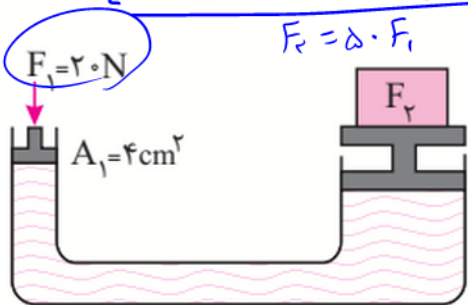




اصل پاسکال

مایعات تراکم ناپذیرند و شکل معینی ندارند. این ویژگی‌های مایعات به ما امکان می‌دهد تا از آن‌ها برای انتقال نیرو از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر استفاده کنیم. پایه و اساس کار ماشین‌های هیدرولیکی انتقال نیرو به وسیله‌ی یک مایع است. در فرمان هیدرولیکی اتومبیل‌ها و ترمزها از روغن برای انتقال نیرو استفاده می‌شود.

بر اساس اصل پاسکال، فشار وارد بر یک مایع محصور، بدون کاهش به تمام قسمت‌های مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود. به عبارت دیگر هر تغییر فشاری در هر نقطه از مایع به طور یکنواخت به تمام نقاط آن منتقل می‌شود.

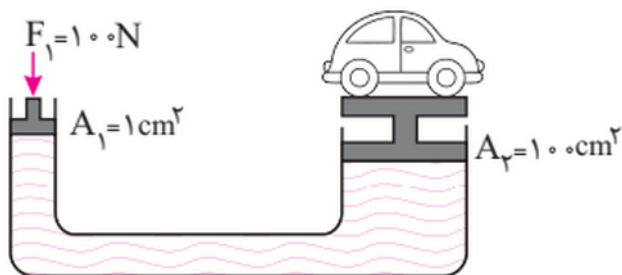


یکی از کاربردهای اصل پاسکال علاوه بر موادی که در بالا ذکر شد، جک‌های روغنی یا همان بالابرهای هیدرولیکی است. در شکل اگر نیروی F_1 را بر پیستون کوچک وارد کنیم می‌توانیم نیروی بزرگی به اندازه F_2 را با پیستون بزرگ جا به جا کنیم.

فشار روغن به زیر پیستون بزرگ $P_1 = P_2$ فشار پیستون کوچک بر روغن

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{20}{4} = \frac{F_2}{200} \Rightarrow F_2 = 1000 \text{ N}$$

در بالابر هیدرولیکی مقابل اگر نیروی $F_1 = 1000 \text{ N}$ باشد جرم اتومبیل چند کیلوگرم است؟



$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{1000}{1} = \frac{F_2}{100} \Rightarrow F_2 = 100000 \text{ N}$$

$$m = \frac{\text{وزن}}{\text{شت بحرانی}} = \frac{100000 \text{ N}}{10 \frac{\text{m}}{\text{kg}}} = 10000 \text{ kg}$$

در دفتر نوشته شود

فشار گاز درون ظرف

فشار گاز درون یک ظرف در بسته در اثر برخورد مولکول‌های گاز به یکدیگر و به دیواره‌های ظرف ایجاد می‌شود و در تمام جهتها به صورت یکسان وارد می‌شود.

فشار گاز درون ظرف در بسته به ۳ عامل بستگی دارد:

- (۱) مقدار گاز (تعداد ذرات) ↑↑
- (۲) دمای گاز ↑↑
- (۳) حجم ظرف ↓↑

فشار گاز با مقدار گاز و دمای گاز رابطه‌ی مستقیم و با حجم ظرف رابطه‌ی عکس دارد.

فشار در گازها

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 می‌دهد که گازها نیز مانند مایع‌ها فشار وارد می‌کنند.

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 انگشت‌های خود باشید!).

۴- پیش‌بینی کنید پس از سرد شدن قوطی، چه اتفاقی می‌افتد. استدلال خود را برای این پیش‌بینی بیان کنید.

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

توی بازی می‌شود چون به تدریج که هوای درون آن سرد می‌شود فشار هوا بر دیواره درونی کاهش می‌یابد و دیواره ظرف هوا را بیرون می‌کشد

قوطی می‌دهد

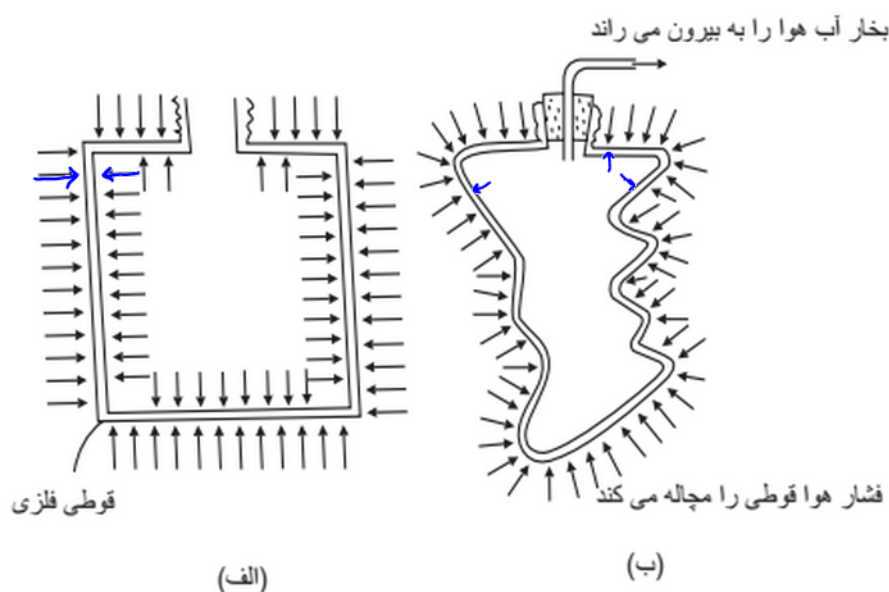
فعالیت



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 لب‌های خود به‌طور کامل بگیرید و درون بطری بدمید. آنچه را مشاهده می‌کنید، با توجه به آثار فشار هوا و همچنین اصل پاسکال توضیح دهید.

این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ به سادگی می‌توانید به ورود هوای اضافی یا بیش از حد مجاز درون بطری و انتقال فشار گاز به سطح مایع اشاره کنید. قانون پاسکال را به یاد آورید افزایش فشار گاز به تمام نقاط مایع منتقل می‌شود. آب وارد نی شده و از آن بیرون می‌ریزد تا جای بیشتری برای گاز فراهم شود.

قوٹی مچالہ: یک قوٹی کہ بتوان در آن را محکم بست، انتخاب کنید و مقدار کمی آب در آن بریزید. در این حالت فشار هوا هم به بیرون قوٹی و هم به درون آن به طور مساوی وارد می‌شود. اکنون در روزنه‌دار قوٹی را ببندید و آن را روی اجاق بگذارید تا آب به جوش آید.

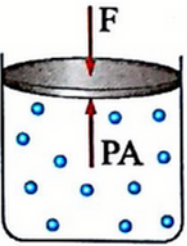


بخار آب، هوا را از قوٹی بیرون می‌کند و خود جای آن را می‌گیرد. در این حالت فشاری که بخار آب بر درون قوٹی وارد می‌کند، معادل فشاری است که هوا قبلاً بر آن وارد می‌کرد. پس از آن که بخار آب تمام فضای بالای آب را پر کرد، در بدون روزنه‌ی قوٹی را محکم کنید و آن را از روی اجاق بردارید. پس از مدتی با سرد شدن قوٹی، بیشتر بخارها به آب تبدیل می‌شود و در نتیجه فشاری که بر درون قوٹی وارد می‌شود کمتر از فشار هوای خارج است. در این حالت فشار هوا بر بیرون قوٹی آن را مچاله می‌کند. این آزمایش روش خوب و آسانی برای آشکار کردن فشار هواست.



شاید بارها برایتان اتفاق افتاده باشد، در حالی که بادکنک را فوت می‌کنید ناگهان در دست‌هایتان پر می‌شود. توجه این اتفاق با وارد شدن حجم اضافی یا بیش از حد مجاز گاز (همان فوت خودتان) در بادکنک بدیهی است. اما نگرش علمی به این اتفاق، بیش از توجیهی ساده پیش می‌رود. این تجربه‌ی ساده نشان داد گازها هم مانند مایعات فشاری (فشاری درونی دارند) وارد می‌کنند.

فشار گاز درون یک ظرف به خاطر حرکت بسیار سریع مولکول‌های گاز، برخورد آن‌ها به یکدیگر و همچنین برخورد آنها به دیواره‌ی ظرفی است که درون آن قرار دارند؛ مثلاً ظرفی استوانه‌ای (سیلندر) را در نظر بگیرید که مقداری گاز در محفظه‌ی زیر پیستون آن محبوس است. اگر پیستون را رها کنیم و از بیرون به آن هیچ نیرویی وارد نشود، با حرکت پیستون به سمت بالا روبرو می‌شویم. در واقع، اینجا گاز زیر پیستون به آن فشار وارد کرده و با حرکت دادن پیستون به سمت بالا حجم خود را افزایش داده است.



اگر مساحت پیستون A و فشار گاز را P در نظر بگیریم، نیرویی که گاز از پایین به پیستون وارد می‌کند، برابر با $F = PA$ خواهد بود. برای اینکه پیستون ساکن بماند و حرکت نکند، باید از بیرون هم اندازه‌ی این نیرو به پیستون

نیرو وارد شود. (توجه کنید که در اینجا از وزن پیستون و فشار هوای محیط صرف‌نظر کرده‌ایم.)

برای درک بیشتر فشار گازها همان طور که در شکل نشان داده‌ایم، آزمایشی ساده انجام دهید.

برای این کار از بطری نوشابه خانواده استفاده کنید. سوراخی در دیواره‌ی بطری ایجاد کنید. سپس یک نی را وارد سوراخ کنید. حالا با چسب نی را در محل اتصال با سوراخ ثابت و از ورود هوا از کناره‌های سوراخ به بطری جلوگیری کنید. در مرحله‌ی بعدی بطری را تا جایی بالاتر از نی آب کنید. سپس محکم از دهانه‌ی بطری به درون آن بدمید. آب از درون نی بیرون می‌ریزد.

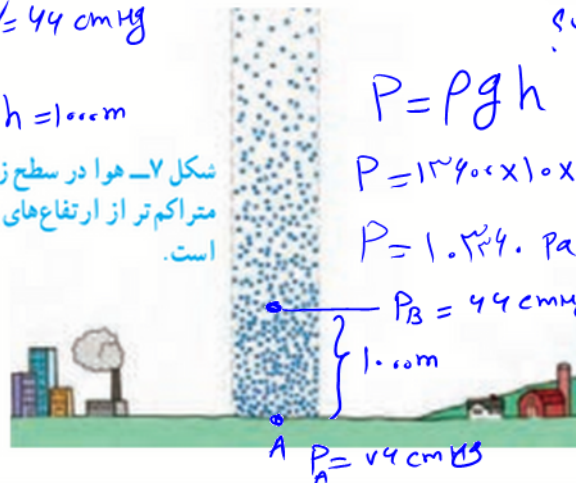
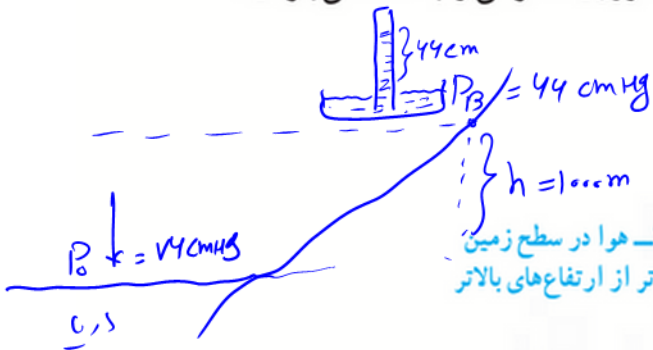


این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ به سادگی می‌توانید به ورود هوای اضافی یا بیش از حد مجاز درون بطری و انتقال فشار گاز به سطح مایع اشاره کنید. قانون پاسکال را به یاد آورید افزایش فشار گاز به تمام نقاط مایع منتقل می‌شود. آب وارد نی شده و از آن بیرون می‌ریزد تا جای بیشتری برای گاز فراهم شود.

$$P_0 = 1 \text{ atm} = 1.0^5 \text{ Pa} = 74 \text{ cmHg}$$

استفاده
سانتی‌متر جیوه

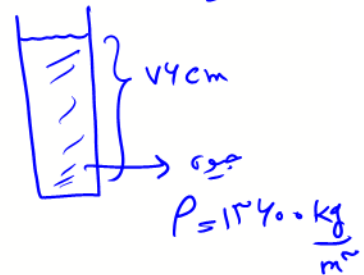
اطراف کره زمین و تا ارتفاع صدها کیلومتر بالاتر از سطح زمین، هوا وجود دارد. شکل ۷ یک ستون فرضی از مولکول‌های هوا را نشان می‌دهد. هرچه از سطح زمین بالاتر رویم فشار هوا کمتر می‌شود. به همین دلیل فشار هوا در مناطق کوهستانی کمتر از فشار هوا در مناطق ساحلی است. فشار هوا در زندگی روزمره ما اثرهای فراوانی دارد.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



$$P = \rho g h$$

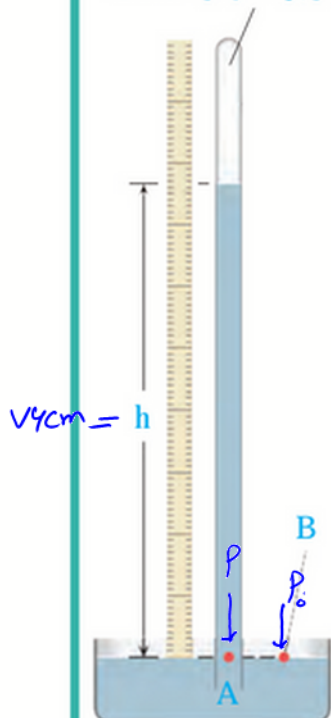
$$P = 13400 \times 10 \times \frac{74}{100} =$$

$$P = 1.0^5 \text{ Pa}$$



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 می‌کنند. لوله را پر از جیوه کرده و پس از خارج کردن هوای درون جیوه، دهانه آن را می‌بندند. سپس آن را وارونه کرده و به طور قائم در یک ظرف جیوه فرو می‌برند. با باز کردن دهانه لوله، مشاهده می‌شود 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 (۱۶۴۷-۱۶۰۸ 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. امروزه انجام این آزمایش در آزمایشگاه مدارس توصیه نمی‌شود.)

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. آب به سختی وارد ظرف می‌شود چون هوا باید از همان مسیر که آب می‌آید

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

۴- آزمایش را به کمک درپوش دو سوراخه انجام دهید و سعی کنید آنچه را که اتفاق می‌افتد توضیح دهید. در این حالت آب به راحتی وارد ظرف می‌شود چون هوا از سوراخ دوم می‌تواند خارج شود



فکر کنید

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

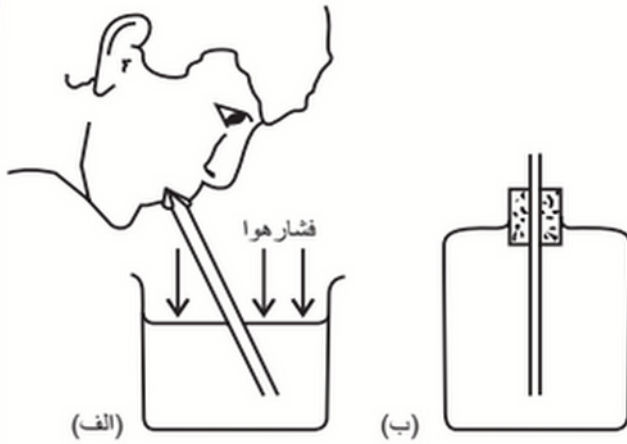


دانش‌آموزی می‌گوید سریع‌ترین راه برای خالی کردن بطری محتوی آب، ایجاد سوراخی ریز در ته آن است (شکل روبه‌رو). شما چه فکر می‌کنید؟ برای بررسی درستی پاسخ‌های خود، تمامی حالت‌های ذکر شده را آزمایش کنید.



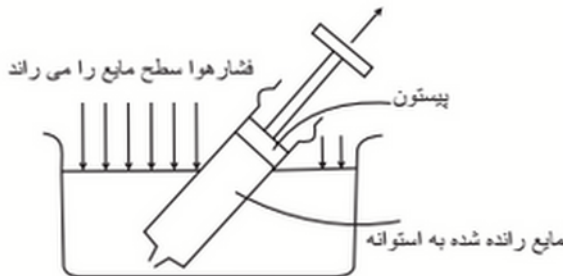
اثرات فشار هوا

مکیدن: هنگامی که نوشابه را با نی می‌مکیم، فکر می‌کنیم که بالا آمدن نوشابه از نی، حاصل عمل مکیدن خود ماست. سعی کنید مایعی را به وسیله‌ی نی از یک شیشه‌ی سرباز بمکید، در این کار حتماً موفق می‌شوید (شکل الف). اکنون سعی کنید مایع را از یک بطری سربسته‌ی پر از مایعی با نی بمکید (شکل ب)، موفقیت چندانی در مکیدن مایع درون بطری نخواهید داشت.



در نتیجه در آزمایش (الف)، فشار جو که بر سطح مایع وارد می‌شود بیش از فشار هوا در دهان شما خواهد بود. این فزونی فشار جو بر فشار هوای دهان شما، نوشابه را از نی به بالا می‌راند. در بطری سربسته، با نبودن فشار جو روی سطح مایع، عاملی وجود ندارد که مایع را از نی به بالا براند.

سرنگ: یک سرنگ از استوانه‌ای تشکیل شده است که پیستونی می‌تواند به آرامی به صورت غیرقابل نفوذ درون آن بلغزد. برای پر کردن سرنگ، ابتدا پیستون را ته استوانه می‌بریم.



نوک سرنگ را درون مایع فرو می‌بریم و پیستون را بالا می‌کشیم، در نتیجه فشار زیر پیستون کم می‌شود و فشار هوای وارد بر سطح مایع که بیشتر از فشار زیر پیستون است، مایع را از نوک سرنگ به داخل استوانه می‌راند. هنگامی که سرنگ از مایع بیرون کشیده می‌شود، هوا نمی‌تواند به قسمت زیر پیستون، در استوانه وارد شود. فشار هوای وارد بر مایع در نوک سوزن سرنگ به ننگ داشتن مایع درون سرنگ کمک می‌کند. هنگامی که می‌خواهیم مایع را از درون سرنگ خارج کنیم، پیستون را به طرف پایین استوانه فشار می‌دهیم، فشار پیستون بر فشار هوا غلبه کرده و مایع را وادار به خروج از سوزن سرنگ می‌کند.

جاروبرقی: یک جاروبرقی در واقع تنها یک خلاء جزئی ایجاد می‌کند. با چرخیدن پروانه، هوای درون استوانه به بیرون رانده می‌شود و در نتیجه فشار هوای درون استوانه نسبت به بیرون کاهش می‌یابد. از این رو بر اثر فزونی فشار هوای بیرون نسبت به داخل، مطابق شکل گرد و غبار وارد کیسه‌ی مخصوص جاروبرقی می‌شود.

