بسم الله

سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان

دبیرستان دوره اول متوسطه

صفّ ۵

فیزیک پایه نهم

فیزیک پایه نهم

فصل ۸
فشار و آثار آن

آب جمع شده در پشت سد، فشار زیادی به آن وارد می‌کند. آیا می‌دانید چرا هرچه از تاج سد به پایهٔ آن نزدیک می‌شویم، ضخامت دیوارهٔ آن افزایش می‌یابد؟ با انجام دادن آزمایش کنید صفحهٔ ۵۷، درک بهتری برای پاسخ به این پرسش پیدا خواهید کرد.

هوایی که تنفس می‌کنیم، آبی که از دوش حمام فرو می‌ریزد و از آن برای استحمام استفاده می‌کنیم، کفشی که می‌پوشیم، تشکی که روی آن استراحت می‌کنیم همگی به نوعی با مفهوم فشار ارتباط دارند. در این فصل پس‌از آشنایی با تعریف فشار، شناخت بهتری از پدیده‌هایی از این دست، به‌دست می‌آورید.

دبیر: اشرفی

۱ - فشار را تعریف کنید.

فشار در زندگی روزمره

چرا وقتی با کفش‌های معمولی روی برف راه می‌روید، کفش‌هایتان در آن فرو می‌روند، اما اگر چوب اسکی(برف سُره) به پا داشته باشید، کمتر در برف، فرو می‌روید (شکل ۱ــ الف)؟ چرا ابعاد پنجرهٔ هواپیما کوچک‌تر از پنجرهٔ اتوبوس است (شکل ۱ــ ب)؟ چرا اندازهٔ بادکنک پر از هوا، وقتی از ته استخر آب به بالا می‌آید بزرگ‌تر می‌شود (شکل ۱ــ پ)؟ چرا در ته کفش بازیکنان فوتبال، تعدادی گُلِ میخ وجود دارد (شکل ۱ــ ت)؟ چرا برای اتصال قطعه‌های چوبی، افزون بر پیچ و مهره، از واشر نیز استفاده می‌شود (شکل ۱ــ ث)؟ چرا پونز با کمی تلاش درون چوب یا دیوار فرو می‌رود (شکل ۱ــ ج)؟

در این فصل می‌کوشیم تا با معرفی مفهوم فشار[۱]، به شما کمک کنیم تا شناخت بهتری برای بیان دلیل برخی از پدیده‌هایی به دست آورید که در زندگی روزمره با آنها مواجه می‌شوید.

شکل ۱

نیرو و فشار

هرچند در گفت‌وگوهای روزمره، واژه‌های نیرو و فشار را در موارد زیادی به جای یکدیگر به‌کار می‌بریم ولی در علوم هرکدام از آنها، تعریف معینی دارند. در علوم فشار را به صورت اندازهٔ نیرو تقسیم بر سطحی که به آن نیرو وارد می‌شود تعریف می‌کنند. یعنی :

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

۱ــ Pressure

فیزیک پایه نهم

خلاصه نکات ۴ — مفاهیم فشار — (تست‌های ۳۸۹ تا ۴۰۱)

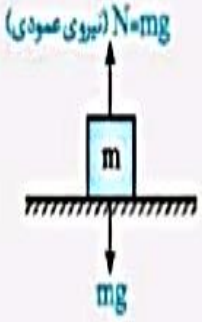
فشار وارد بر یک سطح عبارت است از اندازهٔ نیرویی که به‌صورت عمودی، بر واحد آن سطح وارد می‌شود:

$$P=\frac{F_\perp}{A}$$

باید توجه شود که فشار یک کمیت نرده‌ای بوده و یکای آن در SI نیوتون بر متر مربع $\left(\frac{N}{m^2}\right)$ یا پاسکال (Pa) است.

تذکر نیرویی که به‌صورت عمودی بر سطحی با مساحت A وارد می‌شود برابر است با:

$$F=PA$$



نکات مهم و کاربردی

۱ اگر بسته‌ای با جرم m و با مساحت مقطع A بر روی یک سطح افقی قرار گیرد، نیروی قائم وارد بر سطح از طرف بسته و فشار ناشی از آن برابر است با:

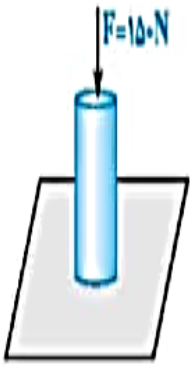
$$\Rightarrow P=\frac{F_\perp}{A}=\frac{mg}{A}$$

مثال:

☆ ۳۹۱- مکعبی چوبی به ضلع ۲۰cm روی کف اتاق قرار دارد. هنگامی که شخصی به وزن ۸۰۰N روی مکعب می‌ایستد، فشاری که از طرف شخص بر کف اتاق وارد می‌شود چند کیلو پاسکال است؟ (ریاضی داخل ۸۶)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۴۰۰۰

۳۹۲- استوانهٔ توپر و همگن نشان داده‌شده، دارای سطح قاعدهٔ ۱۰۰ سانتی‌متر مربع و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر می‌باشد. اگر فشار وارد بر سطح از طرف استوانه ۳۰۰۰۰ پاسکال باشد، جرم استوانه چند کیلوگرم است؟ $(g=10m/s^2)$ (مکمل محاسباتی ریاضی ۸۶)

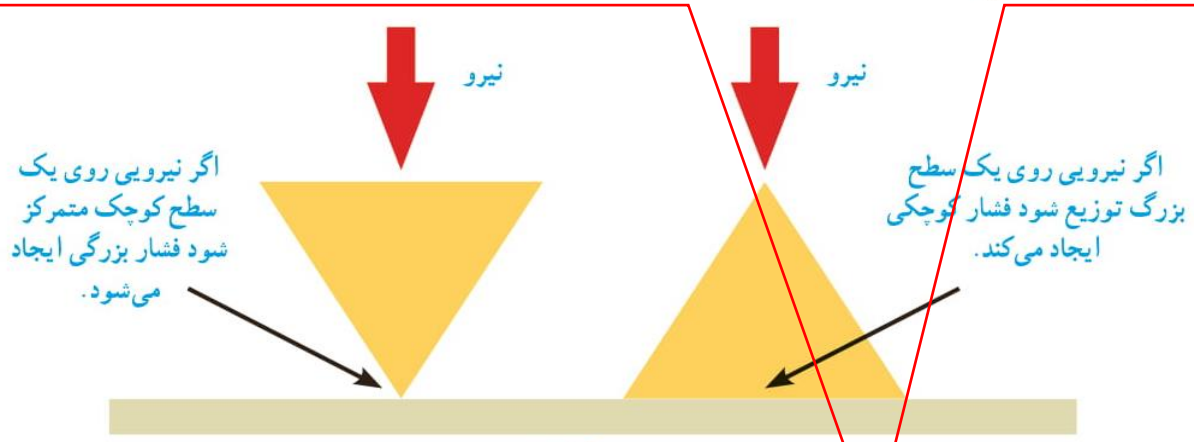


۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۲۵

دبیر: اشرفی

فیزیک پایه نهم

یکای فشار پاسکال (Pa) است به‌طوری‌که هر پاسکال، هم‌ارز با یک نیوتون بر متر مربع ($1N/m^2$) است. رابطهٔ (۱) نشان می‌دهد هرگاه نیروی معینی را به دو سطح متفاوت وارد کنیم، فشار نیز متفاوت خواهد بود (شکل ۲).



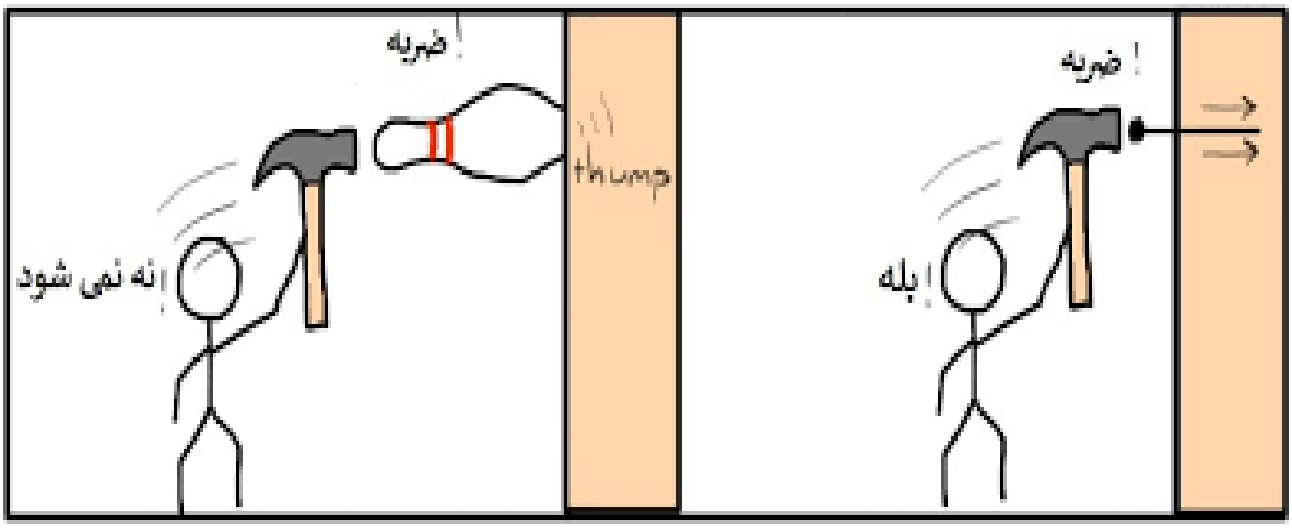
شکل ۲

۲- یکای فشار چیست؟

۳- هر یک پاسکال معادل با ..... است.

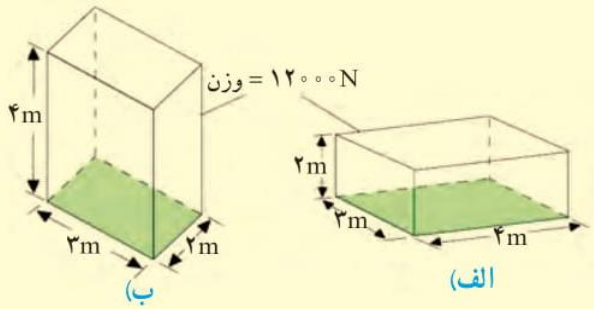
۴- سطح مقطع با فشاری که به آن وارد می شود رابطه عکس دارد. (درست- غلط)

۵- رابطه فشار با سطح مقطع را با رسم شکل توضیح دهید.



دبیر: اشرفی

مثال :



قطعه‌ای به وزن ۱۲۰۰۰ نیوتون را مطابق شکل‌های الف و ب از دو وجه آن، روی سطح افقی صافی قرار داده‌ایم. فشار وارد شده از طرف قطعه به سطح را در هریک از دو حالت، به‌طور جداگانه حساب کنید.

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

$$\text{سطح} = ۳\text{m} \times ۴\text{m} = ۱۲\text{m}^۲$$

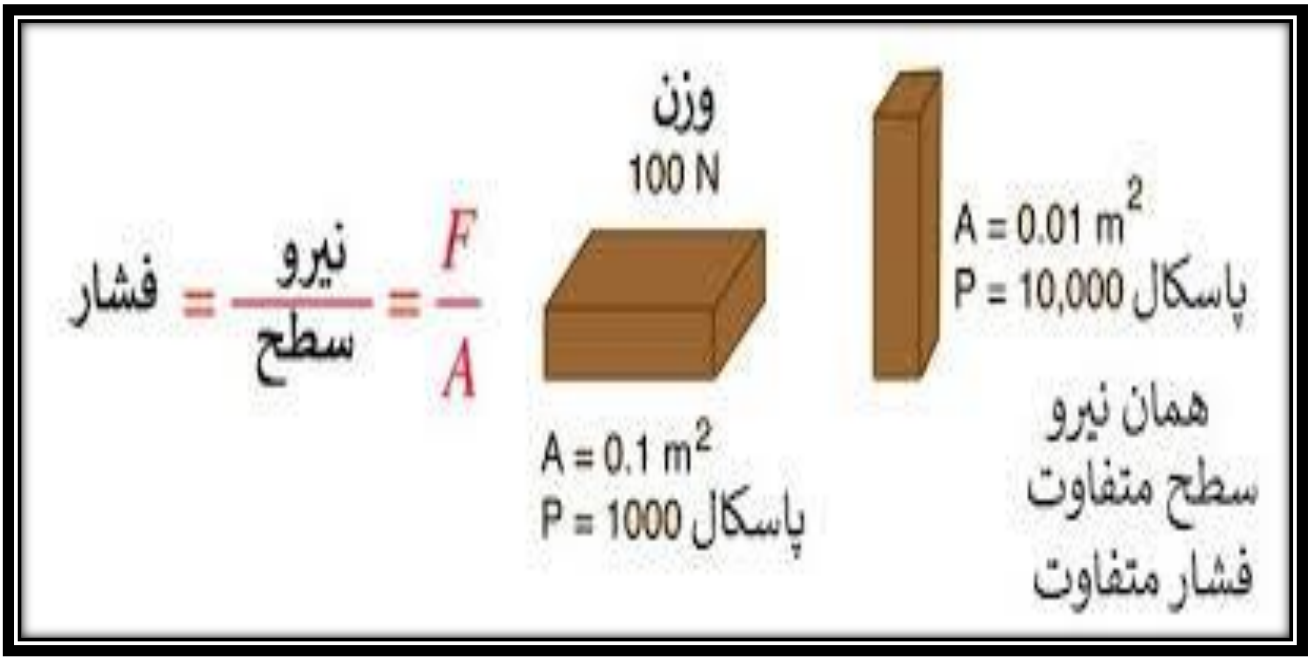
نیرویی که قطعه بر سطح زمین وارد می‌کند، برابر وزن قطعه است. بنابراین با توجه به تعریف فشار داریم :

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{۱۲۰۰۰\text{N}}{۱۲\text{m}^۲} = ۱۰۰۰\text{Pa}$$

به‌طور مشابه در حالت (ب) داریم :

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{۱۲۰۰۰\text{N}}{۶\text{m}^۲} = ۲۰۰۰\text{Pa}$$

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



* کمیّتی فرعی و نرده‌ای

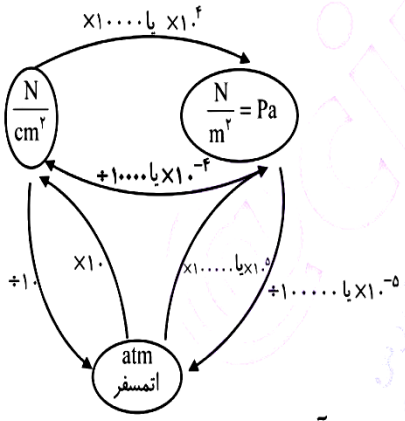
فشار: نیروی عمودی (نیروی تکیه‌گاه) که بر واحد سطح وارد می‌شود.

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیروی عمودی وارد بر سطح}}{\text{مساحت سطح تماس}} \Rightarrow P_{\frac{N}{m^2}} = \frac{F_{(N)}}{A_{(m^2)}}$$

** واحد فشار $\frac{N}{m^2}$ می‌باشد که به احترام «بلز پاسکال» فیزیکدان فرانسوی یکای فشار در (SI) **پاسکال Pa** نام‌گذاری شد. یعنی:

$$1\frac{N}{m^2} = 1Pa$$

واحدهای دیگر فشار عبارت‌اند از:



هم‌چنین سانتی‌متر جیوه (CmHg) و بار (Bar) از واحدهای فشار هستند که نسبت آن‌ها به صورت زیر است.

$$76CmHg \simeq 10^5 Pa = 10mH_2O = 1atm$$

$$1Bar = 10^5 Pa$$

مثال ۱: وزنه‌ای به جرم 4kg که سطح مقطع آن $25cm^2$ است، روی میزی قرار دارد. فشاری که وزنه به میز وارد می‌کند چند $\frac{N}{cm^2}$ و چند Pa است؟

پاسخ:

$$\left.\begin{array}{l} m = 4kg \Rightarrow F = mg = 4\times10 = 40N \\ A = 25cm^2 \\ P = ? \end{array}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} P = \frac{mg}{A} = \frac{40}{25} = \boxed{1/6\frac{N}{cm^2}} \\ 1/6\times10000 = \boxed{16000Pa} \end{array}\right.$$

مثال ۲: استوانه‌ای به جرم $۲۰kg$ به طور قائم روی زمین قرار دارد و فشاری معادل $۵\times۱۰^{۴}Pa$ بر زمین وارد می‌کند. مساحت قاعده این استوانه چند $m^{۲}$ و چند $cm^{۲}$ است؟

پاسخ:

$$\left.\begin{array}{l} m=۲۰kg \Rightarrow F=mg=\boxed{۲۰۰N} \\ P=۵\times۱۰^{۴}Pa \\ A=? \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} P=\dfrac{mg}{A} \Rightarrow A=\dfrac{mg}{P}=\dfrac{۲۰۰}{۵\times۱۰^{۴}}=\boxed{۴\times۱۰^{-۳}m^{۲}} \\ ۴\times۱۰^{-۳}m^{۲}\times۱۰^{۴}=\boxed{۴۰cm^{۲}} \end{cases}$$

مثال ۳: مکعّب مستطیلی به ابعاد $(۲۰\times۱۰\times۵)cm$ و چگالی $۲\dfrac{g}{cm^{۳}}$ از طرف بزرگ‌ترین سطح خود روی میزی قرار دارد:

الف) فشاری که به سطح زیر خود وارد می‌کند چند Pa است؟

ب) اگر آن را از طرف کوچک‌ترین سطح آن روی میز قرار دهیم، فشار وارد بر سطح زیر آن چند **Pa** می‌شود؟

پاسخ:

$$\left.\begin{array}{l} \text{حجم مکعب } V=۵\times۱۰\times۲۰=۱۰۰۰cm^{۳} \\ \rho=۲\dfrac{g}{cm^{۳}} \end{array}\right\} \Rightarrow m=\rho.V \Rightarrow m=۲\times۱۰۰۰=۲۰۰۰g=۲kg$$

الف)

$$\left.\begin{array}{l} F=mg=۲۰N \\ \text{بزرگ‌ترین سطح } A=۱۰\times۲۰=۲۰۰cm^{۲} \end{array}\right\} \Rightarrow P=\dfrac{mg}{A}=\dfrac{۲۰}{۲۰۰}=۰/۱\dfrac{N}{cm^{۲}}\times۱۰۰۰۰=\boxed{۱۰۰۰Pa}$$

نکته‌ی ۱: فشار با مساحت نسبت عکس دارد. پس برای ایجاد بیش‌ترین فشار، مساحت باید به حدّاقل برسد.

ب)

$$\left.\begin{array}{l} F=mg=۲۰N \\ A=۵\times۱۰=۵۰cm^{۲} \end{array}\right\} \Rightarrow P=\dfrac{mg}{A}=\dfrac{۲۰}{۵۰}=\boxed{۰/۴\dfrac{N}{cm^{۲}}}\times۱۰۰۰۰=\boxed{۴۰۰۰Pa}$$

نکته‌ی ۲ (مهم): در اجسام جامدی که شکل هندسی منظّم دارند و سطوح بالا و پایین آن‌ها با هم برابرند (استوانه، مکعّب، مکعّب مستطیل و...) برای محاسبه‌ی فشار وارد بر سطح زیرین آن‌ها می‌توان از رابطه‌ی زیر استفاده کرد:

$$\text{فشار } (Pa) \leftarrow P=۱۰۰\,\rho\,h \rightarrow \text{ارتفاع } cm$$
$$\text{چگالی } \left(\dfrac{g}{cm^{۳}}\right)$$

یا

$$\text{فشار } Pa \leftarrow P=\rho\,g\,h \leftarrow \begin{array}{l}\text{ارتفاع } (m) \\ \text{چگالی } \left(\dfrac{kg}{m^{۳}}\right) \\ \text{شتاب گرانش } \left(۱۰\dfrac{N}{kg}\right)\end{array}$$

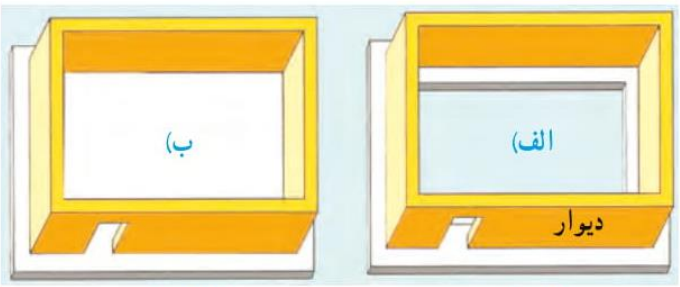
فیزیک پایه نهم

خود را بیازمایید

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

الف) اگر سطح کل پایهٔ نواری، نصف سطح پایهٔ یک‌پارچه باشد، در این صورت فشاری را که از طرف دیوارهای ساختمان به هریک از دو پایه وارد می شود باهم مقایسه کنید.

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



پایهٔ یک‌پارچه　　پایهٔ نواری

خود را بیازمایید (صفحهٔ ۸۴ کتاب درسی)

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

الف) اگر سطح کل پایهٔ نواری، نصف سطح پایهٔ یک پارچه باشد، در این صورت فشاری را که از طرف دیوارهای ساختمان به هریک از دو پایه وارد می‌شود با هم مقایسه کنید.

$$\frac{gm}{A} = \frac{F}{A} = p$$

$$\frac{gm2}{A} = \frac{F2}{A} = \frac{F}{\frac{A}{2}} = p$$

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

* مساحت سطح یکپارچه را A فرض کنید. جرم ساختمان‌ها با هم برابر هستند و جرم را m در نظر بگیرید.

* در نتیجه فشار روی پایه نواری، ۲ برابر فشار روی پایهٔ یکپارچه است.

* روی زمین نرم برای پیشگیری از رانش زمین، باید فشار کمتری به آن وارد شود، پس پایهٔ نواری مناسب‌تر است.

دبیر: اشرفی

فیزیک پایه نهم

فکر کنید

۱ــ یکی از توصیه‌هایی که همواره باید جدی بگیریم، این است که روی سطح یک استخر یخ‌زده یا دریاچهٔ 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 دریاچهٔ یخ‌زده، استفاده کرده است.

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

۱- یکی از توصیه‌هایی که همواره باید جدی بگیریم، این است که روی سطح یک استخر یخ زده یا دریاچهٔ یخ زده 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 دریاچهٔ یخ زده، استفاده کرده است. هر چه سطح تماس نیرو با سطح کمتر باشد، فشار وارد شده به سطح بیشتر می‌شود. استفاده از نردبان باعث می‌شود سطح تماس افزایش یابدو نیروی وزن امدادگر روی کل سطح توزیع شود و در نتیجه فشار کم شود و احتمال شکستن یخ کاهش یابد.

۲- چرا گرفتن پونز بین دو انگشت و فشردن آن می‌تواند سبب آسیب رساندن به یکی از انگشت‌ها شود؟ نوک پونز تیز است و این یعنی آنکه سطح تماس خیلی کوچک است. فشردن پونز باعث می‌شود که نیروی فشردن روی نوک تیز پونز توزیع شود و فشار زیادی به این نقطه وارد و باعث سوراخ شدن پوست شود.

دبیر: اشرفی

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 رابطهٔ (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؟

۸۶

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 رابطهٔ (۱) (الف) مقدار فشاری که پاهای شما به زمین وارد می‌کنند را به دست آورید.

فرض کنید جرم شما برابر ۴۶ کیلو گرم باشد. آنگاه وزن شما برابر است با؛

$$w = mg = 46 \times 10 = 460$$

برای محاسبهٔ سطح تماس کفش خود با زمین، کف کفش را روی کاغذ شطرنجی قرار دهید و دور آن با یک مداد خط بکشید. با شمارش تعداد مربع های داخل خط بسته (ردپای شما) مساحت کف کفش به سانتی متر مربع به دست می آید. عدد به دست آمده را به ۱۰۰۰۰ تقسیم کنید تا مساحتبه مترمربع به دست آید. نتیجه را در ۲ ضرب کنید تا مساحت دو کفش به دست آید. اکنون با استفاده از فرمول زیر فشار به دست می آید.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{460N}{0/03m^2} = 1600$$ نیوتن برمترمربع

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

آیا می‌دانید

بلز پاسکال (۱۶۶۲ـ۱۶۲۳) 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 ماشین‌حساب مکانیکی را شروع کرد و تا سه سال پس از آن ۲۰ نمونهٔ 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.

فشار در مایع‌ها

شکل ۳

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.

آزمایش 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 :

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

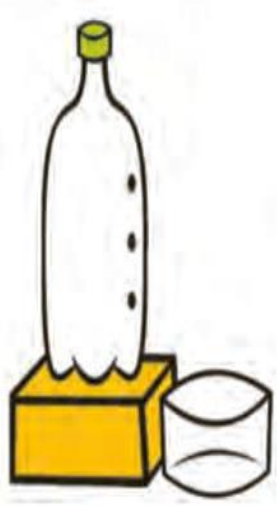
۲ـ بطری را از آب پر کنید و ظرف خالی را زیر آن قرار دهید.

۳ـ مسیری را که پیش‌بینی می‌کنید فوران های آب از سوراخ‌های ایجاد شده روی بطری طی می‌کنند روی

الف)

شکل (ب) رسم و استدلال خود را بیان کنید.

۴ــ درپوش بطری را باز کنید و نوار چسب کاغذی را به آرامی از آن جدا کنید. نتیجهٔ مشاهدهٔ خود را با آنچه روی شکل (ب) رسم کردید مقایسه کنید.



ب)

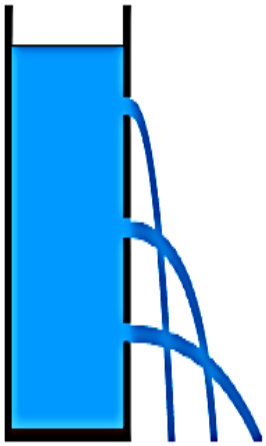
۵ــ مطابق شکل (پ) آزمایش را با دو بطری ۱/۵ و ۲ لیتری انجام دهید. توجه کنید که سوراخ‌ها را به‌طور مشابه و در ارتفاع یکسان روی هر دو بطری ایجاد کنید. همچنین سطح آب در هر دو بطری مساوی باشد.

پ)

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

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.



در نقاط پایین‌تر داخل بطری فشار بیشتری وجود دارد زیرا، هر چه عمق یک نقطه بیشتر باشد، ارتفاع بیشتری از مایع روی آن قرار دارد و بنابراین نیروی وزن مایع بیشتر می‌شود. در نتیجه آب با فشار بیشتری از سوراخ پرتاب می‌شود.

۴- درپوش بطری را باز کنید و نوارچسب کاغذی را به آرامی از آن جدا کنید. نتیجهٔ مشاهدهٔ خود را با آنچه روی شکل (ب) رسم کردید مقایسه کنید.

نتیجهٔ آزمایش هم شبیه این شکل خواهد بود.

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.

در این حالت شکل خروج آب از سوراخ‌های هر دو بطری شبیه هم است.

۶- با توجه به نتایج آزمایش‌های شکل (الف) و (پ) توضیح دهید فشار درون مایع چگونه با افزایش عمق تغییر می‌کند. فشار درون مایع با افزایش عمق، زیادتر می‌شود. فشار مایع در همهٔ نقاط ظرف که دارای عمق یکسانی هستند، برابر است. فشار درون ظرف مایع به شکل ظرف بستگی ندارد.

فیزیک پایه نهم

تکالیف جلسه اول

۱- کدام رابطه‌ی زیر درست است؟

۱) $\frac{\text{سطح}}{\text{نیرو}} = \text{فشار}$ ۲) سطح × فشار = نیرو ۳) فشار × نیرو = سطح ۴) $\frac{\text{فشار}}{\text{سطح}} = \text{نیرو}$

۲- در یک آزمایش مقدار مساحت را به $\frac{۱}{۳}$ کاهش می‌دهیم. چه تغییری در نیرو ایجاد کنیم تا فشار ۱۲ برابر شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۳۶

۳- در یک آزمایش، مقدار نیرو را ۵ برابر کردیم، چه تغییری در مساحت ایجاد کنیم تا فشار ثابت بماند؟

۱) $\frac{۱}{۵}$ ۲) ۱ ۳) ۵ ۴) ۲۵

۴- در آزمایشی نیرو را ۵ برابر و سطح زیر نیرو را $\frac{۱}{۳}$ می‌کنیم. میزان فشار درحالت جدید چند برابر حالت قبل است؟

۱) ۵ برابر ۲) ۱۵ برابر ۳) $\frac{۵}{۳}$ برابر ۴) ۳ برابر

۵- در یک آزمایش مقدار نیرو را ۲ برابر و سطح زیر نیرو را ۴ برابر کردیم. مقدار فشار در حالت جدید چند برابر حالت قبل است؟

۱) ۸ برابر ۲) $\frac{۱}{۲}$ برابر ۳) ۲ برابر ۴) $\frac{۱}{۴}$ برابر

۶- اگر در یک آزمایش مساحت جایی که نیرو به آن وارد می‌شود را ۵ برابر کنیم، فشار وارد بر سطح چه تغییری می‌کند؟

۱) پنج برابر می‌شود. ۲) تغییری نمی‌کند.

۳) یک پنجم می‌شود. ۴) باید اندازه‌ی نیرو و مساحت را بدانیم.

۷- یک نیوتن بر متر مربع برابر با چند پاسکال است؟

۱) ۱ پاسکال ۲) ۱۰۰۰۰ پاسکال ۳) $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ پاسکال ۴) $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ پاسکال

۸- یک نیوتن بر سانتی متر مربع چند پاسکال است؟

۱) ۱۰۰۰۰ پاسکال ۲) ۱۰۰ پاسکال ۳) $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ پاسکال ۴) $\frac{۱}{۱۰۰}$ پاسکال

۹- جسمی به وزن ۱۰۰N و سطح مقطع ۴۰ $cm^۲$ بر روی سطح افقی زمین قرار دارد. فشار وارد از طرف این جسم چند پاسکال است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۲۵۰۰ ۳) ۲۵ ۴) ۲۵۰۰۰

۱۰- مکعبی روی زمین قرار دارد. اگرطول هرضلع آن ۱۰ سانتی‌متر و چگالی آن ۱/۵ $\frac{gr}{cm^۳}$ باشد، فشار وارد بر سطح زیر مکعب چقدر است؟

۱) ۱۵۰۰kPa ۲) ۱۵۰kPa ۳) ۱۵kPa ۴) ۱/۵kPa

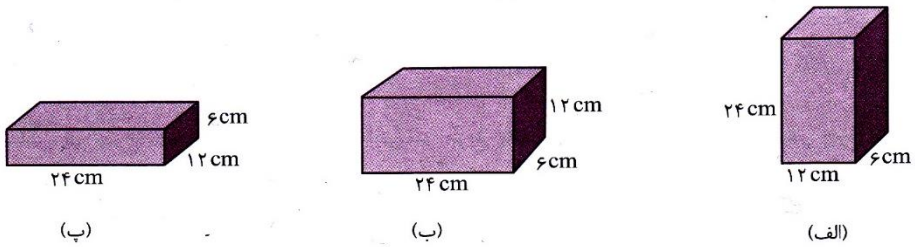
دبیر: اشرفی

فیزیک پایه نهم

۱۱- **مکعب مستطیلی به ابعاد ۱۰، ۴۰ و ۶ سانتی‌متر را از سطح‌های مختلف روی زمین قرار می‌دهیم. در رابطه با فشار کدام گزینه درست است؟**

۱) با سطح کوچک‌تر فشار بیش‌تر است.
۲) با سطح متوسط فشار بیش‌تر است.
۳) با سطح بزرگ‌تر فشار بیش‌تر است.
۴) فشار به همه‌ی سطح‌ها یکسان است.

۱۲- **آجری به ابعاد ۶، ۱۲ و ۲۴ سانتی‌متر را از وجه‌های مختلف بر روی زمین می‌گذاریم. درکدام حالت فشار بیش‌تری به زمین وارد می‌شود؟ در کدام حالت نیروی بیش‌تری به زمین وارد می‌شود؟**



۱) در حالت (الف) بیش‌ترین فشار و نیرو به زمین وارد می‌شود.
۲) در حالت (پ) بیش‌ترین فشار و در حالت (الف) بیش‌ترین نیرو به زمین وارد می‌شود.
۳) در حالت (پ) بیش‌ترین فشار و در همه‌ی حالت‌ها به طور یکسان نیرو به زمین وارد می‌شود.
۴) در حالت (الف) بیش‌ترین فشار و در همه‌ی حالت‌ها به طور یکسان نیرو به زمین.وارد می‌شود.

۱۳- **یک آجر به وزن ۳۲ نیوتن و ابعاد ۲۰، ۱۰ و ۴ سانتی‌متر داریم. اگرآجر را از بزرگ‌ترین وجه آن روی زمین بگذاریم، چه فشاری به زمین وارد می‌شود؟**

۱) ۰/۱۶ پاسکال ۲) ۱۶ پاسکال ۳) ۱۶۰ پاسکال ۴) ۱۶۰۰پاسکال

۱۴- **در مسأله‌ی قبل اگر آجر را از روی کوچک‌ترین وجه آن روی زمین بگذاریم، فشار وارد بر زمین چقدر می‌شود؟**

۱) ۰/۸ پاسکال ۲) ۸۰ پاسکال ۳) ۸۰۰ پاسکال ۴) ۸۰۰۰پاسکال

۱۵- **مکعبی به ابعاد ۲، ۴ و ۶ سانتی‌متر را در حالت‌های مختلف روی سطح افقی زمین قرار می‌دهیم. اگر جرم مکعب ۱ kg باشد، مشخص کنید در کدام حالت، فشار وارد برسطح بیش‌تر است و مقدار فشار چند پاسکال است؟ ($g=10$)**

۱) از سطح کوچک‌تر - ۴۱۰۰
۲) از سطح بزرگ‌تر- ۴۱۰۰
۳) از سطح بزرگ‌تر - ۱۲۵۰۰
۴) از سطح کوچک‌تر - ۱۲۵۰۰

۱۶- **مکعبی به ابعاد ۵، ۸ و ۱۰ متر و جرم ۱۰۰ کیلوگرم موجود است. یک بار از سطح کوچک‌تر و بار دیگر از سطح بزرگ‌تر آن را بر روی سطح افقی زمین قرار می‌دهیم. اختلاف فشاری که ایجاد می‌کنند چند پاسکال است؟**

۱) ۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱/۲۵

۱۷- **مکعبی به ابعاد ۲، ۴ و ۸ سانتی‌متر را از حالت‌های مختلف روی سطح افقی، قرار می‌دهیم. در رابطه با نیروی وارد بر زمین، کدام گزینه درست است؟**

۱) از سطح بزرگ‌تر نیرو بیش‌تر است.
۲) از سطح متوسط نیرو بیش‌تر است.
۳) از سطح کوچک‌تر نیرو بیش‌تر است.
۴) در هر حالتی قرار دهیم مقدار نیرو یکسان است.

۱۸- **مکعب مستطیلی به ابعاد ۲، ۴ و ۶ متر را از سطح کوچک‌تر روی سطح افقی قرار می‌دهیم. اگر جرم مکعب ۱۰۰ کیلوگرم باشد، مقدار فشاری را که بر سطح زیرینش وارد می‌کند، چند پاسکال است؟**

۱) ۱۲/۵ ۲) ۴۲ ۳) ۸۴ ۴) ۱۲۵

دبیر: اشرفی

فیزیک پایه نهم

۱۹- ابعاد یک جسم معکب مستطیل شکل ۳،۱ و ۵ متر است. این جسم را از بزرگ‌ترین سطح و سپس کوچک‌ترین سطح روی سطح افقی قرار می‌دهیم. اختلاف فشاری که جسم در این دو حالت ایجاد می‌کنند، برابر ۴×۱۰^{۳} پاسکال است. جرم جسم چند کیلوگرم است؟ $(g=۱۰)$

۱) ۱۵۰۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۵ ۴) ۱۵۰۰

۲۰- اسکی بازی مساحت کف یک پایش $۳۰۰cm^{۲}$ است. اگر کفش اسکی به ابعاد ۲۰cm و ۶۰cm به پا کند و روی برف قرار گیرد، نسبت فشار بر سطح برف با کفش اسکی به موقعی که کفش در پایش نباشد، کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۲۱- اگر سطح تماس هر چرخ خودرو با زمین ۳۰۰ سانتی‌متر مربع باشد، فشار وارد بر سطح زیر هر چرخ برای یک خودروی ۹۰۰ کیلوگرمی چقدر است؟

۱) ۳۰۰۰۰Pa ۲) ۷۵۰۰۰Pa ۳) ۳Pa ۴) ۷/۵Pa

۲۲- مساحت کف کفش حدود ۴۰ سانتی‌متر مربع است. اگر یک انسان ۸۰ کیلوگرمی روی دو پای خود ایستاده باشد، فشار وارد بر کف هر کفش او چقدر است؟

۱) $۰/۱\frac{N}{cm^{۲}}$ ۲) $۱۰\frac{N}{cm^{۲}}$ ۳) ۱۰۰۰۰Pa ۴) ۱۰۰Pa

۲۳- ریل‌های قطار را بر روی تکه‌های چوبی یا بتنی پیچ می‌کنند. اگر بخواهیم قطاری دو برابر سنگین‌تر از روی ریل قطار عبور کند، برای این‌که ریل در زمین فرو نرود باید چه کاری انجام دهیم؟

الف) ضخامت ریل را بیش‌تر کنیم.

ب) تعداد تکه‌های چوبی یا بتنی را کم‌تر کنیم.

پ) فاصله‌ی تکه‌های چوبی یا بتنی را بیش‌تر کنیم.

ت) فاصله‌ی تکه‌های چوبی یا بتنی را کم‌تر کنیم.

ث) پهنای تکه‌های چوبی یا بتنی را بیش‌تر کنیم.

۱) الف و پ ۲) ت و ث ۳) ب و ث ۴) ت و ب

فشـار مایعـات

فشار مایعات به

بستگی دارد

۱) چگالی مایع $\rho_{\frac{kg}{m^3}}$

۲) عمق مایع $h_{(m)}$

۳) شدّت میدان گرانشی $g_{(\frac{N}{kg})}$

چگالی مایع $(\frac{kg}{m^3})$

↑

ارتفاع مایع درون ظرف $(m) \rightarrow h$ ، $P = \rho\, g\, h \rightarrow$ فشار مایع Pa

↓

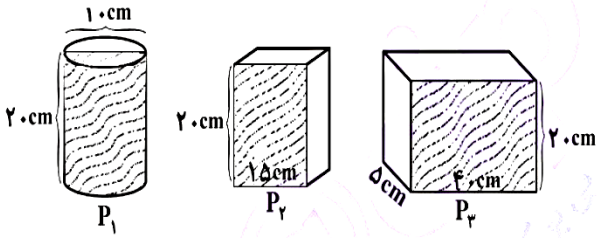
شتاب گرانش $(۱۰\frac{N}{kg})$

یا

$Pa \leftarrow P = ۱۰۰\ \rho\ h \rightarrow cm$

ρ ↓ $\frac{g}{cm^3}$

بستگی ندارد



۱) مقدار (جرم مایع)

۲) حجم مایع

۳) شکل ظرف

۴) مساحت قاعده‌ی ظرف

۵) دما (در صورتی‌که از تغییرات حجم ظرف صرف‌نظر شود.)

$P_۱ = P_۲ = P_۳$

* در سه ظرف بالا با این‌که هر ۳ از آب پر شده‌اند و مقدار آب درون آن‌ها یک‌سان نیست ولی فشار وارد بر کف ظرف در هر سه یک‌سان است.

زیرا ارتفاع مایع درون آن‌ها یکسان است. یعنی:

$h_۱ = h_۲ = h_۳$

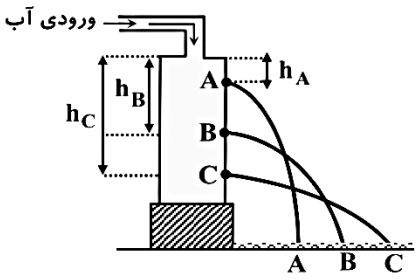
مثال ۴: استخری به عمق ۵m پر از آب می‌باشد. فشاری که آب به کف استخر وارد می‌کند چند پاسکال است؟ $(\rho_{H_2O} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3})$

پاسخ:

$$P = \rho gh \Rightarrow P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۵ = ۵۰۰۰۰ pa$$

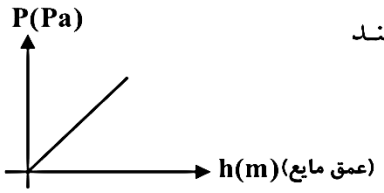
ویژگی‌های فشار مایع‌ها

۱ـ با افزایش عمق مایع یا ارتفاع مایع بالای یک سطح، فشار بیش‌تر می‌شود.



$$h_C > h_B > h_A \Rightarrow P_C > P_B > P_A$$

نکته‌ی ۴: فشاری که فقط مایع به کف ظرف خود وارد می‌کند $P = \rho gh$ می‌باشد و نمودار آن به صورت مقابل است:

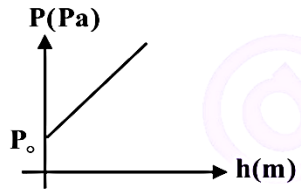


ولی فشار کلّ مایع بر کف ظرف مجموع فشار مایع (ρgh) و فشار هوای محیط $(P_\circ)$ می‌باشد.

یعنی: کل $P = P_\circ + \rho gh$

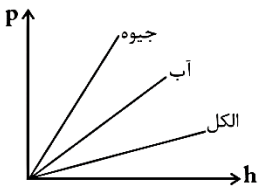
فشار هوای محیط ↓ فشار مایع ↓

و نمودار آن به صورت مقابل است:



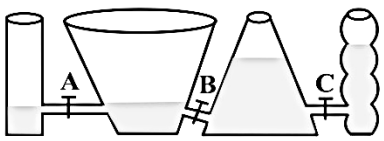
۲ـ فشار مایع با چگالی نسبت مستقیم دارد.

$$\rho_{جیوه} > \rho_{آب} > \rho_{الکل} \Rightarrow P_{جیوه} > P_{آب} > P_{الکل}$$



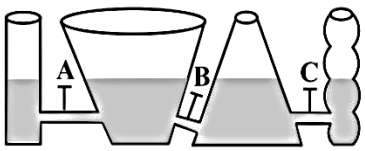
۳ـ ظروف مرتبط (سطح آزاد مایع):

اگر چند ظرف با شکل‌های مختلف را به هم مربوط کنیم و مایعی درون آن‌ها بریزیم، مایع درون لوله‌ها جریان پیدا می‌کند تا جایی‌که سطح آزاد مایع در همه‌ی لوله‌ها هم‌سطح شود.



(۱)

***در شکل (۱) شیرهای A، B و C بسته است و سطح مایع در ظروف مختلف متفاوت است با باز کردن شیرها در شکل (۲) سطح مایع در همه‌ی آن‌ها یک‌سان می‌شود.



(۲)

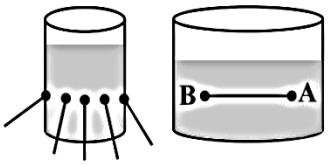
۱) فشار در سرِ باز همه‌ی لوله‌ها یک‌سان است.

۲) فشار یک مایع معیّن تنها به ارتفاع مایع بستگی دارد و تابع شکل یا مساحت مقطع لوله نیست.

نکته‌ی ۵: در شرایط عادی و آرام، آب دریاها و اقیانوس‌ها مانند ظروف مرتبط عمل می‌کنند و سطح آب در همه‌ی آن‌ها یک‌سان و فشار وارد بر سطح آن‌ها برابر است و به همین دلیل فشار هوا در سطح دریاهای آزاد، فشار استاندارد و مبنای سنجش ارتفاع کوه‌ها و قلّه‌ها و ... می‌باشد.

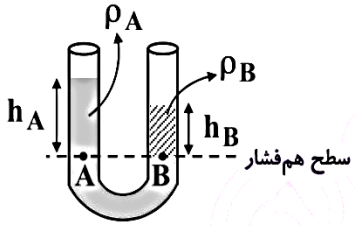
۴ـ فشار مایع در یک عمق معیّن در همه‌ی جهت‌ها یک‌سان است.

زیرا در صورت وجود اختلاف فشار، مایع جریان پیدا می‌کرد.



***«سطوح هم‌فشار» یا «تعادل مایعات مخلوط نشدنی»**

اگر دو یا چند مایع مخلوط نشدنی مطابق شکل درون لوله‌ای ∪ شکل در حال تعادل باشند، فشار مایعات در دو شاخه‌ی لوله با هم برابر می‌شود و می‌توان نوشت:

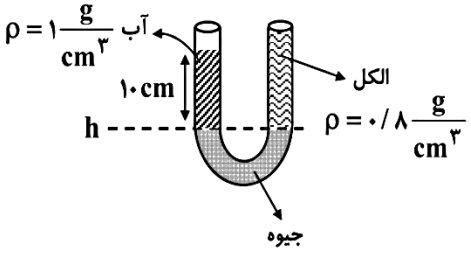


$$P_A = P_B \Rightarrow (\rho g h)_A = (\rho g h)_B = \rho_A h_A = \rho_B h_B$$

$$\boxed{\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{h_B}{h_A}}$$

یعنی: مایعی که چگالی آن بیش‌تر است ارتفاع آن درون لوله کم‌تر است و برعکس.

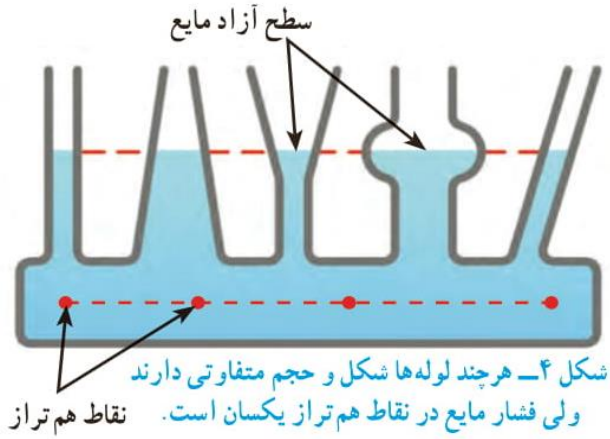
مثال ۶: با توجّه به شکل ارتفاع الکل چند سانتی‌متر است؟



پاسخ:

$$\frac{\rho_{آب}}{\rho_{الکل}} = \frac{h_{الکل}}{h_{آب}} \Rightarrow \frac{۱}{۰/۸} = \frac{h}{۱۰} \Rightarrow h_{الکل} = \frac{۱۰}{۰/۸} = ۱۲/۵cm$$

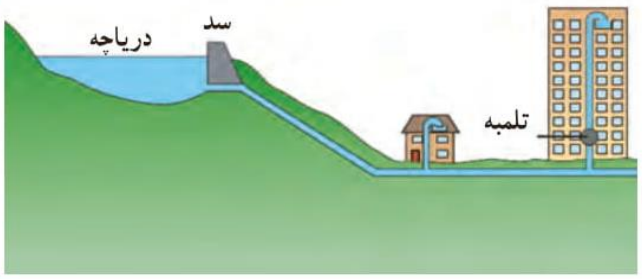
سطح آزاد مایع: همان‌طور که با انجام آزمایش کنید بالا دیدید فشار مایع در یک عمق مشخص از سطح مایع، بدون توجه به اندازهٔ بطری‌ها، یکسان است. برای بررسی بیشتر این موضوع، ظرف‌های مرتبط شکل ۴ را ببینید. اگر مایعی درون یکی از آنها بریزید، مایع در ظرف‌های مختلف جریان می‌یابد تا اینکه سطح آزاد مایع در تمامی ظروف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



شکل ۴ــ هرچند لوله‌ها شکل و حجم متفاوتی دارند ولی فشار مایع در نقاط هم‌تراز یکسان است.

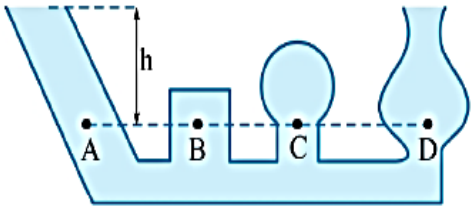
فکر کنید

شکل روبه‌رو طرحی از سامانهٔ آب‌رسانی یک منطقهٔ مسکونی را نشان می‌دهد. با توجه به آنچه تاکنون در این فصل فراگرفته‌اید، نقش تلمبه (پمپ) را در ساختمان چندین طبقه توضیح دهید.



۶- ویژگی ظروف مرتبط چیست؟

اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز درون یک مایع: اگر مایعی ساکن باشد، فشار در تمام نقاط هم‌تراز (دارای عمق یکسان) درون آن مایع برابر است. این فشار کاملاً از شکل ظرف مستقل است. مثلاً در شکل زیر فشار مایع در نقطه‌های A، B، C و D که در یک سطح (تراز) قرار دارند، برابر است. خیلی از تست‌های فشار (به ویژه لوله‌های U شکل) با توجه به این اصل حل می‌شوند.



$$P_A = P_B = P_C = P_D = \rho gh$$

دو نکته دربارهٔ فشار هوا: فرمول مربوط به فشار مایعات را می‌توان برای هوا و دیگر گازها نیز به کار برد. اما باید به دو نکته توجه داشت: ① در مخازن کوچک، اختلاف فشار گاز در نقاط مختلف داخل محفظه ناچیز است و به همین خاطر، فشار را در تمام نقاط آن یکسان فرض می‌کنیم. ② با افزایش زیاد ارتفاع از سطح زمین، چگالی هوا و شدت میدان گرانشی هر دو کاهش می‌یابند و در نتیجه فشار نیز به شدت کم می‌شود.

فیزیک پایه نهم

فشار در شاره‌ها

در یک شارهٔ ساکن، هر بخشی از شاره به بخش مجاور خود و نیز به هر سطحی که با آن در تماس است، نیرویی عمودی وارد می‌کند.

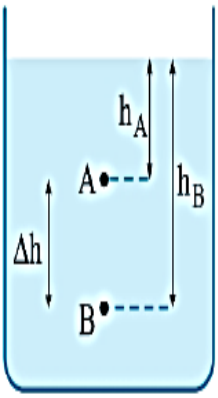
$\bar{P} = \frac{F}{A}$: فشار متوسطی که به یک سطح فرضی درون شاره وارد می‌شود

فشار در مایع‌ها

به کمک رابطهٔ $\bar{P} = \frac{F}{A}$ می‌توانیم ثابت کنیم که فشار در مایع از رابطهٔ مهم زیر به دست می‌آید:

$P = \rho g h$

- ρ: چگالی مایع
- h: عمق نقطهٔ موردنظر
- g: شتاب گرانش زمین
- P: فشار ناشی از مایع



اختلاف فشار دو نقطه درون یک مایع که با هم به اندازهٔ Δh اختلاف ارتفاع دارند (مثل نقطه‌های A و B در شکل روبه‌رو) از رابطهٔ مقابل محاسبه می‌شود:

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

فشار کل در مایع: باید توجه کنیم که فرمول $P = \rho gh$ فقط فشار ناشی از خود مایع را در عمق h نشان می‌دهد. اگر بخواهیم فشار کل در نقطهٔ موردنظر را به دست آوریم، لازم است فشار هوا (P_0) را نیز بر این فشار بیفزاییم:

$P = P_0 + \rho gh$

هر وقت کلمهٔ «فشار» را به تنهایی به کار بردند، منظورشان «فشار کل» است.

مطالعه آزاد

درس ۴

فشار در شاره‌های ساکن

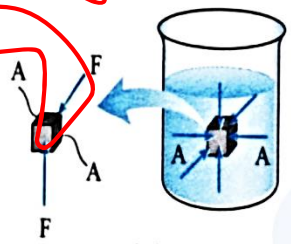
شاره (مایع ـ گاز) از همان مولکول‌هایی که جسم جامد را می‌سازند، تشکیل شده است. با این تفاوت که در شاره مولکول‌ها در حال حرکت‌اند. *با آن‌که کل شاره ساکن به نظر می‌رسد، ولی ذرات تشکیل‌دهندهٔ آن به شدت در حال ورجه‌وورجه‌اند!* پس می‌توانیم بگوییم که مولکول‌های شاره:

(الف) جرم و در نتیجه وزن دارند. (ب) در حال حرکت‌اند و به اطراف برخورد می‌کنند.

این دو عامل باعث می‌شود شاره به هر سطحی که با آن در تماس باشد، **به طور عمود** نیرو وارد کند. این نیرو عامل ایجاد فشار در شاره است.

(الف)

مولکول‌های هوای درون لاستیک دائماً به سطح داخلی آن برخورد می‌کنند و با این برخوردها نیروی عمودی ایجاد می‌شود.



(ب)

به هر نقطه از سطح جسم در تماس با مایع به طور عمود نیرو وارد می‌شود. این نیرو عمدتاً ناشی از وزن مایع است.

کمی بیشتر بدانید:

عامل ایجاد فشار در مایع‌ها و در گازها متفاوت است. برای همین آن‌ها را جداجدا بررسی می‌کنیم:

الف) فشار در مایع ساکن: فاصلهٔ بین ذرات در مایع‌ها کم و برای همین چگالی مایع‌ها زیاد است، بنابراین اجسام مایع به نسبت گازها اجسامی سنگین هستند و وزن آن‌ها فشار ایجاد می‌کند.

ب) فشار در گاز درون یک مخزن: چگالی گازها و در نتیجه وزن گاز درون یک مخزن خیلی کم است، بنابراین فشار ناشی از گاز درون یک مخزن را باید بیشتر ناشی از برخورد مولکول‌های گاز به جدارهٔ ظرفش بدانیم؛ به همین دلیل فشار گاز در تمام نقاط درون یک مخزن یکسان در نظر گرفته می‌شود.

پ) فشار ناشی از گاز انبوه (مثل فشار ستون هوا در سطح زمین): فشار در گازها با ارتفاع خیلی زیاد هم مانند مایع‌ها ناشی از وزن ستون گاز است.

رابطهٔ نیرو و فشار در شاره‌ها

گفتیم که شاره‌ها به هر سطحی که با آن در تماس باشند، به طور عمود نیرو وارد می‌کنند و به همین دلیل در شاره‌ها فشار وجود دارد. رابطهٔ بین نیرو و فشار در شاره همان رابطهٔ اصلی فشار است؛ یعنی:

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

P: فشار شاره (Pa)، F: نیروی عمود وارد بر سطح (N)، A: سطحی که بر آن نیروی F اثر می‌کند (m^2)

در مسائل اغلب فشار شاره را به طریقی می‌دهند و نیرویی که آن فشار را ایجاد کرده است می‌خواهند؛ پس بهتر است رابطه را به این صورت بنویسیم:

$$F = PA$$

F: نیروی وارد بر سطح در شاره (N)، P: فشار شاره در محل موردنظر (Pa)، A: مساحت محل موردنظر (m^2)

دبیر: اشرفی

تست یک ماهی ۷۵۰ گرمی در اعماق اقیانوس به آرامی در حال شناکردن است. اگر هر یک از چشم‌های ماهی دایره‌ای به قطر ۱ cm و فشار آب در محل شناکردن ماهی ۵۰۰ kPa باشد، نیرویی که آب به هر یک از چشم‌های ماهی وارد می‌کند، چند برابر وزن ماهی است؟ ($g = 10\ N/kg$, $\pi = 3$)

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰ (برگرفته از تمرین کتاب درسی)

پاسخ گزینهٔ ۲ اول مساحت چشم ماهی را حساب می‌کنیم: (شعاع باید برحسب متر باشد.)

$$A = \pi r^2 = 3 \times (\frac{1 \times 10^{-2}}{2})^2 = \frac{3 \times 10^{-4}}{4}\ m^2$$

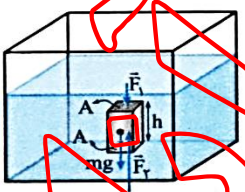
حالا نیرویی را که فشار آب به چشم ماهی وارد می‌کند، به دست می‌آوریم:

$$F = PA = 500 \times 10^3 \times \frac{3 \times 10^{-4}}{4} \Rightarrow F = 37/5\ N$$

حالا می‌خواهیم بدانیم این نیرو چند برابر وزن ماهی است:

$$\frac{F}{mg} = \frac{37/5}{750 \times 10^{-3} \times 10} = 5$$

محاسبهٔ فشار در مایع ساکن



در شکل روبه‌رو یک آکواریوم را می‌بینید که درون آن مایع با چگالی ρ ریخته‌ایم. مکعب‌مستطیلی (به سطح مقطع A و ارتفاع h) که داخل مایع کشیده‌ایم فرضی است. ما با این کار قسمتی از مایع را از بقیهٔ آن جدا فرض کرده‌ایم. (از این لحظه به بعد وقتی می‌گوییم مایع منظورمان تمام مایع به‌جز مایع درون مکعب‌مستطیل است.) این مکعب‌مستطیل ساکن است و سه نیرو در راستای قائم به آن وارد می‌شود. یکی $\vec{F}_1$ که از طرف مایع به سطح بالایی وارد می‌شود و رو به پایین است؛ دیگری $\vec{F}_2$ که آن هم از طرف مایع به سطح پایینی وارد می‌شود و به سمت بالاست و یکی هم وزن (mg) که به سمت پایین است. چون مکعب‌مستطیل ساکن است برایند این سه نیرو صفر می‌شود و ما داریم:

$$F_2 - F_1 - mg = 0$$

اگر فشار در سطح بالایی مکعب‌مستطیل P_1 و در سطح پایینی آن P_2 باشد، می‌توانیم بنویسیم: (چگالی مکعب‌مستطیل همان چگالی مایع یا ρ است.)

$$P_2A - P_1A - mg = 0 \xrightarrow{m=\rho V} P_2A - P_1A = \rho Vg \xrightarrow{V=Ah} (P_2 - P_1)A = \rho Ahg \Rightarrow P_2 - P_1 = \rho gh$$

در نتیجه:

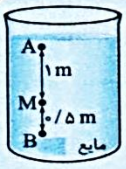
$$\Delta P = \rho\ g\ h$$

- ΔP: اختلاف فشار دو نقطه از مایع (Pa)
- ρ: چگالی مایع (kg/m^3)
- h: اختلاف ارتفاع دو نقطه (m)
- g: شتاب گرانشی زمین (N/kg)

خواستون باشه! در شکل آکواریوم (بالا) $P_2 > P_1$ است؛ یعنی درون یک مایع هر چه عمق مایع بیشتر باشد، فشار بیشتر است، به طوری که اگر به اندازهٔ h پایین برویم فشار به اندازهٔ ρgh افزایش می‌یابد:

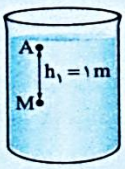
$$P_2 = P_1 + \rho gh$$

تست در شکل روبه‌رو، چگالی مایع $1/2\ g/cm^3$ و فشار در نقطهٔ M، برابر ۱۱۵ kPa است. فشار در نقطه‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10\ N/kg$)



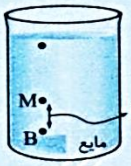
۱) ۱۲۱ ،۱۰۳ ۲) ۱۰۳ ،۱۲۱
۳) ۱۲ ،۶ ۴) ۶ ،۱۲

پاسخ گزینهٔ ۱ نقطهٔ A بالاتر از نقطهٔ M قرار گرفته است، پس فشار در نقطهٔ A کم‌تر از نقطهٔ M است و داریم:



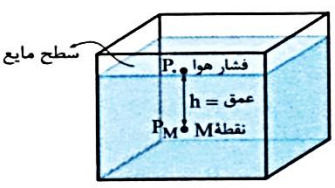
$$P_M - P_A = \rho gh_1 \Rightarrow 115 \times 10^3 - P_A = 1/2 \times 10^3 \times 10 \times 1 \Rightarrow P_A = 103 \times 10^3\ Pa = 103\ kPa$$

حالا می‌رویم به سراغ نقطهٔ B. این نقطه پایین‌تر از M قرار دارد، پس فشار در B بیشتر از فشار در M است:



$$P_B - P_M = \rho gh_2 \Rightarrow P_B - 115 \times 10^3 = 1/2 \times 10^3 \times 10 \times 0/5 \Rightarrow P_B = 121 \times 10^3\ Pa = 121\ kPa$$

فشار مطلق (کل)



در شکل آکواریوم (شکل روبه‌رو) اگر سطح بالایی را سطح مایع در نظر بگیریم، در رابطهٔ $P_2 = P_1 + \rho gh$ می‌توانیم به جای P_1 فشار در عمق صفر (P_0) یا همان فشار هوای محیط و به جای P_2 هم P_M یا فشار نقطهٔ M در عمق h از سطح مایع قرار دهیم. به فشار نقطهٔ M، فشار مطلق یا فشار کل در نقطهٔ M هم می‌گوییم.

$$P_2 = P_1 + \rho gh \xrightarrow{P_1 = P_0,\ P_2 = P_M} P_M = P_0 + \rho gh$$

- P_M: فشار مطلق یا فشار کل در نقطهٔ M
- P_0: فشار هوای محیط
- ρgh: عمق نقطهٔ M از سطح آزاد مایع

خواستون باشه! *بعضی وقتا صفت «مطلق» یا «کل» رو نمی‌گن و فقط می‌گن «فشار»! در این صورت هم منظورشون فشار کل یا فشار مطلقه.*

مطالعه آزاد

فشار ناشی از مایع یا فشار پیمانه‌ای (P_g)[1]

به اختلاف فشار مطلق و فشار هوا (یعنی $P_M - P_0$) فشار ناشی از مایع یا فشار پیمانه‌ای نقطهٔ M (در عمق h از سطح آزاد مایع) می‌گوییم:

$$P = P_0 + \rho gh \Rightarrow P - P_0 = \rho gh \xrightarrow{P_g = P - P_0} P_g = \rho gh$$

فشار پیمانه‌ای

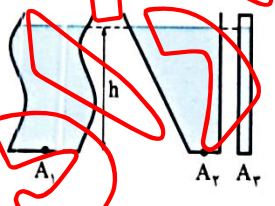
عمق نقطهٔ M از سطح آزاد مایع

خواستون باشه! h عمق مایع است نه ارتفاع آن از کف ظرف! (شکل روبه‌رو را ببینید.)

چندنکته

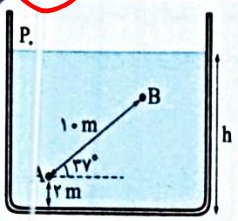
(۱) *اصطلاح فشار پیمانه‌ای رو در گازها هم استفاده می‌کنیم. اون‌جا هم منظورمون از فشار پیمانه‌ای اختلاف فشار شاره (مایع یا گاز) با فشار هوای محیط است!* (یعنی همیشه $P_g = P - P_0$ است.)

(۲) از رابطه‌های $P_{مطلق} = P_0 + \rho gh$ و $P_g = \rho gh$ می‌فهمیم که فشار مطلق و فشار ناشی از مایع به h (یعنی عمق مایع) وابسته است و به شکل ظرف، وزن کل مایع درون ظرف و مساحت کف ظرف بستگی ندارد. مثلاً در شکل‌های روبه‌رو اگر چگالی مایع درون هر سه ظرف یکسان باشد، فشار مطلق و فشار ناشی از مایع در کف هر سه ظرف یکسان است:



$$h_1 = h_2 = h_3 = h \xrightarrow{\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho} \rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2 = \rho_3 gh_3 \Rightarrow P_1 = P_2 = P_3$$

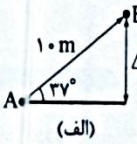
تست در شکل روبه‌رو درون مخزن تا ارتفاع h از مایعی با چگالی معین ریخته‌ایم. اگر اختلاف فشار دو نقطهٔ A و B برابر ۷۲ kPa و فشار در نقطهٔ B، ۱۵۰ kPa و فشار پیمانه‌ای در نقطهٔ A، ۱۲۰ kPa باشد، کدام گزینه درست است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$ ، $g = 10\,N/kg$ و P_0 فشار هوای محیط است.)



۱) $P_0 = 100\,kPa$ ، $h = 10\,m$
۲) $P_0 = 102\,kPa$ ، $h = 10\,m$
۳) $P_0 = 100\,kPa$ ، $h = 12\,m$
۴) $P_0 = 102\,kPa$ ، $h = 12\,m$

پاسخ گزینهٔ ۴ قبل از حل به این نکته توجه کنید که فشار در نقطهٔ B همان فشار مطلق ($P_B = \rho gh_B + P_0$) و فشار پیمانه‌ای در نقطهٔ A فشار ناشی از مایع ($P_A = \rho gh_A$) است.

گام اول: با توجه به شکل روبه‌رو اختلاف ارتفاع دو نقطهٔ A و B (یعنی Δh در شکل (الف)) را حساب می‌کنیم:



(الف)

$$\sin 37^\circ = \frac{\Delta h}{AB} \Rightarrow \Delta h = AB \sin 37^\circ = 10 \times 0/6 \Rightarrow \Delta h = 6\,m$$

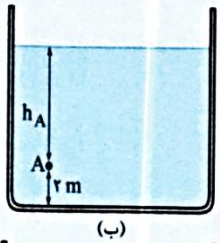
گام دوم: اختلاف فشار دو نقطهٔ A و B را داریم، پس چگالی مایع را می‌توانیم داشته باشیم: (**خواستون باشه!** A پایین‌تره، پس $P_A > P_B$ است.)

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow P_A - P_B = \rho g \Delta h \Rightarrow 72000 = \rho \times 10 \times 6 \Rightarrow \rho = 1200\,kg/m^3$$

گام سوم: با داشتن فشار ناشی از مایع (یا همان فشار پیمانه‌ای) نقطهٔ A به راحتی می‌توانیم عمق نقطهٔ A را به دست بیاوریم:

$$P_{g_A} = \rho gh_A \Rightarrow 120 \times 10^3 = 1200 \times 10 \times h_A \Rightarrow h_A = 10\,m$$

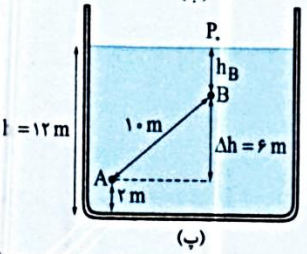
پس با توجه به شکل (ب)، ارتفاع مایع در ظرف هم معلوم شد:



(ب)

$$h = h_A + 2 = 10 + 2 = 12\,m$$

گام چهارم: فشار (همان فشار مطلق) نقطهٔ B را داریم. عمق B (یعنی h_B) هم که به راحتی از شکل روبه‌رو محاسبه می‌شود:



(پ)

$$P_B = P_0 + \rho gh_B \Rightarrow 150 \times 10^3 = P_0 + 1200 \times 10 \times \overbrace{(12 - 6 - 2)}^{h_B}$$

$$\Rightarrow P_0 = 150000 - 48000 = 102000\,Pa = 102\,kPa$$

@Konkur_Konomi

تکالیف جلسه سوم

۲۴- یک میز که ۴ پایه دارد را به ۴ تکه‌ی برابر تقسیم می‌کنیم. اگر بتوانیم هر بخش را روی پایه‌ی خودش بگذاریم. فشار وارد بر زمین ازطرف هر پایه نسبت به قبل چه تغییری می‌کند؟

۱) کم‌تر می‌شود
۲) بیش‌تر می‌شود
۳) تغییری نمی‌کند
۴) باید وزن میز و مساحت کف هر پایه را بدانیم

۲۵- فشار مایعات به کدام عامل بستگی دارد و در کدام جهت وارد می‌شود؟

۱) ارتفاع مایع، در همه‌ی جهت‌ها به طور یکسان
۲) حجم مایع، در همه‌ی جهت‌ها به طور یکسان
۳) حجم مایع، به طرف پایین و کف ظرف
۴) ارتفاع مایع، به طرف پایین و کف ظرف

۲۶- فشار مایعات به کدام عامل بستگی مستقیم ندارد؟

۱) شتاب گرانش
۲) ارتفاع ستون مایع
۳) چگالی مایع
۴) سطح قاعده‌ی ظرف

فیزیک پایه نهم

۲۷- ۴ متر مکعب آب را درون یک ظرف به ابعاد ۲ متر ریخته‌ایم. فشار وارد بر کف ظرف از طرف آب چند پاسکال است؟

۱) ۴۰۰۰۰ ۲) ۱۰۰۰۰ ۳) ۲۰۰۰۰ ۴) ۳۰۰۰۰

۲۸- یک مکعب پر از آب به ابعاد ۲ متر داریم. فشاری که از سوی آب درون این مکعب به زمین وارد می‌شود، چه قدر است؟

۱) ۲ پاسکال ۲) ۲۰ پاسکال ۳) ۲۰۰۰ پاسکال ۴) ۲۰۰۰۰ پاسکال

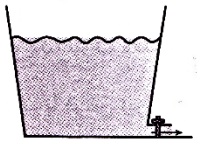
۲۹- مکعبی به ابعاد یک متر را پر از آب کرده‌ایم. مکعب دوم به ابعاد ۴ متر را نیز پر از آب می‌کنیم. فشار در کف مکعب دوم چند برابر مکعب اول است؟

۱) ۴ برابر ۲) ۱۶ برابر ۳) ۶۴ برابر ۴) با هم برابر هستند

۳۰- یک کره‌ی توپر مسی را حرارت می‌دهیم. فرض می‌کنیم که حجم آن ۲ برابر افزایش می‌یابد. در این حالت کدام گزینه درست است؟

۱) جرم آن ۲ برابر کاهش می‌یابد.
۲) چگالی آن افزایش می‌یابد.
۳) چگالی آن کاهش می‌یابد.
۴) جرم آن ۲ برابر افزایش می‌یابد.

۳۱- ظرف مقابل را به کره‌ی ماه می‌ببریم. پس از باز کردن شیر:



۱) آب با شدت کم‌تری بیرون می‌ریزد.
۲) آب بیرون نمی‌ریزد.
۳) آب با شدت بیش‌تری بیرون می‌ریزد.
۴) تغییری رخ نمی‌دهد.

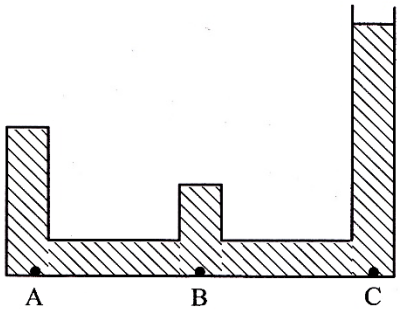
۳۲- استخری پر از آب است. اگر چگالی آب $1000\frac{kg}{m^3}$، طول استخر ۲۰ متر، عرض آن ۱۰ متر و عمق آن ۴ متر باشد، فشار آبی که بر کف استخر وارد می‌شود چقدر است؟

۱) ۴۰۰۰۰Pa ۲) ۲۰۰۰۰Pa ۳) ۱۰۰۰۰۰Pa ۴) ۲۰۰۰۰۰Pa

۳۳- در تست قبل چه نیرویی از طرف آب بر کف استخر وارد می‌شود؟

۱) ۱۶۰۰۰۰۰N ۲) ۳۲۰۰۰۰۰N ۳) ۸۰۰۰۰۰۰N ۴) ۳۲۰۰۰۰۰۰N

۳۴- در ظرفی مانند شکل زیر مایعی با چگالی ρ ریخته شده است. فشار نقطه‌های A، B و C چه رابطه‌ای با هم دارند؟



۱) $P_C > P_A > P_B$
۲) $P_A = P_B < P_C$
۳) $P_A > P_B > P_C$
۴) $P_A = P_B = P_C$

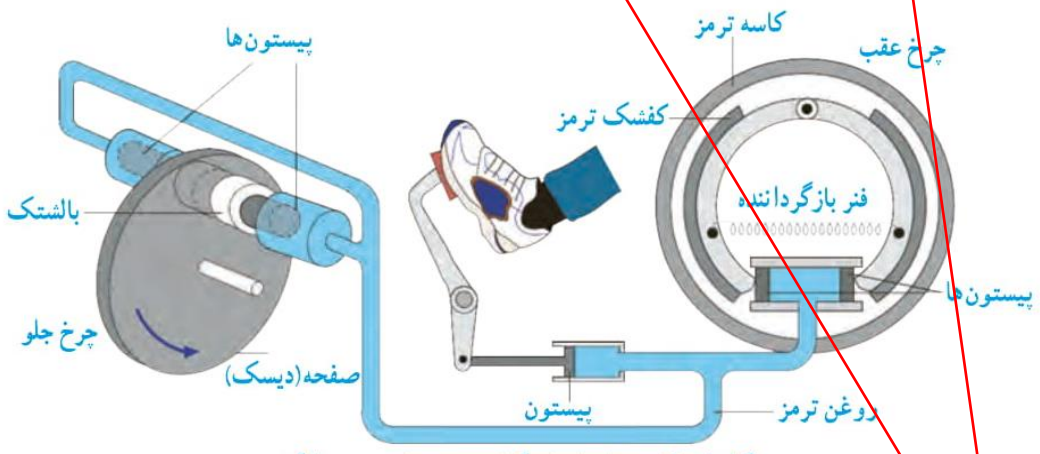
۳۵- فشار وارد بر کف دریا در عمق ۲۰ متری، ۳۰۰kPa است. فشار هوایی که بر سطح آب وارد می‌شود چقدر است؟ چگالی آب دریا را $1000\frac{kg}{m^3}$ در نظر بگیرید.

۱) ۱۰۰۰۰۰Pa ۲) ۳۰۰۰۰۰Pa ۳) ۱۱۰۰۰۰Pa ۴) ۹۰۰۰۰Pa

دبیر: اشرفی

فیزیک پایه نهم

اصل پاسکال: یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها دربارهٔ فشار مایع‌ها این است که اگر بر بخشی از مایع که درون ظرفی محصور است فشار وارد کنیم این فشار، بدون ضعیف شدن به بخش‌های دیگر مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود. این ویژگی مایع‌ها، اصل پاسکال نامیده می‌شود. شکل ۵ اجزای تشکیل دهندهٔ ترمز هیدرولیکی خودرو را نشان می‌دهد که بر مبنای اصل پاسکال کار می‌کند. وقتی راننده پدال ترمز را فشار می‌دهد، این فشار توسط روغن ترمز به پیستون‌ها، کفشک‌ها و بالشتک‌ها منتقل می‌شود. کفشک‌ها به کاسهٔ ترمز عقب و بالشتک‌ها به صفحه‌ای که به چرخ جلو متصل است نیرو وارد کرده و سرانجام سرعت خودرو کاهش می‌یابد.



شکل ۵ــ کاربرد اصل پاسکال در ترمزهای هیدرولیکی

۷- اصل پاسکال چیست؟

۸- یکی از کاربردهای اصل پاسکال استفاده از آن در ..... است.

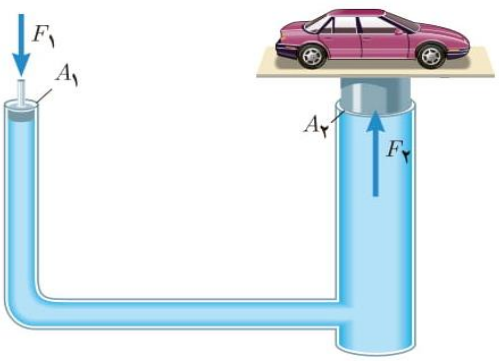
۹- ساز و کار ترمز اتومبیل را شرح دهید.

دبیر: اشرفی

فکر کنید

شکل۶ طرحی ساده از یک بالابر هیدرولیکی را نشان می‌دهد که معمولاً در تعمیرگاه‌های خودرو از آن استفاده می‌کنند. این بالابرها براساس اصل پاسکال کار می‌کنند و رابطهٔ زیر در محل پیستون‌های آن برقرار است :

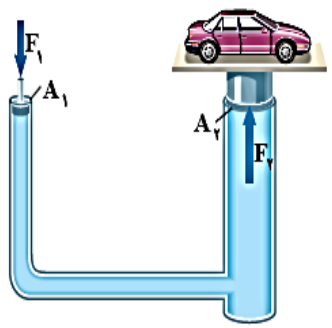
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$



شکل ۶ــ طرح ساده شده‌ای از یک بالابر هیدرولیکی

شکل ۶ طرحی ساده از یک بالابر هیدرولیکی را نشان می‌دهد که معمولاً در تعمیرگاه‌های خودرو از آن استفاده می‌کنند. این بالابرها براساس اصل پاسکال کار می‌کنند و رابطهٔ زیر در محل پیستون‌های آن برقرار است:

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



شکل ۶ - طرح ساده شده‌ای از یک بالابر هیدرولیکی

بر اساس اصل پاسکال، اعمال فشار به نقطه‌ای از مایع محصور در محفظهٔ بسته بدون ضعیف شدن به سایر نقاط محفظه منتقل می‌شود. پس اگر نیروی F1 به پیستون ۱ وارد شود، فشاری برابر p ایجاد می‌شود.

$$p = \frac{F_1}{A_1}$$

این فشار به پیستون ۲ منتقل می‌شود، پس در پیستون ۲ رابطهٔ فشار و نیرو به صورت زیر است.

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

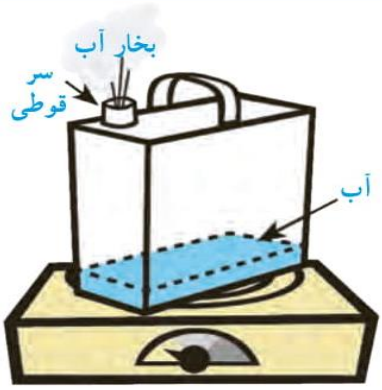
چون سطح مقطع پیستون ۲ از پیستون ۱ بیشتر است، بنابراین نیروی F۲ قوی‌تر از نیروی F1 است و می‌تواند خودرو را جابجا کند.

فیزیک پایه نهم

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 تجربهٔ 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 :

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

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

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

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

۵ــ چند دقیقه صبر کنید تا قوطی خنک شود. مشاهدهٔ خود را بیان کنید. توضیح دهید که آیا نتیجهٔ آزمایش با پیش‌بینی شما سازگار است.

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

۴- پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد. استدلال خود را برای این پیش‌بینی بیان کنید.

هنگامی که قوطی بر روی شعله قرار داده می‌شود، آب درون آن شروع به جوشیدن می‌کند و هوای درون آن توسط فشار بخار آب به سمت خارج ظرف حرکت می‌کند. بنابراین هوای درون قوطی با بخار جایگزین می‌شود. و در نتیجه درون قوطی پر از بخار آب است. هنگامی که در قوطی را می‌بندیم، پس از سرد شدن قوطی، بخار سرد می‌شود و دوباره تبدیل به قطره‌های آب می‌شود.

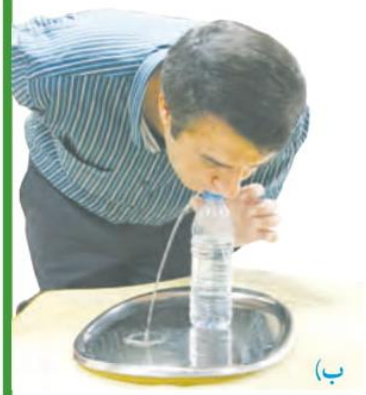
۵- چند دقیقه صبر کنید تا قوطی خنک شود. نتیجهٔ مشاهدهٔ خود را توضیح دهید. آیا نتیجهٔ آزمایش با پیش‌بینی شما سازگار بود؟ و در نتیجه یک محیط خلا درون آن ایجاد می‌شود و فشار درون قوطی بسیار کاهش می‌یابد. این اختلاف فشار درون بطری و خارج بطری باعث می‌شود که دیواره‌های قوطی به سمت داخل فشرده شوند و قوطی مچاله شود.

دبیر: اشرفی

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) دهانهٔ 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.

الف)



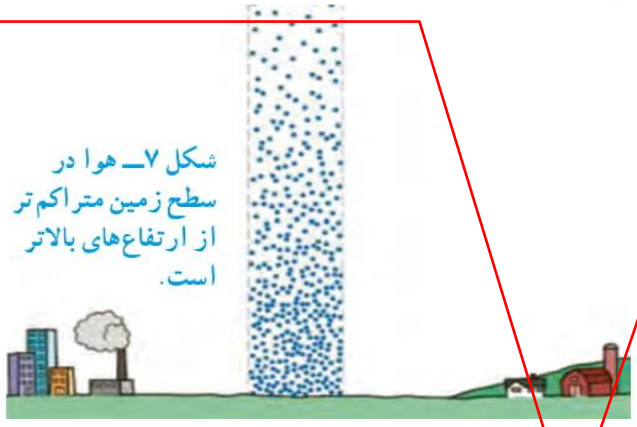
ب)

یک نی را داخل یک بطری محتوی آب قرار دهید. درحالی که نی درون بطری قرار دارد دهانهٔ بطری را با لب‌های خود به طور کامل بگیرید و درون بطری بدمید. آنچه را مشاهده می‌کنید، با توجه به آثار فشار هوا و همچنین اصل پاسکال توضیح دهید.

طبق اصل پاسکال، فشاری که در اثر دمیدن هوا به داخل بطری ایجاد می‌شود به همهٔ نقاط داخل ظرف منتقل می‌شود. بنابراین فشار در سر داخلی نی (سری از نی که داخل آب قرار دارد) از فشار سر خارجی نی بیشتر می‌شود و به دلیل اختلاف فشار، آب از نی به بیرون جریان پیدا می‌کند.

فیزیک پایه نهم

اطراف کرهٔ 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.



شکل ۷ــ هوا در سطح زمین متراکم‌تر از ارتفاع‌های بالاتر است.

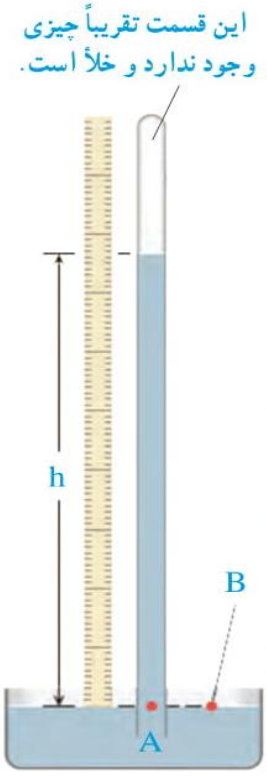
۱۰- فشار هوا با ارتفاع از سطخ زمین نسبت ..... دارد. (مستقیم-عکس)

۱۱- فشار هوا در مناطق کوهستانی و ساحلی را با یکدیگر مقایسه نمایید.

۱۲- یکی از کاربردی ترین فواید فشار هوا چیست؟

دبیر: اشرفی

آیا می‌دانید



با استفاده از این واقعیت که فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع یکسان است، می‌توان فشارسنج ساده‌ای ساخت که برای اندازه‌گیری فشار هوا به‌کار رود. شکل روبه‌رو یک فشارسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد. یک لولهٔ 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 دهانهٔ 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 نقطهٔ A برابر فشار هوا در نقطهٔ B شود. ارتفاع ستون جیوه (h) معیاری از فشار هوا در محل آزمایش است. این ارتفاع در سطح دریا حدود ۷۶ سانتی‌متر است.

توریچلی (۱۶۴۷ـ۱۶۰۸ 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.)

فیزیک پایه نهم

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 :

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

۲ــ 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.

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

۴ــ آزمایش را به کمک درپوش دوسوراخه انجام دهید و سعی کنید آنچه را که اتفاق می‌افتد توضیح دهید.

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

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

برای وارد شدن آب به داخل بطری شیشه‌ای باید هوای داخل آن خارج گردد و آب داخل بطری جایگزین گردد. در حالتی که از درپوش تک سوراخه استفاده می‌شود، هوا راهی برای خروج از دهانهٔ بطری را ندارد و فقط می‌تواند به سختی از سوراخ قیف خارج شود. بنابراین آب به سختی وارد بطری می‌شود.

۳- اگر به جای درپوش تک سوراخه، از درپوش دوسوراخه استفاده کنیم (شکل ب)، پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد. در حالتی که از درپوش دو سوراخه استفاده می‌شود، هوا به راحتی می‌تواند از سوراخ دوم خارج شود و آب جایگزین آن شود.

۴- آزمایش را به کمک درپوش دوسوراخه انجام دهید و سعی کنید آنچه را که اتفاق می‌افتد توضیح دهید. فشار هوای موجود در بطری در حالت اول مانع از ورود آب به داخل بطری می‌شود. در حالت دوم با خروج هوا از داخل بطری، فشار داخل آن کاهش می‌یابد و آب وارد بطری می‌شود.

دبیر: اشرفی

فیزیک پایه نهم

فکر کنید

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

الف) سر و ته کردن

ب) کج کردن

پ) فشردن

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.

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

فشار بیرون بطری‌ها برابر فشار اتمسفر (فشار هوا) است. برای خالی کردن بطری باید فشار ایجاد شده در سر بطری‌ها از فشار بیرون (فشار اتمسفر) بیشتر شود. در حالتی که سوراخ ریزی در ته بطری ایجاد می‌شود، بیشترین اختلاف فشار به وجود می‌آید و بطری سریع‌تر خالی می‌شود.

الف) در این حالت، تنها فشار ناشی از ارتفاع آب در داخل بطری باید به فشار هوای بیرون بطری غلبه کند تا آب تخلیه شود. فشار ارتفاع آب نسبت به فشار هوا خیلی کمتر است و خالی کردن بطری به این روش سخت است.

ب) در این حالت، مجموع فشار هوا و فشار ناشی از ارتفاع آب در داخل بطری باید به فشار هوای بیرون بطری غلبه کند تا آب تخلیه شود. چون بطری کج است ارتفاع آب کمتر نسبت به حالت سرو ته کمتر است و فشار ناشی از آن کم است.

پ) در این حالت، مجموع فشار ناشی از فشردن بطری و فشار ناشی از ارتفاع آب در داخل بطری باید به فشار هوای بیرون بطری غلبه کند تا آب تخلیه شود. چون فشار هوا در برابر این فشارها زیاد است، بنابراین تخلیه آب به راحتی صورت نمی‌گیرد.

سوراخ ریز) در این حالت، مجموع فشار هوا و فشار ناشی از ارتفاع آب در داخل بطری باید به فشار هوای بیرون بطری غلبه کند تا آب تخلیه شود. پس اختلاف فشار در این وضعیت همان فشار ناشی از ارتفاع آب است.

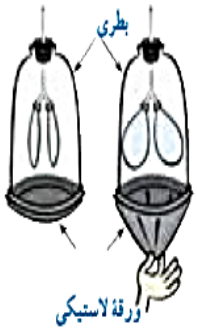
دبیر: اشرفی

فیزیک پایه نهم

فعالیت

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

در علوم سال هفتم با نحوهٔ کار شش‌ها آشنا شدید. همانطور که دیدید آنها شبیه بادکنک، داخل حفرهٔ سینهٔ 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.



در پایین قفسهٔ سینه، پرده دیافراگم قرار دارد که با تغییر شکل خود باعث دم و بازدم می‌شود. ورود هوا از محیط بیرون به درون شش‌ها را دم و خروج آن از شش‌ها را بازدم گویند. در حالت عادی پرده دیافراگم گنبدی است که تحدب آن به طرف شش‌ها می‌باشد. در مدل بادکنک پایینی در نقش دیافراگم، یعنی ماهیچه اصلی تنفس است. آن را به سمت پایین بکشید؛ آنگونه که انگار عمل دم را انجام می‌دهید. این کار سبب کاهش فشار هوا در بطری می‌شود. هوا از خارج به سرعت وارد شده و باعث انبساط دو بادکنک می‌شود (درست مانند ریه‌های واقعی در قفسه سینه شما)

دبیر: اشرفی

فیزیک پایه نهم

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 هوابندی شده را با یک واشر 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!

دبیر: اشرفی

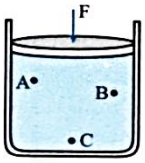
فیزیک پایه نهم

بخش ۳: اصل پاسکال در مایع ساکن

اصل پاسکال (یکسانی تغییر فشار در مایع)

درس ۶

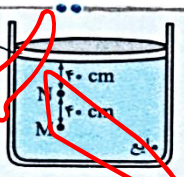
اصل پاسکال را در علوم نهم خوانده‌اید. این اصل که برای مایع‌های ساکن درست است می‌گوید اگر فشار در یک نقطه از مایع ساکن تغییر کرده باشد، مطمئن باشید که در تمام نقاط آن مایع هم، فشار به همان اندازه تغییر کرده است.



به بیانی دیگر تغییرات فشار در همهٔ نقاط یک مایع ساکن یکسان است؛ مثلاً در شکل روبه‌رو اگر نیروی F را افزایش دهیم، فشار در تمام نقاط مایع یکسان تغییر می‌کند:

$$\Delta P_A = \Delta P_B = \Delta P_C$$

تست در شکل روبه‌رو، چگالی مایع $1/5\ g/cm^3$ و پیستون بدون اصطکاک و قطر آن $1\ m$ است. اگر بر روی پیستون، وزنه‌ای به جرم $6\ kg$ قرار دهیم، فشار در نقطه‌های M و N به ترتیب چند پاسکال تغییر می‌کند؟ $(\pi = 3, g = 10\ N/kg)$



۱) ۸۰، ۸۰
۲) ۸۶، ۹۲
۳) ۲۰، ۲۰
۴) ۲۶، ۳۲

پاسخ **گزینهٔ ۱** همین اول کار معلوم است که ۲ و ۴ نادرست‌اند، چون طبق اصل پاسکال تغییرات فشار در نقاط M و N یکسان است. تغییر فشار در تمام نقاط مایع برابر فشاری است که وزنه در سطح زیرین پیستون ایجاد می‌کند:

$$\Delta P = \frac{F_\perp}{A} = \frac{mg}{\pi r^2} = \frac{6\times 10}{3\times(0/5)^2} = 80\ Pa$$

نیروی ناشی از فشار مایع

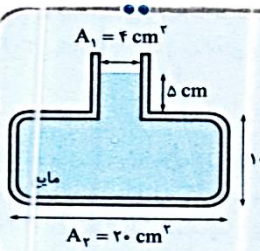
گفتیم: ۱ مایع به هر سطحی که با آن تماس داشته باشد (با فرمول $F = PA$) به طور عمود نیرو وارد می‌کند.

۲ در یک نقطه از مایع می‌توانیم فشار حاصل از مایع یا فشار پیمانه‌ای را (با فرمول $P_{مایع} = \rho gh$) محاسبه کنیم.

در خیلی جاها این دو فرمول با هم مسئله‌ساز می‌شوند! و ما باید آن‌ها را با هم به کار ببریم:

$$F_{مایع} = P_{مایع} A \xrightarrow{P_{مایع}=\rho gh} \boxed{F_{مایع} = \rho ghA}$$

تست در شکل روبه‌رو، چگالی مایع $0/8\ g/cm^3$ است. نیروی ناشی از فشار مایع وارد بر کف ظرف، چند نیوتون است؟ $(g = 10\ N/kg)$



۱) ۱/۷۶
۲) ۲/۴۰
۳) ۰/۸۰
۴) ۰/۴۸

پاسخ **گزینهٔ ۲** خیلی ساده فشار مایع در کف ظرف را در مساحت کف ظرف ضرب می‌کنیم:

$$F_{مایع} = P_{مایع} A = \rho ghA = (0/8\times 10^3)\times 10\times(15\times 10^{-2})\times(20\times 10^{-4}) = 2/4\ N$$

مقایسهٔ وزن مایع و وزن ستون مایع

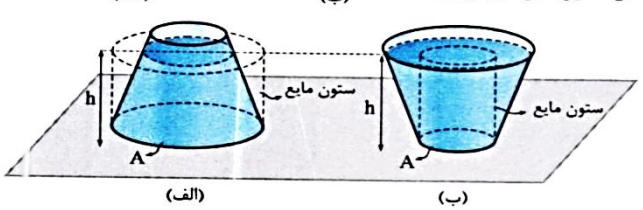
در شکل‌های مقابل وزن مایع درون ظرف بیشتر است یا نیرویی که مایع به کف ظرفش وارد می‌کند؟ این‌جاست که مفهومی به نام ستون مایع خودنمایی می‌کند.

گفتیم نیرویی که مایعی به چگالی ρ به کف ظرفی به مساحت A وارد می‌کند، از فرمول $F = \rho ghA$ به دست می‌آید. در این رابطه hA حجم یک ستون فرضی است. ستونی که ما به آن ستون مایع می‌گوییم.

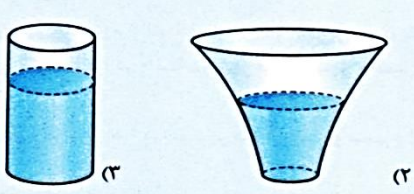
حالا ببینید نقش این ستون فرضی در نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می‌کند، چیست:

$$\text{وزن ستون مایع} = m_{ستون} g = \rho_{مایع} V_{ستون} g = \rho gV_{ستون} = F$$

پس **نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می‌کند، برابر وزن ستون مایع است.** در شکل‌های روبه‌رو چندتا ستون مایع را نشان داده‌ایم. همان‌طور که می‌بینید ستون مایع حجمی به مساحت قاعدهٔ کف ظرف و ارتفاع مایع است.



تست در هر یک از ظرف‌های زیر، $1\ kg$ آب ریخته‌ایم. در کدام ظرف نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند، کم‌تر است؟

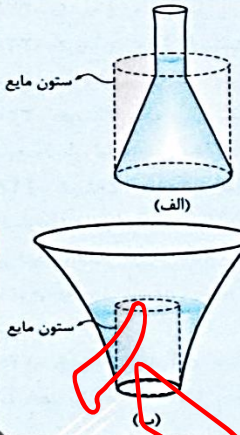


۱)
۲)
۳)
۴) در هر سه یکسان است.

@Kotob_Konkor

دبیر: اشرفی

مصادره شده



پاسخ گزینهٔ ۲ **گام اول:** در ۱ حجم ستون مایع از حجم مایع بیشتر است (شکل (الف))؛ بنابراین در این حالت وزن ستون مایع (F) از وزن خود مایع (W) بیشتر است:

$$F_1 > W_1$$

در ۲ حجم ستون مایع از حجم مایع کم‌تر است (شکل (ب))، پس در این‌جا وزن ستون مایع از وزن مایع کم‌تر است:

$$F_2 < W_2$$

در ۳ هم که واضح است حجم ستون مایع و حجم مایع برابر است و داریم:

$$F_3 = W_3$$

گام دوم: در صورت سؤال گفته شده در هر سه ظرف به یک مقدار آب ریخته‌ایم، پس وزن مایع در هر سه برابر است:

$$W_1 = W_2 = W_3 \xrightarrow{F_1>W_1\ ,\ F_2<W_2\ ,\ F_3=W_3} F_1 > F_3 > F_2$$

پس در شکل ۲ آب نیروی کم‌تری به کف ظرف وارد می‌کند.

ارتفاع ستون جیوه، شاخصی برای اندازه‌گیری فشار

تا الان با یکاهایی مانند پاسکال، اتمسفر و بار برای اندازه‌گیری فشار آشنا شدید:

تبدیل دقیق: $1\,atm = 1/013 \times 10^5\ Pa = 1/013\ bar$

تبدیل تقریبی: $1\,atm = 10^5\ Pa = 1\ bar$

جالب است بدانید که ارتفاع ستون جیوه هم شاخصی برای اندازه‌گیری فشار است. مثلاً فشاری که ستون جیوه به ارتفاع ۱ cm ایجاد می‌کند، برابر یک سانتی‌متر جیوه (۱ cmHg) است و فشاری که ستون جیوه به ارتفاع h سانتی‌متر ایجاد می‌کند برابر h سانتی‌متر جیوه است؛ پس: $h\ cmHg =$ فشار برحسب سانتی‌متر جیوه (P_{cmHg})

پرسش وقتی می‌گوییم فشار هوا ۷۶ cmHg است، یعنی چی؟

پاسخ یعنی فشار هوای محیط برابر فشاری است که ستون جیوه به ارتفاع ۷۶ cm ایجاد می‌کند.

تبدیل یکای سانتی‌متر جیوه به پاسکال: حالا سؤال این است که ۱ cmHg معادل چند پاسکال است؟ کافی است چگالی جیوه را بدانیم تا این تبدیل واحد ساده را انجام دهیم:

$$P_{(Pa)} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} = \rho_{جیوه} g (h_{جیوه} \times 10^{-2}) \xrightarrow{g=10\,N/kg} P_{(Pa)} = \frac{\rho_{جیوه}}{10} \times h_{جیوه} \xrightarrow{P_{cmHg}=h\ cmHg} \boxed{P_{(Pa)} = \frac{\rho_{جیوه}}{10} \times P_{(cmHg)}}$$

(چگالی جیوه برحسب kg/m^3؛ ارتفاع ستون جیوه برحسب m؛ ارتفاع ستون جیوه برحسب cm؛ ارتفاع ستون جیوه برحسب cm)

در بیشتر مسئله‌ها چگالی جیوه رو ۱۳۶۰۰ kg/m^3 یا ۱۳/۶ g/cm^3 می‌دن. پس کافیه فشار برحسب سانتی‌متر جیوه $(P_{(cmHg)})$ رو در ۱۳۶۰ ضرب کنیم تا به پاسکال تبدیل بشه.

تست فشار هوای محیط ۷۵ cmHg است. این فشار معادل چند بار است؟ $(\rho_{جیوه} = 13/6\ g/cm^3)$

۱) ۹/۲ ۲) ۰/۹۲ ۳) ۱۰/۲ ۴) ۱/۰۲

پاسخ گزینهٔ ۴ اول ۷۵ cmHg را به پاسکال تبدیل می‌کنیم:

$$P_{(Pa)} = \frac{\rho_{جیوه}}{10} \times P_{(cmHg)} = \frac{13600}{10} \times 75 = 102000\ Pa$$

می‌دانیم که هر بار معادل 10^5 Pa است، پس داریم:

$$P_{(bar)} = \frac{P_{(Pa)}}{10^5} = \frac{102000}{10^5} = 1/02\ bar$$

میلی‌متر جیوه یا تور (torr): میلی‌متر جیوه هم یکای دیگری برای فشار است که فلسفهٔ پیدایش آن مثل سانتی‌متر جیوه است. از اسمش پیداست که هر میلی‌متر جیوه معادل ۰/۱ cmHg است. به افتخار توریچلی، به میلی‌متر جیوه، تور (torr) هم می‌گوییم: $1\ torr = 1\ mmHg = 0/1\ cmHg$

چندنکته ۱ اگر چگالی جیوه را برابر ۱۳۶۰۰ kg/m^3 بدهند، برای تبدیل فشار برحسب میلی‌متر جیوه به پاسکال کافی است آن را در عدد ۱۳۶ ضرب کنید.

۲ اگر بخواهیم فشار ستون یک مایع با چگالی ρ_x و ارتفاع h_x را برحسب سانتی‌متر جیوه بدانیم، کافی است ρgh این مایع را مساوی ρgh جیوه بگذاریم:

$$\rho_x g h_x = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = \frac{\rho_x h_x}{\rho_{Hg}} \xrightarrow{\text{اگر } h_x \text{ برحسب cm باشد}} \boxed{P_{(cmHg)} = \frac{\rho_x h_x}{\rho_{Hg}}}$$

تست عمق یک دریاچهٔ آرام و ساکن ۲۷/۲ m است. فشار پیمانه‌ای آب در کف دریاچه چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(\rho_{جیوه} = 13/6\ g/cm^3$، $\rho_{آب} = 1\ g/cm^3$ و $g = 10\ N/kg)$

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

پاسخ گزینهٔ ۲ **روش اول:** فشار پیمانه‌ای مایع همان اختلاف فشار مطلق و فشار هوا است که در مایع برابر ρgh مایع است: $P_{پیمانه‌ای} = \rho_{آب} g h_{آب}$

چون فشار را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌خواهیم ρgh آب را برابر با ρgh جیوه قرار می‌دهیم و h جیوه را حساب می‌کنیم: (دقت کنید که ارتفاع آب برحسب سانتی‌متر باشد.)

$$\rho_{آب} g h_{آب} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} \Rightarrow h_{جیوه} = \frac{\rho_{آب} h_{آب}}{\rho_{جیوه}} = \frac{1 \times 27/2 \times 10^2}{13/6} = 200\ cm \Rightarrow P_{cmHg} = 200\ cmHg$$

روش دوم: می‌توانیم از همان روشی که برای تبدیل سانتی‌متر جیوه به پاسکال گفتیم، استفاده کنیم یعنی فشار آب را برحسب پاسکال حساب کنیم و حاصل را بر ۱۳۶۰ تقسیم کنیم:

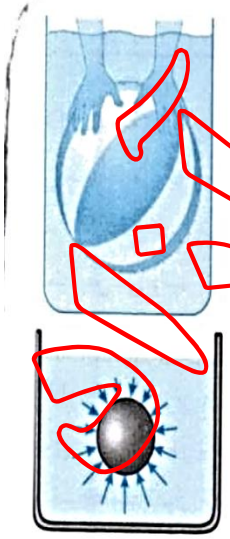
$$P_{cmHg} = \frac{\rho_{آب} g h_{آب}}{1360} = \frac{1000 \times 10 \times 27/2}{1360} = 200\ cmHg$$

نمونه رایگان

بخش ۵: نیروی شناوری و اصل برنولی

نیروی شناوری

درس ۸



حتماً شما هم حداقل یک بار در زندگی‌تان سعی کرده‌اید که توپ پربادی را به داخل آب فرو کنید و نیروی نسبتاً زیادی را که آب رو به بالا به توپ وارد می‌کند، احساس کرده‌اید. این نیرو همان نیرویی است که باعث شناورماندن کشتی‌های غول‌پیکر فولادی بر روی آب می‌شود. اسم این نیرو، **نیروی شناوری** است و آن را با F_b [1] نشان می‌دهیم.

در بحث فشار در شاره گفتیم که:

۱) شاره (مایع یا گاز) به سطح جسمی که در داخل آن است، به طور عمود نیرو وارد می‌کند.

۲) هر چه سطح جسم در نقاط عمیق‌تر شاره باشد، نیروی وارد بر این سطح بزرگ‌تر است. (در شکل مقابل بردارهای نیروی وارد بر یک جسم کروی را در داخل شاره نشان داده‌ایم.)

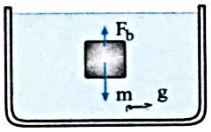
همین‌طور که در شکل می‌بینید، نیروهایی که به سطح پایینی جسم وارد می‌شوند، بزرگ‌تر و بالاسو هستند. این موضوع باعث می‌شود نیروی خالصی که شاره به جسم درون آن وارد می‌کند، همواره **بالاسو** باشد. این نیروی خالص بالاسو، همان نیروی شناوری است.

شناور، غوطه‌ور یا ته‌نشین (مقایسهٔ چگالی شاره و جسم)

اگر همه یا بخشی از یک جسم درون شاره‌ای باشد، به آن حداقل دو نیرو وارد می‌شود. یکی نیروی وزن جسم (mg) به طرف پایین و دیگری نیروی شناوری (F_b) به طرف بالا (فرض می‌کنیم نیروی دیگری به جسم وارد نمی‌شود). تقابل این دو نیرو وضعیت حرکت جسم را مشخص می‌کند. اگر در ابتدای ماجرا جسم را به طور کامل درون شاره قرار داده و سپس رها کنیم:

حالت اول: فرورفتن (ته‌نشین‌شدن)

اگر نیروی وزن جسم از نیروی شناوری بیشتر باشد، جسم به طرف پایین حرکت می‌کند تا در نهایت ته‌نشین شود.

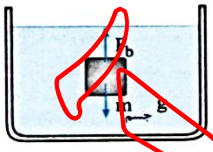


جسم به سمت پایین می‌رود و ته‌نشین می‌شود: $F_b < m_{جسم}g \Leftrightarrow$

شرط ته‌نشین‌شدن جسم در شاره این است که چگالی متوسط جسم از چگالی شاره بیشتر باشد: $\rho_{جسم} > \rho_{شاره}$

حالت دوم: غوطه‌ور (معلق‌شدن)

اگر نیروی وزن جسم با نیروی شناوری برابر باشد، جسم درون شاره معلق باقی می‌ماند. در این شرایط اصطلاحاً می‌گوییم جسم درون مایع غوطه‌ور است.



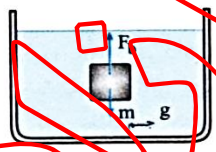
$F_b = m_{جسم}g \Rightarrow$ جسم درون مایع غوطه‌ور است.

می‌توان ثابت کرد شرط غوطه‌وری جسم در شاره این است که چگالی متوسط جسم و شاره برابر باشد. یعنی:

$\rho_{جسم} = \rho_{شاره}$

حالت سوم: بالارفتن

اگر نیروی وزن جسم از نیروی شناوری کم‌تر باشد، جسم به طرف بالا حرکت می‌کند.



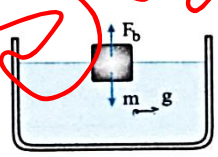
جسم به طرف بالا حرکت می‌کند. $F_b > m_{جسم}g \Leftrightarrow$

حتماً خودتان هم این حدس را زده‌اید. در این حالت، چگالی متوسط جسم از چگالی شاره کم‌تر است. یعنی: $\rho_{جسم} < \rho_{شاره}$

خواستون باشه! جسم تا جایی بالا می‌رود که بخشی از جسم از مایع بیرون بزند و حالت چهارم شکل بگیرد:

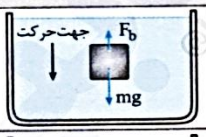
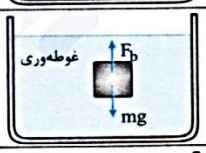
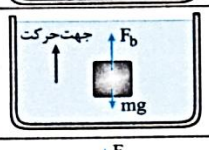
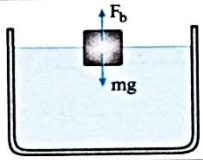
حالت چهارم: شناوری

همان‌طور که در حالت سوم دیدید، اگر چگالی متوسط جسم از چگالی شاره کم‌تر باشد ($\rho_{شاره} > \rho_{جسم}$)، در نهایت جسم به سطح آزاد شاره می‌رسد و وقتی بخش معینی از آن از شاره خارج شود، به تعادل می‌رسد. در این حالت می‌گوییم جسم روی شاره شناور است. در این حالت چون جسم در تعادل است، نیروهای وارد بر آن باید متوازن باشند، پس در حالت شناوری:



$F_b = m_{جسم}g \Rightarrow$ جسم در سطح مایع شناور است.

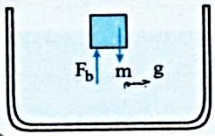
جمع‌بندی آن‌چه در این درس‌نامه گفتیم را در جدول زیر خلاصه کردیم تا شما راحت‌تر مرور کنید:

حالت	مقایسهٔ نیروی شناوری (F_b) و نیروی وزن جسم (mg)	شکل	مقایسهٔ چگالی جسم (ρ) و چگالی شاره ($\rho_.$)	وضعیت جسم
اول (ته‌نشینی)	$mg > F_b$		$\rho > \rho_.$	جسم در شاره به سمت پایین حرکت می‌کند تا ته‌نشین شود.
دوم (غوطه‌وری)	$mg = F_b$		$\rho = \rho_.$	جسم درون شاره غوطه‌ور می‌ماند.
سوم (بالارفتن)	$mg < F_b$		$\rho < \rho_.$	جسم به طرف بالا حرکت می‌کند تا بر سطح مایع شناور شود.
چهارم (شناوری)	$mg = F_b$		$\rho < \rho_.$	جسم در سطح مایع شناور است.

تست قطعهٔ چوبی به جرم ۴ kg روی سطح آب شناور و ساکن است. نیروی شناوری وارد بر چوب چند نیوتون است؟ $(g = 10\ N/kg)$

۱) صفر ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

پاسخ گزینهٔ ۳ وقتی می‌گوییم جسمی روی مایعی شناور است، یعنی بخشی از آن داخل مایع و بقیهٔ آن خارج مایع قرار گرفته است. با این توضیح به حل سؤال می‌پردازیم.



دو نیرو در راستای قائم به قطعه چوب وارد می‌شوند: یکی نیروی رو به پایین وزن و دیگری نیروی رو به بالای شناوری و چون چوب ساکن است، برایند نیروهای وارد بر آن صفر است؛ به این معنی که نیروهای وارد بر چوب (F_b و W) هم‌اندازه و قرینه‌اند.

$F_b = m_{جسم}g \Rightarrow F_b = 4 \times 10 = 40\ N$

جزوه آزاد

به خود آ تا که دریابی خدا در خویشتن پیداست...