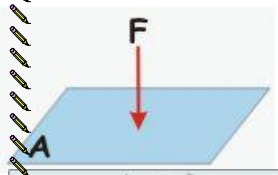
فشار



فشار:

مقدار نیرویی است که به طور عمود بر واحد سطح وارد می‌شود.

عوامل مؤثر بر فشار:

۱) مقدار نیرو:

فشار با نیروی وارده بر سطح رابطه مستقیم دارد یعنی هر چه نیرو بیش‌تر باشد فشار بیش‌تر است.

یکای اندازه‌گیری نیرو، نیوتن (**N**) بوده و با حرف **F** نمایش داده می‌شود.

۲) مساحت سطح:

مقدار فشار با مساحت سطح رابطه عکس دارد یعنی هر چه سطح بزرگتر باشد، مقدار فشار کم‌تر است و بر عکس. یکای اندازه گیری مساحت، سانتی‌متر مربع (cm^2) یا متر مربع (m^2) است و با حرف **A** نمایش داده می‌شود.

برای محاسبه فشار از فرمول مقابل استفاده می‌شود:

$$\text{فشار} = \frac{\text{مقدار نیرو}}{\text{مساحت سطح}} \quad \text{یا} \quad P = \frac{F}{A}$$

با توجه به فرمول، یکاهای اندازه‌گیری فشار عبارتند از:

۱) نیوتن بر سانتی‌متر مربع ($\frac{N}{Cm^2}$) :

اگر مقدار نیرو بر حسب نیوتن و مساحت سطح بر حسب سانتی‌مترمربع باشد، فشار برحسب ($\frac{N}{Cm^2}$) محاسبه می‌شود.

۲) پاسکال یا نیوتن بر مترمربع ($\frac{N}{m^2}$) :

اگر مقدار نیرو بر حسب نیوتن و مساحت سطح بر حسب مترمربع باشد فشار بر حسب($\frac{N}{m^2}$) سنجیده می‌شود.

$$۱ \ {}^{N}/_{cm^2} = ۱۰۰۰۰ \ {}^{N}/_{m^2}$$

یکاهای دیگر فشار عبارتند از:

اتمسفر (**atm**)- میلی متر جیوه (**mmHg**) – بار (**bar**)

$76\ CmHg = 760\ mmHg$

$1\ bar = 1 atm = 10^5\ Pa$

مثال:

وزن پسری ۷۰۰ نیوتن است. سطح کف هر دو کفش او $250\ Cm^2$ است. فشاری که این پسر بر سطح زمین وارد می‌کند چند پاسکال است؟

نکته: برای آنکه سانتی‌مترمربع را به مترمربع تبدیل کنیم فقط کافی است عدد مورد نظر را در 10^{-4} ضرب کنیم.

$$۲۵۰\ cm^2 \times ۱۰^{-4} = ۰/۰۲۵\ m^2$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{۷۰۰}{۰/۰۲۵}\ pa$$

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

*نکته: اگر راستای نیروی **F** بر راستای عمود بر سطح زاویه **Θ** (تتا) بسازد،فشار از رابطه مقابل به دست می‌آید.*

فشار مایعات:

مایع موجود در یک ظرف نیز به خاطر وزن خود بر بدنه‌ی ظرف فشار وارد می‌آورد.

فشار مایعات به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- چگالي (جرم حجمي):

فشار با چگالی مایع رابطه‌ی مستقیم دارد، یعنی هر چه چگالی مایع بیش‌تر باشد فشار آن نیز بیش‌تر است. جرم واحد حجم از هر جسم را چگالی آن می‌نامند.

- جرم با نماد m نمایش داده شده و با یکای کیلوگرم (kg) و یا گرم (g) اندازه‌گیری می‌شود.

- حجم با نماد V نمایش داده می‌شود و با یکای مترمکعب (m^3) و یا سانتی‌مترمکعب (Cm^3) اندازه‌گیری می‌شود.

– چگالی با نماد ρ نمایش داده شده و با یکای کیلوگرم بر مترمکعب $\frac{Kg}{m^3}$ و یا گرم بر سانتی‌مترمکعب $\frac{g}{cm^3}$ اندازه‌گیری می‌شود.

چگالی از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \quad \text{یا} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

توجه : برای آنکه $\frac{g}{cm^3}$ به $\frac{Kg}{m^3}$ و یا بر عکس تبدیل کنیم به صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$\frac{g}{cm^3} \times ۱۰۰۰ = \frac{kg}{m^3} \qquad \frac{kg}{m^3} \div ۱۰۰۰ = \frac{g}{cm^3}$$

۲- شتاب جاذبه (g):

فشار درون مایع با نیروی جاذبه ای که در آن قسمت بر مایع وارد می شود رابطه ی مستقیم دارد.

۳- عمق یا ارتفاع مایع (h):

هر چه عمق یا ارتفاع مایع بیشتر باشد فشار آن نیز بیش‌تر است.

رابطه‌ی فشار در درون مایعات به صورت زیر محاسبه می‌شود.

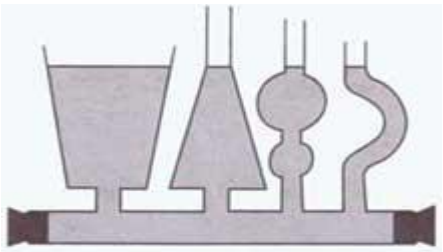
ارتفاع×شتاب جاذبه×چگالی=فشار در درون مایعات

$$P=h.g.\rho$$

توجه: اگر در بالای مایع هوا وجود داشته باشد، به سطح آزاد مایع نیرو وارد می‌کند در نتیجه فشار حاصل از آن، که همان فشار هوا است، را نیز باید در رابطه بالا منظور کنیم این فشار را فشار کل یا فشار مطلق در عمق **h** *از سطح مایع می‌گویند.*

$$P=\rho gh+p_0$$

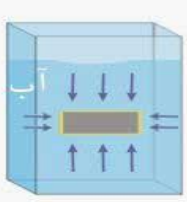
نکته۱: مقدار فشار آب در هر لوله، فقط به ارتفاع آب بستگی دارد و به مقدار کلی آب در لوله و سطح قاعده‌ی آن بستگی ندارد.



در این شکل اگر چه شکل لوله‌ها با یکدیگر متفاوت است ولی فشار در ته همه لوله‌ها یکسان است. اگر فشار آب در یک لوله با لوله-های دیگر متفاوت بود، آب در لوله‌ها به حرکت در می‌آمد تا فشار در همه جا مساوی شود.

نکته۲: به مایع و گازها که روان هستند شاره می‌گویند. شاره‌ها در همه جهت‌ها به طور یکسان فشار وارد می‌آورند.

شناگران و غواصان وقتی در آب فرو می‌روند فشار آب را نه تنها بر پشت بلکه بر سینه خود نیز احساس می‌کنند.



نکته۳: فشاری که از طرف شاره (مایع و گاز) وارد می‌شود عمود بر سطح آن است.

نکته۴: وقتی نیرویی از خارج بر شاره وارد می‌شود، فشار اضافی در داخل آن ایجاد شده و فشار در تمام جهات به تمام قسمت‌های مایع و دیواره ظرف منتقل می‌شود.

Ghamsar

اصـل پـاسـکـال:

فشار وارد بر مایع محصور بدون کاهش به تمام قسمت‌های مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود.

از کاربردهای مهم اصل پاسکال، بالابر هیدرولیکی، ترمزهای روغنی، منگنه آبی و ... است.

در شکل مقابل با وارد کردن نیروی F به قسمتی از مایع در ظرف محصور، نیروی F به شاخه‌های اطراف ظرف منتقل می‌شود.

توجه: مایعات به آسانی متراکم نمی‌شوند یعنی حجم آن‌ها را نمی‌توان کم کرد به همین دلیل فشار را منتقل می‌کنند.

بـیـشـتـر بـدانـیـد

بالابر هیدرولیکی:

این دستگاه براساس اصل پاسکال ساخته شده است که از دو طرف استوانه‌ای با دهانه‌های بزرگ و کوچک ساخته شده و با لوله باریکی به یکدیگر مربوط می‌شوند. داخل هر استوانه یک پیستون متحرک قرار دارد و فضای داخل ظرف از مایعی پر شده است. هرگاه بر پیستون کوچک نیروی کوچک (F_1) وارد می‌شود باعث به وجود آمدن نیروی بزرگ (F_2) بر سطح بزرگتر می‌شود.فشار حاصل از این دو نیرو با یکدیگر برابر هستند.

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

بر طبق این رابطه اگر A_2 خیلی بزرگتر از A_1 باشد، F_2 نیز باید بسیار بزرگتر از F_1 باشد، در نتیجه می‌توان اجسام سنگین را با نیروی کمی بالا برد.

مـثـال:

در یک دستگاه منگنه آبی هنگامی که پیستون‌ها آزاد هستند. اگر پیستون کوچک را ۴۰ cm پایین ببریم پیستون بزرگ ۰/۴ Cm بالا می‌رود. مزیت مکانیکی این دستگاه چقدر است؟

توجه: فشار مایع در زیر دو پیستون برابر است یعنی $p_2=p_1$ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} \Rightarrow \frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

نسبت $\frac{A}{a}$ مزیت مکانیکی منگنه آبی است. اگر شعاع قاعده پیستون‌ها را r و R فرض کنیم، داریم:

$$A = \pi R^2 \quad , \quad a = \pi r^2 \qquad \frac{F}{f} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} \qquad \frac{F}{f} = \frac{R^2}{r^2}$$

اگر پیستون کوچک به اندازه h پایین برود از حجم مایع پیستون کوچک به اندازه ah کاسته شده و به همین اندازه به طرف دیگر اضافه شده است. بنابراین پیستون بزرگ به اندازه H بالا می‌آید. بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow ah = AH \Rightarrow \frac{A}{a} = \frac{h}{H}$$

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{h}{H}$$

مزیت مکانیکی منگنه آبی برابر است با:

پاسخ:

$$h = 40\ cm \qquad H = 0/4\ cm \qquad A = ?$$

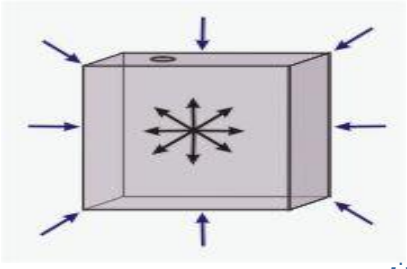
$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{h}{H} = \frac{40}{0/4} = 100$$

فـشـار گـازهـا:

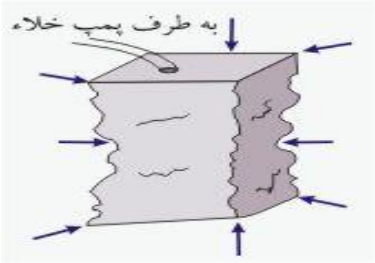
الف) فـشـار هـوا:

می‌دانید اطراف زمین را اقیانوسی از هوا گرفته است که اتمسفر یا هواکره نامیده می‌شود، این توده عظیم هوا به علت وزنی که دارد بر سطح زمین و هر چه روی آن است فشار وارد می‌کند. ما فشار هوا را احساس نمی‌کنیم، زیرا این فشار در همه جهت‌ها بر درون و بیرون بدن ما وارد می‌شود.

* فشار هوای درون و بیرون این قوطی حلبی برابر است.



** قوطی پس از تخلیه هوای درون آن.



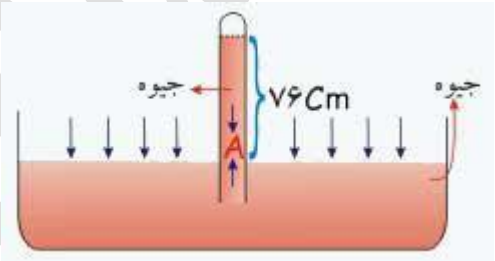
اگر فشار هوا از سطح بدن برداشته شود، فشار خون در رگ‌ها ممکن است رگ و پوست را پاره کند، به همین دلیل در خارج از جو فضانوردان ناگزیرند لباس‌های ویژه‌ای بپوشند که درون فضاهای بسته آن فشار ساختگی وجود داشته باشد.

توجه: هر چه از سطح زمین به طرف بالا می‌رویم، فشار هوا کمتر می‌شود، فشار هوا تقریباً به ازای هر ۱۰ متر یک میلی‌متر جیوه کاهش می‌یابد.

برای اندازه‌گیری هوا از دستگاهی به نام فشارسنج یا بارومتر جیوه‌ای استفاده می‌شود.

به این ترتیب که لوله‌ای به طول یک‌متر که یک سر آن بسته است را پُر از جیوه کرده و به صورت واژگون درون یک ظرف جیوه فرو می‌بریم، آن‌گاه جیوه درون لوله تا آن‌جا پایین می‌آید که فشار ناشی از وزن ستون جیوه برابر فشار هوا شود. اگر این آزمایش در سطح دریای آزاد انجام شود، ارتفاع ستون جیوه ۷۶ سانتی‌متر خواهد بود ولی اگر در محلی که بالاتر از سطح دریای آزاد قرار دارد انجام شود، ارتفاع ستون جیوه کمتر خواهد شد.

چون ارتفاع ستون جیوه به فشار هوا بستگی دارد پس معیار خوبی برای اندازه گیری فشار هوا است. این فشارسنج نخستین بار توسط توریچلی ساخته شده است.



اگر چگالی جیوه $\frac{Kg}{m^3}$ ۱۳۶۰۰ و شتاب جاذبه $\frac{m}{s^2}$ 9/81 ارتفاع ستون جیوه در سطح دریای آزاد برابر ۷۶ سانتی‌متر باشد، فشار که ستون جیوه در سطح **A** ایجاد می‌کند از رابطه زیر به دست می‌آید: **P = ρgh**

$$P= 13600 \times 9/81 \times 0/76 = 101396/16\ Pa = 1/01 \times 10^5 \approx 10^5\ Pa$$

این فشار یک اتمسفر (**atm**) نامیده می‌شود.

در نتیجه فشار هوا در سطح دریای آزاد برابر 10^5 پاسکال یا یک اتمسفر است.

گاهی اوقات به جای محاسبه **ρgh** فشار را بر حسب ارتفاع ستون جیوه بیان می‌کنند. بنابراین فشار هوا در سطح دریای آزاد برابر **۷۶CmHg** (سانتی‌متر جیوه) و یا **۷۶۰mmHg** (میلی‌متر جیوه) است.

مـــثـــال:

شهر تهران به طور متوسط در ارتفاع ۱۴۰۰ متری از سطح آزاد دریا قرار دارد، فشار هوا در آن چند میلی‌متر جیوه و چند پاسکال است؟

پاسخ:

می‌دانیم که به ازای هر ۱۰ متر یک میلی‌متر جیوه از فشار هوا کم می‌شود.

کاهش فشار ↓ ۱ mmhg — افزایش ارتفاع ↑ ۱۰ m

x — ۱۴۰۰

کاهش فشار $= \frac{۱۴۰۰ \times ۱}{۱۰} = ۱۴۰ mmhg$

یعنی فشار هوا در تهران ۱۴۰ میلی‌متر جیوه از فشار هوا در سطح آزاد دریا کم‌تر است پس:

۷۶۰ - ۱۴۰ = ۶۲۰ mmHg

برای آنکه فشار را به پاسکال تبدیل کنیم از فرمول زیر استفاده کنیم.

P = 13600
g = 0/98
h = 620mm =0/62 m

$p = \rho gh$

$p = ۱۳۶۰۰ \times ۹/۸ \times ۰/۶۲ = ۸۲۶۳۳ \ pa$

وقتی در یک محیط بسته، مقداری گاز وارد کنیم، مولکول‌های گاز که پیوسته در حال حرکت و جنبش هستند دائماً به دیواره‌های ظرف برخورد می‌کند، برخورد هر مولکول با دیواره‌ی ظرف، نیرویی بر دیواره وارد می‌کند، به عبارت دیگر، می‌توان گفت که عامل ایجاد فشار یک گاز بر دیواره‌های ظرف آن، ضربه‌های متوالی مولکول‌های گاز به دیواره است.

فشار گازها در یک محیط بسته به عوامل زیر بستگی دارد:

۱) تعداد مولکول‌هاي گاز درون ظرف:

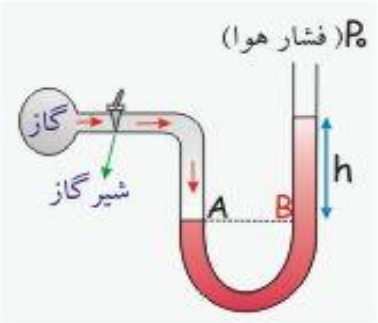
هر چه مقدار گازی که به یک ظرف در بسته وارد می‌کنیم بیش‌تر باشد، فشار گاز درون آن ظرف بیش‌تر می‌شود، زیرا با افزایش تعداد مولکول‌ها، تعداد برخورد آن‌ها با دیواره‌ی ظرف افزایش می‌یابد.

۲) جنبش و حرکت مولکول‌هاي گاز:

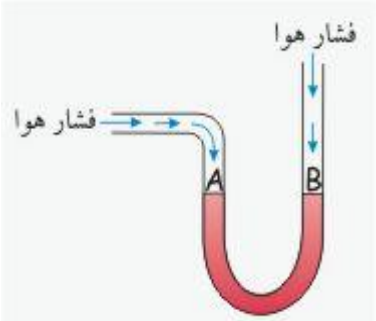
هر چه دمای گاز بیش تر باشد، انرژی جنبشی مولکول های گاز بیش تر شده و فشار آن افزایش پیدا می کند.

برای اندازه‌گیری فشار گازها از فشارسنج گازی یا مانومتر استفاده می‌کنند.

برای اندازه‌گیری فشار مخزن گازی که فشار آن از فشار هوا بیش‌تر است، از لوله **u** شکل ساده‌ای استفاده می‌شود که درون آن جیوه یا یک مایع رنگی با چگالی معین ریخته شده است.



در ابتدا چون فشار هوا در هر دو طرف لوله **u** شکل برابر است پس فشار در نقاط **A** و **B** برابر است.



با بازشدن شیر گاز و ورود آن به شاخه **A** در اثر فشار گاز، مایع داخل لوله از شاخه دیگر (**B**) بالا می رود. اختلاف فشار هوا و فشار گاز داخل محفظه باعث می‌شود که مایع از دو طرف لوله **U** شکل در یک سطح قرار نگیرند،بنابراین از اختلاف ارتفاع در لوله می‌توان اختلاف فشار را به دست آورد.

فشار در نقاط **A** و **B** برابر است زیرا درون یک مایع و هم سطح هستند. فشار در نقطه **B** برابر است با مجموع فشار ستون مایع به ارتفاع **h** و فشار وارد از طرف هوا پس :

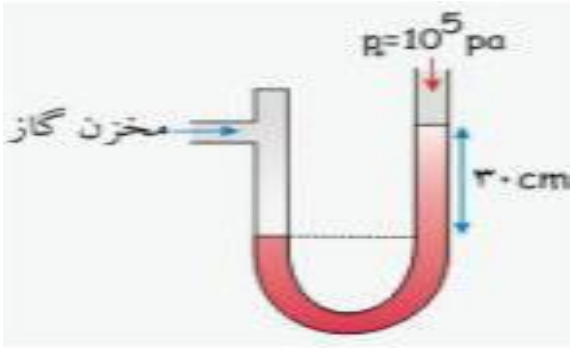
$$P_A = P_B \rightarrow P = \rho gh + p_0 \rightarrow p - p_0 = \rho gh$$

به این ترتیب فقط با اندازه‌گیری **h** و داشتن p_0 (فشار هوا در محل) می‌توان فشار گاز داخل مخزن **P** را اندازه‌گیری کرد.

مقدار **pgh** (یعنی فزونی فشار مخزن نسبت به فشار جو) را فشار پیمانه‌ای می‌نامند. در اندازه گیری فشار خون و یا فشار هوا داخل لاستیک‌های اتومبیل فشار پیمانه‌ای اندازه‌گیری می‌شود.

مـــثـــال:

در شکل مقابل فشارسنجی را نشان می‌دهد که حاوی مایعی به چگالی $500\ kg/m^3$ است. این فشارسنج به مخزن گاز آزمایشگاه متصل شده و شیر مخزن گاز باز است. اختلاف ارتفاع بین سطح مایع در دو لوله برابر $30\ cm$ است. فشار مخزن گاز چند پاسکال است.



فشار هوا + فشارستون مایع = فشار گاز

$$p = \rho gh + p_0$$
$$p = ۵۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳ + ۱۰^۵$$
$$p = ۱۵۰۰ + ۱۰^۵$$
$$p = ۱۰۱۵۰۰\ pa$$

Chamanow