف- اصل پاسکال.

ب- فشار هوا.

پ- فشار پیمانه ای.

ج- چگالی.

د- هم چسبی و دگر چسبی

ه- اصل برنولی

ی- نیروی ارشمیدوس

تمرین سوم: یک مکعب به ضلع ٤ سانتی متر روی یک سطح افقی قرار دارد. فشار ناشی از این مکعب ۳۲۰ پاسکال است. چگالی مکعب را بیابید.

تمرین چهارم: یک مکعب به چگالی ۱۱۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب روی یک سطح افقی قرار دارد. فشار ناشی از این مکعب ۸٤۷۵ پاسکال است. ضلع مکعب را بیابید.

تمرین پنجم: یک مکعب مستطیل به ابعاد ۱۰×۲۰×۲۵ سانتی متر داریم. اگر وزن آن ٦ کیلوگرم باشد فشار ناشی از هر سه وجه آن را بیابید.

تمرین ششم: یک مکعب مستطیل به ابعاد ۸×۵×٤ سانتی متر به وزن یک کیلوگرم داریم. اختلاف فشار بیشترین و کمترین فشار ناشی از وجه‌های این مکعب مستطیل را بیابید.

تمرین هفتم: یک مکعب مستطیل به ابعاد ۳×۵×٤ سانتی متر داریم. اختلاف بیشترین و کمترین فشار ناشی از آن ۳ کیلوپاسکال است. جرم مکعب را بدست آورید.

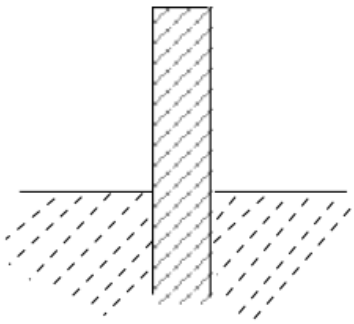
تمرین هشتم: فشار در عمق ٤۵ سانتی متری از مایعی که چگالی آن ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است را بیابید.

تمرین نهم: فشار ناشی از عمق ٦ متری یک مایع ۵۰ کیلوپاسکال از فشار ناشی از عمق ۳/۵ متری آن بیشتر است. چگالی مایع را بیابید.

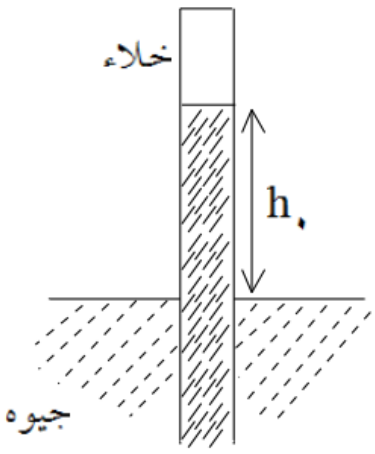
تمرین دهم: فشار یک ستون از یک مایعی به چگالی ۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب و ارتفاع ۸ متر چند سانتی متر جیوه است؟ چگالی جیوه ۱۳/۶ گرم بر سانتی متر مکعب است.

تمرین یازدهم: فشار کل در همق ۲۰ متری یک دریاچه چند برابر فشار کل در عمق ۱۰ متری دریاچه است. چگالی آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و فشار هوا ۱ اتمسفر است.

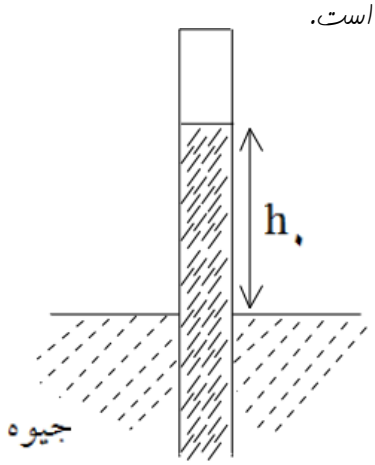
تمرین دوازدهم: در شکل زیر چگالی مایع ۲۴۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب است و فشار هوا ۰/۹۸ اتمسفر و مایع به طول کامل بالا آمده است. حداکثر قسمت بیرونی لوله چقدر باشد تا درون لوله خلا ایجاد نشه



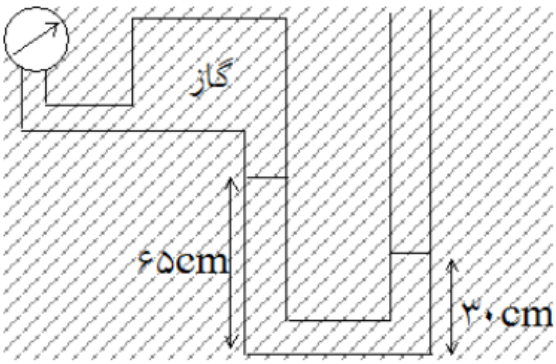
تمرین سیزدهم: در شکل زیر جیوه تا ارتفاع ۷۵ سانتی متری از لوله بالا آمده است و بالای اوله خلا است. اگر چگالی جیوه ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد فشار هوا را بدست آورید.



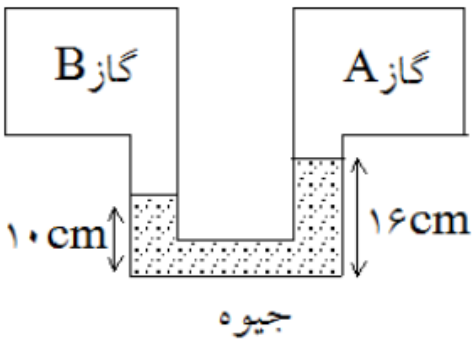
تمرین چهاردهم: در شکل مقابل جیوه تا ارتفاع ۷۲/۵ سانتی متر بالا آمده است و فشار هوا ۱ اتمسفر است. اگر چگالی جیوه ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد فشار هوای نفوذ کرده به بالای لوله چقدر است.



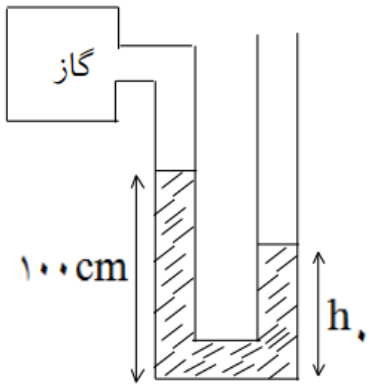
تمرین پانزدهم: در شکل مقابل فشار هوا ۱ اتمسفر است و فشار سنج فشار گاز درون مخزن را ۰/۸۶ اتمسفر نشان می‌دهد. چگالی مایع را بیابید.



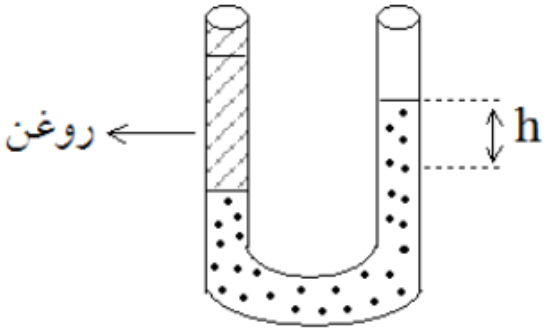
تمرین شانزدهم: در شکل زیر اختلاف فشار دو گاز دو مخزن A و B را بیابید. چگالی جیوه ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.



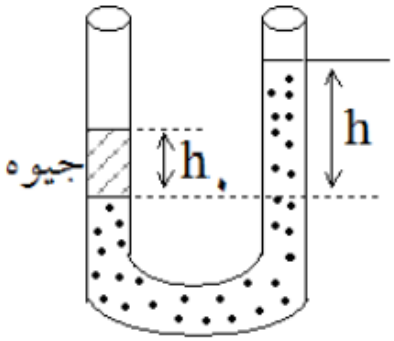
تمرین هفدهم: در شکل مقابل فشار گاز درون ظرف ۰/۸٤٤ اتمسفر و فشار هوا ۱ اتمسفر و چگالی مایع ۲/٤ گرم بر سانتی متر مکعب میباشد. h_0 را بیابید.



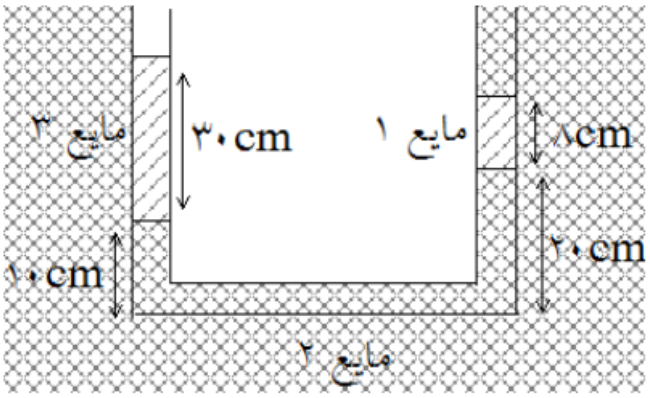
تمرین هجدهم: در یک ظرف U شکل حاوی آب مطابق شکل روغن ریخته‌ایم. سطح آب در دوطرف لوله در‌ای ۲۰ سانتی متر اختلاف است. اگر چگالی آب و روغن به ترتیب ۱ و ۰/۸ گرم بر سانتی متر مکعب باشد ارتفاع روغن را بیابید.



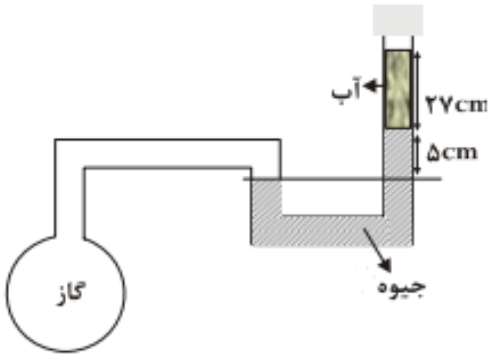
تمرین نوزدهم: در لوله‌ای U شکل با مقداری نامعلوم مقداری جیوه ریخته‌ایم. چگالی جیوه ۱۳/٦ گرم بر سانتی متر مکعب است. اگر ارتفاع جیوه در لوله ۸ سانتی متر و اختلاف ارتفاع سطح مایع نامعلوم در دو طرف ۳۲ سانتی متر باشد چگالی مایع نامعلوم را بیابید.



تمرین بیستم: در شکل مقابل چگالی مایع ۱ و ۳ به ترتیب ۲ و ۱/۵ گرم بر سانتی متر می‌باشد. چگالی مایع ۲ را بدست آورید.



تمرین بیست و یکم: فشار مخزن در شکل زیر چند سانتی متر جیوه است. چگالی آب ۱ گرم بر سانتی متر مکعب و چگالی جیوه ۱۳/۶ سانتی متر مکعب و فشار هوا ۷۵ سانتی متر جیوه است.



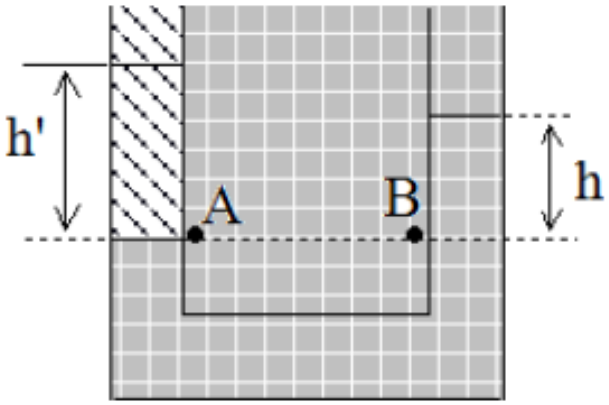
تمرین بیست و دوم: یک حشره چگونه روی آب می‌ایستد؟

تمرین بیست و سوم: چرا هر چقدر پاشنه کفش نوک تیز تر باشد به کف چوبی اتاق آسیب بیشتری می‌رساند؟

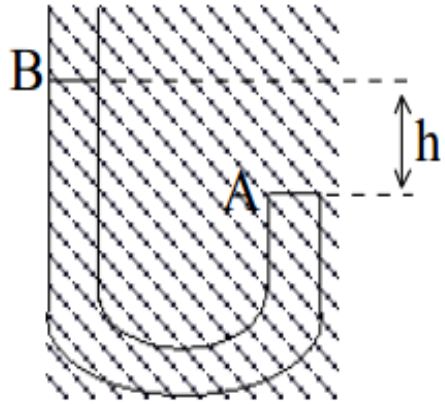
تمرین بیست و چهارم: یک قوطی استوانه‌ای را و عمق‌های مختلف آن را سوراخ کنید و در آن آب بریزید. چه مشاهده می‌کنید.

تمرین بیست و پنجم: در چه عمقی از دریا فشار ۱۰ برابر فشار سطح دریاست. چگالی دریا را ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب فرض کنید.

تمرین بیست و ششم: در شکل زیر نشان دهید: $\frac{\rho'}{\rho} = \frac{h}{h'}$



تمرین بیست و هفتم: در شکل زیر اختلاف فشار A و B را بیابید.



تمرین بیست و هشتم: چرا متراکم کردن مایعات سخت از گازها است؟

تمرین بیست و نهم: یک قطره روغن به حجم $\frac{1}{250}$ سانتی متر مکعب روی سطحی چکیده می‌شود. پس از گذشت زمان یک قطره روغن با مساحت ۲/۵ متر مربع ایجاد میشود. اگر ضخامت این لکه برابر با قطر یک مولکول روغن باشد، قطر مولکول روغن را بدست آورید.

تمرین سی: اگر چگالی دو ماده یکسان باشد آیا فاصله‌ی بین مولکول‌های آنها نیز یکسان است؟ جواب خود را با دلیل شرح دهید.

تمرین سی و یکم: وقتی فاز یک ماده تغییر می‌کند آیا چگالی نیز تغییر می‌کند؟ جواب با ذکر دلیل.

تمرین سی و دوم: جرم یک کره فلزی به قطر ۵ سانتی متر برابر ۲۰۰ گرم است. چگالی آن را بیابید.

تمرین سی و سوم: جرم یک استوانه به قطر قاعده ۲ سانتی متر و ارتفاع ٦ سانتی متر ۷۲۰ گرم است. چگالی آن را بدست آورید.

تمرین سی و چهارم: ۲۵ درصد از حجم یک قطعه نقره به جرم ٦/۳ گرم تو خالی است. حجم ظاهری این قطعه چقدر است. چگالی نقره ۱۰۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.

تمرین سی و پنجم: درون یک ظرف به حجم ۲ متر مکعب چند گرم مایع به چگالی ٤ کیلوگرم بر متر مکعب جا می‌گیرد.

تمرین سی و ششم: یک ظرف با حجم داخلی ۲۰۰ سی سی پر از مایعی با چگالی ۷۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب شده است. اگر $\frac{2}{3}$ مایع درون ظرف خارج شود، جرم ظرف و محتویات آن نصف می‌شود. جرم ظرف را بدست آورید.

تمرین سی و هفتم: ۱۰۰ سی سی آب را با ۲۰۰ سی سی الکل مخلوط می‌کنیم. چگالی آب و الکل به ترتیب ۱۰۰۰ و ۷۹۰ کیلوگرم بر متر مکعب است. چگالی محلول را بدست آورید.

تمرین سی و هشتم: سطح یک تخته به ضخامت ۳۰ سانتی‌متر که بر سطح آب شناور است حداقل باید چند متر باشد تا اگر شخصی به جرم ٦۰ کیلوگرم روی آن بایستد غرق نشود؟ چگالی تخته و آب به ترتیب ۰/٦ و ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

تمرین سی و نهم: تفاوت نانو ذره و نانو لایه را بیان کنید.

تمرین چهل: شکل روبه رو یک جوسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد.

الف) در ناحیه A چه چیزی وجود دارد؟

ب) چه عاملی جیوه را درون لوله نگه میدارد؟

پ) فشار هوای محیطی که این جوسنج در آنجا قرار دارد چقدر است؟

ت) اگر این جوسنج را بالای کوهی ببریم چه تغییری در ارتفاع ستون جیوه درون لوله رخ میدهد؟ دلیل آن را توضیح دهید.