

۵-۱۰- محاسبه فشار در مایع‌ها با در نظر گرفتن فشار هوا

راهنمای تدریس: این بخش شامل دو قسمت است که باید به ترتیبی که در کتاب آمده است، تدریس شود.

قسمت اول: محاسبه‌ی فشار در مایع‌ها در حضور یک نیروی خارجی اضافی: مطابق روشی که در کتاب شرح داده شده است رابطه‌ی

$$P = \rho gh + \frac{F}{A}$$

را به دست آورید. نکته قابل توجه در این رابطه آن است که با اعمال نیروی خارجی اضافی F بر سطح مایع، فشار در هر نقطه‌ی دلخواه مایع به اندازه‌ی $\frac{F}{A}$ افزایش می‌یابد. این موضوع بیانی از اصل پاسکال است که کاربردهای فراوانی در زندگی و صنعت دارد.

توجه کنید که به ازای هر ۱۰-۱۱ سانتی‌متر عمق، از فشار هوا کم می‌شود. در نتیجه، فشار هوا در تهران ۱۲۰ سانتی‌متر عمق از فشار هوا در سطح آزاد دریا کمتر است. حتی $120 - 10 = 110$ سانتی‌متر است.

$110 \times 10^{-2} \times 101325 = 111457.5$ پاسکال فشار هوا در تهران

فعالیت ۵-۲۲
آیا آزمایش (۲۲) را می‌توان با آب انجام داد و فشار هوا را تعیین کرد؟

۲۲-۱- اید محاسبه فشار در مایع‌ها با در نظر گرفتن فشار هوا در بخش (۲۲) فشار ناشی از مایع را در عمق h محاسبه کنید. در این بخش فشار مایع را هنگامی که یک نیروی خارجی اضافی، مثلاً نیروی ناشی از فشار هوا، بر سطح مایع وارد می‌شود محاسبه می‌کنیم. برای این کار بستونی را مطابق شکل (۲۲-۱) بر روی مایع قرار می‌دهیم. فرض کنیم نیروی F به بستون وارد می‌شود.

در این حالت، نیروی وارد بر سطح مایع در این عمق برابر است با وزن مایع در بالای این سطح (ρghA) به علاوه نیروی F . در نتیجه، فشار در این عمق برابر است با:

شکل ۲۲-۱

$$P = \frac{\rho ghA + F}{A}$$

$$P = \rho gh + \frac{F}{A} \quad (22-1)$$

چنین، با اعمال نیروی F فشار در تمام نقاط مایع به اندازه‌ی $\frac{F}{A}$ افزایش می‌یابد.

مثال ۵-۴
فرض کنید که در مثال (۲۲-۱) یک بستون با جرم M و سطح A بر روی آب قرار دهیم و یک وزنه W کلوگرم بر روی آن بگذاریم. فشار ناشی از وزنه و وزن مایع

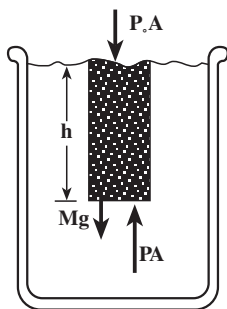
۱۳۳

قسمت دوم: محاسبه‌ی فشار در مایع‌ها با در نظر گرفتن فشار هوا: در این قسمت هم می‌توانید مطابق روند کتاب درسی رابطه‌ی $P = P_0 + \rho gh$ را بیان کنید و یا با توجه به شکل ۲۸-۵ رابطه را به دست آورید. در این شکل ستونی از مایع به ارتفاع h ، سطح مقطع A و وزن Mg در تعادل ایستا نشان داده شده است. P_0 فشار هوا و P فشار کل در عمق h است، چون ستون مایع در حال تعادل است داریم:

$$PA - P_0A - Mg = 0 \Rightarrow PA = P_0A + Mg$$

$$P = P_0 + \frac{\rho Ahg}{A} = P_0 + \rho gh$$

این فشار، فشار کل یا فشار مطلق در عمق h از سطح یک مایع است. در این‌جا نیز فشار تمام نقطه‌های مایع به اندازه‌ی فشار هوا افزایش یافته است. این نتیجه نیز نمونه‌ای از اصل پاسکال است.



شکل ۲۸-۵

در ته ظرف چه فشار است؟ فرض کنید که سطح مقطع بستون $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ است.
 حل: با استفاده از رابطه (۳-۲۱) داریم:

$$F = \rho g h + \frac{F_0}{A}$$

$$= 1000 \times 9.8 \times 0.04 + \frac{200 \times 9.8}{2 \times 10^{-4}} = 9950 + 980000 = 999950 \text{ Pa}$$

مشاهده می‌شود که در این مثال عمده فشار از وزن 200 kg می‌گردد حاصل شده است.

اگر در شکل (۳-۲۱) در بالای مایع هوا وجود داشته باشد، به سطح آزاد مایع نیرو وارد می‌کند و در نتیجه فشار حاصل از آن، که همان فشار هوای است، را نیز باید در رابطه (۳-۲۱) منظور کنیم. بنابراین، با استفاده از رابطه (۳-۲۱) داریم:

$$P = P_0 + \rho g h$$

این فشار، فشار کل و یا فشار مطلق در عمق h از سطح مایع نامیده می‌شود. از این به بعد هر جا که در مورد فشار مایع با گاز صحبت می‌شود، منظور فشار کل است.

تمرین ۳-۵
 الف - فشار ناشی از آب در عمق 9 m مری یک استخر چه قدر است؟
 ب - فشار کل در این عمق چه قدر است؟

مثال ۳-۵
 همان‌طور که در شکل (۳-۲۲) نشان داده شده است، طرف‌های مختلف یک بگ در مقابل شش‌ها، در این ظرف مایع می‌روزم. سطح آزاد مایع در تمام طرف‌ها در یک مکان است.



شکل ۳-۲۲

تمرین ۵ - ۱

(الف)

$$P = \rho g h = (1000 \text{ kg/m}^3) \times (9.8 \text{ N/kg}) \times (4 \text{ m})$$

$$= 39200 \text{ Pa}$$

(ب)

$$P_{\text{کل}} = P_0 + \rho g h = 10^5 + 39200 = 1.392 \times 10^5 \text{ Pa}$$

تمرین پیشنهادی

از فشارسنج می‌توان به‌عنوان ارتفاع سنج استفاده کرد. فرض کنید در بالای تپه‌ای فشارسنجی که همراه دارید کاهش 1 mm-Hg را نشان می‌دهد. ارتفاع تپه از سطح دریا چه قدر است؟
پاسخ: 18 m

پرسش پیشنهادی

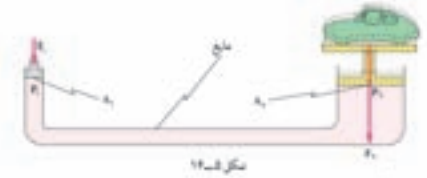
عمق زیردریایی‌ها را چگونه تعیین می‌کنند؟
پاسخ: زیردریایی‌ها مجهز به فشارسنج‌هایی هستند که فشار آب بیرون زیردریایی و فشار کل را اندازه می‌گیرند. با داشتن فشار کل، می‌توان عمق محل زیردریایی را تعیین کرد.

ارتفاع قرار می‌گیرد. با توجه به رابطه اشکال ۱۳-۵ علت این امر را توضیح دهید.
 حل: اگر سطح آزاد مایع در این طرفها در یک ارتفاع نباشند، بر طبق رابطه
 اشکال ۱۳-۵ باید فشار مایع در نقاط A، B، C و D متفاوت باشد و این امر باعث می‌شود که
 مایع جریان یابد. چون این امر اتفاق نمی‌افتد باید سطح‌های آزاد هر ارتفاع باشد.

ملاحظه می‌شود که در رابطه اشکال ۱۳-۵ فشار مایع در تمام نقاط به اندازه $\frac{F}{A}$ افزایش یافته است.
 به همین ترتیب در رابطه اشکال ۱۳-۵ فشار تمام نقاط مایع به اندازه فشار هوا افزایش یافته است. این
 نتیجه‌ها نمونه‌هایی از کاربرد اصل پاسکال است. بر طبق این اصل فشار و آورد بر مایع محصور
 بدون کاهش به تمام قسمت‌های مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود.
 یکی از کاربردهای مهم اصل پاسکال، بالابر هیدرولیکی است.

فشاری و کاربرد

بالابر هیدرولیکی از این بالا برای بالا بردن اجسام سنگین، مثلاً اتومبیل
 برای تعمیر و با جوش جرح‌ها، استفاده می‌شود.
 طرح ساده این بالا در شکل ۱۴-۵ نشان داده شده است.

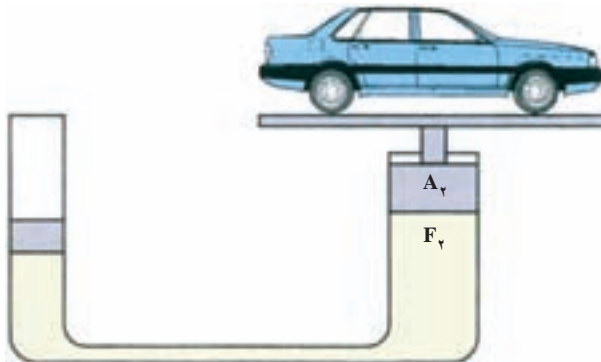


هنگامی که نیروی F_1 برابر با وزن اتومبیل به پیستون سمت راست وارد می‌شود،
 با بر اصل پاسکال فشار حاصل از آن که برابر $\frac{F_1}{A_1}$ است به تمام نقاط مایع از جمله
 به سطح زیر پیستون سمت چپ منتقل می‌شود. برای خنثی کردن نیروی حاصل از آن

تمرین پیشنهادی



شکل ۵-۲۹ یک بالابر هیدرولیکی را نشان می‌دهد که اتومبیلی را بلند کرده است. اگر قطر پیستون کوچک
 ۲۰ cm و قطر پیستون بزرگ ۲ m باشد نیروی F_1 چقدر باشد تا بتواند اتومبیلی به جرم 1500 kg را بالا ببرد؟
پاسخ: از رابطه $F_1 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)F_2$ استفاده کنید که در آن F_2 برابر وزن اتومبیل است. $F_1 \approx 150 \text{ N}$



شکل ۵-۲۹

۱۱-۵ فشار در گازها

راهنمای تدریس: در این قسمت مفهوم جدیدی مطرح نمی شود بلکه صرفاً بر اصل پاسکال و کاربرد آن در گازها تأکید می شود. در شروع بخش نیز پرسش هایی مطرح شده است که پاسخ همه ی آنها به این موضوع برمی گردد که گازها فشار وارد می کنند و هرگاه به قسمتی از یک گاز فشار اضافی داده شود این فشار بدون تغییر به همه ی قسمت های گاز منتقل می شود. به این ترتیب علاوه بر طرح پرسش هایی که در کتاب آمده است بهتر است آموزش این بخش را با فعالیت پیشنهادی زیر شروع کنید.

بانه نیروی F_1 به این پیستون وارد نمود. فشار حاصل از این دو نیرو بانه با یکدیگر برابر باشد، در نتیجه:

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

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

تعمین ۱۱-۵
در شکل زیر دستگاه زیر توضیح نشان داده شده است. توضیح دهید که این دستگاه چگونه عمل می کند.



۱۱-۵ فشار در گازها
در حالی که با انگشت خود دهانه یک سرنگ را بسته‌اید، با حرکت پیستون آن هوای داخل سرنگ را فشرده کنید. چه حس می کنید؟ در هنگام باد کردن لاستیک دوچرخه، چرا رفتار متفاوتی مشاهده می کنید؟ چرا وقتی بیج باد دوچرخه را نفی می کنید، باد آن خیلی می شود؟
مثال های بالا و مثال های مشابه نشان می دهند که هوای داخل سرنگ و لاستیک ها دارای فشارند. در این حالت ها فشار را چگونه می توان محاسبه کرد؟ برای انجام این کار گازی را در ظرفی گرم که مطابق شکل ۱۱-۵ داخل یک سطل قرار دارد و از طریق پیستون نیروی F به آن وارد می نمود.



۱۳۶

به هریک از گروه های کلاس درس سرنگی بدهید و از آنها بخواهید تا با انگشت خود دهانه ی آن را بسته و با حرکت پیستون سرنگ، هوای درون آن را متراکم کنند. مشاهده ی خود را از این فعالیت ساده به بحث گذاشته و نتیجه را به کلاس درس ارائه نمایند.

آن چه دانش آموزان پس از انجام فعالیت و بحث گروهی به کلاس ارائه می دهند می تواند زمینه ی مناسبی برای جمع بندی مبحث فشار گازها و آنچه تاکنون از آن فرا گرفته اند باشد.

فعالیت ۵-۲۳

هدف: برآورد فشار ناشی از گاز

در صورتی که برای انجام این فعالیت تلمبه ی دوچرخه در اختیار ندارید می توانید مانند فعالیت پیشنهادی از سرنگ استفاده کنید. برای برآورد فشار گاز (هوا) داخل تلمبه یا سرنگ می توانید فرصت مناسب در اختیار گروه های دانش آموزی قرار دهید تا در این زمینه به بحث و تجربه بپردازند و شیوه ی ابداعی خود را به کلاس ارائه کنید. یک روش ساده ی انجام این کار استفاده از یک لوله ی U شکل محتوی مقدار آب است. (به مبحث فشارسنج در ادامه ی فعالیت توجه کنید.)

فشارسنج

راهنمای تدریس: در این بخش به دو موضوع

توجه می‌شود. موضوع اول تعیین فشار گاز محبوس در یک مخزن است که در واقع ساده‌ترین روش اندازه‌گیری فشار گاز به حساب می‌آید. از این روش برای انجام فعالیت ۲۳-۵ نیز می‌توان بهره‌گرفت. در صورتی که فضای کلاس را مناسب می‌بینید بهتر است ابتدا پس از انجام فعالیت ۲۳-۵ از دانش‌آموزان بپرسید که برای اندازه‌گیری فشار گاز درون یک مخزن یا محفظه چه روش یا روش‌هایی را پیشنهاد می‌کنند. پس از جمع‌بندی نظر دانش‌آموزان به توضیح روشی که در کتاب معرفی شده است بپردازید.

موضوع دومی که در این قسمت باید به آن توجه شود معرفی فشار پیمانه‌ای به صورت اختلاف فشار گاز درون یک محفظه و فشار هوا است. لازم به توضیح است که فشار پیمانه‌ای را می‌توان در حالت کلی به صورت اختلاف فشار هر شاره‌ی مسدود با فشار هوا در نظر گرفت. برای مثال اگر بگوییم فشار خون فردی ۹۵mmHg است، منظور این است که اختلاف فشار خون این فرد و فشار هوا ۹۵mmHg است که این همان فشار پیمانه‌ای است. و یا اگر بگوییم فشار هوای داخل تایر اتومبیلی ۲۰۰kPa است منظور فشار پیمانه‌ای است. در همه‌ی این موارد برای به دست آوردن فشار کل، باید فشار پیمانه‌ای را به فشار هوا اضافه کرد.

فشاری که این نیرو در زیر بستون ایجاد می‌کند، وارو با $\frac{F}{S}$ است. و طبق اصل پاسکال این فشار بدون کاهش به تمام قسمت‌های گاز و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود. بنابراین، با توجه به این که فشار ناشی از وزن گاز بسیار است، فشار گاز در داخل ظرف با رابطه زیر داده می‌شود:

$$P = \frac{F}{S} \quad (۴-۵)$$

آیا اکنون می‌توانید به روشن‌هایی که در ابتدای این بخش ذکر شد پاسخ دهید؟

فعالیت ۲۳-۵
با دست خود، خروجی یک شیشه‌ی رای باد کردن جرح دو جرحه را مسدود و هوای داخل آن را فشرده کنید. فشار گاز داخل شیشه را بپاورد کنید.

رای اندازه‌گیری فشار گاز از فشارسنج استفاده می‌شود.

شماره ۱۹-۵: شکل ۱۹-۵

یک محفظه آن را به یک لوله ۱۱ شکل مطابق شکل (۱۹-۵) وصل می‌کنند. لوله حاوی یک مایع (معمولاً جیوه) با چگالی ρ است. اختلاف فشار هوا و فشار گاز داخل محفظه باعث می‌شود که مایع از دو طرف لوله ۱۱ شکل در یک سطح قرار نگیرند. از اختلاف سطح آنها می‌توان این اختلاف فشار را به دست آورد. فرض کنید P_1 فشار هوا و P_2 فشار گاز داخل محفظه است. چون فشار مایع در نقاط A و B یکسان است (بجایزه اختلاف فشار P_1 و P_2 وارو با فشار حاصل از ارتفاع h از مایع است، یعنی:

$$P_1 - P_2 = \rho gh \quad (۴-۵)$$

با اندازه‌گیری h می‌توان مقدار ρgh را محاسبه کرد. این کمیت که وارو اختلاف فشار گاز درون محفظه و فشار هوا است، فشار پیمانه‌ای نامیده می‌شود. در اندازه‌گیری فشار خون و یا فشار هوای داخل لاستیک‌های اتومبیل فشار پیمانه‌ای اندازه‌گیری می‌شود. (به عنوان مثال، فشار پیمانه‌ای هوای داخل تایر در لاستیک اتومبیل در حدود ۱۶۵-۲۲۰ kPa است. برای به دست آوردن فشار کل باید فشار پیمانه‌ای را با فشار هوا جمع کرد. یعنی فشار کل هوای داخل تایر در حدود ۱۶۵-۲۲۰ kPa است.)

۱۳۷

تمرین پیشنهادی



شکل ۳۰-۵ کیسه‌ی سرمی محتوی محلول گلوکز را نشان می‌دهد که به فرد بیماری تزریق می‌شود. اگر فشار پیمانه‌ای در سرخرگ (artery) این فرد $10^4 \times \frac{1}{33}$ Pa باشد، حداقل ارتفاع h چقدر باید باشد؟ چگالی محلول را 1.02 g/cm^3 و $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ بگیرد.

پاسخ: $h = 1/33 \text{ m}$

فعالیت ۵ - ۲۴

هدف: ساختن فشارسنج

به کمک این فعالیت ساده می‌توانید فشار هوای داخل یک سرنگ را با توجه به تغییر ارتفاع ستون مایع در لوله اندازه بگیرید.

فعالیت ۵-۲۴
با استفاده از یک سرنگ و یک لوله باریک قلابی هم‌اثر می‌توانید با استفاده از یک فشارسنج ساده، فشار گاز داخل سرنگ را با استفاده از آب که داخل لوله قرار داده‌اید، اندازه‌گیری کنید.

آزمایش ۵-۲۴
وسایل لازم: فشارسنج ساده، بوسه قابل ارجاع
به انتهای یک طرف یک بوسه قابل ارجاع ابتدا با کمک یک لوله باریک شیشه‌ای متصل کنید و انتهای دیگر طرف را مطابق شکل آبی با مایع فشارسنج متصل کنید.

با وارد کردن بوسه در داخل مایع می‌توانید فشار مایع را اندازه‌گیری کنید. با اندازه‌گیری این آزمایش، آب شیشه‌ای فشارسنج به مایع ۱-۲ یکسان بودن فشار در نقاط هم‌عرض را نشان می‌دهد. همچنین، نشان می‌دهد که آیا فشار در هر نقطه در مایع به جهت‌گیری بوسه در آن نقطه بستگی دارد یا خیر!

از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که اندازه‌گیری بوسه در بوسه به جهت‌گیری بوسه بستگی ندارد و فقط به فشار در مکانی که بوسه در آن قرار دارد وابسته است. یعنی، در یک سطح مایع اندازه‌گیری بوسه در بوسه در حالتی که در وضعیت افقی قرار دارد و در حالتی که به صورت قائم قرار گرفته است یکسان است.

۱۲۸

آزمایش ۵ - ۶

هدف: بررسی ویژگی‌های فشار در مایع‌ها

این آزمایش بهتر است در بخش ۵-۸، محاسبه‌ی فشار در مایع‌ها، انجام شود. به کمک این آزمایش ساده می‌توان سه ویژگی فشار در مایع‌ها را به شرح زیر بررسی کرد.

- ۱- رابطه‌ی فشار با عمق مایع
- ۲- برابر بودن فشار در نقاط هم‌عمق یا هم‌تراز مایع
- ۳- استقلال فشار در هر نقطه‌ی مایع از جهت‌گیری

پوسته

دانستنی

آشنایی بیشتر با فشار جو

جو زمین ترکیبی از ۷۸ درصد نیتروژن، ۲۱ درصد اکسیژن و ۱ درصد گازهای دیگر است که با همگنی چشم‌گیری با هم دیگر درآمیخته‌اند. با این همه، خواصی مانند دما، فشار، چگالی و سرعت، بسته به محل و ارتفاع آن، تغییرات درخور توجهی دارند. جرم کلی جو به تقریب برابر $5/2 \times 10^{18}$ kg است که بیش از ۹۹ درصد آن در محدوده‌ی ۳۰ کیلومتری سطح زمین قرار دارد. مساحت سطح زمین در حدود $5/1 \times 10^{14}$ m^۲ است. چون فشار به صورت نیروی وارد برواحد سطح تعریف می‌شود، وزن جو (جرم \times شتاب گرانی) را وقتی بر این مساحت تقسیم می‌کنیم معلوم می‌شود که فشار جو در سطح زمین باید در حدود 10^5 N/m^۲ باشد. تغییر فشار جو در راستای قائم از شرایط ترازمندی هیدروستاتیکی پیروی می‌کند. فشار در هر ارتفاعی، با وزن جو موجود در بالای آن ارتفاع تعیین می‌شود و به‌طور نمایی با ارتفاع کاهش می‌یابد. در شهر دنور که در ارتفاع ۱/۶km قرار دارد، فشار متوسط در

حدود ۸۰ درصد تراز دریا است. فشار در قله‌ی کوه کیلی‌مانجارو (۵۹۰۰m) برابر ۵۰ درصد تراز دریا، و روی قله‌ی اورست (۸۸۵۰m) کم‌تر از ۳۰ درصد تراز دریا است. اختلافات افقی را به‌صورت سامانه‌های پرفشار و کم‌فشار وضع هوا توصیف می‌کنند. هرچند فشارها در این مناطق کم‌تر از ۱ درصد با میانگین جهانی اختلاف دارند، ولی همین اختلاف فشارها هستند که منجر به تولید بادهای تجارتي و پیدایش جبهه‌ها و سامانه‌های توفان‌زا می‌شوند.

دو نوع ابزار را برای اندازه‌گیری فشار جو به‌کار می‌برند: فشارسنج جیوه‌ای و فشارسنج خشک. اولی لوله‌ی شیشه‌ای قائم پر از جیوه‌ای دارد که انتهای فوقانی آن مسدود است و قاعده‌ی آن در مخزنی از همان مایع غوطه‌ور شده است. در سال ۱۶۴۳ دانشمندان دریافتند که فشار هوا در سطح این مخزن، ستونی از جیوه به ارتفاع ۷۶cm را در لوله قائم نگه خواهد داشت. ابزار خشک، که در سال ۱۸۴۳ اختراع شد، شامل دمی فلزی با تخلیه‌ی جزئی است که به کمک اهرم‌ها و فنرهایی به عقربه‌ی صفحه‌ی مدرج مرتبط شده است. تغییر فشار خارجی، منجر به انبساط یا انقباض دم و جابه‌جایی عقربه در صفحه‌ی مدرج می‌شود. این ابزار، وسیله‌ی قابل حمل و حساسی برای نشان‌دادن تغییرات فشار است. ولی به درجه‌بندی سنجیده‌ای نیاز دارد تا قرائت‌های دقیقی را به‌دست دهد.

با استفاده از فشارسنج جیوه‌ای می‌توان فشار جو استاندارد را تعریف کرد. یک اتمسفر، معادل با فشاری است که ستونی از جیوه به ارتفاع درست برابر ۷۶m وارد می‌آورد. با توجه به چگالی $\rho = 13595 \text{ kg/m}^3$ برای جیوه و گرانی $g = 9.807 \text{ m/s}^2$ نتیجه می‌شود.

$$1 \text{ atm} = \rho gh = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

در دستگاه بین‌المللی یکاها داریم $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ، پس $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ در دستگاه یکاهای MKS داریم $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$ و در دستگاه یکاهای انگلیسی $1 \text{ atm} = 14.7 \text{ lb/in}^2$. اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی اغلب برحسب «تور» گزارش می‌شوند، که در آن‌ها $1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg}$ است. بنابراین داریم $1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$. هواشناسان، یکایی به نام «بار» را به‌کار می‌برند که $1 \text{ bar} = 10^6 \text{ dyn/cm}^2$. از این‌رو، $1 \text{ bar} = 0.987 \text{ atm}$ و $1 \text{ atm} = 1.013 \text{ mbar}$. معمول این است که فشار فشارسنجی در گزارش‌های روزنامه و تلویزیون درباره‌ی وضع هوا برحسب «ساتی متر جیوه» گزارش می‌شود، که در آن $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg}$ است.

فشار جو چندین اثر شناخته شده دارد. دمایی که در آن آب در تراز دریا می‌جوشد برابر 100°C است، ولی در

شهری مثل همدان که در ارتفاع ۳۶۰۰m قرار دارد دمای جوش برابر 88°C می‌شود. در هر دو عمل استفاده از نی نوشابه و تلمبه کردن آب از چاه، در یک سر لوله با کاهش فشار و در سر دیگر آن با اعمال آزادانه‌ی فشار جو سر و کار داریم که مایع را در لوله به پیش می‌راند. در بررسی آئرودینامیکی بال هواپیماها، کشتی‌های بادبانی، و توپ‌هایی که در مسیرهای غیرمستقیم حرکت می‌کنند نیز با تغییر فشار جو در روی سطح این گونه اجسام روبه‌رو می‌شویم.



حل تمرین های فصل پنجم

تمرین های فصل پنجم

۱- در هنگام باد کردن تخته سیاه درات گچ بطور نامنظم باطراف حرکت می کند. حرکت نامنظم آن‌ها را چگونه می توان توجیه کرد؟

۲- هر دو نفت موجود در یک بشکه و نفت خانگی را تخمین بزنند.

۳- حجم یک گرم طلا چند سانتی متر مکعب است؟

۴- تخمین بزنید که جوی داخل کلاس شما چند کیلو گرم است. اگر تمام آن را خارج کنید چه جنسی را انتقال می کند؟ از جدول ۱-۵ استفاده کنید.

۵- قطعاتی به شما داده شده و ادعا می شود که از طایف خاصی ساخته شده است. چگونه می تواند بررسی این ادعا را بررسی کند؟

۶- چرا یوز راحتتر از میخ به داخل جوب فرو می رود؟

۷- فشاری را که در هنگام ایستادن در روی زمین ایجاد می کند و آورده کنید.

۸- در چه وضعی در دریا فشار ده و نو فشار جو در سطح دریا است؟ چگالی آب دریا را 1025 kg/m^3 فرض کنید!

۹- در یک طرف توله ۱۰ نعلک حاوی آب مطلق شکل مقابل فشاری روغن ریخته می شود.



الف- نشان دهید:

$$\frac{h_0}{h} = \frac{\rho}{\rho_0} \quad (۱-۵)$$

که در آن ρ چگالی روغن و ρ_0 چگالی آب و h_0 ارتفاع ستون روغن است.

ب- چگونه می توان با این روش چگالی یک مایع نامعلوم را تخمین کرد؟ این آزمایش را انجام دهید و بررسی رابطه بالا را تحلیل کنید.

۱۰- آزمایش شکل (۱-۵) را با سنگدان برای اولین بار انجام داد. شوله مانیک و بلندی را به سنگدان وصل کرده و در داخل توله آب ریخت. هنگامی که ارتفاع آب در توله به 12.4 متر رسید، درونی بشکه دررفت. اگر قطر درونی 2.75 باشد، در این لحظه چه نیروی از طرف آب به درونی بازه شده است؟ قطر داخلی توله 2.5 است.

۱۲۹

۱- باید توجه دانش آموزان را به برخورد مولکول های هوا به ذره های گچ در حین سقوط آزاد جلب کنید. حرکت تصادفی و کاتوره ای مولکول های هوا سبب می شود تا ذره های گچ نیز در حین سقوط آزاد چنین حرکتی به دست آورند.

۲- هر چند امروزه در بسیاری از خانه ها دیگر بشکه ی نفت وجود ندارد بهتر است این مسئله را به این صورت که: « جرم نفت موجود در یک بشکه ی 220 لیتری را تخمین بزنید.» مطرح کنید. در این صورت با ارجاع دانش آموزان به جدول ۱-۵ و استفاده از رابطه ی چگالی، مسئله قابل حل است.

۳- دانش آموزان باید از رابطه ی ۱-۵ و جدول ۱-۵ استفاده کنند.

۴- با تخمین ابعاد کلاس (برای به دست آوردن حجم تقریبی کلاس) و استفاده از جدول ۱-۵ و رابطه ی ۱-۵ مسئله قابل حل است.

۵- روش متعارف حل این گونه مسئله ها، به دست آوردن جرم قطعه به کمک ترازو و هم چنین به کمک رابطه ی ۱-۵ و استفاده از جدول ۱-۵ است. اگر قطعه ی طلا دارای حفره باشد، جرمی که از طریق ترازو به دست می آید کم تر از جرمی خواهد بود که از رابطه ی $m = \rho V$ به دست می آید. در صورتی که قطعه شکل هندسی معینی نداشته باشد با انداختن آن درون یک استوانه ی مدرج محتوی آب و تغییر حجم آب، می توان حجم قطعه را اندازه گیری کرد.

۶- توجه دانش آموزان را به پهن تر بودن سر پونز و هم چنین رابطه ی $P = \frac{F}{A}$ جلب کنید.



۷- ابتدا باید مساحت سطح تماس کف هر کفش را با زمین به طور تقریبی محاسبه کرد. برای این منظور رنگی نمودن کف کفش‌ها و استفاده از کاغذهای شطرنجی توصیه می‌شود. پس از آن هر دانش‌آموز با دانستن جرم خود می‌تواند فشار وارده به سطح زمین را به کمک رابطه‌ی $P = \frac{mg}{A}$ به دست آورد.

۸- در این جا منظور از فشار، فشار کل (ناشی از آب و جو) در عمق مورد نظر است. از رابطه‌ی $P_0 + \rho gh = P$ استفاده شود که در آن ρ چگالی آب دریا و P_0 فشار جو است.

۹- الف) دانش‌آموزان باید از مفهوم یکسان بودن فشار در نقطه‌های هم‌تراز استفاده کنند. در این صورت

$$\rho'gh' = \rho gh \quad \text{یا} \quad \frac{h'}{h} = \frac{\rho}{\rho'}$$

ب) برای انجام این کار ضمن توجه به نتیجه‌ی قسمت الف، باید دو مایعی را که انتخاب می‌کنید با یکدیگر مخلوط نشوند. برای مثال اگر چگالی روغن نامعلوم باشد می‌توان از آب، که با روغن مخلوط نمی‌شود، استفاده کرد.
۱۰- ابتدا فشار ناشی از آب درون لوله در محل درپوش پیدا کنید.

$$P = \rho gh = 10^3 \times 10 \times 15 / 3 = 1 / 53 \times 10^5 \text{ Pa}$$

با نادیده گرفتن قطر لوله نسبت به قطر درپوش داریم:

$$A = \pi d^2 / 4 = 3 / 14 \times (0 / 5)^2 / 4 = 0 / 19625 \text{ m}^2$$

$$F = PA = 1 / 53 \times 10^5 \times 0 / 19625 = 30026 / 25 \text{ N}$$

۱۱- از رابطه‌ی $P = P_0 - \rho gh$ استفاده کنید که در آن h ارتفاع شهر از سطح دریا و ρ چگالی هوا است. همچنین می‌توان مشابه آزمایش توریچلی، از یک فشارسنج ساده‌ی جیوه‌ای فشار هوا را در هر شهر و هر نقطه به دست آورد.

$$P = \rho g(h_2 - h_1) \quad \text{۱۲- الف)}$$

$$= 10^3 \times 10 (120 - 8) \times 10^{-2} = 11200 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{ک}} = P + P_0 = 11200 + 1 / 01 \times 10^5 = 112200 \text{ Pa} \quad \text{ب)}$$

$$P_A = \rho gh \quad \text{۱۳- الف)}$$

$$F = PA = (\rho gh)(\pi r^2) \quad \text{ب)}$$