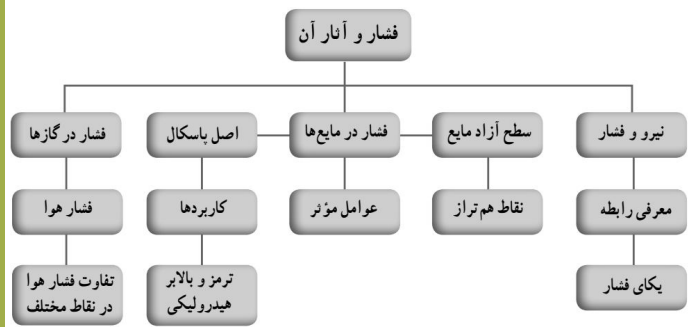


فشار و آثار آن



فصل ۸



آب جمع شده در پشت سد، فشار زیادی به آن وارد می کند: آیا می دانید چرا هرچه از تاج سد به پایه آن نزدیک می شویم، ضخامت دیواره آن افزایش می یابد؟ با انجام دادن آزمایش کنید صفحه ۸۷، درک بهتری برای پاسخ به این پرسش پیدا خواهید کرد.

هوایی که تنفس می کنیم، آبی که از دوش حمام فرو می ریزد و از آن برای استحمام استفاده می کنیم، کفشی که می پوشیم، تشکی که روی آن استراحت می کنیم همگی به نوعی با مفهوم فشار ارتباط دارند. در این فصل پس از آشنایی با تعریف فشار، شناخت بهتری از پدیده هایی از این دست، به دست می آورید.

پاسخ ۱: فشار مایعات به ارتفاع آنها بستگی دارد. در عمق با افزایش ارتفاع آب، فشار آن افزایش می یابد. بنابراین نیاز به مقاوم سازی دیواره سد می باشد. از طرفی نباید از فشار ناشی از وزن سد بر پایه اش غافل شد. (شکل ۲ ص ۸۵)

فشار در زندگی روزمره

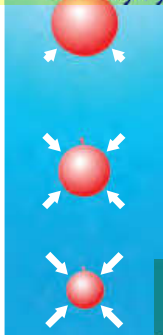
پرسش هایی که با مفهوم فشار می توان به آنها پاسخ داد:

چرا وقتی با کفش های معمولی روی برف راه می روید، کفش هایتان در آن فرو می روند، اما اگر چوب اسکی (برف سُرِه) به پا داشته باشید، کمتر در برف، فرو می روید (شکل ۱-الف)؟ چرا ابعاد پنجره هواپیما کوچک تر از پنجره اتوبوس است (شکل ۱-ب)؟ چرا اندازه بادکنک پر از هوا، وقتی از ته استخر آب به بالا می آید بزرگ تر می شود (شکل ۱-پ)؟ چرا در ته کفش بازیکنان فوتبال، تعدادی گل میخ وجود دارد (شکل ۱-ت)؟ چرا برای اتصال قطعه های چوبی، افزون بر پیچ و مهره، از واشر نیز استفاده می شود (شکل ۱-ث)؟ چرا پونز با کمی تلاش درون چوب یا دیوار فرو می رود (شکل ۱-ج)؟

در این فصل می کوشیم تا با معرفی مفهوم فشار^۱، به شما کمک کنیم تا شناخت بهتری برای بیان دلیل برخی از پدیده هایی به دست آورید که در زندگی روزمره با آنها مواجه می شوید.

با کاهش عمق آب، فشار ناشی از آب کاهش می یابد. در نتیجه هوای درون بادکنک انبساط می یابد تا فشار هوای درون بادکنک با فشار بیرون برابر شود.

توجه به اندازه پیکان ها



در ارتفاع بالا فشار هوا کم می شود؛ نتیجه اختلاف دو نیروی درون و بیرون که به شیشه پنجره وارد می شود افزایش می یابد؛ در نتیجه برای کاهش این اختلاف، تنها می توانیم سطح شیشه پنجره را کاهش دهیم.

با افزایش سطح تماس، فشار کاهش می یابد و شخصی که چوب اسکی به پا دارد، کمتر در برف فرو می رود.

با افزایش عمق، فشار ناشی از آب افزایش می یابد. در نتیجه حجم هوای درون بادکنک کاهش می یابد تا فشار هوای درون بادکنک با فشار بیرون برابر شود.

نیرویی که مهره به واشر وارد می کند روی سطح بزرگ تری توزیع می شود. در نتیجه مطابق رابطه^۱، فشار کمتری به چوب وارد شده و احتمال آسیب دیدن چوب کاهش می یابد.

با افزایش سطح، فشار کمتری به محل تماس انگشت با پونز وارد می شود.

با کاهش سطح، فشار بیش تری در محل تماس نوک پونز با چوب وارد می شود. در نتیجه نوک پونز وارد چوب می شود

استفاده از کفش های میخ دار، سبب می شود وزن بازیکن روی سطح کوچک تری توزیع شود. در نتیجه فشار افزایش می یابد و میخ های کف کفش با فشردن بیش از حد معمول چمن و افزایش اصطکاک، حالت دویدن را برای بازیکن ساده تر می کند.



نیرو و فشار

هرچند در گفت وگوهای روزمره، واژه های نیرو و فشار را در موارد زیادی به جای یکدیگر به کار می بریم ولی در علوم هر کدام از آنها، تعریف معینی دارند.^۱ (در علوم فشار را به صورت اندازه نیرو تقسیم بر سطحی که به آن نیرو وارد می شود تعریف می کنند. یعنی:

۱. منظور از فشار چیست؟ از چه رابطه ای بدست می آید؟

$$P = \frac{F}{A} \quad (۱) \quad \text{یا} \quad \text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}}$$

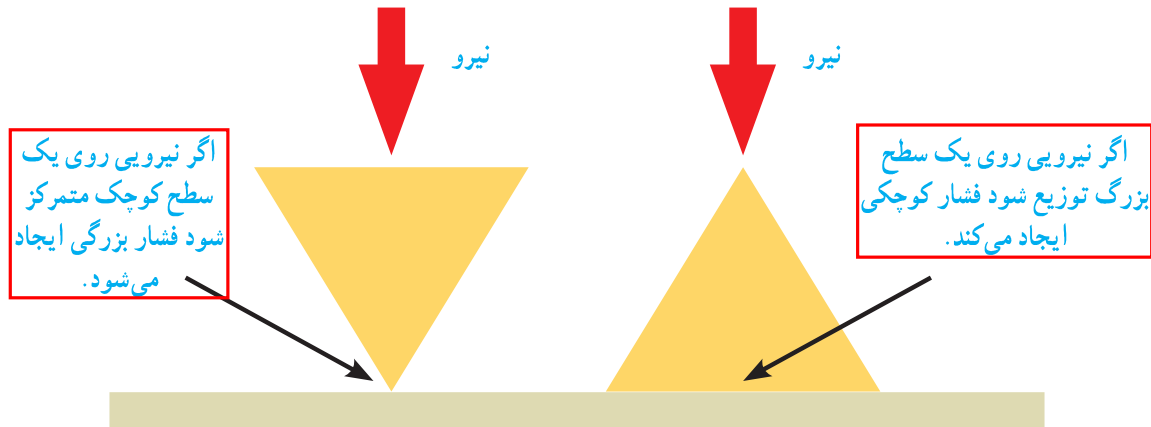
نیوتون مترمربع

۱. یکای اندازه گیری فشار چیست؟ هم ارز با کدام یکا می باشد؟

۲. رابطه فشار نشان دهنده چه موضوعی است؟

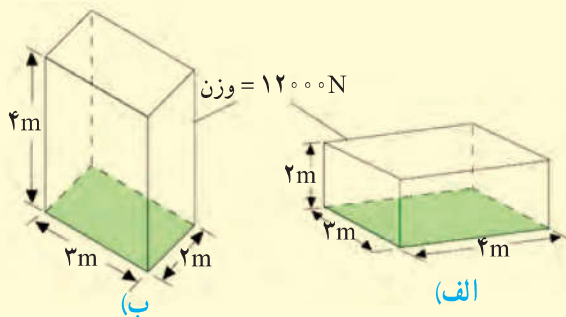
۱) یکای فشار پاسکال (Pa) است به طوری که هر پاسکال، هم ارز با یک نیوتون بر متر مربع (1 N/m^2) است. رابطه (۱) نشان می دهد هرگاه نیروی معینی را به دو سطح متفاوت وارد کنیم، فشار نیز متفاوت خواهد بود. (شکل ۲).

$$1 \text{ N/cm}^2 = 10000 \text{ Pa}$$



شکل ۲

مثال:



قطعه ای به وزن 12000 N نیوتون را مطابق شکل های الف و ب از دو وجه آن، روی سطح افقی صافی قرار داده ایم. فشار وارد شده از طرف قطعه به سطح را در هریک از دو حالت، به طور جداگانه حساب کنید.

حل: سطح تماس قطعه با سطح زمین در حالت (الف) برابر است با:

$$\text{سطح} = 3\text{m} \times 4\text{m} = 12\text{m}^2$$

نیروی که قطعه بر سطح زمین وارد می کند، برابر وزن قطعه است. بنابراین با توجه به تعریف فشار داریم:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{12000 \text{ N}}{12\text{m}^2} = 1000 \text{ Pa}$$

به طور مشابه در حالت (ب) داریم:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{12000 \text{ N}}{6\text{m}^2} = 2000 \text{ Pa}$$

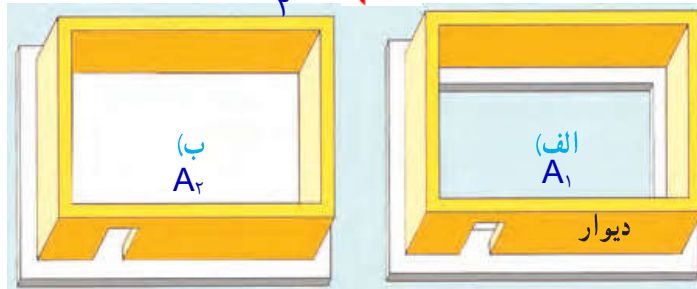
همان طور که انتظار داشتیم با کاهش سطح، فشار افزایش یافته است.

خود را بیازمایید

برای تحمل وزن یک ساختمان، دیوارهای آن را روی پایه‌های بتونی، می‌سازند. در شکل زیر، دو نوع پایه متفاوت که معماران در این مورد به کار می‌برند، نشان داده شده است.

الف) اگر سطح کل پایه نواری، نصف سطح پایه یک پارچه باشد، در این صورت فشاری را که از طرف

$$A_2 = 2A_1 \quad P_2 = \frac{1}{2}P_1$$



پایه یک پارچه

پایه نواری

دیوارهای ساختمان به هریک از دو پایه وارد می‌شود باهم مقایسه کنید.

ب) برای ساختن ساختمان روی زمین نرم، کدام یک از پایه‌های نشان داده شده، مناسب‌تر است؟ علت انتخاب خود را توضیح دهید.

پایه یک پارچه، زیرا با افزایش سطح فشار وارد بر پایه کاهش می‌یابد.

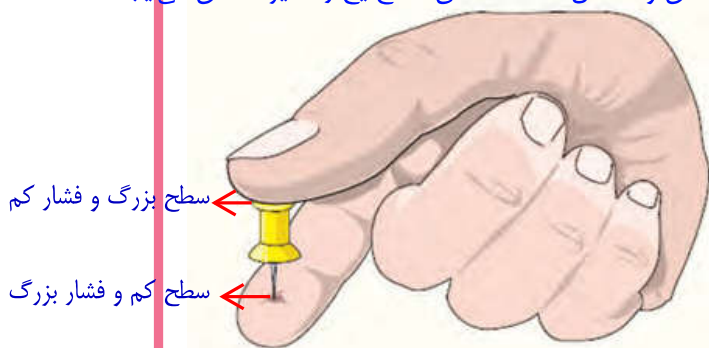
فکر کنید



استفاده از نردبان سبب می‌شود که نیروی وزن شخص امدادگر روی سطح بزرگ‌تری پخش شود و در نتیجه، فشار وارد شده به سطح یخ کاهش و احتمال شکسته شدن سطح یخ زده نیز کاهش می‌یابد.

۱- یکی از توصیه‌هایی که همواره باید جدی بگیریم، این است که روی سطح یک استخر یخ‌زده یا دریاچه یخ‌زده راه نرویم زیرا فشاری که وزن ما ایجاد می‌کند، ممکن است برای شکستن یخ کافی باشد. با توجه به تعریف فشار توضیح دهید چرا امدادگر از یک نردبان بزرگ برای حرکت روی سطح یک دریاچه یخ‌زده، استفاده کرده است.

۲- چرا گرفتن پوتز بین دو انگشت و فشردن آن می‌تواند سبب آسیب رساندن به یکی از انگشت‌ها شود (شکل روبه‌رو)؟



فعالیت

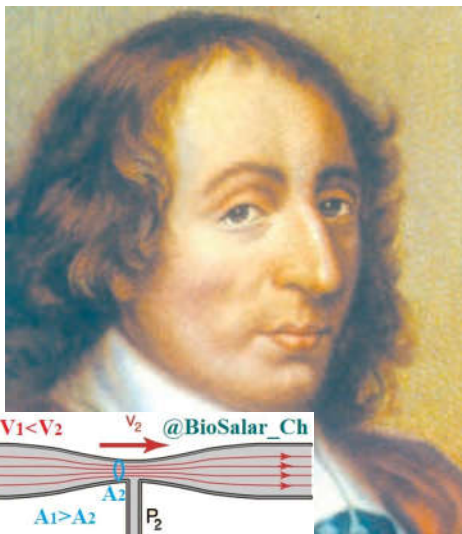
ابتدا جرم خود را به کمک ترازو اندازه بگیرید و وزن خود را حساب کنید. سپس سطح تماس کفشی که پوشیده‌اید را با زمین اندازه بگیرید. سرانجام به کمک رابطه (۱):

الف) فشاری که پاهای شما به زمین وارد می‌کنند را به دست آورید.

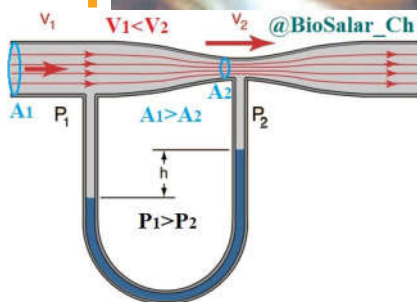
ب) اگر روی یک پای خود بایستید چه فشاری به زمین وارد می‌کنید؟

نکته: از آنجایی که وزن شما در اینجا تغییر نمی‌کند و سطح یک پا (کفش یک پا) کمتر از سطح دو پا می‌باشد؛ بنابراین سطح یک پا فشار بیش‌تری بر سطح زمین وارد می‌کند.

آیا می‌دانید



بلاز پاسکال (۱۶۶۲-۱۶۴۳) ریاضیدان، فیزیکدان و فیلسوف فرانسوی، هنوز سه سال بیشتر نداشت که مادرش را از دست داد و تحت آموزش پدرش قرار گرفت. در ۱۹ سالگی کار روی ساخت اولین ماشین حساب مکانیکی را شروع کرد و تا سه سال پس از آن ۲۰ نمونه کامل شده از این ماشین حساب‌ها را ساخت. پاسکال با وجود اینکه فقط ۳۹ سال زندگی کرد، خدمات زیادی به پیشرفت ریاضی و علوم نمود. یکای فشار به افتخار او، پاسکال (Pa) انتخاب شده است.



شکل ۳

فشار در مایع‌ها

وقتی یکی از انگشتان خود را جلوی آبی که از شیلنگ بیرون می‌آید بگیرید، فشار آب را احساس می‌کنید (شکل ۳). همچنین وقتی به قسمت عمیق استخری بروید فشار آب را روی بدن و به‌خصوص پرده گوش خود احساس می‌کنید. برای آشنایی با برخی از عوامل مؤثر در فشار مایع‌ها، ابتدا آزمایش زیر را انجام دهید.

آزمایشی کنید

هدف: بررسی فشار در مایع‌ها

وسایل و مواد لازم: بطری آب (۱/۵ و ۲ لیتری)، پایه (مثلاً یک یا دو قطعه آجر)، یک ظرف نسبتاً بزرگ، نوار چسب کاغذی

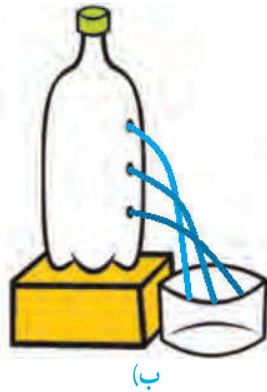
روش اجرا:

۱- مطابق شکل سه سوراخ کوچک در بطری ۱/۵ لیتری ایجاد کنید و سوراخ‌ها را با نوار چسب کاغذی بپوشانید.

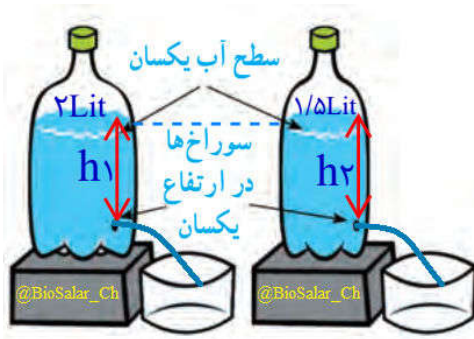
۲- بطری را از آب پر کنید و ظرف خالی را زیر آن قرار دهید.

۳- مسیری را که پیش‌بینی می‌کنید فوران‌های آب از سوراخ‌های ایجاد شده روی بطری طی می‌کنند روی





شکل (ب) رسم و استدلال خود را بیان کنید.
۴- درپوش بطری را باز کنید و نوار چسب کاغذی را به آرامی از آن جدا کنید. نتیجه مشاهده خود را با آنچه روی شکل (ب) رسم کردید مقایسه کنید.



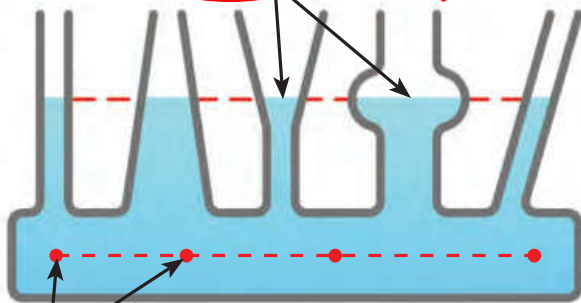
۵- مطابق شکل (پ) آزمایش را با دو بطری ۱/۵ و ۲ لیتری انجام دهید. توجه کنید که سوراخ‌ها را به طور مشابه و در ارتفاع یکسان روی هر دو بطری ایجاد کنید. همچنین سطح آب در هر دو بطری مساوی باشد. آب با فشار یکسان خارج می شود؛ زیرا ارتفاع آب هر دو برابر ($h_1 = h_2$) است.

۶- با توجه به نتایج آزمایش‌های شکل (الف) و (پ) توضیح دهید فشار درون مایع چگونه با افزایش عمق تغییر می کند.

فشار مایعات با ارتفاع ارتباط مستقیم دارد یعنی هرچه به عمق برویم فشار بیشتر می شود.

نکته: فشار مایعات به شکل ظرف بستگی ندارد.

آزمایش ظرف‌های مرتبط
سطح آزاد مایع



شکل ۴- هر چند لوله‌ها شکل و حجم متفاوتی دارند ولی فشار مایع در نقاط هم تراز یکسان است. نقاط هم تراز

سطح آزاد مایع: همان طور که با انجام آزمایش کنید بالا دیدید فشار مایع در یک عمق مشخص از سطح مایع، بدون توجه به اندازه بطری‌ها، یکسان است. برای بررسی بیشتر این موضوع، ظرف‌های مرتبط شکل ۴ را ببینید. اگر مایعی درون یکی از آنها بریزید، مایع در ظرف‌های مختلف جریان می یابد تا اینکه سطح آزاد مایع در تمامی ظروف یکسان شود.

$$(P = \rho gh) \text{ ارتفاع} \times \text{شتاب گرانش} \times \text{چگالی} = \text{فشار}$$

۱. عوامل مؤثر بر فشار مایعات: ۱. ارتفاع مایع (عمق از سطح مایع) ۲. شتاب گرانش ۳. چگالی مایع

فکر کنید



شکل روبه‌رو طرحی از سامانه آب‌رسانی یک منطقه مسکونی را نشان می دهد. با توجه به آنچه تاکنون در این فصل فرا گرفته اید، نقش تلمبه (پمپ) را در ساختمان چندین طبقه توضیح دهید.

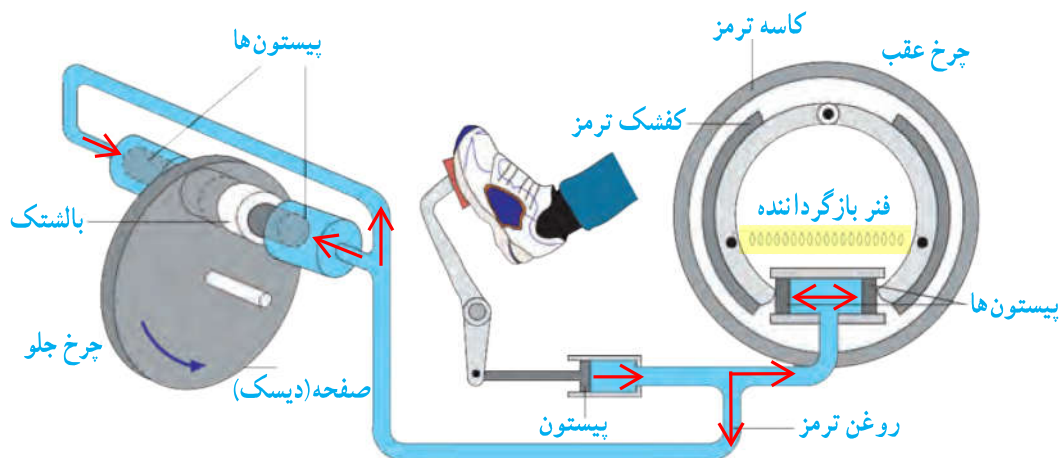
از آنجا که ارتفاع تعدادی از طبقات ساختمان ۲ از سطح آزاد آب دریاچه بالاتر است، لازم است آب توسط پمپ (تلمبه) با فشار بیشتر به طبقات بالاتر ارسال شود. درحالی که ساختمان ۱ به دلیل پایین بودن از سطح آزاد آب نیازی به پمپ ندارد.

۱. اصل پاسکال چیست؟

۲. اصل پاسکال چه کاربردی می تواند داشته باشد؟ در ساختن: ۱- ترمز هیدرولیک ۲. جک هیدرولیکی

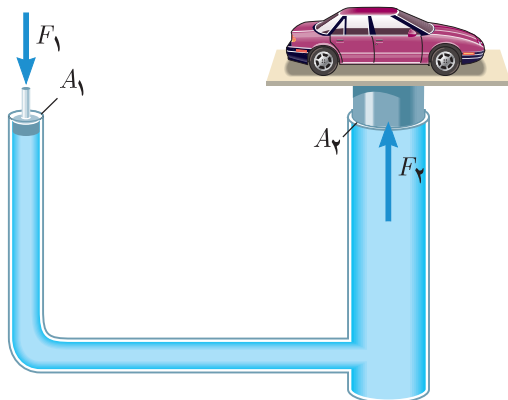
۳. ترمز خودرو چگونه عمل می کند؟

اصل پاسکال: یکی از مهم ترین ویژگی ها درباره فشار مایع ها این است که اگر بر بخشی از مایع که درون ظرفی محصور است فشار وارد کنیم این فشار، بدون ضعیف شدن به بخش های دیگر مایع و دیواره های ظرف منتقل می شود. این ویژگی مایع ها، **اصل پاسکال** نامیده می شود. شکل ۵ اجزای تشکیل دهنده ترمز هیدرولیکی خودرو را نشان می دهد که بر مبنای اصل پاسکال کار می کند. وقتی راننده پدال ترمز را فشار می دهد، این فشار توسط روغن ترمز به پیستون ها، کفشک ها و بالشتک ها منتقل می شود. کفشک ها به کاسه ترمز عقب و بالشتک ها به صفحه ای که به چرخ جلو متصل است نیرو وارد کرده و سرانجام سرعت خودرو کاهش می یابد. ۳



شکل ۵- کاربرد اصل پاسکال در ترمزهای هیدرولیکی

فکر کنید



شکل ۶ طرحی ساده از یک بالابر هیدرولیکی را نشان می دهد که معمولاً در تعمیرگاه های خودرو از آن استفاده می کنند. این بالابرها براساس اصل پاسکال کار می کنند و رابطه زیر در محل پیستون های آن برقرار است:

$$P_1 = P_2$$

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

شکل ۶- طرح ساده شده ای از یک بالابر هیدرولیکی

۱. عوامل مؤثر بر فشار گاز موجود در یک محیط بسته کدامند؟

۱- تعداد مولکول های گاز موجود در آن محیط

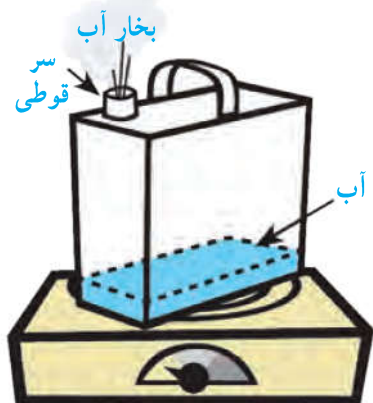
۲- دمای گاز

فشار در گازها

۲. چرا وقتی بادکنکی را بیش از حد باد کنیم می ترکد؟

برای شما نیز ممکن است بارها اتفاق افتاده باشد که هرگاه بیش از حد مجاز، هوا را به درون بادکنکی دمیده باشید بادکنک ترکیده باشد. این تجربه ساده (نشان می دهد که گازها نیز مانند مایع ها فشار وارد می کنند) ۲

آزمایش کنید



هدف: بررسی آثار فشار هوا (۱)

وسایل و مواد لازم: قوطی حلبی، منبع گرما

روش اجرا:

۱- کمی آب درون قوطی بریزید و آن را روی منبع گرما قرار دهید.

۲- مدتی (حدود ۲ الی ۳ دقیقه) صبر کنید تا مقداری بخار آب از سر قوطی خارج شود.

۳- با احتیاط قوطی را از روی منبع گرما بردارید. سر قوطی را با درب مخصوص آن محکم ببندید (مراقب انگشت های خود باشید!).

۴- پیش بینی کنید پس از سرد شدن قوطی، چه اتفاقی می افتد. استدلال خود را برای این پیش بینی بیان کنید. با کاهش فشار درون قوطی (به دنبال تبخیر آب) و بیشتر بودن فشار بیرون قوطی فشرده می شود.

۵- چند دقیقه صبر کنید تا قوطی خنک شود. مشاهده خود را بیان کنید. توضیح دهید که آیا نتیجه آزمایش با پیش بینی شما سازگار است.

با خنک شدن قوطی، فشار هوای درون قوطی کمتر شده در نتیجه قوطی بیشتر فشرده (مچاله) می شود.

فعالیت



یک نی را مطابق شکل (الف) داخل یک بطری محتوی آب قرار دهید. درحالی که یک طرف نی درون بطری قرار دارد مطابق شکل (ب) دهانه بطری را با لب های خود به طور کامل بگیرید و درون بطری بدمید. آنچه را مشاهده می کنید، با توجه به آثار فشار هوا و همچنین اصل پاسکال توضیح دهید.

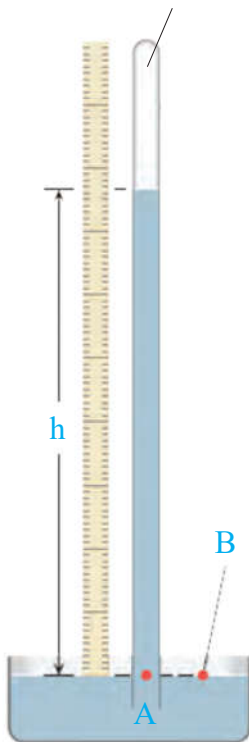
وقتی دهانه بطری را با لب های خود مسدود می کنیم و در آن می دمیم فشار هوای بالای بطری افزایش می یابد. بنا بر اصل پاسکال، این افزایش فشار، به هر اندازه ای که باشد، عینا به تمام قسمت های مایع و همچنین بطری منتقل می شود و چون فشار آب از فشار هوای درون نی بیشتر است در نتیجه آب از نی خارج می شود. اساس کار آبیاش، سمپاش همین است.

اطراف کره زمین و تا ارتفاع صدها کیلومتر بالاتر از سطح زمین، هوا وجود دارد. شکل ۷ یک ستون فرضی از مولکول‌های هوا را نشان می‌دهد. هرچه از سطح زمین بالاتر رویم فشار هوا کمتر می‌شود. به همین دلیل فشار هوا در مناطق کوهستانی کمتر از فشار هوا در مناطق ساحلی است. فشار هوا در زندگی روزمره ما اثرهای فراوانی دارد. برای مثال وقتی می‌خواهید آمپویه درون یک قوطی را به کمک نی بنوشید از آثار فشار هوا استفاده می‌کنید.



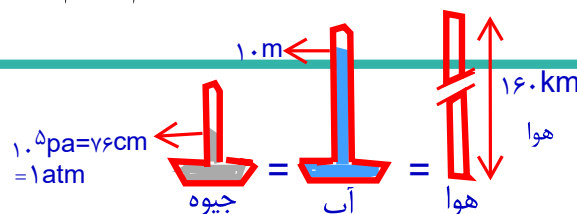
آیا می‌دانید

این قسمت تقریباً چیزی وجود ندارد و خلأ است.



با استفاده از این واقعیت که فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع یکسان است، می‌توان فشارسنج ساده‌ای ساخت که برای اندازه‌گیری فشار هوا به کار رود. شکل روبه‌رو یک فشارسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد. یک لوله شیشه‌ای به طول حدود ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، که یک سر آن بسته است را انتخاب می‌کنیم. لوله را پر از جیوه کرده و پس از خارج کردن هوای درون جیوه، با انگشت دهانه آن را می‌بندیم. سپس آن را وارونه کرده و به طور قائم در یک ظرف جیوه فرو می‌بریم. با برداشتن انگشت، مشاهده می‌کنیم که سطح جیوه در لوله تا آنجا پایین می‌آید که فشار در نقطه A برابر فشار هوا در نقطه B شود. ارتفاع ستون جیوه (h) معیاری از فشار هوا در محل آزمایش است. این ارتفاع در سطح دریا حدود ۷۶ سانتی‌متر است.

توریچلی (۱۶۴۷-۱۶۸۰ میلادی)، فیزیکدان ایتالیایی، نخستین کسی بود که با انجام این آزمایش ساده، نشان داد که هوا فشار دارد. وی همچنین با اندازه‌گیری ارتفاع ستون جیوه توانست فشار هوا را در کنار دریا و بالای کوه اندازه‌گیری کند. (هشدار: جیوه و بخار آن سمی است. توصیه می‌شود این آزمایش فقط در آزمایشگاه و با رعایت استانداردهای لازم انجام شود.)



آزمایش کنید

هدف: بررسی آثار فشار هوا (۲)

وسایل و مواد لازم: بطری شیشه‌ای، درپوش تک سوراخه و درپوش دو سوراخه، قیف و ظرف محتوی آب

روش اجرا:

۱- پیش بینی کنید با ریختن آب درون قیف شکل الف چه اتفاقی می‌افتد. استدلال خود را بیان کنید.

۲- اکنون آزمایش کنید. مطابق شکل الف به آرامی آب را درون قیف بریزید. چه اتفاقی می‌افتد؟ به دقت مشاهده کنید و سعی کنید آنچه را که اتفاق می‌افتد توضیح دهید.

۳- اگر به جای درپوش تک سوراخه، از درپوش دوسوراخه استفاده کنیم (شکل ب)، پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد.

۴- آزمایش را به کمک درپوش دوسوراخه انجام دهید و سعی کنید آنچه را که اتفاق می‌افتد توضیح دهید. ۳ و ۴- آب با سرعت بیشتر و به آسانی وارد ارلن می‌شود زیرا هوا از سوراخ دیگر خارج شده و فشار هوای ارلن کم می‌شود.



۲- ابتدا مقدار کمی آب وارد ظرف شده اما خیلی زود با توجه به فشار هوای درون ارلن، آب در قیف جمع می‌شود. (البته به سرعت ریختن آب دارد...)

فکر کنید

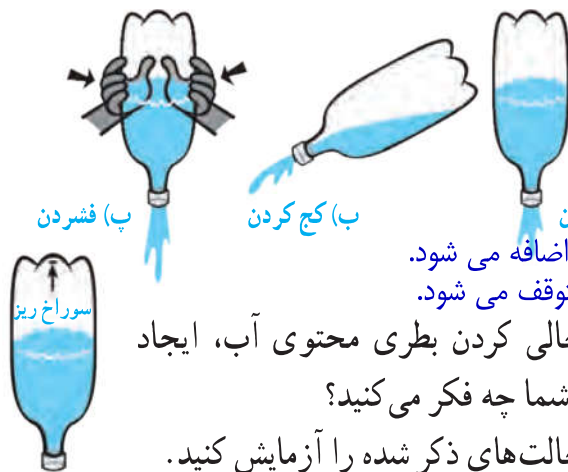
با توجه به شکل‌های روبه‌رو سریع‌ترین راه برای خالی کردن یک بطری پلاستیکی که تانیمه از آب پر شده، کدام است؟

بطری پ- زیرا فشار دست به فشار هوای بیرون اضافه می‌شود. بنابراین آب زیادی با سرعت خارج شده اما زود متوقف می‌شود.

دانش‌آموزی می‌گوید سریع‌ترین راه برای خالی کردن بطری محتوی آب، ایجاد سوراخی ریز در ته آن است (شکل روبه‌رو). شما چه فکر می‌کنید؟

برای بررسی درستی پاسخ‌های خود، تمامی حالت‌های ذکر شده را آزمایش کنید.

بله- زیرا فشار هوای درون ظرف با فشار هوای بیرون برابر است بنابراین خروج آب منظم و سریع می‌شود.



فعالیت

در علوم سال هفتم با نحوه کار شش‌ها آشنا شدید. همانطور که دیدید آنها شبیه بادکنک، داخل حفره سینه ما پر و خالی می‌شوند. اما چه چیزی باعث پر و خالی شدن آنها می‌شود؟ نقش فشار هوا در این خصوص چیست؟ شما می‌توانید پاسخ این پرسش‌ها را با ساختن مدلی از شش، مورد بررسی قرار دهید (شکل زیر).



آیا می‌دانید

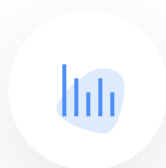
یکی از معروف‌ترین آزمایش‌های مربوط به فشار هوا را اوتو فون گریکه، شهردار یکی از شهرهای آلمان و مخترع پمپ خلأ در سال ۱۶۵۴ میلادی انجام داد. فون گریکه دو نیمکره با قطری حدود ۵۰ سانتی‌متر را، کنار هم گذاشت تا کره‌ای تشکیل دهند. او اتصال‌های هوا بندی شده را با یک واشِر چرمی آغشته به روغن درست کرد. وقتی با پمپ خلأ کره را از هوا تخلیه کرد، مطابق شکل حتی دو گروه اسب نیز نتوانستند دو نیمکره را از هم جدا کنند!





اپلیکیشن درسی همیار

برنامه رایگان درسی همیار



تمام پایه ها

جواب کتاب ، تدریس و نمونه سوال



همیشه رایگان

برنامه همیار کاملا رایگان میباشد