

# فصل دوم

## فشار

حالت های مختلف ماده:

مولکول ها کوچکترین جزء سازنده می باشند و ملکول ها نیز از اتم های ساخته شده اند و اندازه ی یک مولکول به این امر بستگی دارد که از چند اتم تشکیل شده . برای مثال ملکول آب ( $H_2O$ ) از سه اتم تشکیل شده است یعنی هر مولکول آب شامل دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن است .  
امروزه مواد مختلفی از جمله پلیمرهای ساخته شده اند که هر ملکول آن ها از بیش از هزار اتم ساخته شده است.

آزمایش: چگونگی اندازه گیری قطر یک مولکول روغنی با روش ساده را توضیح دهید.

یک قطره روغن را روی سطح غیرآب می چکانیم . قطره ی روغنی روی سطح آب گسترش میابد. تا سرانجام لایه ی نازکی به ضخامت فقط یک مولکول روی آب تشکیل شود. به طوری که کله ای به مساحت بزرگ و ضخامت خیلی کوچک بر روی آب به شکل استوانه تشکیل می گردد.

$$V = A.h \quad V = pr^2.h \quad h = \frac{V}{A} = \frac{V}{pr^2}$$

$$h \approx 10^{-10} = 1A^{\circ} \rightarrow \text{آنگستروم}$$

تذکر: قطر یک مولکول روغن تقریباً  $10^{-1}$  متر می شود .

مثال: برای تعیین اندازه قطر مولکول روغن یک قطره ای از آن به حجم 0/1 میلی متر مکعب را روی سطح تمیز آب می چکانیم . روغن پخش می شود کله ای به مساحت  $8 \times 10^4$  میلی متر مربع را تشکیل می دهد با استفاده از این اعداد قطر مولکول روغنی را بدست آورید .

$$V = A.h \quad h = \frac{V}{A} = \frac{0/1}{8 \times 10^4} = \frac{1 \times 10^{-1}}{8 \times 10^4}$$

$$h = \frac{1 \times 10^{-1} \times 10^{-4}}{8} = 0/125 \times 10^{-5} \text{ mm}$$

$$h = 0/125 \times 10^{-3} \times 10^{-5} = 0/125 \times 10^{-8} \text{ m}$$

حالت های مختلف ماده عبارتند از: گاز، مایع ، جامد.

1- ویژگی های گاز: درگازها مولکول ها حرکت ارتعاشی - چرخشی و انتقالی دارند و به صورت نا منظم درهم و برهم و غیرقابل پیش بینی در حرکت هستند این نوع حرکت آن ها را کانوره ای می نامیم. نیروی بین مولکولی آن ها نا چیز

است و در نتیجه گازها همواره تمایل به انبساط دارند و به علت چگالی کم سرعت حرکت مولکول های گاز زیاد است بنابراین گاز به طور یکنواخت تمام فضایی را که در آن قرار گرفته است اشغال می کند. یعنی گازها شکل و حجم معینی ندارند و می خواهند تمام فضا را اشغال کنند و تراکم پزیر هستند .  
**پدیده پخش:** حرکت کاتوره ای مولکول های مایع ها و گازها که باعث شدن تدریجی دوماهه دریکدیگر می شوند را فرایند پخش می نامیم .

پخش عطر هوای اتاق - پخش جای رنگی در آب جوش - پخش حرکت در آب - پخش مولکول قند در آب و...  
**2- ویژگی های مایع:** در مایع ها مولکول ها حرکت انتقالی و ارتعاشی دارند و به آسانی روی هم می لغزند این خاصیت سبب می شود که مایع همواره به شکل ظرف خود درآید .

یعنی مایع ها شکل مشخصی ندارند ولی حجم مشخصی دارند و تراکم نا پذیر هستند .  
**مثال:** در یک ظرف نوشانه ای پلاستیکی را ببندید و سعی کنید آن را متراکم کنید. cm آن را پراز آب کنید و دوباره سعی کنید آن را متراکم کنید در کدام حالت متراکم کردن ظرف مشکل تر است ؟ چرا؟  
 وقتی که درون نوشابه آب ریخته شده است متراکم کردن آن امکان پذیر نیست زیرا مایع ها متراکم نمی شوند ولی وقتی که درون شیشه آب نباشد یعنی هوا باشد متراکم می شود.

**3- ویژگی های جامد:** در جامد ها فاصله مولکولی آن ها از فاصله آن ها در مایع هاست. (در حدود یک آنگسترم) با این تفاوت که مولکول های جامد نمی توانند آزادانه به اطراف حرکت کنند.  
 یعنی جامدها در مکان خاصی قرار گرفته اند و فقط در همان مکان حرکت ارتعاشی انجام می دهند و تراکم نا پذیرند.

**تذکر:** اجسام جامد به دودسته تقسیم می شوند (بلورین - بی شکل)

**1- جامدهای بلورین:** در جامدهای بلورین مولکول ها در طرح های منظم چنان مرتب شده اند که به آن شکل ثابت و دائمی داده اند و هنگامی که مایع به آهستگی سرد می شود به وجود می آیند در این صورت مولکول های مایع فرضت دارند خود را در یک طرح منظم مرتب کنند .

مانند فلزات بیش تر سنگ ها - نمک طعام و الماس.

**2- جامد های بی شکل:** مولکول نظم مشخصی ندارد و هنگامی تشکیل می شوند که مایع به سرعت سرد شود در این صورت مولکول ها فرضت نمایند که به طور منظم در کنار هم قرار بگیرند .

مانند: شیشه

چگالی (جرم حجمی): جرم واحد حجم یک جسم را چگالی آن جسم می نامیم.

$$f_{kg/m^3} = \frac{M \rightarrow kg}{V \rightarrow m^3}$$

تذکر: واحد اصلی چگالی در دستگاه  $Si$   $kg/m^3$  می باشد .

تذکر: واحد فرعی چگالی  $g/m^3$  می باشد .

توجه: برای تبدیل واحد اصلی به صورت زیر عمل می کنیم .

در نتیجه :

$$\frac{g}{cm^3} = \frac{10^{-3}}{10^{-6}} = 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

$$\frac{kg}{m^3} = \frac{1000}{10^6} = 10^{-3} \frac{g}{cm^3}$$

$$\frac{kg}{m^3} \times \frac{10^{-3}}{10^{-3}} \rightarrow \frac{g}{cm^3}$$

$$\frac{g}{m^3} \xrightarrow{\times 10^3} \frac{kg}{m^3}$$

یادآوری: چگالی های زیر را به خاطر می سپاریم:

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

$$S_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{g}{cm^3} = 13600 \frac{kg}{m^3}$$

توجه: لیتر و دسی متر با یکدیگر برابرند.

مثال: جرم آبی که حجم آن 40 لیتر است چند kg می باشد؟

$$\text{Lit} = \text{dm}^3$$

$$V = 40 \text{lit} = 40 \text{dm}^3 = 40 \times \text{dm}^3 = 40 \times 10^{-3} \text{m}^3$$

$$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$r = \frac{m}{v} \Rightarrow 1000 = \frac{m}{40 \times 10^{-3}} \Rightarrow m = 40 \text{kg}$$

بنابراین:

اگر حجم آبی بر حسب لیتر به ما دارند از لحاظ عددی جرم آن نیز همین مقداری شود.

مثال: حجم یک قطعه آهن  $8 \text{cm}^3$  است چگالی آهن چند  $\frac{kg}{cm^3}$  و چند  $\frac{g}{cm^3}$  است؟

$$r = \frac{64}{8} = 8 \frac{g}{cm^3}$$

$$8 \times 10^{-3} \frac{kg}{m^3} \Rightarrow .008 \frac{kg}{cm^3}$$

مثال: جرم استوانه ای به ارتفاع 20 cm و چگالی 7600  $\frac{g}{cm^3}$  برابر 1520g است سطح مقطع این استوانه چند  $\text{m}^3$  می باشد؟

$$h = 20 \text{cm} = .2 \text{ms} = 7600 \frac{kg}{m^3}$$

$$m = 1520 \text{g} \Rightarrow 1/52 \text{kg}$$

$$S = \frac{m}{v} 7600 = \frac{1/52}{0/2A} \Rightarrow A = \frac{152}{20 \times 7600} = .001 \text{m}^2$$

مثال: اگر چگالی آهن  $7/8 \frac{g}{cm^3}$  باشد الف) حجم 234 g آهن چند  $\text{mm}^3$  است؟ ب) جرم  $0/5 \text{m}^3$  آهن چند پیلوگرم است؟

$$r = 7/8 \frac{g}{cm^3}$$

$$r = m/v \Rightarrow 7/8 = \frac{234}{v}$$

$$m = 234g \Rightarrow v = mm^3$$

$$\Rightarrow v = \frac{234}{7/8} = 30cm^3 \rightarrow mm^3$$

$$b) r = m/v \Rightarrow 7800 = m/.5 \Rightarrow m = 3900kg$$

مثال: در صورتیکه  $1c m^3$  آب خالص یخ ببندد. حجمش  $1/1 m^3$  می شود.

الف) چگالی یخ را حساب کنید ب) جرم یک قالب از همین یخ به ابعاد  $25 \times 30 \times 100cm$  چند kg است؟

مثال: در ظرفی  $5kg$  آب جا می گیرد اگر چگالی آب  $1g/cm^3$  و چگالی نفت  $0/8 g/cm^3$  باشد چند kg نفت را می توان در این ظرف گنجانند؟

مثال: چگالی جسمی  $11kg$  می باشد اگر این جسم را گرم کنیم به میزان  $0/1$  حجم آن افزوده می گردد در این حالت چگالی جسم چقدر می شود.

مثال: در ظرف پراز نفتی سنگی به جرم  $25kg$  می اندازیم و  $16 g$  نفت از آن بیرون می ریزد اگر چگالی نفت  $0/8 g/cm^3$  باشد چگالی سنگ چند  $g/cm^3$  است؟

### نیروی چسبندگی:

نیروی جاذبه بین مولکول های یک مایع را نیروی چسبندگی (پیوستگی) می نامیم. نیروی چسبندگی باعث می شود وقتی یک آب از شیر می چکد مولکول های این قطره به یکدیگر متصل بماند و به صورت قطره درآیند.

### نیروی کشش سطحی:

نیروی چسبندگی بین مولکول هایی که در سطح یک مایع قرار دارند را نیروی کشش سطحی می نامند. این نیرو باعث می شود تا مولکول هایی که در سطح یک مایع مانند آب قرار دارند یکدیگر را بربایند و سطح آب مانند یک پوسته کشیده رفتار کند.

مانند: شناور ساختن سوزن یا تیغ ریش تراشی روی آب و یا شناور شدن حشرات روی آب.

### نیروی چسبندگی سطحی:

نیروی چسبندگی بین مولکول های دو ماده ی متفاوت مثل مایع و سطح شیشه را چسبندگی سطحی می نامیم. مانند: نوشتن با مداد روی کاغذ، یا کچ روی تخته سیاه

تذکر مهم:

نیروی چسبندگی سطحی آب و شیشه بیش تر از نیروی بین مولکول های آب است به همین دلیل آب شیشه را ترمی کند.

تذکر مهم:

نیروی چسبندگی سطحی جیوه و شیشه کم تر از نیروی چسبندگی بین مولکول های جیوه است به همین دلیل جیوه شیشه را تر نمی کند.

**توجه:**

اگر نیروهای پیوستگی و چسبندگی وجود نداشت مولکول های مواد به هم نمی چسبیدند و در نتیجه اجسام به صورت جامد و مایع در نمی آمدند .

**سوال:** کسانی که در یک اردوگاه زیرچادر به سر می برند می دانند هنگامی که باران می بارد نباید روی سطح درونی چادر دست بمانند. چرا؟

زیرا لایه نازک و محافظی که از مولکول های آب در اثر کشش سطحی داخلی چادر تشکیل شده است می شکند و آب به داخل چادر نفوذ می کند.

**توجه مهم:**

باریختن مایع ظرف شویی در آب باعث می شود کشش سطحی آب کم شود به همین دلیل کثیفی ظروف یا لباسها وارد آب گرم می شوند و آب و ظرف یا لباسها تمیزی شوند.

**سوال 1- علت ایستادن آب در لوله آزمایش چیست؟**

چون نیروی چسبندگی سطحی بین شیشه و آب زیاد است به همین دلیل آب در لوله به صورت مقعر می ایستد.

**سوال 2- علت محدب ایستادن جیوه درون لوله آزمایش چیست؟**

چون نیروی بین مولکول های جیوه بیش تر است ( چون نیروی چسبندگی از نیروی چسبندگی سطحی بیش تر است )

**سوال 3- علت بالا رفتن آب در لوله ی موئین چیست؟ و آب تا چه اندازه ای در لوله ی موئین بالایی رود؟**

نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول های آب و شیشه بزرگ تر از نیروهای چسبندگی بین مولکول های آب و شیشه با وزن ستون آب در لوله برابر شود.

**سوال 4- علت پایین آمدن جیوه در لوله موئین چیست؟**

نیروهای چسبندگی سطحی بین مولکول های جیوه و شیشه کم تر از نیروهای چسبندگی بین مولکول های جیوه است.

**فشار:**

اندازه ی نیرویی است که به طور عمود بر سطح وارد می شود.

$$P = \frac{F \rightarrow N}{A \rightarrow M^2}$$

**تذکره 1-** فشار با مساحت نسبت عکس دارد هر چند مساحت کوچکتر باشد فشار بیش تری وارد می شود.

$$P_{\max} = \frac{F}{A_{\min}}$$

## تذکره 2-

هرچه مساحت بیش تر باشد فشاری که وارد می شود کم تر است.

$$P_{\min} = \frac{F}{A_{\max}}$$

مثال:

ابعاد یک مسطیله به جرم 1250 گرم برابر 4 و 5 و 8 سانتیمتر می باشد .

(الف) وزن این مکعب چقدر است؟ (ب) کم ترین فشار وارد بر سطح رابدهست آورید؟ (ج) بیش ترین فشار وارد بر سطح رابدهست آورید؟

$$M=1250 \text{ g}$$

$$W=? \quad P_{\max}=? \quad P_{\min}=?$$

$$m = \frac{1250}{1000} = 1/25 \text{ kg}$$

$$w = F = mg \Rightarrow F = 1/25 \times 10 = 12/5$$

$$P_{\min} = \frac{F}{A_{\max}} \Rightarrow P = \frac{12/5}{0/08 \times 0/05} = 3125 \text{ Pa}$$

$$P_{\max} = \frac{F}{A_{\min}} \Rightarrow P = \frac{12/5}{0/05 \times 0/04} = 6250 \text{ Pa}$$

مثال:

مکعب مسطیله به ابعاد  $10 \times 8 \times 2 \text{ cm}$  در اختیار داریم اگر یک بار آن را از کوچکترین سطح و بار دیگر از بزرگترین سطح پت فشار وارد بر زمین در حالت اول به حالت دوم چقدر است؟

$$P_{\min} = \frac{F}{A_{\max}} = \frac{F}{2 \times 8}$$

$$P_{\max} = \frac{F}{A_{\min}} = \frac{F}{10 \times 8}$$

$$\frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{A_{\min}}{A_{\max}} = \frac{A_{\max}}{A_{\min}} = \frac{10 \times 8}{2 \times 8} = 5$$

مثال:

مساحت سربیک پونز  $1 \text{ cm}^3$  و مساحت نوک آن  $0/01 \text{ cm}^2$  می باشد فرض کنید اگر بخواهید پونز دیوار شود نیروی عمودی  $15 \text{ N}$  لازم است . الف) فشار بین شصت و سرپونز چقدر است. ب) فشار بین نوک پونز و دیوار چقدر است؟

$$P = \frac{F}{A} = \frac{15}{1 \times 10^{-4}} = 150000$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{15}{0/01 \times 10^{-4}} = 15000000$$

محاسبه فشار حاصل از وزن یک ستون مایع بر حسب ارتفاع:

$$P = \frac{F}{A} \xrightarrow{F=kg} P = \frac{kg}{A} \left[ r \frac{m}{v} \Rightarrow m=rv \right]$$

$$\frac{rVg}{A} \xrightarrow{V=A.h} P = \frac{rAgh}{A} \Rightarrow P = rgh$$

توجه:

رابطه بالا برای جامدات و گازها نیز صادق است .

مثال:

مطلوبست محاسبه فشار حاصل از ستون جیوه به ارتفاع 76 cm بر حسب پاسکال؟

$$h = 76 \text{ cm} = 76 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$P = rgh \Rightarrow p = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times 76 \times 10^{-2} = 1360 \times 76$$

مثال:

یک مکعب مسطحیل به ابعاد 3 و 4 و 5 و چگالی 7800  $\frac{kg}{m^3}$  را روی میزافقی طوری قرار می دهیم که بیش ترین فشار را وارد کند این فشار چند  $\frac{N}{m^2}$  می باشد؟

$$r = 7800 \frac{kg}{m^3}$$

$$p = rgh \Rightarrow p = 7800 \times 10 \times \frac{5}{100} = 3900 \frac{N}{m^2}$$

فشار هوا:

ما در روی زمین در زیر اقیانوسی از هوا زندگی می کنیم که اتمسفر یا جو نامیده می شود.

فشار هوا تنها بر سطح زمین وارد نمی شود بلکه بر سطح هر جسمی هم که بر روی زمین موجود است از جمله بدن خود ما نیز وارد می شود در حدود 200000 N می باشد ولی این نیروی بزرگ را احساس نمی کند زیرا درون بدن خود رانیز فشار کمی بیش تر از فشار هوا دارد که اثر فشار هوا را خنثی می کند.

سوال 1- چرا هنگامی که هوای درون یک قوطی حلبی بزرگ را خالی می کنیم قوطی درهم فرو می رود؟

زیرا فشار داخل قوطی کم می شود و قوطی نمی تواند فشار هوای خارج را تحمل کند .

سوال 2- هنگام بستن درب ظرف نگهداری غذای گرم که بالای غذا پراز بخار است پس از مدتی به سختی می توان درب آن را باز کرد؟

زیرا اول کار فشاری که بخار وارد می کند با فشاری که هوا وارد می کند برابر است ولی بعد از آن که بخارها مایع شدند فشار درون ظرف کم تر می شود و فشار بیرون ظرف که فشار هوا است بیش تر می شود به همین دلیل برای باز کردن در ظرف دچار مشکل می شویم.

سوال 3- هنگامی که با نی نوشابه می نوشیم چرا نوشابه از نی بالا می آید؟

وقتی هوای داخل نی مکیده می شود فشار هوای داخل کم تر از فشار هوای بیرون می گردد و در نتیجه به دلیل بیش تر بودن فشار هوای بیرون مایع وارد نی شده و به طرف بالا رانده می شود.

تذکر:

بالا آمدن مایع در داخل سرنگ، جاروبرقی، به دلیل ایجاد اختلاف فشارها بین هوای بیرون و داخل است.

تذکر:

فشارها برابر است با

$$p_o = 10^5 \text{ pa} = 1 = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 10 \text{ mH}_2\text{O}$$

فشار در مایعات به در نظر گرفتن فشارها:

$$p = p_o + rgh \rightarrow \text{فشار ناشی از آب}$$

مثال: فشار ناشی از آب در عمق 4 متر یک استخر چقدر است؟ فشار عمق در این عمق چقدر است؟

$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3 = \text{چگالی آب}$$

$$P = rgh \Rightarrow p = 1000 \times 10 \times 4 = 4000 \text{ pa}$$

$$p = 10^5 + 4000 = 1000000 + 40000 = 140000 \text{ pa}$$

مثال: درون یک مخزن مقدار مایع به چگالی  $3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  ریخته شده است اگر فشار کل وارد بر کف مخزن برابر  $10^5$

$\times 1/9 \text{ pa}$  باشد ارتفاع مایع مخزن چقدر است؟

$$P = P_o + rgh$$

$$\Rightarrow 1/9 \times 10^5 = 10^5 + 1200 \times 10 \times h \Rightarrow 1/9 \times 0100000 = 100000 + 12000h$$

$$\Rightarrow 190000 - 1000000 = 12000h \Rightarrow h = \frac{90000}{12000} = 7/5$$

مثال: فشار هوا در دامنه کوهی  $10^5 \text{ pa}$  و در نقطه ای به ارتفاع 1200 m برابر برابر  $8/44 \times 10^4 \text{ pa}$  است متوسط چگالی هوا

در این فاصله بدست آورید .

$$P_o = 10^5 \text{ pa} \quad h = 1200 \text{ m} \quad p = 44/8 \times 10^4 \quad p = p_o - \rho gh$$

$$8/44 \times 10^4 = 10^5 - \rho \times 10 \times 1200 \Rightarrow 12000 \rho = -84400 + 100000$$

$$1200 \rho = 15600 \Rightarrow \rho = \frac{15600}{12000} = 1/3$$

مثال: اگر فشار هوا در سطح زمین  $10^5 \text{ pa}$  باشد در ارتفاع چند cm سطح زمین فشار برابر  $8/4 \times 10^4 \text{ pa}$  هوا خواهد بود؟

(در صورتی که چگالی متوسط هوا  $1/2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  باشد)؟

فشار وارد بر کوهنورد:

$$P_o = 10^5 \text{ pa}$$

$$p = p_o - \rho gh$$

مثال: در شکل زیر در صورتی که جرم وزنه و پیستون روی هم 3 kg و سطح مقطع پیستون  $10 \text{ cm}^2$  و ارتفاع آب 40 cm باشد

فشار کل وارد بر تر ظرف را پیدا کنید.

$$m = 3 \text{ kg} \quad A = 10 \text{ cm} \quad h = 40 \Rightarrow \text{cm } 0/4M$$

$$\Rightarrow p = 100000 + 30 \times 10^3 + 400 \Rightarrow p = 100000 + 30000 + 4000 = 134000 \text{ pa}$$

$$p = p_0 + \frac{F}{A} + \rho gh \Rightarrow p = 10^5 + \frac{30}{10 \times 10^{-4}} + 1000 \times 10 \times 0/4$$

فشارسنج جیوه ای:

از یک لوله u شکل ساخته شده است که درون آن جیوه قرار دارد به طوری که یک شاخه ی آن به هوا آزاد به فشار  $P_0$  و شاخه ی دیگر آن به مخزن گازی با فشار  $P$  متصل است و برای تعیین فشار گاز در داخل مخزن به ترتیب زیر عمل می شود.

$$P_a = P_b$$

$$P = P_0 + rgh$$

مثال: مطابق شکل فشارسنج جیوه ای اختلاف در فشار سنج 0/2 m است. اگر چگالی مایع  $800 \text{ kg/m}^3$  و فشار جو  $10^5 \text{ Pa}$  باشد محاسبه کنید الف) فشار مخزن گاز؟ ب) اگر سطح مقطع لوله 0/01  $\text{m}^2$  باشد. نیرویی که گاز بر سطح مایع وارد می کند چقدر است؟

حل:

الف)  $P_0 = 10^5$  ,  $h = 0/2 \text{ m}$  ,  $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$  ,  $A = 0/01 \text{ m}^2$

$$P = P_0 + \rho gh$$

$$p = 10^5 + (800 \times 10 \times 0/2) = 10^5 + 1600 = 101600$$

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow 101600 = \frac{F}{0/01} \Rightarrow F = 101600 \times 0/01 = 1016 \text{ N}$$

عوامل موثر بر فشار مایعات:

1- ارتفاع مایع 2- مساحت قاعده 3- قطر مقطع لوله

آزمایش تریچلی: (هواسنج جیوه ای)

این آزمایش برای تعیین فشار هوا انجام شده است. تریچلی لوله ی آزمایش پر از جیوه را بر روی تشتک پر از جیوه واژگون می کند که به علت وجود فشار هوا سطح جیوه در لوله بالاتر از سطح آزاد جیوه در تشتک قرار می گیرد و با توجه به این که فشار بخار جیوه در بالای لوله خیلی کم است طول ستون جیوه در لوله ی آزمایش فشار هوا را بر cm جیوه نشان می دهد.

$$P_A = P_B \Rightarrow$$

$$P + rgh = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times 0/76$$

$$\Rightarrow P = 103360 \approx 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Pa} = 76 \text{ cmHg}$$

تذکر بسیار مهم:

برای تبدیل سانتی متر جیوه به هوا کافی است عدد مربوطه را در 1360 ضرب کنیم.

$$P = rgh = 13600 \times 10 \times 10^{-2} h \Rightarrow p = 1360h$$

تذکر بسیار مهم:

برای تبدیل pa به سانتی متر جیوه کافی است عدد مربوط را بر 1360 تقسیم کنیم.

به نکات زیر دقت کنید:

- 1- ارتفاع قائم ستون جیوه بستگی به شکل و سطح مقطع جیوه ندارد.
- 2- علت بالا ماندن جیوه درلوله ی به خاصیت موئینگی ربطی ندارد زیرا در آن جا سطح مقطع لوله بسیار کم است و انتهای لوله باز است .
- 3- هرگاه به جای جیوه آب استفاده بشود ارتفاع آن ها به 10m می رسد زیرا 76 cm جیوه معادل 10m آب است.
- 4- در قسمت بالای لوله خلأو کمی هم بخار جیوه وجود دارد .
- 5- با افزایش ارتفاع از سطح زمین هوا کاهش میابد .

مثال: مایعی به چگالی  $\frac{1}{2} \frac{g}{cm^3}$  تا ارتفاع 2/72 cm در ظرفی ریخته ایم اگر فشار هوا 76 cm جیوه باشد. فشار وارد بر کف ظرف چند (cm) جیوه است ؟

مثال : عمق یک مایع در مخزن 500 فشار هوا 75 (cm) جیوه می باشد فشار کلی ای که بر کف مخزن وارد می شود چند هوا و چند (cm) جیوه است ؟ (چگالی مایع 3.04 g/m جیوه می باشد)

مثال: فشار وارد بر کف دریاچه ای 125 cm جیوه می باشد اگر فشار هوا در سطح آب 75 cm جیوه باشد عمق آب دریاچه چند cm است ؟

مثال : فشار هوا در یک محیط 50 cm جیوه می باشد این فشار چند cm است ؟

### تعداد مایعات مخلوط نشدنی :

اگر دو مایع مخلوط نشدنی مانند آب و روغن مطابق شکل زیر در ظرف u شکلی در حال تعادل باشند داریم :

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + r_1 g h_1 = P_0 + r_2 g h_2$$

$$r_1 g h_1 = r_2 g h_2 \Rightarrow r_1 h_1 = r_2 h_2$$

مثال: در شکل زیر ارتفاع آب در شاخه ی A برابر 27/2 cm است. در شاخه ی B الکل به جرم حجمی 0.8  $\frac{gr}{cm^3}$  می ریزیم تا جیوه در هر دو شاخه هم سطح شود. اگر جرم جرم حجمی آب و جیوه به ترتیب  $1 \frac{gr}{cm^3}$ ،  $13.6 \frac{gr}{cm^3}$  باشد. ارتفاع الکل چند cm است ؟

مثال: در محلی که فشار هوا 70 cm جیوه به وسیله ی تلمبه ی تنفسی آب را حداکثر از عمق چند متری می توان بالا کشید ؟

### اصل پاسکال:

فشار وارد بر مایع که درون یک ظرف سر بسته ای باشد، بدون کاهش به تمام قسمت های مایع و دیوارهای ظرف وارد می شود.

### بالابردن اجسام سنگین مثلا اتومبیل استفاده می شود. نیروی f که بر سطح A وارد می شود فشار P<sub>1</sub> رابه وجود می آورد با توجه به اصل P<sub>a</sub> فشار وارده بدون کاهش به تمام قسمت های مایع از جمله سطح A<sub>2</sub> وارد شده و نیروی F<sub>2</sub> را بر اتومبیل وارد می کند و آن رابه بالا می برد.

برای بالا بردن اجسام سنگین مثلا اتومبیل استفاده می شود. نیروی f که بر سطح A وارد می شود فشار P<sub>1</sub> رابه وجود می آورد با توجه به اصل P<sub>a</sub> فشار وارده بدون کاهش به تمام قسمت های مایع از جمله سطح A<sub>2</sub> وارد شده و نیروی F<sub>2</sub> را بر اتومبیل وارد می کند و آن رابه بالا می برد.

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

$A_1, F_1$  خیلی کوچک اند.

$A_2, F_2$  خیلی بزرگ اند.

مثال: در یک بالابر هیدرولیکی اگر جرم اتومبیل  $1000\text{kg}$  و سطح پیستون های  $A_1, A_2$  به ترتیب  $3\text{m}^2, 60\text{cm}^2$  باشد. نیروی لازم برابر بالا بردن اتومبیل چند نیوتون است؟

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{mg}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$
$$\Rightarrow \frac{1000 \times 10}{3} = \frac{F_2}{0.06} \Rightarrow F_2 = 200$$

مثال: در یک منگنه آبی قطر پیستون بزرگ 20 برابر قطر پیستون کوچک است. نسبت فشار وارد بر پیستون کوچک چقدر است؟

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = 1$$

مثال: شهرستان بروجن با ارتفاع حدود 2500 از سطح دریایه بام ایران معروف است.

فشار هوا در این شهر چند Pa و چند Hg است؟ ( $\rho$  هوا  $\frac{1}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ )

$$P = P_0 + \rho gh \Rightarrow P = 10^5 - 1/3 \times 10 \times 25000 = 100000 - 13 \times 2500 = 67500 \text{ Pa} \Rightarrow \frac{67500}{1360} \text{ cmHg}$$

مثال: شهر شیراز با ارتفاع حدود 1500m از سطح دریا قرار دارد. فشار هوا در این شهر چند Pa و چند cmHg است؟ ( $\rho$  هوا  $\frac{1}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ )

$$\left( \frac{1}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$