فصل دوم

ویژگی های فیزیکی مواد

تعریف ماده: هرچیزی که فضا را اشغال می کند وحجم داشته باشد ماده نامیده می شود.

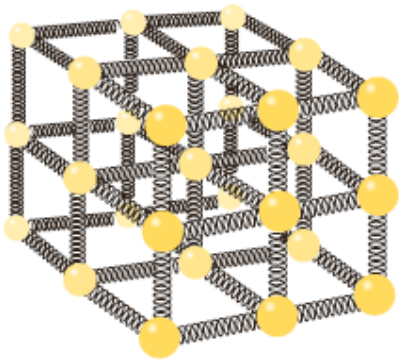
حالت های ماده: ماده به چهار حالت زیر یافت می شود:

۱-جامد۲-مایع۳-گاز٤-پلاسما

مفهوم پلاسما: حالتی از ماده است که در دماهای بالا تولید می شود،ماده ی درون ستارگان،بیشتر فضای بین ستاره ای ،آذرخش،شفق قطبی ،آتش و داخل لوله تابان لامپهای مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.

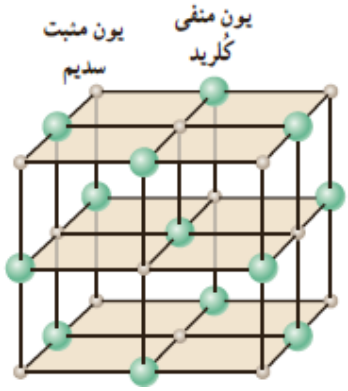
ویژگی های جسم جامد: جسم جامد حجم و شکل معین دارد،اتمهای جسم جامد ،که عمدتاً نیروهای الکتریکی آنها را کنار یکدیگر نگه می دارد،درمکانهای مشخصی نسبت به یکدیگر قرار گرفته اندو در اطراف این مکان ها ،نوسان های کوچکی دارند.

نحوه ی عملکرد ذرات جامد هنگام دریافت گرما: وقتی جسم جامد گرما دریافت می کند، محدوده ودامنه ی نوسان های اتم های جامد بیشتر شده و منبسط می شود. برای درک بهتر این موضوع معمولاً مطابق شکل زیر مدلی برای جامد فرض می کنند که درآن اتم های در حال نوسان توسط فنرهایی به یکدیگر متصل اند.

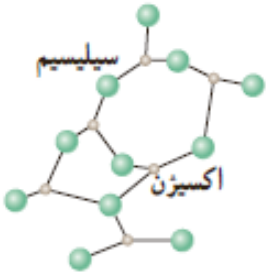


انواع جامدها ازنظر ساختار اتمی:

۱) جامدبلورین: جامدی را که در یک الگوی سه بعدی تکرار شونده از واحدهای منظمی ساخته می شود را جامد بلورین می نامند، جامدهای بلورین معمولاً هنگامی تشکیل می شوندکه مایع را به آهستگی سرد کنیم، در این فرآیند مولکول ها فرصت کافی دارند که در طرح های منظم خود را مرتب کنند. الماس،فلزها واغلب نمک های معدنی جامد بلورین هستند. شکل زیرجامد بلورین سدیم کلرید را نشان می دهد:



۲) جامد بی شکل: در این نوع جامدها بر خلاف جامدهای بلورین ، مولکول ها در طرح منظمی قرار ندارند،برخی از این نوع جامدها از سرد کردن سریع مایع به دست می آیند. دراین شرایط مولکول ها فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم مرتب شوند و به این ترتیب تا حد زیادی در وضعیت نامنظمی که درحالت مایع داشتند باقی می مانند، قیرو شیشه جامد بی شکلند، شیشه که از اتصال اتم های سیلیسیوم و اکسیژن ساخته شده است ساختاری به صورت زیر دارد:



نکته– موادی مانند قیر وشیشه که ساختار بلورین ندارند به مواد «**آمورف**» نیز معروف هستند، اینگونه مواد به هنگام ذوب تغییر حالت (فاز) نمی دهند ، بلکه سفت یا شل می شوند.

ویژگی های مایع: مولکول های مایع نظم اتمی وتقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگرقرار گرفته اند.مایع به راحتی جاری می شود وبه شکل ظرف خودش در می آید. فاصله ی ذرات سازنده ی مایع و جامد تقریباً یکسان ودر حدود یک آنگستروم است.

نکته– هر یک آنگستروم برابر $۱۰^{-۱۰}$ متر است.

ویژگی های گاز:گاز ماده ای است که شکل مشخصی ندارد ،اتم ها و مولکول های آن آزادانه و با تندی زیاد به اطراف حرکت و با دیواره های ظرفی که درآن قرار دارند برخورد می کنند . فاصله ی میانگین مولکول های گاز در مقایسه با اندازه ی آن ها ، خیلی بیشتر است.

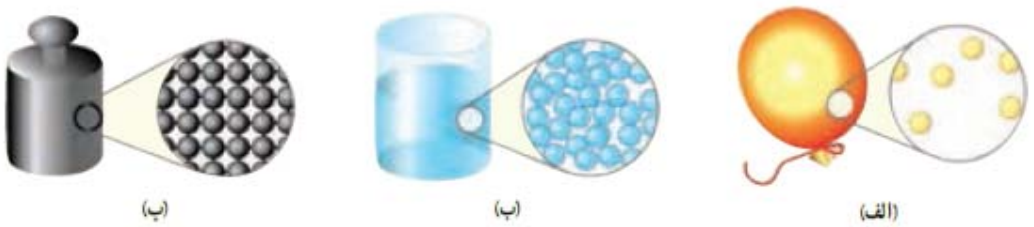
پدیده ی پخش: پراکنده شدن ذرات یک جسم درون مولکول های مایع یا گاز پخش نامیده می شود ، علت این پدیده حرکت نامنظم و کاتوره ای مولکول های مایع وگاز برخورد آن ها با ذرات سازنده اجسام ریخته شده درون مایع است.پخش شدن مولکول های شکر یا جوهر درآب مثالی از این موضوع است.

تمرین۱–وقتی در شیشه ی عطر در گوشه ای از اتاق باز می شود، پس از چند ثانیه بوی ذرات عطر در همه جای اتاق احساس می شود. علت چیست؟

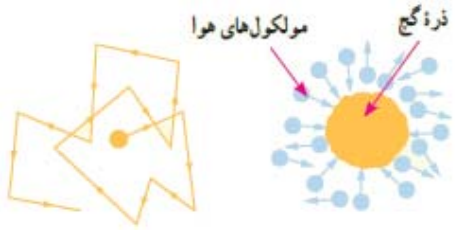
تمرین۲–پدیده ی پخش در گازها سریعتر است یا در مایعات؟چرا؟

تمرین۳–هوای کره ی زمین آمیزه ای از نیتروژن، اکسیژن ،کربن دی اکسید، بخارآب و مقدارکمی گازهای بی اثر است ، پدیده ی پخش برای این گازها چه اهمیتی برای حیات روی کره ی زمین دارد؟

تمرین٤–دریافت خود را از شکل های زیر براساس مفاهیمی که از سه حالت معمول ماده فرا گرفته اید بیان کنید.



تمرین۵- هنگام پاک کردن تخته ی سیاه، ذرات گچ به طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و حرکت می کنند. این حرکت نامنظم ذرات گچ ، مطابق شکل زیر مدل سازی شده است.



الف) چه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره های گچ می شود؟

ب) مولکول های هوا بسیار کوچکتر و سبک تر از ذره های گچ هستند و توسط میکروسکوپ هم دیده نمی شوند. توضیح دهید چگونه این تجربه ی ساده ، شاهدی بر وجود مولکول های هواست؟

تمرین ۶- به پرسش های زیر پاسخ دهید:

الف) پدیده ی پخش در گازها ، سریع تر از مایع ها انجام می شود. در توضیح خود به چند مثال نیز اشاره کنید.

ب) یک بادکنک پر از باد ، حتی اگر دهانه ی آن نیز کاملاً بسته شده باشد، باز هم رفته رفته کم باد می شود.چرا؟

تمرین۷-وقتی شیشه می شکند با نزدیک کردن قطعه های آن به هم نمی توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند، ولی اگر قطعه های شیشه را آنقدر گرم کنیم تا نرم شوند می توان آنها را به هم چسباند. علت را با توجه به فاصله ی بین مولکول ها توضیح دهید.

علم نانو: شاخه ای از علوم است که تغییر در ویژگی های فیزیکی مواد را بر حسب اندازه ی آنها بررسی و توصیف می کند. (پیشوند نانو از واژه ای یونانی به معنای کوتوله گرفته شده است)

نکته ۱- ویژگی های فیزیکی هر ماده ای ، مانند نقطه ذوب،رسانندگی الکتریکی وگرمایی ، شفافیت ، استحکام و رنگ و . . . با کم شدن اندازه ی آن تا مقیاس نانو(درحدود ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر) می تواند به طور چشمگیری تغییر کند. به طور مثال دمای ذوب طلا ۱۰۶٤ درجه سانتیگراد است ،اما دمای ذوب قطعه ی بسیار کوچکی طلا در مقیاس نانو حدود ٤۲۷ درجه سانتیگراد است.

نکته۲-لازم نیست برای تغییر خواص همه ابعاد ماده(طول و عرض و ارتفاع) در مقیاس نانو باشد، اگر تنها یک بعد ماده ای را در مقیاس نانو محدود کنیم در این صورت یک نانو لایه داریم که لایه ای به ضخامت مقیاس نانواست. آزمایش ها نشان می دهد که ویژگی های فیزیکی نانو لایه ها نیز همچون نانو ذره ها ، به طور قابل توجهی تغییر می کند.

مثال۱- اکسید آلومینیم که نام دیگرآن یاقوت سرخ است رسانای الکتریسیته نیست، سطح آلومینیم خالص در مجاورت هوا به سرعت به آلومینیم اکسید تبدیل می شود، اگر اکسید آلومینیم نارساناست پس چرا هنگامی که دو سرد و سیم آلومینیمی را به هم وصل می کنیم جریان الکتریکی ا ز یک سیم به سیم دیگر عبور می کند؟

نیروهای بین مولکولی: نیروهای جاذبه و دافعه بین مولکول های یک جسم نیروی بین مولکولی نامیده می شود.

نکته-نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند این جمله یعنی وقتی فاصله ی بین مولکول ها چند برابر فاصله ی بین مولکولی شود ، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک وعملاً صفر خواهد شد.

نیروی هم چسبی: به نیروهای بین مولکول های همسان ،نیروی هم چسبی گفته می شود.(مانند نیروهای بین مولکول های آب) علت ایجاد قطره در مایعات وجود همین نیروی هم چسبی است .

علت تراکم ناپذیر بودن مایعات: هنگامی که سعی می کنیم فاصله ی بین مولکول های مایع را کم کنیم نیروی دافعه ی بزرگی بین آنها ایجاد می شود که از تراکم پذیری مایع جلوگیری می کند.

کشش سطحی: نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع در سطح مایع باعث می شودکه سطح مایع شبیه یک پوسته ی تحت کشش رفتار کند و اجسام کوچک روی سطح مایع شناور بمانند، به این پدیده کشش سطحی گفته می شود.

نکته-شناور ماندن گیره کاغذی و برخی حشرات روی سطح آب ،تشکیل حباب های صابون و کروی بودن قطرات آب درحال سقوط همگی نمونه هایی از وجود کشش سطحی هستند.

علت کروی بودن قطرات آب در حال سقوط آزاد: کره نسبت به هر شکل هندسی دیگری ، کوچکترین مساحت سطح را دارد، به این ترتیب سطح قطره ای که آزادانه سقوط می کند مانند یک پوسته کشیده شده ، تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد.

تمرین۸-هنگامی که یک گیره کاغذ روی سطح آب داخل یک ظرف شناور است ، یک یا دو قطره مایع ظرفشویی یا صابون مایع به آب اضافه می کنیم ، چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟

دگرچسبی: هنگامی که دو ماده ی مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند نیروی جاذبه ی بین مولکولی بین مولکول های آنها ظاهر می شود که به آن نیروی دگرچسبی می گوییم.

تفاوت هم چسبی و نیروی دگر چسبی : هم چسبی جاذبه ی بین مولکولهای مشابه است اما دگر چسبی جاذبه ی بین مولکول های نامشابه است.

نکته– افزایش دمای مایع موجب افزایش نیروی دگرچسبی و کاهش نیروی هم چسبی می شود.

علت تر شدن اجسام جامدتوسط مایعات: هرگاه دگرچسبی بین مولکول های مایع و جامد از هم چسبی بین مولکول های خود مایع بیشتر باشد مایع به سطح جسم جامد می چسبد و آنرا تر می کند،به طور مثال آب به سطح شیشه می چسبد وآنرا تر می کند.

علت عدم تر شدن اجسام جامدتوسط مایعات: هرگاه هم چسبی بین مولکول های مایع از دگر چسبی بین مولکول های مایع و جامد بیشتر باشد مایع به سطح جسم جامد نمی چسبد و آنرا تر نمی کند،بلکه مایع به صورت قطرات درشت روی سطح جامد می نشیند، به طور مثال جیوه به سطح شیشه نمی چسبد وآنرا تر نمی کند.

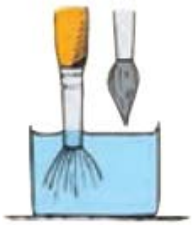
نکته:در مورد مایعاتی مانند جیوه که اجسام جامد را تر نمی کنند هرچه قطره بزرگتر باشد نیروی گرانش زمین آنرا تخت تر می کند.

تمرین۹–شکل روبرو خروج قطره های روغن با دماهای متفاوت را از دهانه ی دو قطره چکان نشان می دهد.توضیح دهید درکدام شکل دمای قطره های روغن کمتر است؟چرا؟

تمرین۱۰– چرا هنگام شستن ظروف افزون بر استفاده از مایع ظرفشویی ، ترجیح می دهیم ازآب گرم نیز استفاده کنیم؟

تمرین۱۱– دو تکه شیشه ی هم اندازه و تمیز بر می داریم ،یکی از شیشه ها را با شعله ی شمع دود اندود می کنیم و دیگری را با روغن چرب می نماییم ، سپس روی هر کدام چند قطره آب می ریزیم.چه تفاوتی در این دو حالت رخ می دهد ؟ توضیح دهید.

تمرین۱۲– توضیح دهید چرا وقتی قلم مویی را از آب بیرون می کشیم ، موهای آن به هم می چسبند.



اثر مویینگی: لوله هایی که قطر آن ها حدود ۰/۱mm است لوله ی مویین نامیده می شود. به بالا رفتن مایعات از لوله های مویین اثر مویینگی گفته می شود.

تفاوت اثر مویینگی در آب و جیوه: اگر لوله ی مویین وارد آب شود آب در لوله بالا می رود و سطح آب در لوله مویین بالاترازآب داخل ظرف می شود و آب درون لوله به صورت فرو رفته(مقعر) قرار می گیرد، اما جیوه در لوله های مویین پایین می رود و سطح آن پایین تر از جیوه درون ظرف می شود ،همچنین جیوه ی درون لوله به صورت برآمده (محدب) قرار می گیرد:

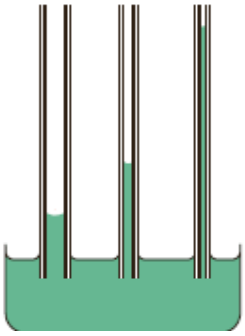
نکته:درمورد خاصیت مویینگی در آب، هرچه قطر لوله مویین کمتر باشد ، ارتفاع آب بالا رفته داخل لوله بیشتر خواهد بود.

مثال۲- چرا سطح آب در لوله مویین بالاتر از سطح آب داخل ظرف است، اما سطح جیوه پایین تر از سطح جیوه درون ظرف است؟

تمرین۱۳-چرا سطح آب داخل لوله مویین فرو رفته ، اما سطح جیوه داخل لوله مویین برآمده است؟

تمرین۱٤-چرا دیوارهای سازه های بتونی را از داخل یا خارج با ما مواد ناتراوا مانند قیر می پوشانند؟

تمرین۱۵- با توجه به شکل زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



الف) چرا ارتفاع مایع در یکی از لوله ها از دیگری بیش تر است؟

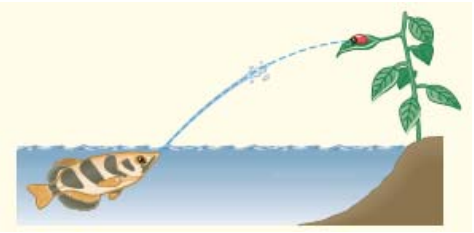
ب) با ذکر دلیل نیروی هم چسبی را با نیروی دگرچسبی در این مایع مقایسه کنید.

تمرین۱۶- چگالی ریز گردها در حالتی که ته نشین شده باشد تقریباً دوبرابر چگالی آب است.

الف) چرا بادهای نسبتاً ضعیف قادرند توده های بزرگی از ریزگردها را به حرکت در آورند در حالی که توفان های شدید دریایی تنها مقدار اندکی آب را به صورت قطره های ریز به طرف بالا می کشند؟

ب) برای مقابله با این پدیده و مهار آن ، چه تدابیری را می توان اندیشید؟

تمرین۱۷–نوعی ماهی به نام ماهی کمان گیر با جمع کردن آب در دهان خود و پرتاب آن به سوی حشراتی که در بیرون از آب ، روی گیاهان نشسته اند، آنها را شکار می کند و می خورد. هدف گیری آنها به اندازه ای دقیق است که معمولاً در این کار اشتباه نمی کنند . کدام ویژگی فیزیکی آب این امکان را به ماهی برای شکار می دهد؟



فشار: نیروی عمودی وارد بر واحد سطح فشار نامیده می شود:

F:نیروی عمودی (N)

A:سطحی که برآن نیرو وارد می شود(m^2)

P:فشار(N/m^2 یا pa)

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

نکته۱– برای محاسبه فشار الزاماً باید تمام یکاها SI باشد.

نکته۲–برای اجسام جامدی که روی سطح افقی ساکن هستند نیروی عمودی(F)، برابر نیروی وزن (mg) است.

نکته۳–فشاری که جسم جامد به زیر خود وارد می کند با مساحت زیر جسم رابطه وارونه دارد.

نکته٤– با توجه به نکته قبل بیش ترین و کم ترین فشاری که یک جسم به سطح زیر خود وارد می کند به صورت زیر به دست می آید:

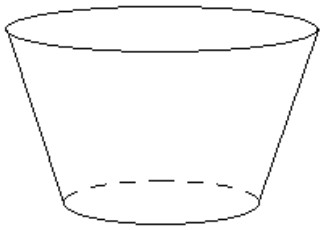
$$P_{min} = \frac{F}{A_{max}} \quad \text{و} \quad P_{max} = \frac{F}{A_{min}}$$

مثال ۳– یک مکعب مستطیل به ابعاد۱۰cm×۵cm×۲cm از ماده ای با چگالی ۲ گرم بر سانتی متر مکعب ساخته شده است، اگر این جسم از سمت قاعده بزرگ خود روی سطح افقی ساکن باشد چند پاسکال فشار به سطح زیرین خود وارد می کند؟

مثال٤–یک مکعب مستطیل به ابعاد۲۰cm×۵cm×٤cm از فلزی با چگالی $۸\ \frac{g}{cm^۳}$ ساخته شده است، بیشترین فشاری که این جسم به سطح افقی زیر خود وارد می کند را بدست آورید.

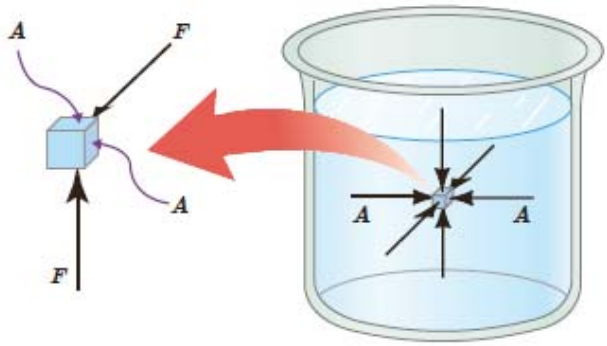
تمرین۱۸– کم ترین فشاری که یک مکعب مستطیل به ابعاد ۱۰cm×۵cm×۲cm به سطح زیر خود وارد می کند ۱۲۰۰ پاسکال است. چگالی این جسم را به دست آورید.

تمرین۱۹– مخروط ناقصی مطابق شکل زیر روی سطح افقی قرار دارد و شعاع قاعده ی بزرگ آن ۲ برابر شعاع قاعده ی کوچک آن است. اگر آن را روی قاعده بزرگ بگذاریم فشاری که به سطح زیر خود وارد می کند چند برابر می شود؟



فشار در شاره ها: وقتی شاره ای (مایع یا گاز) ساکن است ، به هر سطحی که با آن در تماس باشد، مانند جداره یک ظرف یا سطح جسمی که در شاره غوطه ور است ، نیروی عمودی وارد می کند،این همان نیرویی است که وقتی پاهای خود رادرون یک استخر آب تکان می دهید احساس می کنید که پاهای شما را فشار می دهد.

علت ایجاد فشار توسط شاره: با وجود اینکه شاره به عنوان یک جسم در کل ساکن است، اما چون مولکول های آن در حال حرکت اند، با مولکوهای اطراف خود برخورد دارند و نیرویی به ذرات اطراف خود وارد می کنند، به همین دلیل شاره دارای فشار است.



محاسبه فشار یک شاره: فشار داخل یک شاره تنها به عمق بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می آید:

$$P = \rho g h$$

ρ: چگالی شاره($\frac{Kg}{m^3}$)

P:فشار مایع(pa)

h : عمق مایع(m)

محاسبه فشار کل در شاره ها: مجموع فشار مایع و فشار هوای محیط روی سطح مایع فشار کل نامیده می شود که به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$P_{کل} = \rho g h + P_o$$

P_o: فشار هوای محیط(Pa)

(P_o در سطح دریای آزاد $۱۰^۵$ پاسکال است)

محاسبه اختلاف فشار دو نقطه در شاره ها:

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

Δh :اختلاف عمق دو نقطه (m)

ΔP : اختلاف فشار دو نقطه(Pa)

نکته۱- برای محاسبه فشار درشاره ها نیز الزاماً باید همه یکاها SI باشد.

نکته۲-منظور از کلمه «فشار» به تنهایی در سؤالات همان «فشار کل» است.

نکته۳-برای شاره ها نیزرابطه ی $P = \frac{F}{A}$ برقرار است.(از این رابطه معمولاً برای محاسبه ی نیرویی که یک مایع بر سطح وارد می کند استفاده می شود.)

نکته٤- برای محاسبه ی اختلاف فشار بین دو نقطه از هوا که اختلاف ارتفاع قابل توجهی دارند نمی توان از رابطه ی $\Delta P = \rho g \Delta h$ استفاده نمودزیرا با افزایش ارتفاع از سطح زمین ،چگالی هوا به شدت کاهش می یابد.در حقیقت نیروی جاذبه ی زمین سبب می شود که لایه های زیرین هوا نسبت به لایه های بالایی متراکم تر شوند، درنتیجه هر چه به سطح زمین نزدیک می شویم ، چگالی و فشار هوا افزایش می یابد.

مثال۵- فشار در عمق ۳۰ متری از سطح دریاچه ای که چگالی آب آن $۱/۵ \frac{g}{cm^۳}$و فشار هوای روی سطح دریاچه $۱۰^۵$ پاسکال است را بدست آورید.

مثال۶- شناگری در عمق ۵ متری یک دریاچه آب شیرین شنا می کند.اگر چگالی آب دریاچه را $۱ \frac{g}{cm^۳}$ فرض کنیم.

الف) فشار شاره در این عمق چقدر است؟

ب) اگر مساحت پرده گوش شناگر $۱ cm^۲$فرض شود،نیرویی که شاره به پرده گوش او وارد می کند چند نیوتن است؟

مثال۷-درچه عمقی از آب یک استخر عمیق، فشار، سه برابر فشار هوا در سطح آ ب استخر است؟(فشار هوای محیط را $۱۰^۵$ پاسکال و چگالی آب دریاچه را $۱ \frac{g}{cm^۳}$فرض کنید)

مثال۸-چگالی هوای تهران در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد تقریباً $۱ \frac{Kg}{m^۳}$ است.اختلاف فشار بین هوای بالا و پایین برج آزادی ، با ارتفاع ٤٥ متر ، چقدر است؟

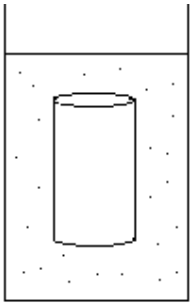
مثال۹- یک مکعب به ضلع ۲۰cm داخل شاره ای غوطه ور ودرحال تعادل است نیرویی که شاره در بالا و ته مکعب وارد می کند به ترتیب ٤ نیوتن و ٤/۳ نیوتن است . چگالی شاره چند گرم بر سانتیمتر مکعب است؟

تمرین۲۰- اگر فشار هوا را $۱۰^{۵}$ پاسکال فرض کنیم ودر عمق ۱۰ متری آب دریاچه فشار خالص ۲/۲ برابر فشار هوا باشد،چگالی آب دریاچه چند$\frac{g}{cm^{۳}}$ است؟

تمرین۲۱-در عمق ۲۰ متری سطح دریا در بدنه ی یک کشتی سوراخی به مساحت $۶\ cm^{۲}$ ایجاد شده است،اگر چگالی آب دریا $\frac{g}{cm^{۳}}$ ۱/۲ باشد، نیروی لازم برای جلوگیری از ورود آب به داخل کشتی چقدر است؟($P_{o}=۱۰^{۵}pa$)

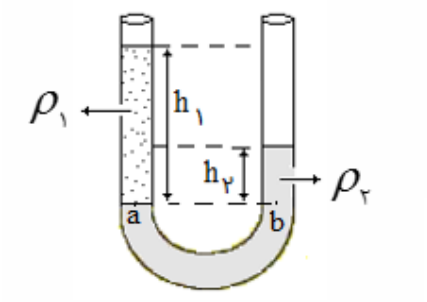
تمرین۲۲- یک سکه به شعاع ۱cm در عمق ٤ متری یک استخر پر از آب قرار دارد. اگر فشار هوای محیط ۱۰ Kpa وچگالی آب $\frac{g}{cm^{۳}}$۱باشد،نیرویی که بر سکه وارد می شود را به دست آورید.

تمرین۲۳-یک استوانه به شعاع قاعده ی ۱۰cm داخل ظرف آبی مطابق شکل غوطه ور است، اگر چگالی آب ۱گرم بر سانتی متر مکعب و اختلاف نیروهایی که به سطح قاعده ی بالایی و پایینی استوانه وارد می شود۰/۶ نیوتن باشد، ارتفاع استوانه چقدر است؟($\pi=3$)



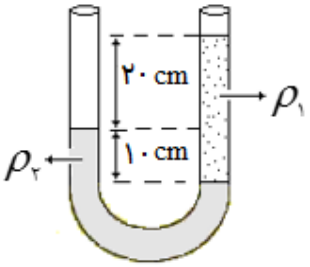
تمرین۲۴-فشار هوا در پایین و بالای یک برج به ترتیب ۱۰۱Kpa و ۹۸/۸Kpa است.اگر چگالی هوا را ۱فرض $\frac{Kg}{m^3}$ کنیم، ارتفاع برج چقدر است؟

مسائل لوله های U شکل و نقاط هم تراز: از آنجا که دریک شاره فشار تنها به عمق بستگی دارد نقاط هم تراز (هم عمق) دریک مایع در هر حالتی باهم برابرند.(از این نکته اغلب برای حل مسائل لوله های U شکل استفاده می شود)

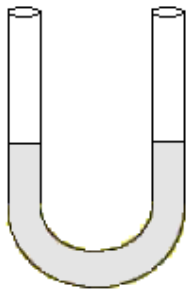


$P_a=P_b$

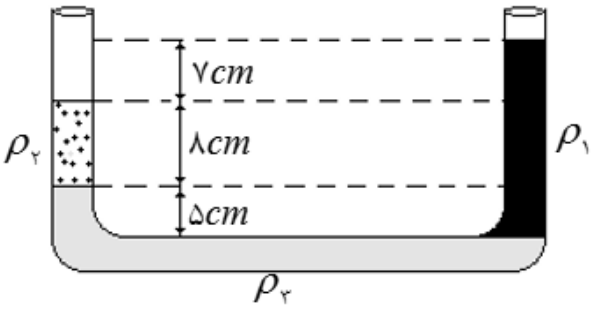
مثال۱۰- باتوجه به شکل مقابل نسبت $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ را به دست آورید.



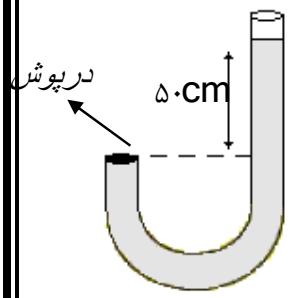
مثال ۱۱–در یک لوله یU شکل ، مقداری جیوه با چگالی $\frac{g}{cm^3}$ ۱۳/۶ وجود دارد.در شاخه سمت راست لوله آنقدر آب می ریزیم تا ارتفاع آب به ٥٤/٤ سانتی متر برسد، اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه چند سانتیمتر خواهد شد؟(چگالی آب $\frac{g}{cm^3}$ ۱ است)



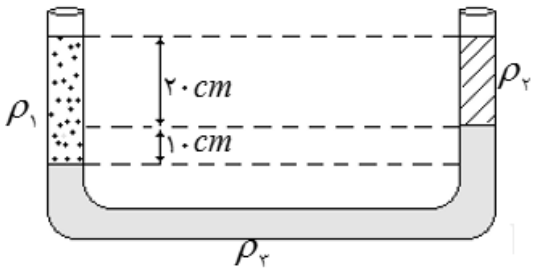
مثال۱۲–درشکل زیر $\rho_1 = ۲\frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2 = ۳\frac{g}{cm^3}$ است، ρ_3 را به دست آورید.



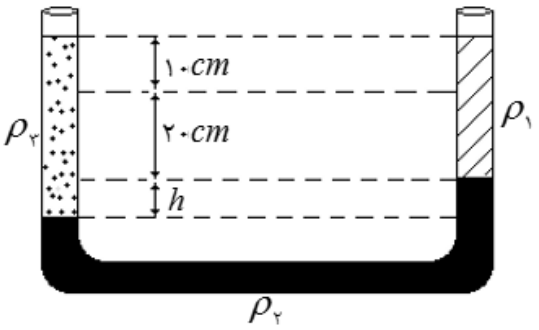
مثال۱۳–در شکل زیرچگالی مایع داخل لوله$\frac{g}{cm^3}$ ٤ است، شاخه سمت چپ لوله با درپوشی به مساحت مقطع $5cm^2$ بسته شده است. نیرویی که شاره بر درپوش وارد می کند چقدر است؟



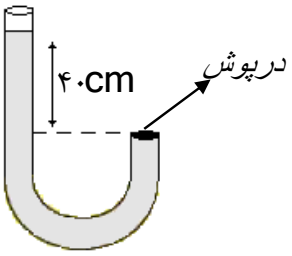
تمرین۲۵– درشکل زیر $\rho_2 = ٤\frac{g}{cm^3}$ و $\rho_1 = ۸\frac{g}{cm^3}$ است، ρ_3 را به دست آورید.



تمرین۲۶- درشکل زیر $\rho_۱ = ۱/۵ \frac{g}{cm^۳}$ و $\rho_۲ = ۸ \frac{g}{cm^۳}$ و $\rho_۳ = ۲ \frac{g}{cm^۳}$ است، h را به دست آورید.

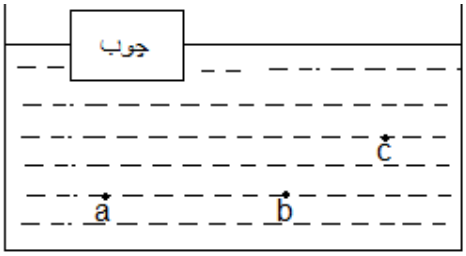


تمرین۲۷-در شکل زیرچگالی مایع داخل لوله $۸ \frac{g}{cm^۳}$ است، شاخه سمت راست لوله با درپوشی به شعاع مقطع ۲cm بسته شده است.نیروی خالصی که بر درپوش وارد می شود چقدر است؟ (π=۳ و $P_o = ۱۰^۵ pa$)

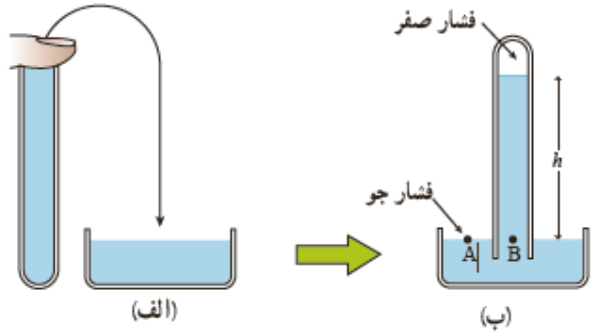


تمرین۲۸-چرا حجم حباب های هوا که از قسمت های عمیق آب ، به سطح آب نزدیک می شوند افزایش می یابد؟

تمرین۲۹- با ذکر دلیل فشار نقاط a,b,c داخل ظرف آب را با هم مقایسه کنید.



جو سنج یا بارومتر(آزمایش توریچلی): فیزیکدانی به نام توریچلی برای اندازه گیری فشار جو،فشارسنج بسیار ساده ای به شکل زیر اختراع کرد، این فشارسنج شامل یک لوله ی شیشه ای بلند(به طول ۸۰cm) و یک سر بسته است که با جیوه پر شده است.و سپس در یک ظرف محتوی جیوه به طور وارون قرار گرفته است،فضای بالای ستون جیوه تنها محتوی بخار جیوه است که فشار آن ناچیز و در عمل برابر صفر فرض می شود. ارتفاع ستون جیوه در سطح دریاهای آزادبرابر ۷۶cm است که با کمک آن می توان فشار هوا را برحسب پاسکال به دست آورد، ولی اغلب این فشار را به طور مستقیم از روی ستون جیوه می خوانند، به طور مثال فشار هوا در سطح دریاهای آزاد۷۶cmHg یا ۷۶۰mmHg بیان می شود.



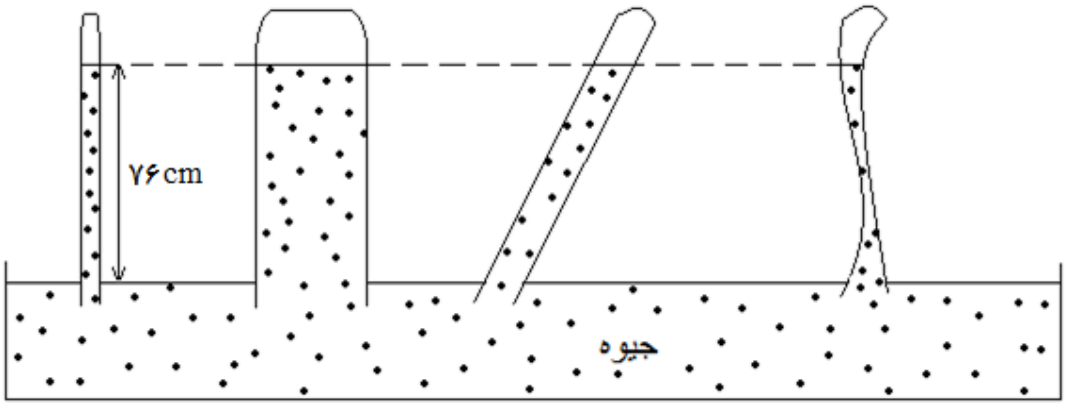
نکته۱–یکاهای cmHg و mmHg به چگالی جیوه که تابع دما است وهمچنین مقدار g که از محلی به محل دیگر تغییر می کند بستگی دارند، بنابراین پاسکال یکای مناسب تری برای فشار است.

نکته۲–به افتخار توریچلی هر ۱mmHg را یک تور(torr) می نامند.

نکته۳–علاوه بر یکاهایی که تا کنون مطرح شد، یکاهای دیگری نیز به صورت زیر برای فشار مطرح می گردد:

$1mmHg=1torr$ و $1atm=76cmHg=760mmHg$ و $1bar=10^5pa$

نکته٤–درلوله های غیر مویین ارتفاع ستون جیوه در آزمایش توریچلی به شکل لوله ، قطر لوله و زاویه لوله نسبت به خط قائم بستگی ندارد ودر هر صورت در مجاورت دریاهای آزاد مقدار آن ۷۶cm است:



نکته ۵- برای تبدیلcmHg و pa به دو روش زیر می توان عمل کرد:

الف) از رابطه ی زیر این تبدیل امکان پذیر است:

$$P = \rho g h$$

ρ: چگالی جیوه($۱۳۶۰۰ kg/m^3$)

g: فشار بر حسب pa

h: فشار بر حسب mHg

ب) با تناسب زیر نیز می توان به صورت ساده تر این تبدیل را انجام داد:

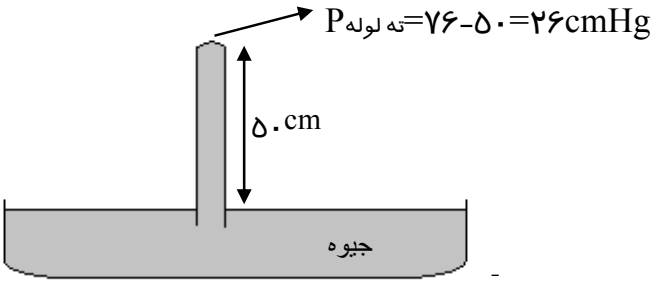
$$cmHg \xrightarrow{\times ۱۳۶۰} pa$$

نکته۶-درصورتی که بخواهید فشار در عمقی از یک مایع را به طور مستقیم بر حسب cmHg به دست آورید از رابطه زیر استفاده کنید:

$$\rho_{مایع} h_{مایع} = \rho_{جیوه} h_{جیوه}$$

$h_{جیوه}$: فشار بر حسب cmHg

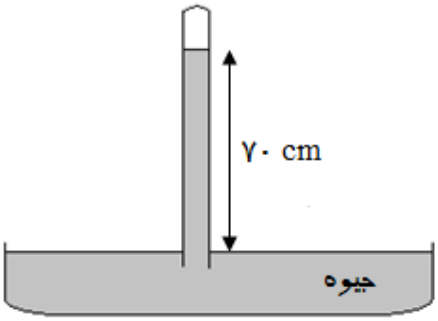
نکته۷-در صورتیکه در آزمایش توریچلی ارتفاع لوله به اندازه ای کوتاه باشد یا به اندازه ای کج شود که جیوه به انتهای بسته ی لوله برخورد کند، جیوه به انتهای بسته لوله فشار وارد می کند ، به طور مثال اگر فشار هوای محیط را ۷۶cmHg فرض کنیم،در شکل زیر فشار وارد بر انتهای بسته ی لوله برابر است با:



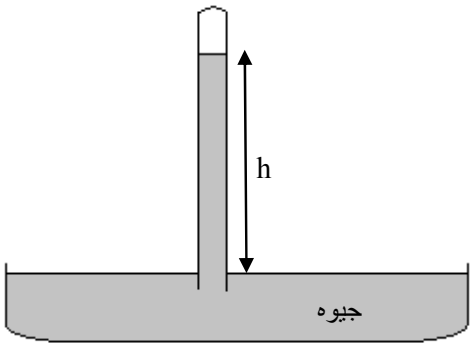
نکته۸- چگالی میانگین هوا تا ارتفاع ۳ کیلومتری از سطح دریای آزاد مقدار ثابتی است . با استفاده از رابطه ی زیر می توان فشار هوا را تا ارتفاع ۳ کیلومتری دریای آزاد به دست آورد:

$$P = P_o - \bar{\rho} g h$$

مثال۱۴–بارومتر زیر فشار هوای یک شهر را نشان می دهد، این فشار را بر حسب mmHg وpa وtorr به دست آورید. ($\rho_{Hg}=۱۳/۶g/cm^۳$)

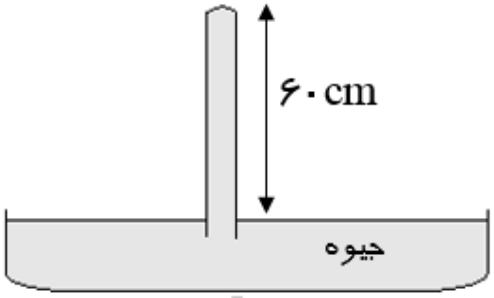


مثال۱۵–اگرفشار هوای روی بارومترزیر ۱۰۲ Kpa باشد، h چند cm است؟($\rho_{Hg}=۱۳/۶g/cm^۳$)



مثال۱۶– چگالی مایعی $۵g/cm^۳$ است . چند cm از این مایع فشاری برابر ۲۰cmHg دارد؟ ($\rho_{Hg}=۱۳/۶g/cm^۳$)

مثال۱۷– چگالی آب دریاچه ای $۱\ \frac{g}{cm^۳}$ است، در عمق ۲۷۲ سانتیمتری فشاری که شاره وارد می کند چند cmHg است؟ ($\rho_{Hg}=۱۳/۶g/cm^۳$)



مثال۱۸- باتوجه به شکل زیر:

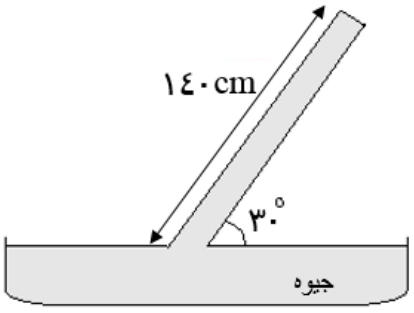
الف) اگر فشار هوا ۷۰cmHg باشد،فشاری که بر انتهای بسته ی لوله ی شکل زیر وارد می شود، چند Pa است؟

ب) اگر مساحت انتهای بسته ی لوله $2\ cm^2$ باشد، چه مقدار نیرو بر آن وارد می شود؟ $(\rho_{Hg}=13/6 g/cm^3)$

تمرین۳۰-فشار هوای شهری ۶۸cmHg است،فشار هوا ی آن را بر حسب Pa به دست آورید. $(\rho_{Hg}=13/6 g/cm^3)$

تمرین۳۱- اگر فشار هوای روی سطح دریاچه ای ۷۰ cmHg وچگالی آب آن $1\frac{g}{cm^3}$ باشد، فشار در عمق ۵٤/٤ متری سطح دریاچه چند cmHg است؟ $(\rho_{Hg}=13/6 g/cm^3)$

تمرین۳۲-اگر فشار هوا ۷۵۰mmHg ومساحت انتهای بسته ی لوله ی شکل زیر $5cm^2$ باشد، نیرویی که جیوه بر انتهای بسته ی لوله وارد می کند چند نیوتن است؟ $(\rho_{Hg}=13/6 g/cm^3)$



تمرین۳۳-هر اتمسفر چندپاسکال است؟ ($\rho_{Hg}=۱۳/۶g/cm^۳$)

تمرین۳٤- ارتفاع چند سانتی متر آب با چگالی $۱\ g/cm^۳$ ، برابر $۷۶cmHg$ است؟ ($\rho_{Hg}=۱۳/۶g/cm^۳$)

تمرین۳۵-چرا توریچلی درآزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟

تمرین۳۶-یک ستون مکعبی به سطح مقطع $۱m^۲$درنظر بگیرید که ازسطح دریا تا بالاترین بخش جو زمین ادامه دارد(مانندشکل زیر). اگر فشار هوا را در سطح دریا $۱\ bar$ بگیریم.چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟

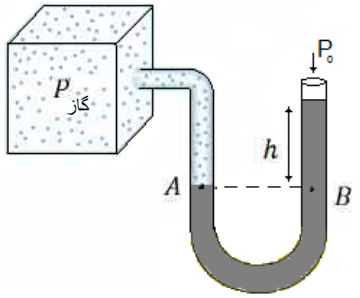
تمرین۳۷-درقلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان ، روی ورقه ی کاغذ پخش می شود.در بدنه ی لاکی یا درپوش بالایی این نوع قلم ، سوراخ ریزی ایجادمی کنند، علت این کار چیست؟

تمرین۳۸- میانگین چگالی هوا تا ارتفاع ۳ کیلومتری از سطح دریای آزاد حدود $1Kg/m^3$ است. فشار هوا در ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح دریای آزاد چند پاسکال است؟($P_o=10^5pa$)

فشارسنج U شکل(مانومتر):وسیله ای ساده است که برای اندازه گیری فشار یک شاره ی محصور به کار می رود.

برای محاسبه ی فشار گاز درون مخزن می توان از تساوی فشار نقاط هم تراز داخل لوله ی U شکل استفاده نمود:

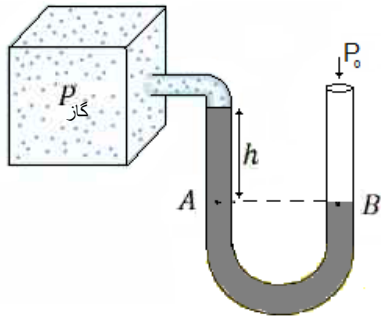
۱) اگر فشار گاز بیشتر از فشار هوای محیط باشد($P_{گاز}>P_o$):



$$P_A=P_B$$

$$P_{گاز}=\rho gh+P_o$$

۲) اگر فشار گاز کمتر از فشار هوای محیط باشد($P_{گاز}<P_o$) :



$$P_A=P_B$$

$$P_{گاز}+\rho gh=P_o$$

فشارپیمانه ای:اختلاف فشار شاره با فشار هوا فشار پیمانه ای نامیده می شود.

نکته۱-دررابطه های فوق $P_{گاز}$ فشار مطلق نیز گفته می شود.

نکته۲-براساس رابطه های بالا فشار پیمانه ای به صورت زیر به دست می آید:

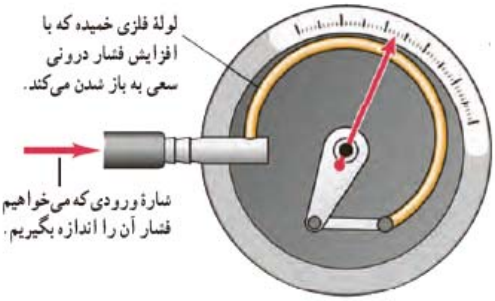
الف)اگر فشارگاز بیشتر از فشار هوا باشد، فشار پیمانه ای مثبت وبه صورت زیر به دست می آید:

$$P_{گاز}- P_o =\rho gh \Rightarrow P_{پیمانه\ ای} =\rho gh$$

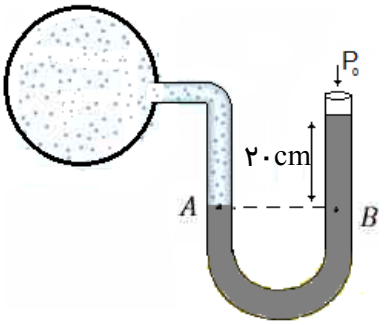
ب)اگر فشارگاز کمتر از فشار هوا باشد، فشار پیمانه ای منفی وبه صورت زیر به دست می آید:

$$P_{گاز}- P_o =-\rho gh \Rightarrow P_{پیمانه\ ای} =-\rho gh$$

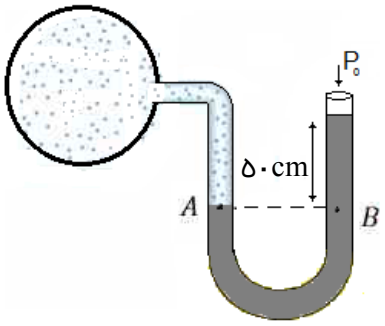
فشار سنج بوردون: بسیاری از فشارسنج ها برای اندازه گیری فشار یک شاره ، از یک لوله ی خمیده ی سربسته و قابل انعطاف استفاده می کنند. انتهای لوله به عقربه ای متصل است که فشار را روی صفحه ای مدرج نشان نشان می دهد. تغییر **فشار پیمانه ای** شاره ی درون لوله سبب تغییر شکل لوله و در نتیجه حرکت عقربه روی صفحه ی مدرج می شود. این فشارسنج ها که به فشار سنج بوردون معروفند برای اندازه گیری فشار در مخزن های گاز و همچنین اندازه گیری فشار باد لاستیک وسیله های نقلیه به کار می روند.



مثال۱۹–چگالی مایع داخل لوله ی مانومتر زیر $5\ \frac{g}{cm^3}$ و فشار هوای محیط 10^5 پاسکال است، فشار گاز درون محفظه چند cmHg است؟ $(\rho_{Hg}=13/6 g/cm^3)$

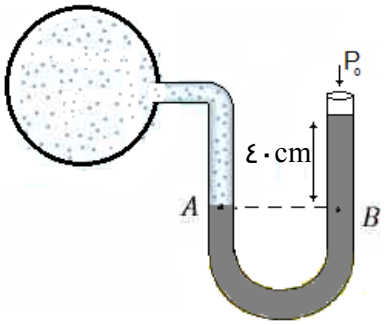


مثال۲۰–اگرفشار گاز داخل مانومتر شکل زیر $100cmHg$ و چگالی شاره ی درون لوله $7\ \frac{g}{cm^3}$ باشد،فشار هوا چند pa است؟ $(\rho_{Hg}=13/6 g/cm^3)$

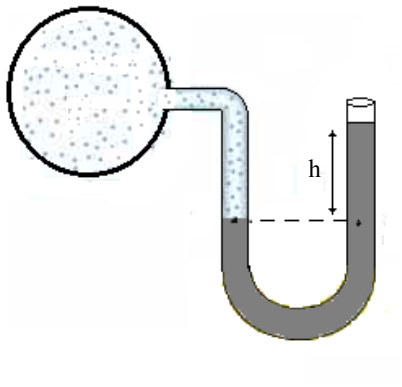


مثال۲۱–اگر چگالی مایع داخل مانومتر شکل زیر $5\ \frac{g}{cm^3}$ باشد،فشار پیمانه ای گاز چندcmHg است؟

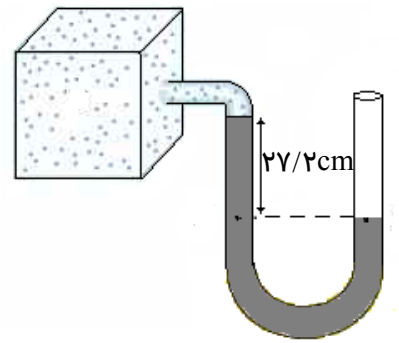
$(\rho_{Hg}=13/6 g/cm^3)$



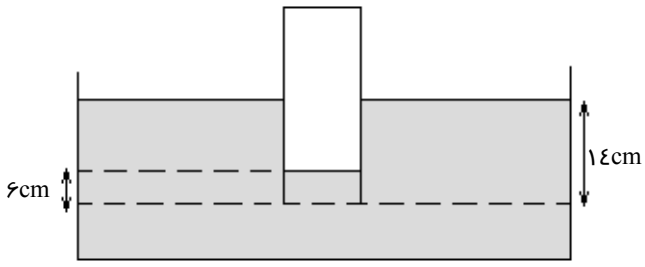
تمرین۳۹–درشکل مقابل فشار گاز ۹۵/۲Kpa و اختلاف ارتفاع دو سطح جیوه ی داخل لوله برابر ۵cm است ، فشار هوا چند cmHg است؟ (ρ_{Hg}=۱۳/۶g/cm^3)



تمرین۴۰–اگر داخل لوله شکل زیر مایعی به چگالی $\frac{g}{cm^3}$ ۵ ریخته شده باشد، فشار پیمانه ای گاز را برحسب mmHg به دست آورید. (ρ_{Hg}=۱۳/۶g/cm^3)

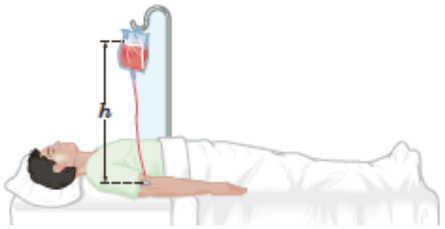


تمرین۴۱–در شکل مقابل دهانه ی لوله ی قائمی تا عمق ۱٤cm درون مایعی به چگالی $\frac{g}{cm^3}$ ۵ فرو شده است.اگر فشار هوای محیط ۷۵cmHg باشدفشار هوای محبوس داخل لوله چند Pa است؟ (ρ_{Hg}=۱۳/۶g/cm^3)

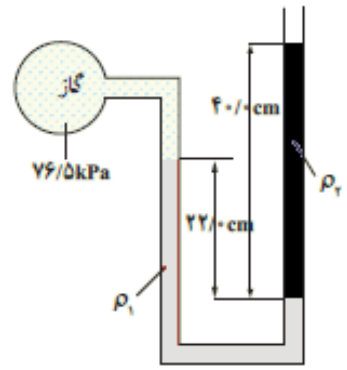


تمرین۴۲–عمیق ترین قسمت خلیج فارس با عمقی حدود ۹۳ متر درنزدیکی جزیره ی تنب بزرگ قرار دارد. اگر چگالی آب خلیج فارس $۱۰۲۸\frac{Kg}{m^۳}$ باشد، فشار پیمانه ای در این عمق چند کیلو پاسکال است؟

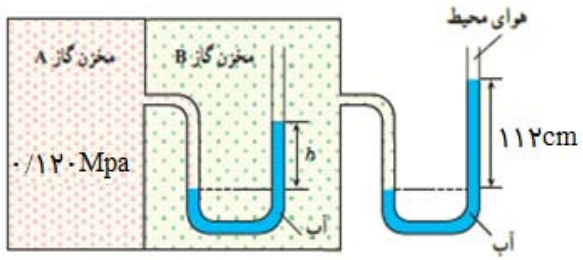
تمرین۴۳–شکل زیر یک کیسه پلاستیکی حاوی محلولی با چگالی $۱۰۲۸\frac{Kg}{m^۳}$ را نشان می دهدکه در حال تزریق به بیمار است. اگر فشار پیمانه ای در سیاهرگ ۱۳۳۰ پاسکال باشد، ارتفاع کمینه ی h چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟



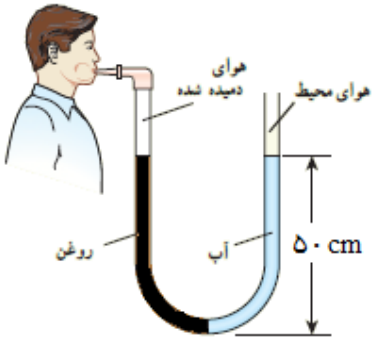
تمرین۴۴ – درون لوله ی U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است، جیوه و مایعی با چگالی نامعلوم$\rho_۲$ وجود دارد.اگر فشار هوای بیرون ۱۰۱kpa باشد، چگالی مایع را تعیین کنید.

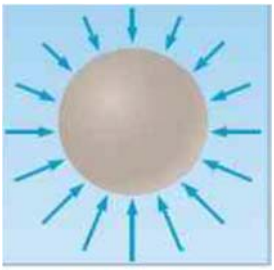


تمرین۴۵– در شکل روبه رو مقدار h چند سانتی متر است؟ فشار هوای محیط را ۱۰۱kpa و چگالی آب را $۱۰۰۰kg/m^۳$ بگیرید.



تمرین۴۶- لوله ی U شکلی را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است. با توجه به اطلاعات روی شکل فشار پیمانه ای هوای درون ریه ی شخصی که از شاخه ی سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟ (چگالی آب و روغن را به ترتیب $1000 kg/m^3$ و $800 kg/m^3$ فرض کنید)





نیروی شناوری: به اجسام درون یک شاره یا غوطه ور در آن ،همواره نیروی بالا سوی خاصی از طرف شاره بر جسم وارد می شود که به آن نیروی شناوری (F_b) گفته می شود.دلیل این نیرو برای یک جسم غوطه ور درون شاره به طور کیفی نشان داده شده است:

نکته: پریدن توپ وارد شده به داخل آب، شناور ماندن کشتی فولادی روی آب و جابه جا کردن یک جسم سنگین غوطه ور در آب نشان دهنده ی وجود نیروی شناوری است.

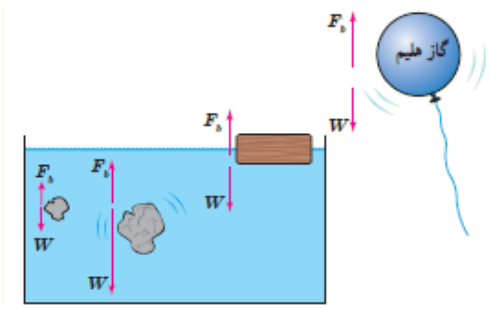
علت نیروی شناوری : همانطور که در تصویر فوق مشخص است ، با افزایش عمق مایع فشار وارد بر اجسام بیش تر شده و از آنجا که نیرویی که به زیر جسم وارد می شود کم تر از نیرویی است که به سطح جسم وارد می شود ، بر جسم نیروی بالا سو وارد می گردد.

نکته-هرچه چگالی جسم بیش تر باشد وزن جسم نیز بیش تر خواهد بود و با مقایسه ی وزن جسم با نیروی شناوری یکی از سه حالت زیر رخ می دهد:

۱) نیروی وزن $>$ نیروی شناوری ⟸ جسم در شاره فرو می رود.

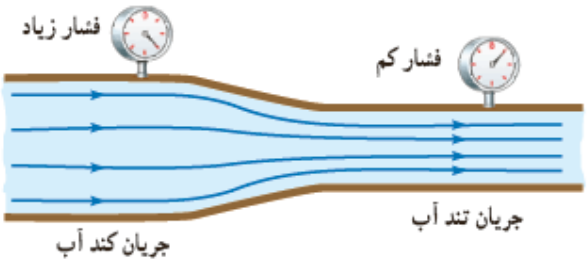
۲) نیروی شناوری $>$ نیروی وزن ⟸ جسم روی شاره شناور می ماند.

۳) نیروی شناوری $=$ نیروی وزن ⟸ جسم داخل شاره غوطه ور می ماند.



مثال۲۲–در شکل روبه رو، نیروی شناوری F_b و نیروی وزن W وارد بر چند جسم نشان داده شده است، با توجه به نیروی خالص وارد بر هر جسم ، وضعیت آن را به کمک یکی از واژه های *شناوری،غوطه وری،فرورفتن وبالا رفتن* توصیف کنید.

اصل برنولی: درمسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره ، فشار داخل شاره کاهش می یابد، شکل زیر این اصل را نشان می دهد:



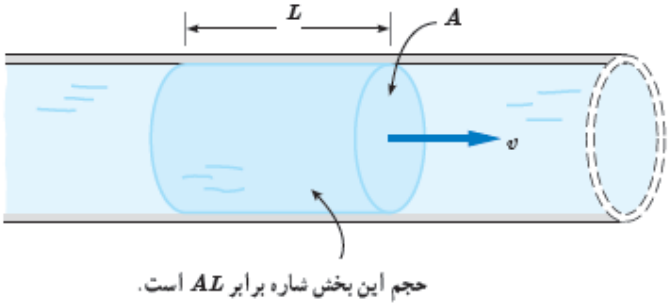
نکته۱–هنگام جریان آب در لوله ی باریکتر تندی آن بیشتر ودرنتیجه فشار آن کمتر می شود.

نکته۲–برای بررسی شاره در حال حرکت، جهت پرهیز از پیچیدگی ها ، مدل آرمانی و ساده شده ای از یک شاره در حال حرکت و بدون تلاطم را بررسی می کنیم ، علاوه براین فرض می کنیم:

۱-تراکم ناپذیر باشد(چگالی آن ثابت است)۲-اصطکاک داخلی(چسبندگی یا وکشسانی) ندارد.

کاربردهای اصل برنولی: نیروهای بالا برنده ی بال هواپیما ، حرکت کات دار توپ فوتبال و افشانه ی عطر مثالهایی از کاربرد اصل برنولی هستند.

آهنگ جریان شاره: نسبت حجم شاره ی جابه جا شده درون یک لوله به زمان ، آهنگ جریان شاره نامیده می شود:



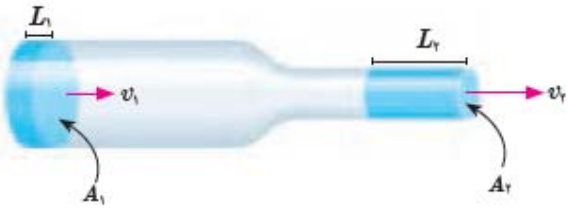
A:سطح مقطع لوله

L: طول بخشی از لوله

V: تندی شاره

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

معادله ی پیوستگی شاره : هر گاه شاره ای با جریان لایه ای در لوله ای با دو سطح مقطع متفاوت ، در حرکت است را در نظر بگیریم، در حالت پایا و در مدت زمان یکسان ، جرم یکسانی از شاره ، از هر سطح مقطع دلخواه لوله می گذرد. با کمک این موضوع می توان به معادله ای به صورت زیر به نام معادله ی پیوستگی دست یافت:



A: سطح مقطع

V: تندی شاره

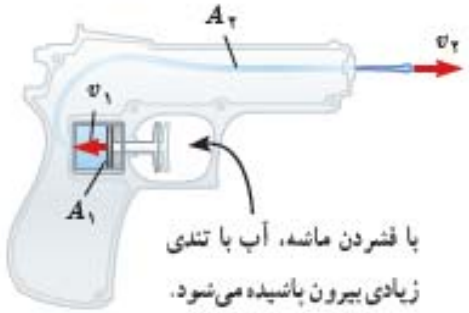
$$A_1V_1=A_2V_2$$

نکته- یکی از نتایج معادله پیوستگی آن است که تندی شاره با سطح مقطع رابطه ی وارونه دارد ، یعنی هر چه سطح مقطع شاره کم تر گردد تندی آن بیش تر می شود.

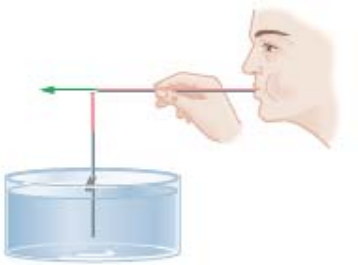
مثال۲۶-وقتی شیر آب را کمی باز کنید و آب به آرامی جریان یابد، مشاهده می شودکه با نزدیکتر شدن آب به زمین باریک ترمی شود، دلیل این پدیده را با توجه به اصل برنولی توضیح دهید.

مثال۲۷-وقتی یک ورق کاغذ را جلوی دهانتان می گیرید و در سطح بالای آن می دمید، کاغذ به طرف بالا حرکت می کند. علت این موضوع را با کمک اصل برنولی توضیح دهید.

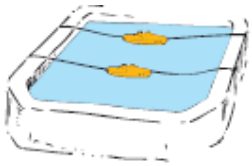
مثال۲۸- شکل روبه رو یک تفنگ آب پاش را نشان می دهد که با فشردن ماشه ی آن ، آب با تندی زیادی بیرون می آید. اگر $A_1=1cm^2$ و $A_2=1mm^2$ باشد سرعت حرکت رو به عقب ماشه $0/15cm/s$ باشد ،تندی خروج آب از تفنگ را به دست آورید.



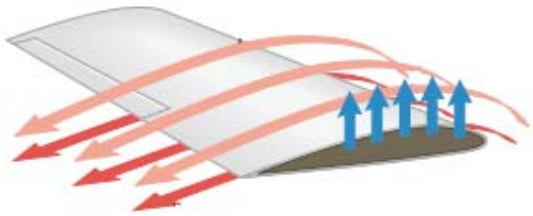
تمرین۵۵-یک نی نوشابه را به طور عمودی درون ظرفی محتوی آب قرار دهیدبه طوری که ته نی با کف ظرف آب در تماس نباشد. مطابق شکل درون یک نی افقی به گونه ای بدمیدکه جریان هوای خروجی درست از بالای سر نی عمودی بگذرد، براساس اصل برنولی توضیح دهید چه اتفاقی می افتد؟



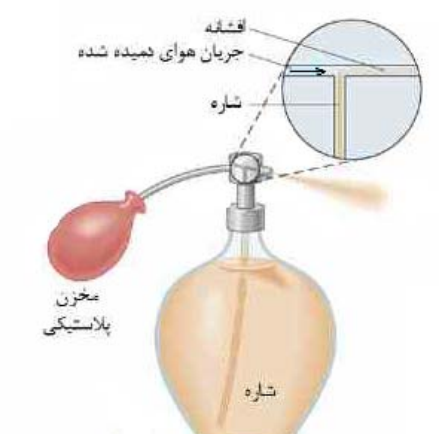
تمرین۵۶-یک جفت قایق اسباب بازی را با کمک نخ به صورت شل روی سطح آب داخل یک تشت ببندید، سپس جریان آبی با کمک یک شلنگ از بین آنها برقرار کنید،باکمک اصل برنولی توضیح دهید چه اتفاقی می افتد؟



تمرین۵۷-شکل زیر بال یک هواپیما را نشان می دهد، باکمک اصل برنولی توضیح دهید بال هواپیما چگونه عمل می کند؟



تمرین۵۸ – شکل زیر یک سمپاش معمولی را نشان می دهد ، با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید چگونه کار می کند؟



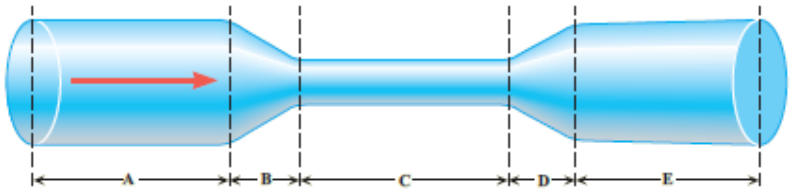
تمرین۵۹-شکل زیر کامیونی را در دو وضعیت سکون و در حال حرکت نشان می دهد، با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید چرا وقتی کامیون در حرکت است پوشش برزنتی آن پف می کند؟

تمرین۶۰- روزهایی که باد می وزد، ارتفاع موج های دریا یا اقیانوس بالا تر از ارتفاع میانگین می شود. اصل برنولی چه نقشی در افزایش ارتفاع امواج دارد؟

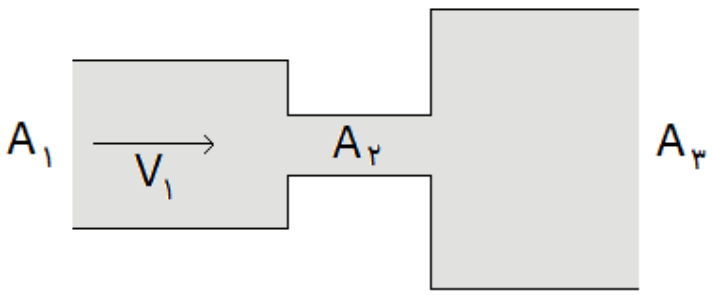
تمرین۶۱- در لوله ای پر از آب مطابق شکل زیر ، آب از چپ به راست در جریان است. روی این لوله ۵ قسمت (A و B، C، D ،E) نشان داده شده است.

الف)در کدام یک از قسمتهای لوله ، تندی آب،در حال افزایش ، در حال کاهش ،یا ثابت است؟

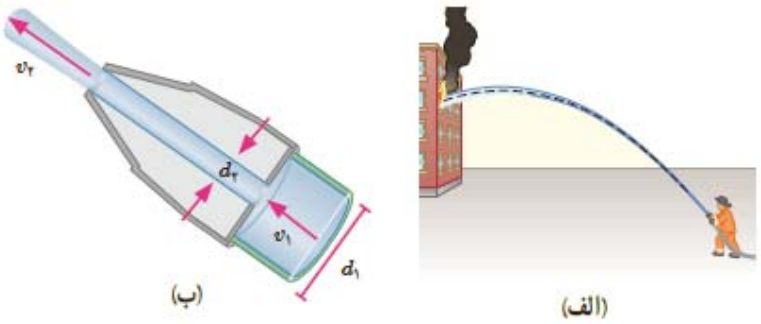
ب) تندی آب را در قسمت های A ، C و E لوله با یکدیگر مقایسه کنید.



تمرین۶۲- اگر در لوله ی شکل زیر $A_3=2A_1=4A_2$ و سرعت ورود آب به مقطع آب A_1 برابر ۲m/s باشد، سرعت عبور آب از مقاطعA_2 وA_3 چقدر است؟



تمرین۶۳- شکل (الف) آتش نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصله ی نسبتاً دوری نشان می دهد. نمایی بزرگ شده از شیر بسته شده به انتهای لوله ی آتش نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است . اگر آب با تندی $V_1=1/5 m/s$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1=10 cm$ و قطر قسمت خروجی آن $d_2=2 cm$ باشد. تندی خروج آب را از شیر پیدا کنید.



تمرین۶۴- در شکل زیر شعاع مقطع سمت چپ لوله ۳ برابر شعاع مقطع سمت راست آن است . اگر شاره ای با سرعت ٤ متر بر ثانیه از سمت چپ لوله وارد شود با چه سرعتی از مقطع سمت راست خارج می شود؟