

گام به گام فیزیک دهم

(ویژگی های فیزیکی مواد)

حل تمرین های فصل (۲)

حسین هاشمی

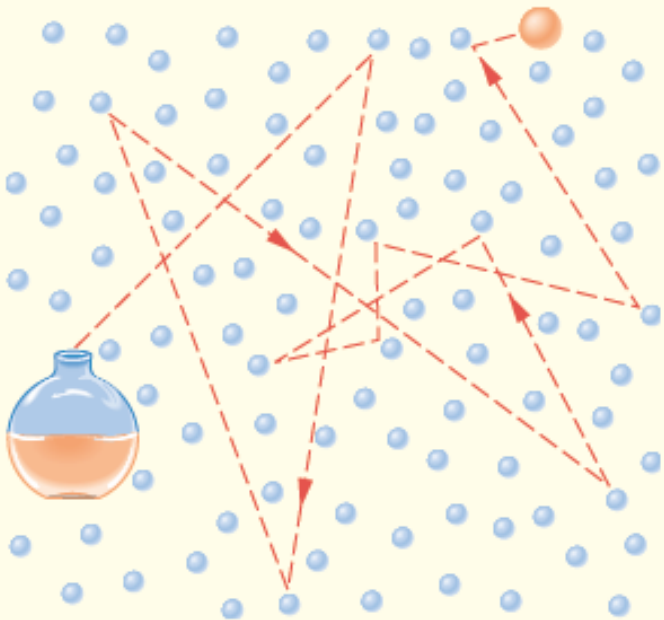
یک سرنگ، مثلاً ۱۰ سی سی، اختیار کنید. پیستون آن را بکشید تا هوا وارد سرنگ شود. انگشت خود را محکم روی دهانه خروجی سرنگ قرار دهید و تا جایی که می‌توانید پیستون را حرکت دهید تا هوای درون سرنگ متراکم شود.

هوای درون سرنگ را خالی و آن را تا نیمه از آب پر کنید. با مسدود نمودن انتهای سرنگ سعی کنید تا جایی که ممکن است مایع درون آن را متراکم کنید. از این آزمایش ساده چه نتیجه‌ای در مورد تراکم پذیری گازها و مایع‌ها می‌گیرید؟ توضیح دهید.



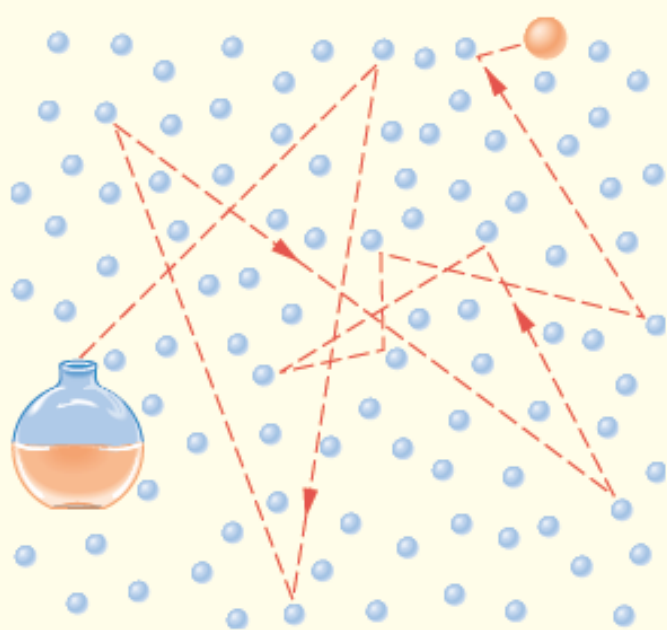
وقتی داخل سرنگ هوا است چون **فاصله میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه آنها خیلی بیشتر است** (حدود ۳۵ آنگستروم) به راحتی می‌توانیم پیستون را حرکت داده و هوا را فشرده کنیم ولی وقتی داخل آن آب است چون فاصله بین مولکول‌های آب خیلی کم است (حدود ۱ آنگستروم) نمی‌توانیم آن را فشرده کنیم. تراکم ناپذیر بودن مایع‌ها و تراکم پذیری گازها نیز به همین علت است.

الف) وقتی در شیشه عطری را در گوشه‌ای از اتاق باز می‌کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می‌شود. با توجه به شکل روبه‌رو این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ چرا پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد؟



مولکول‌های هوا در دمای اتاق با تندی بسیار زیاد (۵۰۰ متر بر ثانیه) **به طور نامنظم و کاتوره‌ای** در حال حرکت هستند، وقتی در شیشه عطر را باز می‌کنیم مولکول‌های عطر با مولکول‌های هوا برخورد کرده و به سرعت در تمام فضای اتاق پخش می‌شوند.

چون تندی مولکول‌های هوا بیشتر از تندی مولکول‌های آب است پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌هاست.

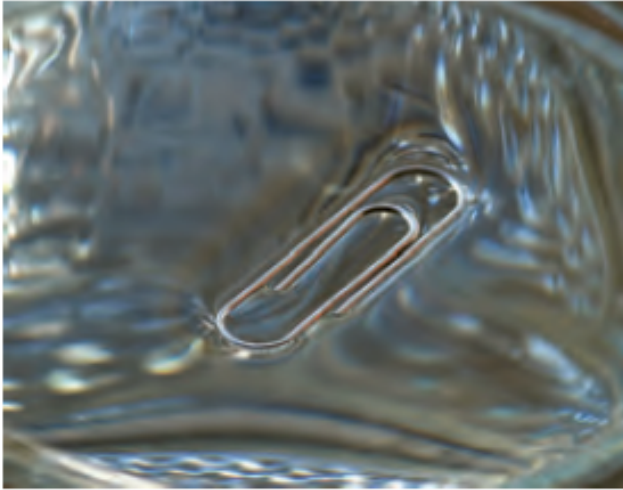


ب) هوای اطراف کره زمین، آمیزه‌ای از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن دی‌اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی‌اثر (کریپتون، نئون و هلیم) است. این مولکول‌ها به طور کاتوره‌ای و با تندی زیاد همواره در حرکت‌اند. برخورد مولکول‌های هوا به یکدیگر سبب پخش آنها می‌شود. اهمیت این پدیده را برای حیات روی کره زمین توضیح دهید.

برخی از مولکول‌های هوا سنگین‌تر و برخی سبک‌ترند، اگر پدیده پخش نباشد لایه‌های جو به ترتیب از سنگین‌ترین ذره در پایین‌ترین قسمت تا سبک‌ترین بخش هوا در بالاترین قسمت قرار می‌گرفتند که باعث به خطر افتادن حیات روی کره زمین می‌شود. به طور مثال اکسیژن فقط در یک ارتفاع خاص پیدا می‌شد و در ارتفاع‌های کمتر یا بیشتر از آن وجود نداشت.

وقتی شیشه می‌شکند با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛ ولی اگر قطعه‌های شیشه را آن قدر گرم کنیم که نرم شوند می‌توان آنها را به هم چسباند. این پدیده‌ها را با توجه به کوتاه‌برد بودن نیروهای بین مولکولی توجیه کنید.

می‌دانیم که نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند یعنی در فاصله‌های چند برابر فاصله بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد. وقتی شیشه می‌شکند هر چند که در ظاهر قطعات آن را به هم نزدیک کنیم ولی در واقعیت فاصله بین مولکول‌های دو قطعه شکسته شده بسیار زیاد و چندین برابر فاصله بین مولکولی است پس عملاً نیروهای بین مولکولی عمل نمی‌کنند. اما با گرم کردن دو قطعه علاوه بر کاهش فاصله بین مولکول‌های دو قطعه شکسته شده انرژی جنبشی و در نتیجه نوسانات مولکول‌های هر دو قطعه شکسته شده افزایش می‌یابد که باعث اثر کردن نیروهای بین مولکولی می‌شود.



الف) سعی کنید یک سوزن ته گرد یا گیره کاغذ را مطابق شکل روی سطح آب شناور کنید. برای این منظور می‌توانید از یک تکه دستمال کاغذی استفاده کنید.

ب) پس از شناور شدن سوزن یا گیره، سطح آب را به دقت مشاهده کنید و مشاهدات خود را به کلاس گزارش دهید.

پ) اکنون یکی دو قطره مایع شوینده را به آرامی به آب درون ظرف بیفزایید. مشاهدات خود را به کلاس گزارش کنید و دلیلی برای آن ارائه دهید.

ب) به علت نیروی **هم چسبی مولکول های سطح آب (کشش سطحی)** که مانع از فرورفتن گیره در آب می‌شوند یک فرورفتگی در سطح آب قابل مشاهده خواهد بود.

پ) اضافه کردن مایع شوینده باعث کاهش نیروهای هم چسبی بین مولکول های سطح آب می‌شود و با کاهش این نیرو سوزن در آب فرومی‌رود.



شکل روبه‌رو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره‌چکان نشان می‌دهد.

الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کمتر است.

ب) افزایش دما چه تأثیری بر نیروی هم‌چسبی مولکول‌های یک مایع می‌گذارد؟

پ) چرا هنگام شستن ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرف‌شویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم

نیز استفاده کنیم؟

الف) شکل سمت چپ زیرا هر چه دما کمتر باشد نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها بیشتر است و

برای جداشدن و چکیدن یک قطره به وزن بیشتری از مایع نیاز است تا بر نیروی هم‌چسبی بین

مولکول‌ها غلبه کند. (**دما کمتر - نیروی هم‌چسبی بیشتر - وزن قطره بیشتر - قطره درشت تر**)

ب) افزایش دما باعث کاهش نیروهای هم‌چسبی می‌شود.

پ) استفاده از مایع ظرف‌شویی و افزایش دما باعث کاهش نیروهای دگرچسبی و راحت‌تر جداشدن

لکه‌های چربی از ظرف می‌شوند.

یک طرف یک تکه شیشه کوچک (با ابعادی حدود 10 cm در 10 cm) را کمی بالاتر از شعله یک شمع بگیرید تا سطح شیشه به طور کامل دوداندود شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطحی افقی قرار دهید و سپس روی سطح دوداندود شده آن چند قطره آب بریزید. آنچه را مشاهده می کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

بار دیگر سطح شیشه را به جای دوداندود کردن، با روغن چرب کنید و آزمایش را تکرار کنید. مشاهده خود را توضیح دهید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید. (پس از بحث کافی در خصوص این فعالیت، دوباره به تصویر و پرسش شروع فصل بازگردید و پاسخی قانع کننده ارائه دهید.)

در هر دو مورد چون نیروی هم چسبی بین مولکول های آب از نیروی دگرچسبی بین مولکول های آب و دود - آب و روغن بیشتر است مولکول های آب سطح دود یا روغن را تر نمی کنند و به شکل قطره های کروی کوچک روی سطح دود یا روغن باقی می مانند.

این فعالیت به شما کمک می‌کند تا درک بهتری از نیروی دگرچسبی به دست آورید. به این منظور از یک لیوان پر از آب، یک کارت بانکی و تعدادی وزنه چند گرمی یا سکه‌های پول استفاده کنید. ابتدا مطابق شکل الف، کارت را طوری روی لبه لیوان قرار دهید که تنها نیمی از آن با آب در تماس باشد. وزنه‌های چند گرمی را روی قسمتی از کارت قرار دهید که با آب در تماس نیست (ابتدا وزنه ۵ گرمی، سپس ۱۰ گرمی و ...). نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفاهیمی که تاکنون فرا گرفته‌اید توضیح دهید. یکی دو قطره مایع شوینده به آب اضافه کنید و آزمایش را تکرار کنید. نتیجه مشاهده خود را در گروه خود به بحث بگذارید.

در اینجا ۲ نیرو داریم. نیروی دگرچسبی مولکول‌های کارت و سطح آب در یک سمت و نیروی وزن سکه‌ها در سمت دیگر. به اضافه کردن سکه آنقدر ادامه می‌دهیم تا مقدار نیروی وزن سکه‌ها بیشتر شده و تعادل بهم بخورد. به طور مثال با ۳ سکه تعادل بهم نخورده و با قراردادن سکه چهارم تعادل بهم می‌خورد. حال می‌دانیم مقدار نیروی دگرچسبی بین وزن ۳ تا ۴ سکه است. با افزودن مایع شوینده و تکرار آزمایش درمی‌یابیم که مقدار نیروی دگرچسبی کاهش یافته مثلاً بین وزن ۲ تا ۳ سکه شده است.



در ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منافذهای مویین در این دیوارها می تواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می پوشانند. تحقیق کنید در معماری سنتی ایران به جای قیراندود کردن، چگونه از نفوذ آب به داخل سازه ها جلوگیری می کردند.

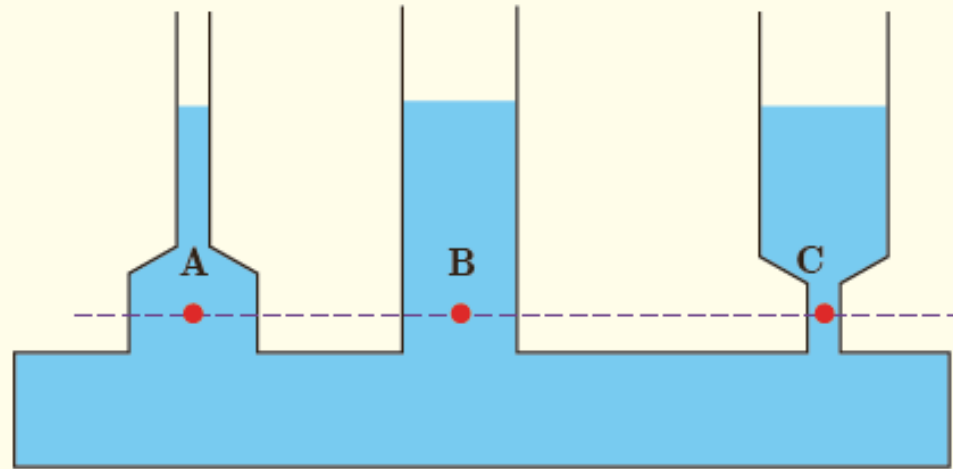
در معماری سنتی ایران از گاه گل - ساروج (ترکیب خاک رس و آهک) - شیره سوخته انگور و خرما استفاده می شده است.



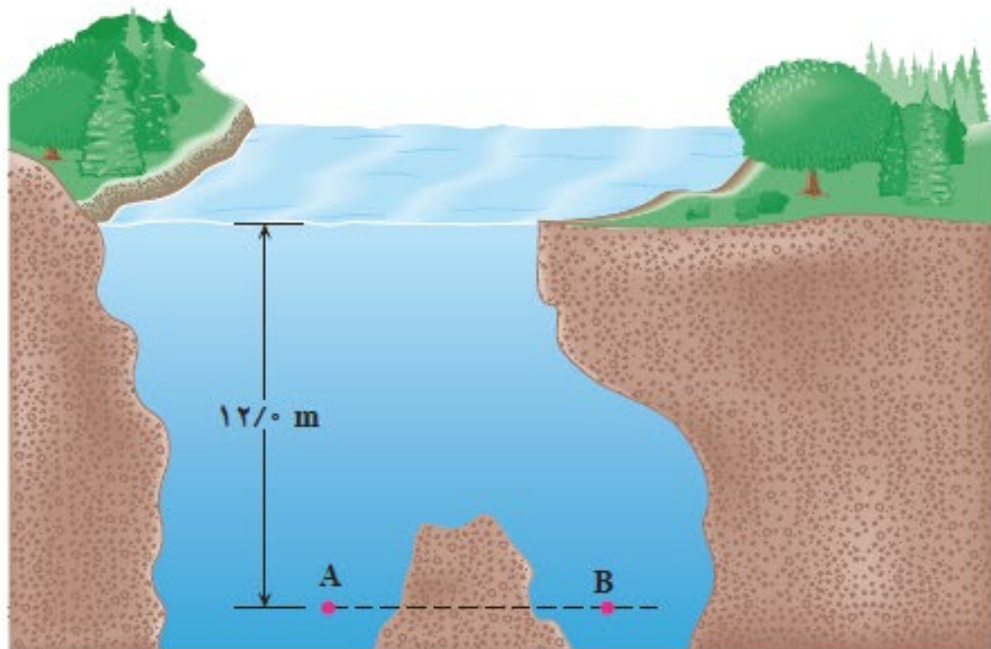
یک زیردریایی تفریحی در اعماق اقیانوسی به آرامی حرکت می‌کند (شکل روبه‌رو). این زیردریایی تعدادی پنجره کوچک دایره‌ای شکل به شعاع 0.4 m دارد. اگر فشار آب در محل هر یک از این پنجره‌ها برابر $9 \times 10^5 \text{ Pa}$ باشد، بزرگی نیروی عمودی که آب بر سطح خارجی یکی از این پنجره‌ها وارد می‌کند چقدر است؟

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = 9 \times 10^5 \times \pi \times 0.4^2 = 4.5 \times 10^5 \text{ N}$$

در علوم سال نهم دیدید که فشار در نقاط هم تراز یک مایع ساکن مانند نقاط A، B و C در شکل یکسان است و به شکل ظرف بستگی ندارد. سازگاری این موضوع را با رابطه ۲-۳ توضیح دهید.



طبق رابطه ۲-۳ داریم: $P = P_0 + \rho gh$ که عوامل موثر بر فشار عبارتند از فشار هوای محیط - چگالی مایع - شتاب گرانش زمین و عمق از سطح مایع که چون همه این عوامل برای هر ۳ نقطه A-B-C با هم برابرند فشار این ۳ نقطه با هم برابر است.

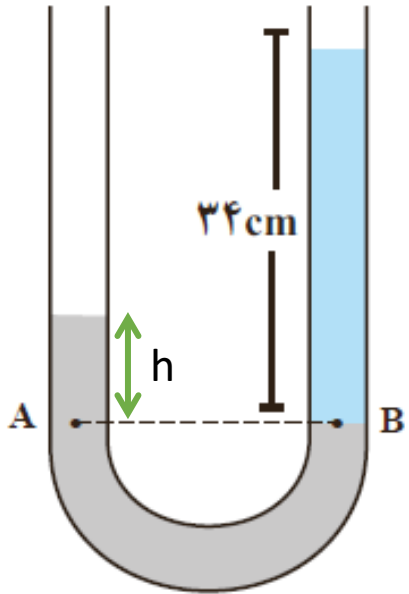


نقاط A و B در عمق یکسانی از سطح آب یک دریاچه قرار گرفته‌اند.
 فشار در نقطه A چقدر است؟ در نقطه B چطور؟
 چگالی آب دریاچه را 1000 kg/m^3 و فشار هوا در سطح دریاچه را
 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ در نظر بگیرید.

$$P_A = P_0 + \rho gh = 1.01 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 12 = 218600 \text{ Pa}$$

چون نقطه B با A هم تراز است و داخل یک مایع قرار دارد فشار آن با فشار نقطه A برابر است.

در یک لوله U شکل، مقداری جیوه قرار دارد. در شاخه سمت راست لوله آن قدر آب می ریزیم تا ارتفاع آب به ۳۴ cm برسد (شکل روبه‌رو). اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟ (مقیاس‌ها در این شکل واقعی نیست.)



$$P_A = P_B$$

$$P_0 + (\rho gh)_{\text{جیوه}} = P_0 + (\rho gh)_{\text{آب}}$$

$$(\rho h)_{\text{جیوه}} = (\rho h)_{\text{آب}} \Rightarrow 13600 \times h = 1000 \times 34 \Rightarrow h = 2/5 \text{ cm}$$



A اختلاف بین فشار هوای بالا و پایین برج آزادی، با ارتفاع ۴۵ متر، چقدر است؟ چگالی هوا را تقریباً 1.2 kg/m^3 بگیرید.

$$P_B = P_A + \rho gh$$

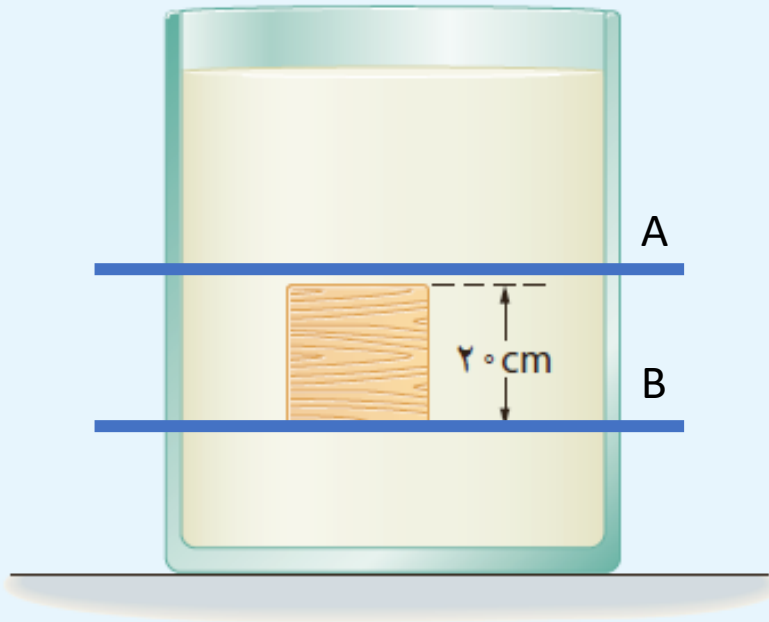
$$P_B - P_A = \rho gh$$

$$P_B - P_A = \rho gh = 1.2 \times 9.8 \times 45 = 529.2 \text{ Pa}$$

شناگری در عمق ۵/۰ متری از سطح آب دریاچه‌ای شنا می‌کند. فشار در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت پرده گوش را یک سانتی‌متر مربع (1 cm^2) فرض کنیم، بزرگی نیرویی که به پرده گوش این شناگر وارد می‌شود چند نیوتون است؟ فشار هوای محیط را $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ بگیرید.

$$P_A = P_0 + \rho gh = 1.01 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 5 = 150000 \text{ Pa}$$

$$F = PA = 150000 \times 1 \times 10^{-4} = 15 \text{ N}$$



جسم مکعبی به طول ضلع 20 cm درون شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است (شکل روبه رو). فشار در بالا و زیر جسم به ترتیب برابر 10^5 و 10^6 کیلوپاسکال است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (راهنمایی: از رابطه ۲-۲ استفاده کنید.)

$$P_B = P_A + \rho gh \Rightarrow P_B - P_A = \rho gh \Rightarrow \rho = \frac{P_B - P_A}{gh}$$

$$\rho = \frac{P_B - P_A}{gh} = \frac{105000 - 100000}{9.8 \times 0.2} = 2551 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

در هواشناسی و روی نقشه های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می کنند. به طوری که داریم:

$$1 \text{ bar} = 1/000 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1/000 \times 10^5 \text{ Pa}$$

یک ستون به سطح مقطع 1 m^2 در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می یابد (شکل روبه رو). اگر فشار هوا را در سطح دریا 1 bar در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ با توجه به شکل ۲-۱۶-ب، چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فرضی قرار دارد؟



$$F = P \times A = mg \Rightarrow 10^5 \times 1 = m \times 10 \Rightarrow m = 10000 \text{ kg}$$

با توجه به شکل ۲-۱۶ در ارتفاع ۹ کیلومتری سطح زمین فشار هوا فقط ۳۰ کیلو پاسکال است یعنی از ۱۰۰ کیلو پاسکال فشار هوا در سطح دریای آزاد ۷۰ کیلو پاسکال آن ناشی از وزن هوا تا ارتفاع ۹۰ کیلومتری که معادل ۷۰ درصد می شود.

الف) توضیح دهید چرا توریچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ (ممکن است شکل الف بتواند در پاسخ به این پرسش به شما کمک کند.)

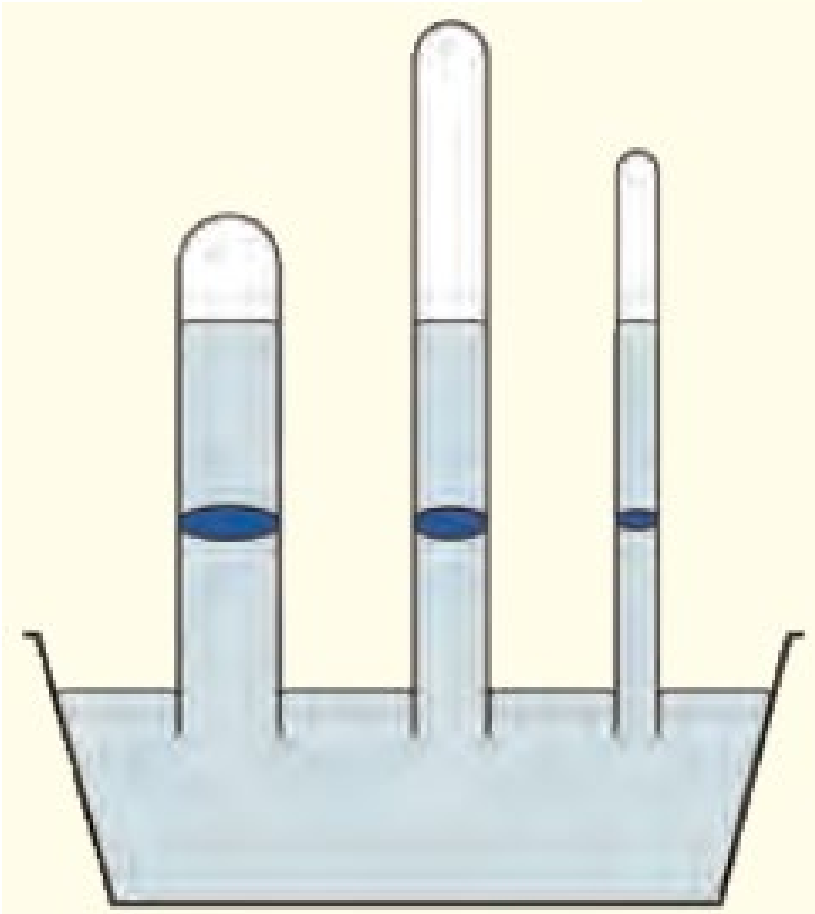
فشار هوا در سطح دریای آزاد ۷۶ سانتی متر جیوه است یعنی اگر از جیوه استفاده کنیم به لوله ای با طول ۷۶ سانتی متر نیاز داریم ولی اگر از آب استفاده کنیم چون چگالی جیوه $\frac{13}{6}$ برابر چگالی آب است به لوله ای با طول $1033\text{cm} = \frac{13}{6} \times 76$ نیاز خواهیم داشت که لوله خیلی بلندی است و کار با آن سخت است.

$$(\rho h)_{\text{جیوه}} = (\rho h)_{\text{آب}} \Rightarrow 13600 \times 76 = 1000 \times h \Rightarrow h = 1033\text{cm}$$



ب) برای لوله‌های غیرمویین، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند (شکل ب). علت را توضیح دهید.

برای محاسبه فشار هوا با استفاده از این آزمایش مقدار فشار هوا بر حسب پاسکال از رابطه $P_0 = \rho gh$ محاسبه می‌شود. این مقدار به چگالی مایع - شتاب گرانش و ارتفاع ستون مایع وابسته است و به سطح مقطع و طول لوله‌ها بستگی ندارد.



پ) در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان، روی ورقه کاغذ پخش می‌شود. در بدنه لاکمی یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند (شکل پ). دلیل این کار را توضیح دهید.

فشار هوا از طریق این سوراخ وارد بدنه لاکمی شده و بر سطح جوهر وارد می‌شود تا جوهر به سمت گوی غلتان فشرده شود.

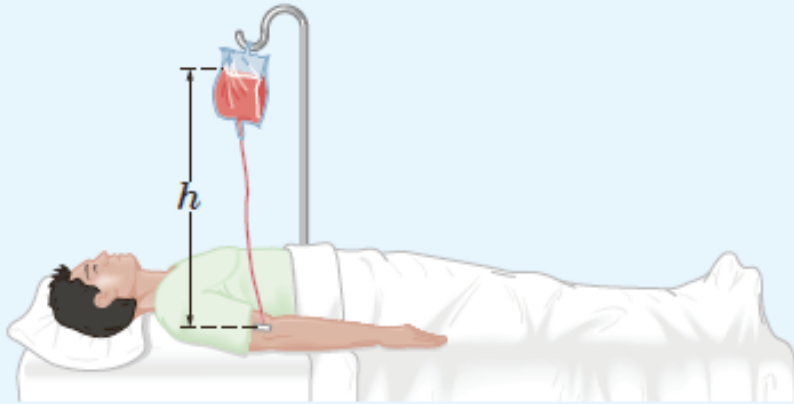


یکی دیگر از یکاهای متداول فشار، اتمسفر یا جو است که با نماد atm نمایش داده می‌شود. فشار یک اتمسفر، به صورت فشار معادل ستونی از جیوه به ارتفاع ۷۶cm/° تعریف می‌شود (در دمای °C و به ازای $g = 9/8 \text{ N/kg}$). هر اتمسفر، معادل چند پاسکال است؟ چگالی جیوه را برابر 13600 kg/m^3 بگیرید.

$$P_0 = \rho g h = 13600 \times 9/8 \times 0/76 = 101293 \text{ Pa}$$

عمیق‌ترین قسمت خلیج فارس با عمقی حدود ۹۳ متر در نزدیکی جزیره تنب بزرگ قرار دارد. فشار پیمانه‌ای در این عمق چند پاسکال است؟ چگالی آب خلیج فارس را 1028 kg/m^3 بگیرید.

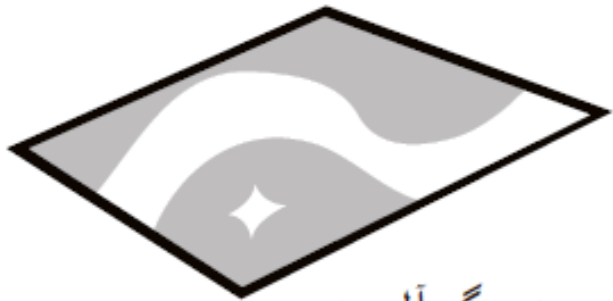
$$P_g - P_0 = \rho g h = 1028 \times 9/8 \times 93 = 936/919 \text{ Pa}$$



شکل روبه‌رو یک کیسهٔ پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می‌کنند طوری که فشار هوا در این بخش از کیسه همواره با فشار هوای بیرون برابر بماند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ 1330 پاسکال باشد، ارتفاع کمینهٔ h چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ چگالی محلول را 1045 kg/m^3 بگیرید.

$$P_g - P_0 = \rho gh = 1045 \times 9/8 \times h$$

$$h = \frac{1330}{1045 \times 9/8} = 0.13 \text{ m}$$



پوش برگ آلومینیمی

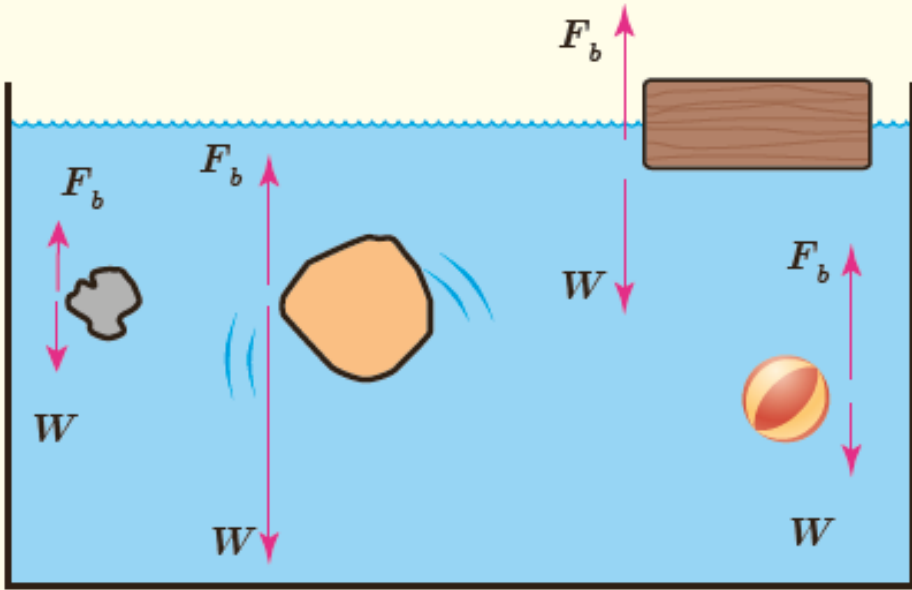


پوش برگ آلومینیمی مچاله شده

درون یک ظرف مقداری آب بریزید. یک پوش برگ (فویل) آلومینیمی به ابعاد تقریبی $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ اختیار کنید و آن را مچاله کنید. پیش بینی کنید با قرار دادن پوش برگ مچاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می افتد؟ آزمایش را انجام دهید.

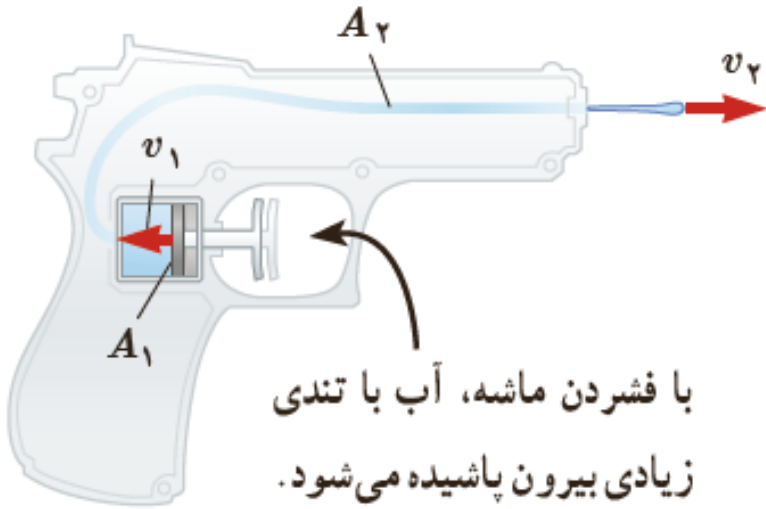
پوش برگ دیگری با همان ابعاد اختیار کنید و به جای مچاله کردن، آن را چندین بار (دست کم ۵ بار) روی هم تا کنید. اگر این پوش برگ چند لایه را، روی سطح آب قرار دهید، پیش بینی کنید چه اتفاقی می افتد؟ آزمایش را انجام دهید. پیش بینی ها و نتایج مشاهده (آزمایش) خود را در گروهتان به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

در حالت اول به علت محبوس شدن هوا داخل پوش برگ مچاله شده روی سطح آب باقی می ماند. در حالت دوم چون چگالی آلومنیوم بیشتر از آب است در آب فرومی رود.



در شکل روبه‌رو، نیروی شناوری F_b و نیروی وزن W وارد بر چند جسم نشان داده شده است. با توجه به نیروی خالص وارد بر هر جسم، وضعیت آن را به کمک یکی از واژه‌های شناوری، غوطه‌وری، فرورفتن و بالارفتن توصیف کنید.

توپ: چون نیروی شناوری بیشتر از وزن است : بالارفتن
 چوب: چون نیروی شناوری و وزن با هم برابر هستند : شناوری
 سنگ بزرگ: چون نیروی وزن از شناوری بیشتر است : فرورفتن
 سنگ کوچک: چون نیروی وزن و شناوری باهم برابرند غوطه‌وری



شکل روبه‌رو یک تفنگ آب‌پاش را نشان می‌دهد که با فشردن ماشه آن، آب با تندی زیادی بیرون می‌آید.

اگر $A_1 = 2/0 \text{ cm}^2$ ، $A_2 = 0/10 \text{ mm}^2$ و $v_1 = 0/30 \text{ cm/s}$ باشد تندی خروج آب را به دست آورید.

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \Rightarrow 2 \times 0.3 = 0.1 \times v_2$$

$$v_2 = 600 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$



سطح مقطع بیشتر

سطح مقطع کمتر

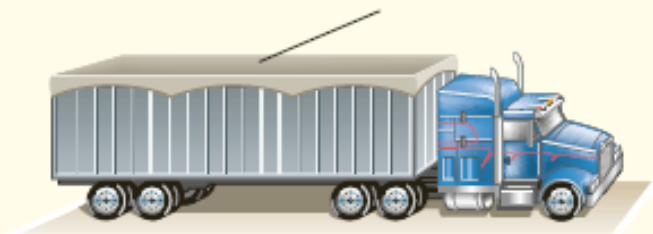
وقتی شیر آبی را کمی باز کنید و آب به آرامی جریان یابد، مشاهده می شود که باریکه آب با نزدیک تر شدن به زمین، باریک تر می شود (شکل روبه رو). دلیل این پدیده را با توجه به معادله پیوستگی توضیح دهید.

هر چه آب به قسمت پایین تر نزدیک تر می شود تندی آن بیشتر شده و با توجه به معادله پیوستگی سطح مقطع آن کم تر می شود.

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$$

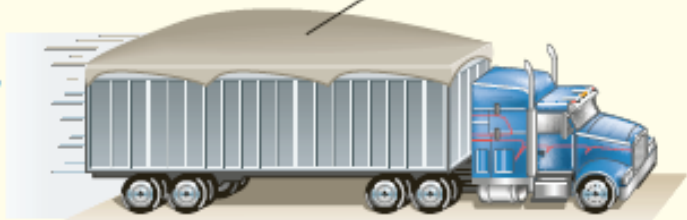
پوشش برزنتی صاف و تخت است.

کامیون در حال توقف



پوشش برزنتی پُف کرده است.

کامیون در حال حرکت

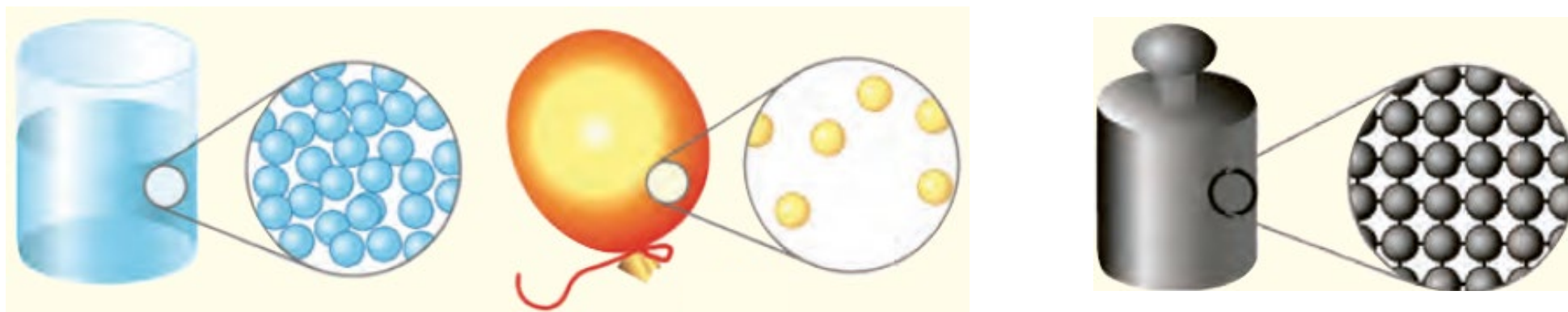


الف) روزهایی که باد می وزد، ارتفاع موج های دریا یا اقیانوس بالاتر از ارتفاع میانگین می شود. با اصل برنولی چگونه می توان افزایش ارتفاع موج را توضیح داد؟

ب) شکل روبه رو کامیونی را در دو وضعیت سکون و در حال حرکت نشان می دهد. با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید چرا وقتی کامیون در حال حرکت است پوشش برزنتی آن پُف می کند.

در روزهایی که باد می وزد با افزایش تندی هوا روی سطح اقیانوس طبق اصل برنولی فشار روی سطح آن کمتر شده و باعث افزایش ارتفاع میانگین موج می شود. به طور مشابه برای کامیون در حال حرکت تندی هوای بالای آن بیشتر شده و طبق اصل برنولی فشار هوا کاهش می یابد که اختلاف فشار هوای زیر برزنت و بالای آن باعث پف کردن برزنت می شود.

۱ دریافت خود را از شکل‌های زیر بر اساس مفاهیمی که از سه حالت معمول ماده فرا گرفته‌اید بیان کنید.



برای جسم جامد: فاصله بین مولکول‌ها کم است و مولکول‌ها در مکان‌های معینی نسبت به هم قرار دارند و آرایش مولکول‌ها به صورت منظم است. برای مایع: فاصله مولکول‌ها همچنان کم است ولی اولاً مولکول‌ها نسبت به هم ثابت نیستند و می‌توانند روی هم سر بخورند و دوماً الگوی منظم ندارند. برای گاز: علاوه بر بی‌نظم بودن مولکول‌ها فاصله بین آن‌ها نیز نسبت به جامد و مایع بسیار زیاد است.

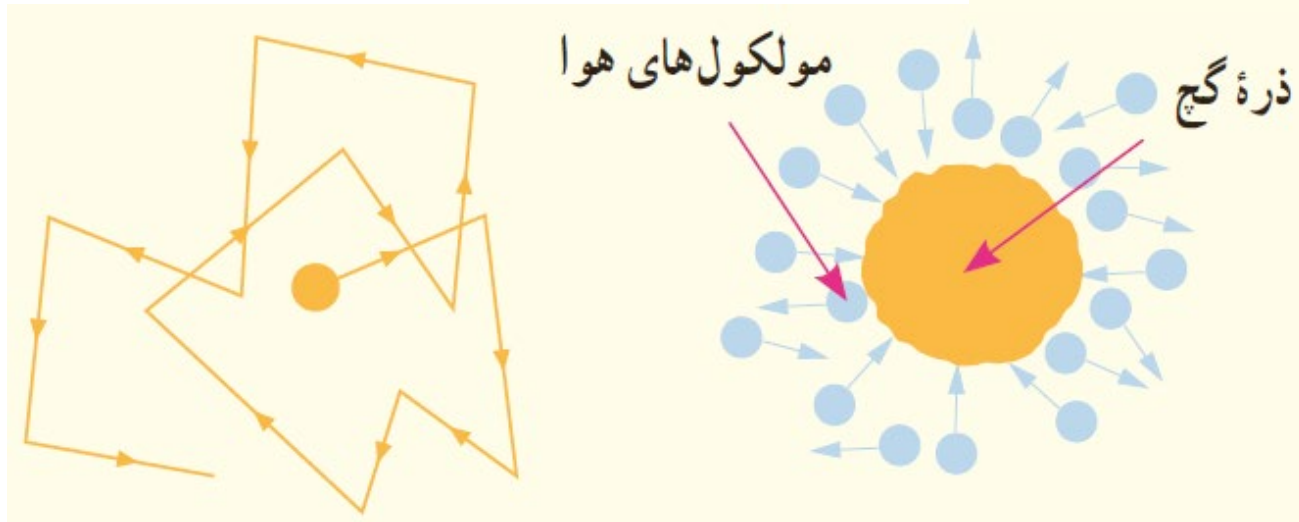
۲ توضیح دهید از سه حالت مختلف ماده در چه بخش‌هایی از یک دوچرخه و به چه دلیلی استفاده شده است.



بدنه دوچرخه (جامد): برای استحکام آن
روغن زنجیر و اطراف آن (مایع): برای روانکاری
و کاهش اصطکاک
باد لاستیک‌ها (گاز): برای انعطاف هنگام
عبور از موانع مثل سنگ ریزه و غیره و کاهش
ضربه به دوچرخه سوار

۳ هنگام پاک کردن تخته سیاه، ذرات گچ به طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و حرکت می کنند. این حرکت نامنظم ذرات گچ، مطابق شکل زیر مدل سازی شده است.

الف) چه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره های گچ می شود؟



برخورد مولکول های هوا به ذرات گچ

ب) مولکول‌های هوا بسیار کوچک‌تر و سبک‌تر از ذره‌های گچ هستند و توسط میکروسکوپ هم دیده نمی‌شوند. توضیح دهید چگونه این تجربه ساده، شاهی بر وجود مولکول‌های هواست.

اگر مولکول‌های هوا نباشند ذرات گچ تحت تاثیر نیروی وزن خود به صورت مستقیم به سمت زمین سقوط می‌کنند که می‌دانیم در عمل این اتفاق نمی‌افتد و ذرات گچ به علت برخورد مولکول‌های هوا به طور نامنظم به اطراف پراکنده می‌شوند.

۴ توضیح دهید چرا

الف) پدیدهٔ پخش در گازها، سریع‌تر از مایع‌ها انجام می‌شود. در توضیح خود به چند مثال نیز اشاره کنید.

از طرفی تندی مولکول‌های هوا نسبت به مولکول‌های آب خیلی بیشتر است و از طرفی دیگر فاصله نسبتاً زیاد بین مولکول‌های هوا باعث سهولت بیشتر حرکت مولکول‌های آن می‌شود. اگر در عطر را باز کنیم در کمتر از چند ثانیه بوی آن در تمام اتاق پخش می‌شود ولی اگر اندکی جوهر در آب بچکانیم مدت بیشتری طول می‌کشد تا در تمام آب پخش شود.

ب) یک بادکنک پر از باد، حتی اگر دهانه آن نیز کاملاً بسته شده باشد، باز هم رفته رفته کم باد می شود.

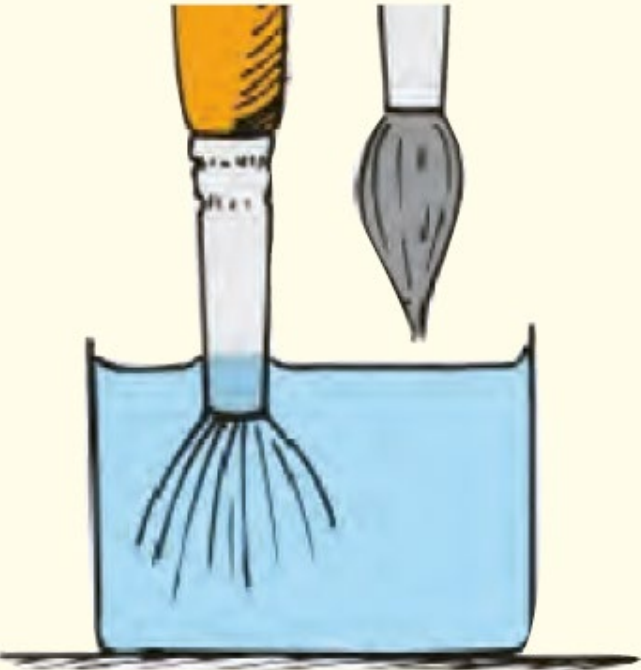
اندازه مولکول های هوا از فاصله بین مولکول های جداره بادکنک کمتر است برای همین رفته رفته از حجم هوای داخل بادکنک کم شده و کم باد می شود.

۵ شیشه گران برای چسباندن تکه‌های شیشه به یکدیگر، آنها را آن قدر گرم می‌کنند که نرم شوند. این کار را با توجه به کوتاه‌برد بودن نیروی جاذبه بین مولکولی توضیح دهید.

نیروی جاذبه بین مولکولی کوتاه برد است برای نزدیک کردن مولکول های دو تکه شیشه به هم آن ها را گرم می کنند تا با افزایش جنبش مولکول های دو تکه فاصله بین آن ها کمتر شده و نیروی جاذبه بین مولکولی اثر کند.

۶

الف) توضیح دهید چرا وقتی قلم مویی را از آب بیرون می کشیم (شکل الف)، موهای آن به هم می چسبند. (اشاره : به پدیده کشش سطحی در مایع ها توجه کنید.)



با خارج کردن قلم مو از آب، مولکول های آبی که در سطح خارجی قلم مو قرار دارند به علت نیروی کشش سطحی به هم نزدیک شده و موهای قلم را به هم می چسبانند.

ب) شکل (ب) دو لوله موین هم جنس را نشان می دهد که درون مایعی قرار دارند. چرا ارتفاع مایع درون لوله b از لوله دیگر کمتر است؟ با توجه به شکل، نیروی هم چسبی مایع را با نیروی دگر چسبی مایع و لوله های موین مقایسه کنید.



با توجه به گودی مایع در داخل لوله موین و بالا آمدن آن نسبت به سطح ظرف می فهمیم که نیروی دگر چسبی مایع و لوله های موین از نیروی هم چسبی مایع بیشتر است و چون قطر لوله b از a بیشتر است ارتفاع درون لوله b کمتر از a است.

۷ تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر در کشورهای غرب ایران، پدیده خطرناک ریزگردها را به مناطق وسیعی از کشورمان گسترش داده است. چگالی ریزگردها در حالتی که ته‌نشین شده باشد تقریباً دو برابر چگالی آب است.



الف) چرا بادهای نسبتاً ضعیف قادرند توده‌های بزرگی از ریزگردها را به حرکت درآورند در حالی که توفان‌های شدید دریایی تنها مقدار اندکی آب را به صورت قطره‌های ریز به طرف بالا می‌پاشند؟

تفاوت این دو در نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است در حالی که ریزگردها فاقد این نیرو در این اندازه هستند و به راحتی با وزش باد به اطراف پخش می‌شوند. مولکول‌های آب را نمی‌توان به راحتی به اطراف پخش کرد.

ب) بررسی کنید برای مقابله با این پدیده و مهار آن، چه تدابیری را می‌توان اندیشید.

با افزایش رطوبت خاک این مناطق می‌توان از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب کمک‌گرفت و مانع از سهولت پخش شدن ریزگردها شد. علاوه بر آن استفاده از پوشش گیاهی مناسب در این مناطق نیز می‌تواند مانع خوبی برای پخش شدن ریزگردها شود.

۸ نوعی ماهی به نام ماهی کمان گیر^۱ با جمع کردن آب در دهان خود و پرتاب آن به سوی حشراتی که در بیرون از آب، روی گیاهان نشسته‌اند، آنها را شکار می‌کند و می‌خورد. هدف‌گیری آنها به اندازه‌ای دقیق است که معمولاً در این کار اشتباه نمی‌کنند. کدام ویژگی فیزیکی آب این امکان را به ماهی کمان گیر

نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و بدن حشره باعث برای شکار می‌دهد؟
می‌شود بعد از برخورد، حشره نیز با آب به پایین بیاید.

۹ مساحت روزنه خروج بخار آب، روی درب یک زودپز $4/0 \text{ mm}^2$ است (شکل زیر). جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در $2/0 \text{ atm}$ نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپز را $1/0 \text{ atm}$ بگیرید.

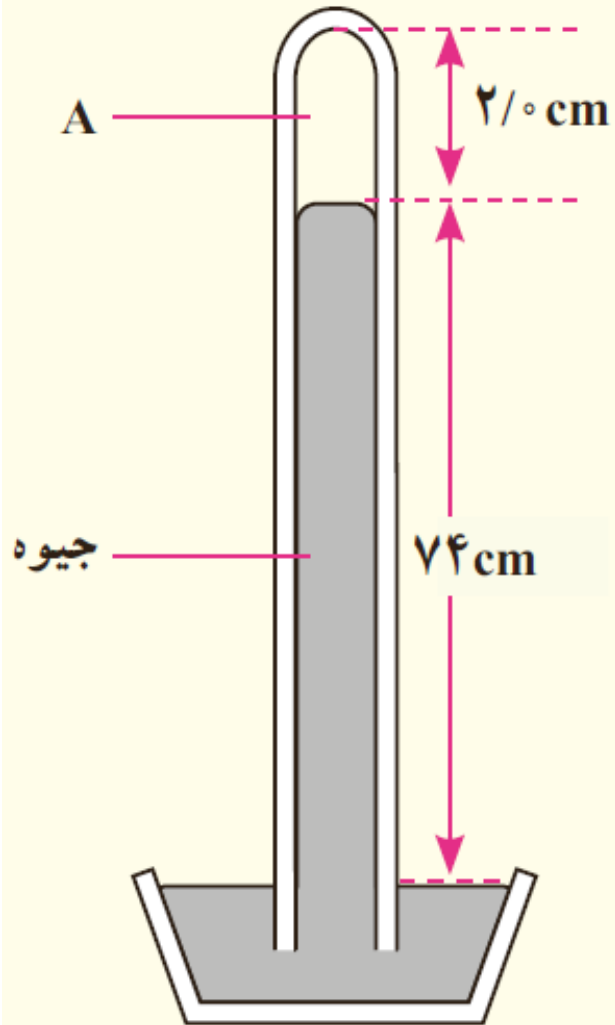


اختلاف فشار داخل و بیرون ۱ اتمسفر معادل ۱۰۰ هزار پاسکال می‌شود.

$$P = \frac{F}{A} = 100000 = \frac{mg}{4 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \Rightarrow m = 0/04 \text{ kg}$$

۱۰ شکل زیر یک جوسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد.

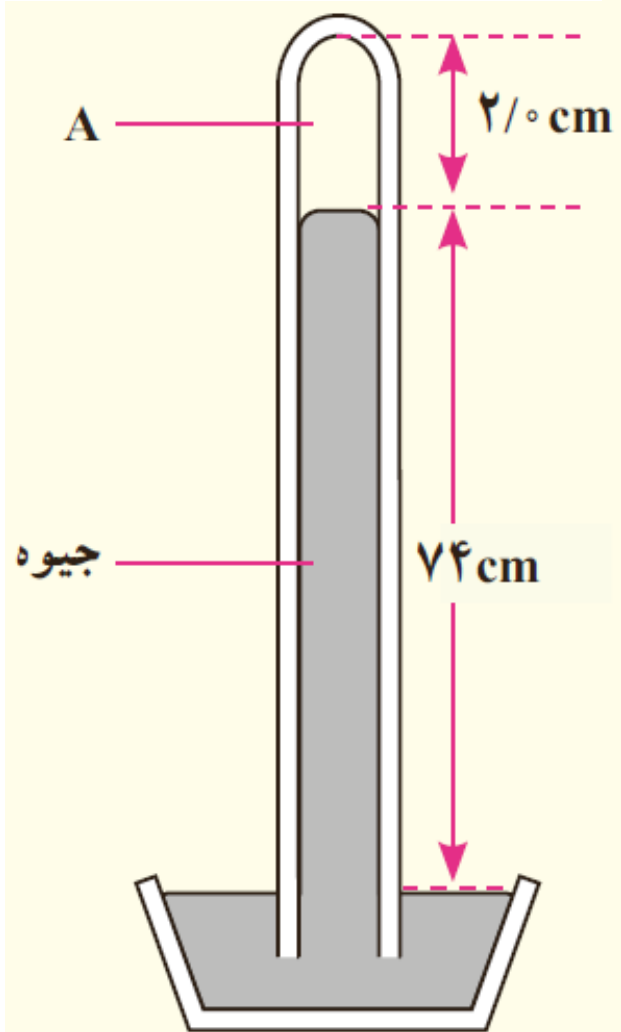
(ضخامت دیواره شیشه‌ای را نادیده بگیرید.)



الف) در ناحیه A چه چیزی وجود دارد؟

در حالی که مقدار بسیار ناچیزی بخار جیوه وجود دارد برای درستی محاسبات فرض می‌کنیم هیچ فشاری ندارد.

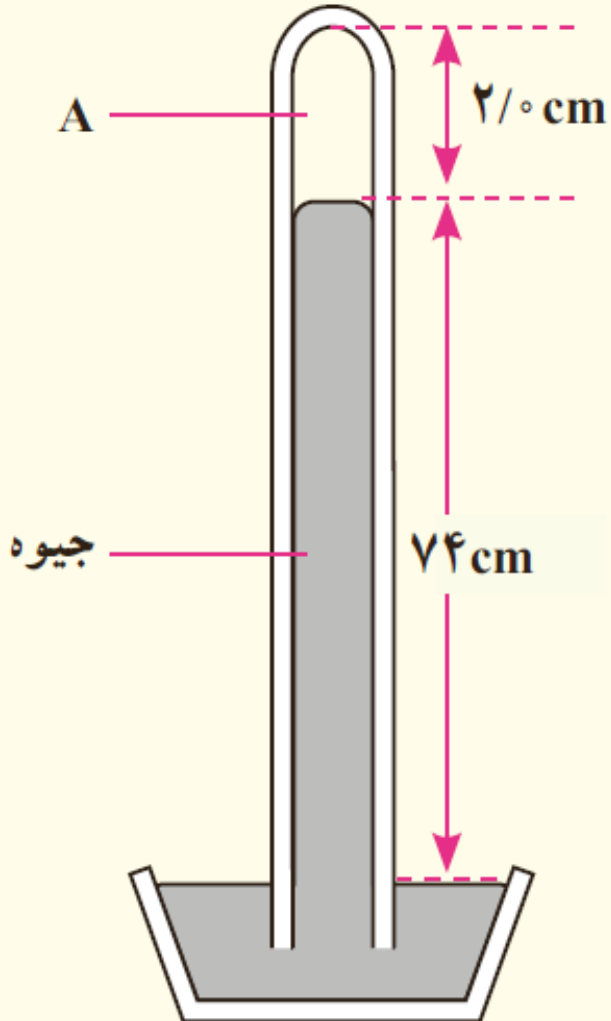
ب) چه عاملی جیوه را درون لوله نگه می‌دارد؟



فشار هوای محیط، جیوه را در داخل لوله نگه می‌دارد.
اگر فشار هوای محیط کم شود ارتفاع جیوه درون لوله
پایین می‌آید.

پ) فشار هوای محیطی که این جوسنج در آنجا قرار دارد چقدر

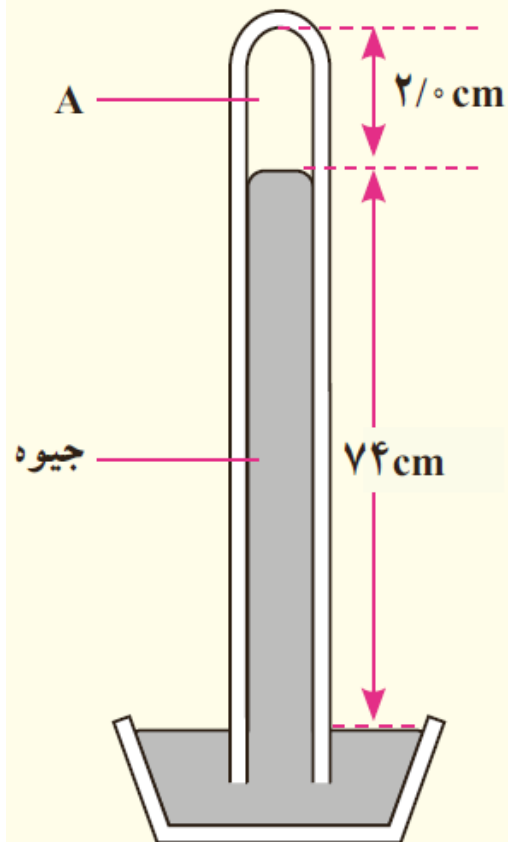
است؟



۷۴ سانتی متر جیوه است. برای تبدیل آن به پاسکال می
توانیم از فرمول ρgh استفاده کنیم.

$$P_0 = \rho gh = 13600 \times 9/8 \times 74 \times 10^{-2} = 98627 \text{ Pa}$$

ت) اگر این جوسنج را بالای کوهی ببریم چه تغییری در ارتفاع ستون جیوه درون لوله رخ می دهد؟ دلیل آن را توضیح دهید.



می دانیم که با افزایش ارتفاع از سطح زمین فشار هوا کاهش می یابد در نتیجه جوسنج نیز فشار کمتری را نمایش می دهد یعنی ارتفاع جیوه درون جوسنج پایین می آید.

۱۱ الف) ارتفاع چهار شهر مرتفع ایران از سطح دریا، به شرح

زیر است :

سمیرم : $2434m$

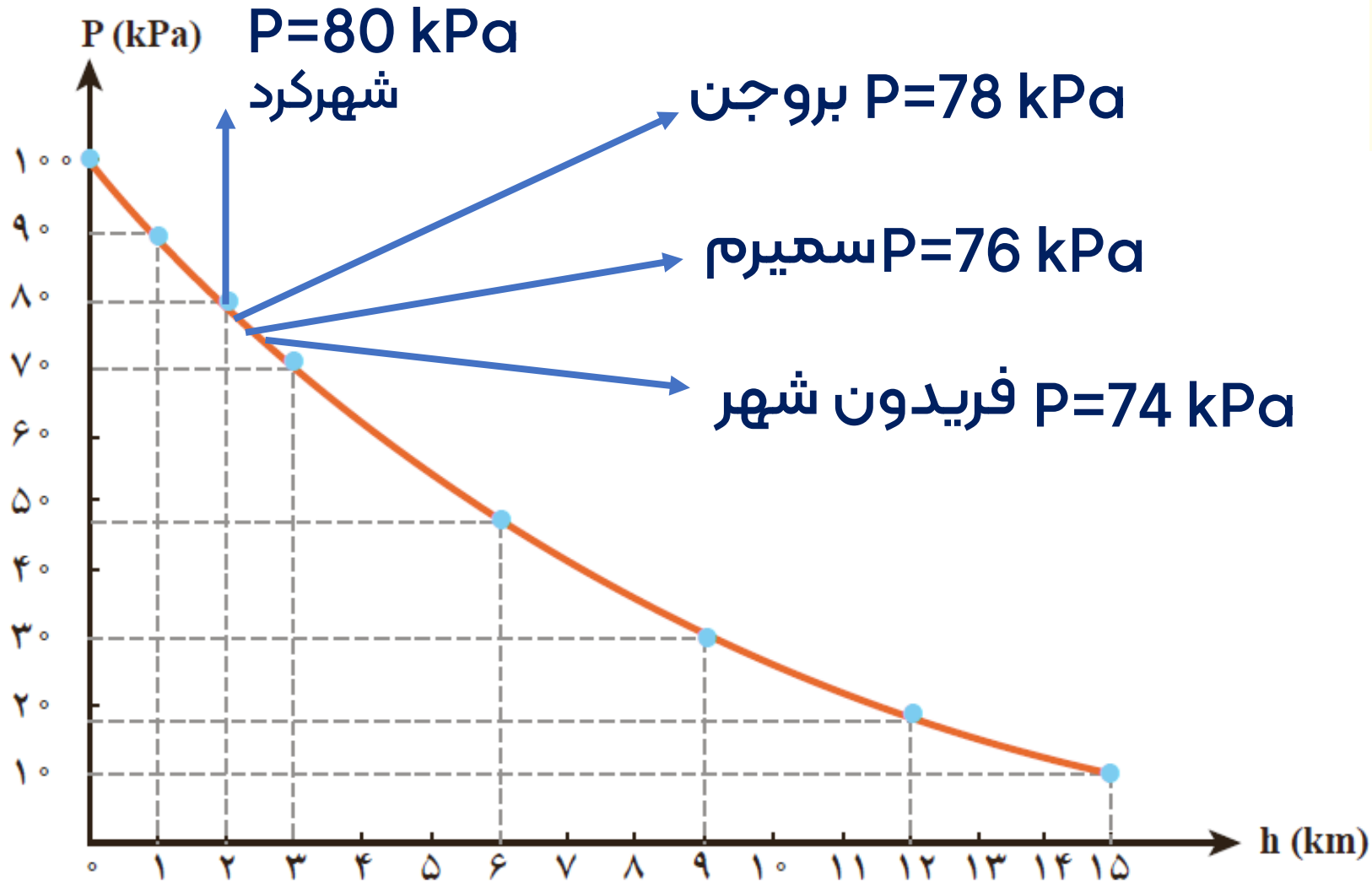
فریدون شهر : $2612m$

شهرکرد : $2072m$

بروجن : $2265m$

با توجه به نمودار شکل ۲-۱۶-ب، فشار تقریبی هوا را در این

چهار شهر بنویسید.



ب) چگالی متوسط هوا تا ارتفاع ۳ کیلومتری از سطح دریای آزاد حدود 1.01 kg/m^3 است. فشار هوا را در این شهرها حساب کنید و مقادیر به دست آمده را با نتیجه قسمت الف مقایسه کنید.

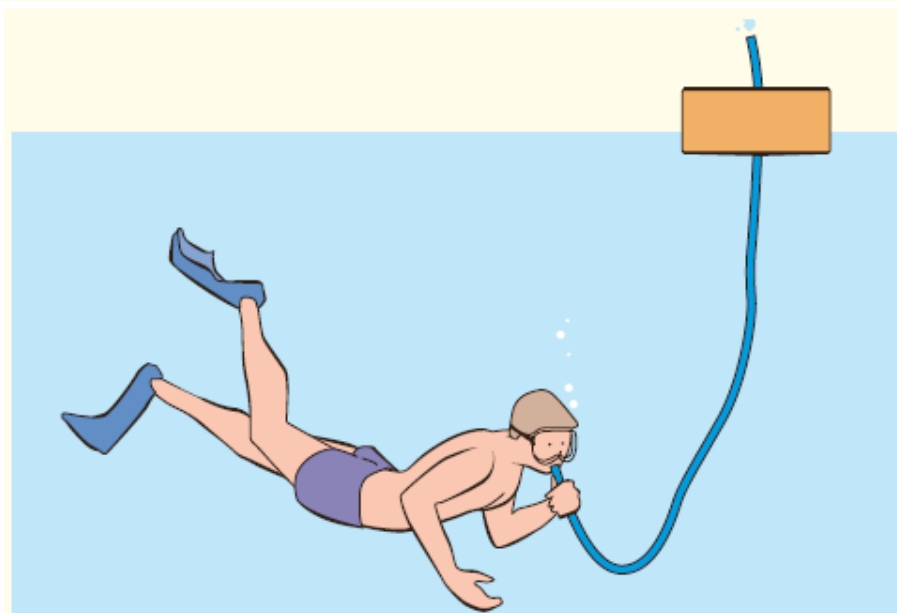
$$P = P_0 - \rho gh = 100000 - 1.01 \times 9.8 \times 2612 = 74 \text{ kPa} \quad \text{فریدون شهر} \quad \text{کنید.}$$

$$P = P_0 - \rho gh = 100000 - 1.01 \times 9.8 \times 2434 = 75.9 \text{ kPa} \quad \text{سمیرم}$$

$$P = P_0 - \rho gh = 100000 - 1.01 \times 9.8 \times 2265 = 77.5 \text{ kPa} \quad \text{بروجن}$$

$$P = P_0 - \rho gh = 100000 - 1.01 \times 9.8 \times 2072 = 79.5 \text{ kPa} \quad \text{شهرکرد}$$

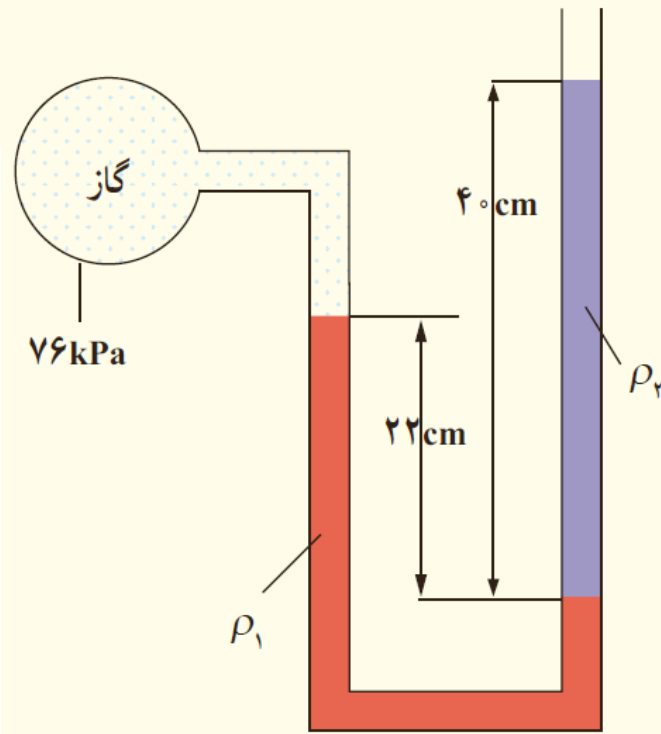
همان فشار در عمق آب است. در عمق $6/15\text{m}$ از سطح آب، اختلاف فشار درون ریه غواص با فشار وارد بر قفسه سینه او چقدر است؟ (خوب است بدانید که غواص‌های مجهز به مخزن هوای فشرده می‌توانند تا عمق بیشتری در آب فرو روند، زیرا فشار هوای درون ریه آنها با افزایش عمق، همپای فشار آب بر سطح بیرونی بدن زیاد می‌شود.)



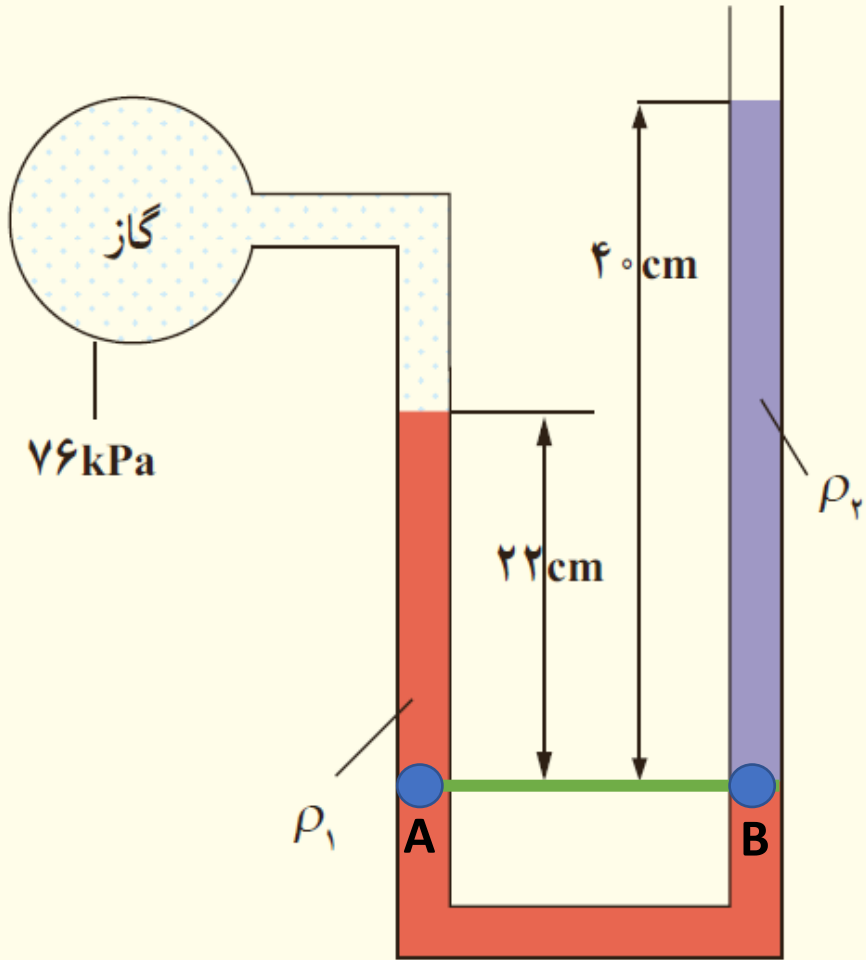
۱۲ غواص‌ها می‌توانند با قرار دادن یک سر لوله‌ای در دهان خود، در حالی که سر دیگر آن از آب بیرون است، تا عمق بیشینه‌ای در آب فرو روند و نفس بکشند (شکل زیر). با گذشتن از این عمق، اختلاف فشار درون و بیرون ریه غواص افزایش می‌یابد و غواص را ناراحت می‌کند. چون هوای درون ریه از طریق لوله با هوای بیرون ارتباط دارد، فشار هوای درون ریه، همان فشار جو است در حالی که فشار وارد بر قفسه سینه او،

$$\begin{aligned}
 P &= P_0 + \rho gh \Rightarrow P - P_0 = \rho gh \\
 &= 1000 \times 9/8 \times 6/15 \\
 &= 60270 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

۱۳ درون لوله U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده
 است جیوه ($\rho_1 = 13600 \text{ kg/m}^3$) و مایعی با چگالی نامعلوم ρ_2
 وجود دارد (شکل زیر).



اگر فشار هوای بیرون لوله U شکل 101 kPa باشد، چگالی مایع را تعیین کنید.

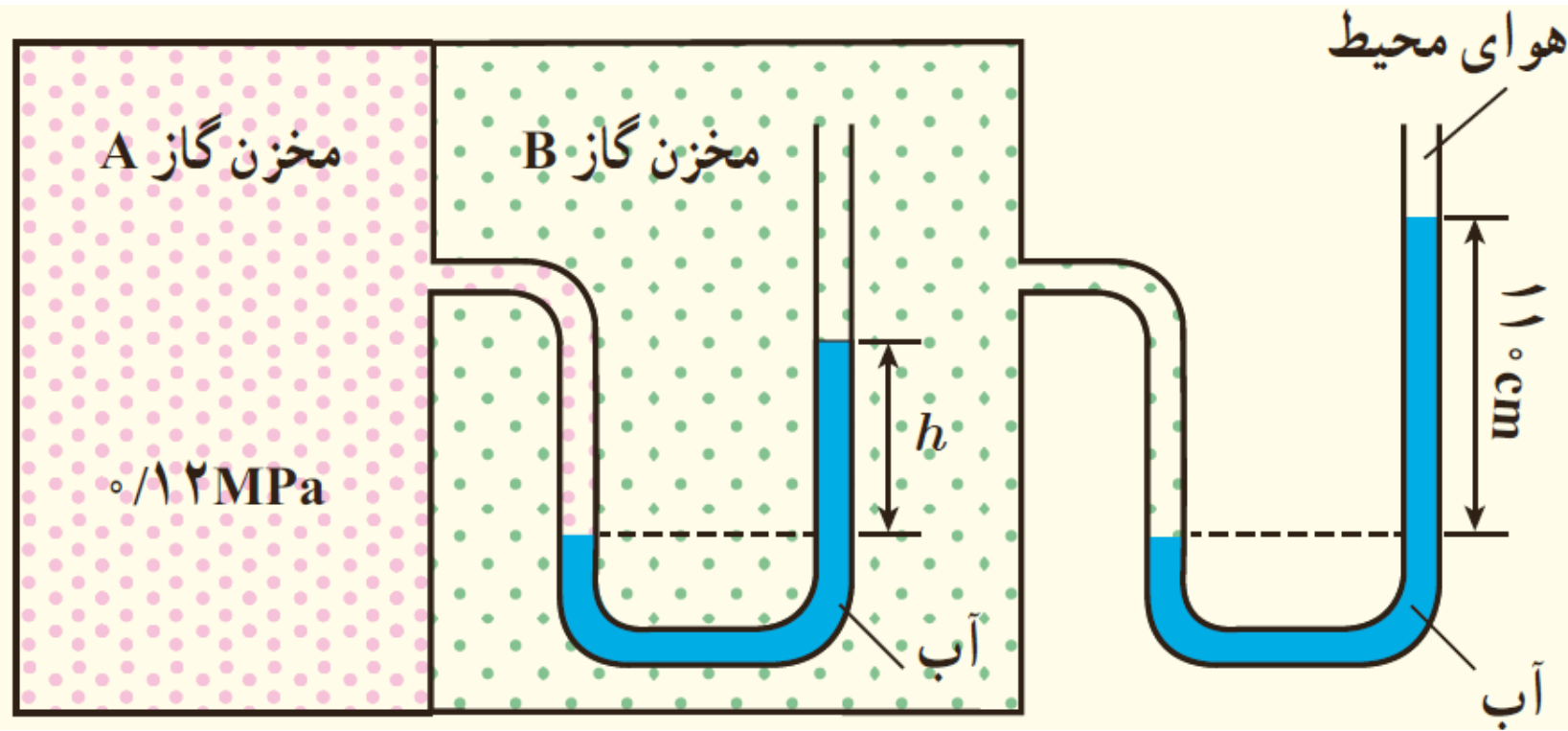


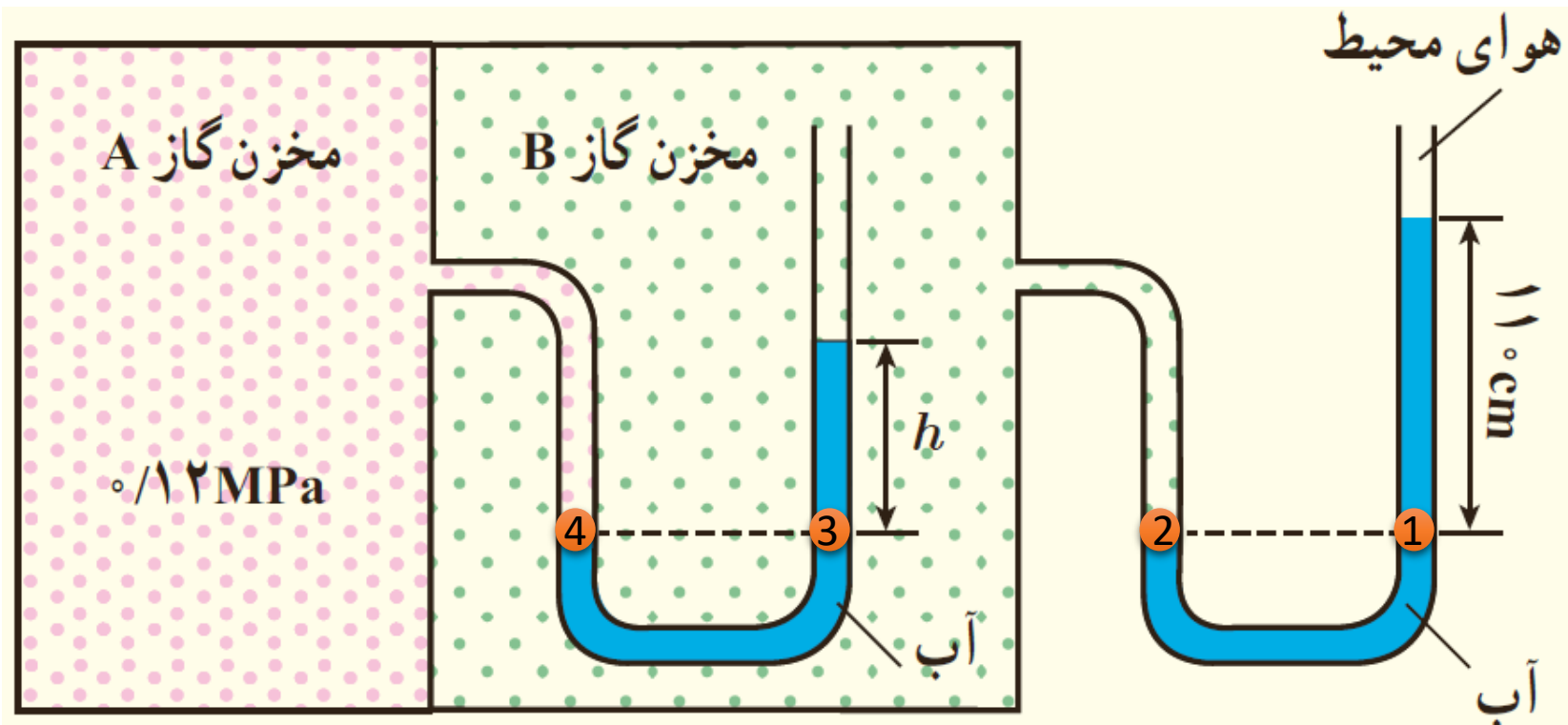
$$P_A = P_B \Rightarrow P_g + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$

$$76000 + 13600 \times 9.8 \times 0.22 = 101000 + \rho_2 \times 9.8 \times 0.4$$

$$\rho_2 = 1102 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

۱۴ در شکل زیر مقدار h چند سانتی متر است؟ فشار هوای محیط را ۱۰۱ kPa و چگالی آب را ۱۰۰۰ kg/m^3 بگیرید.





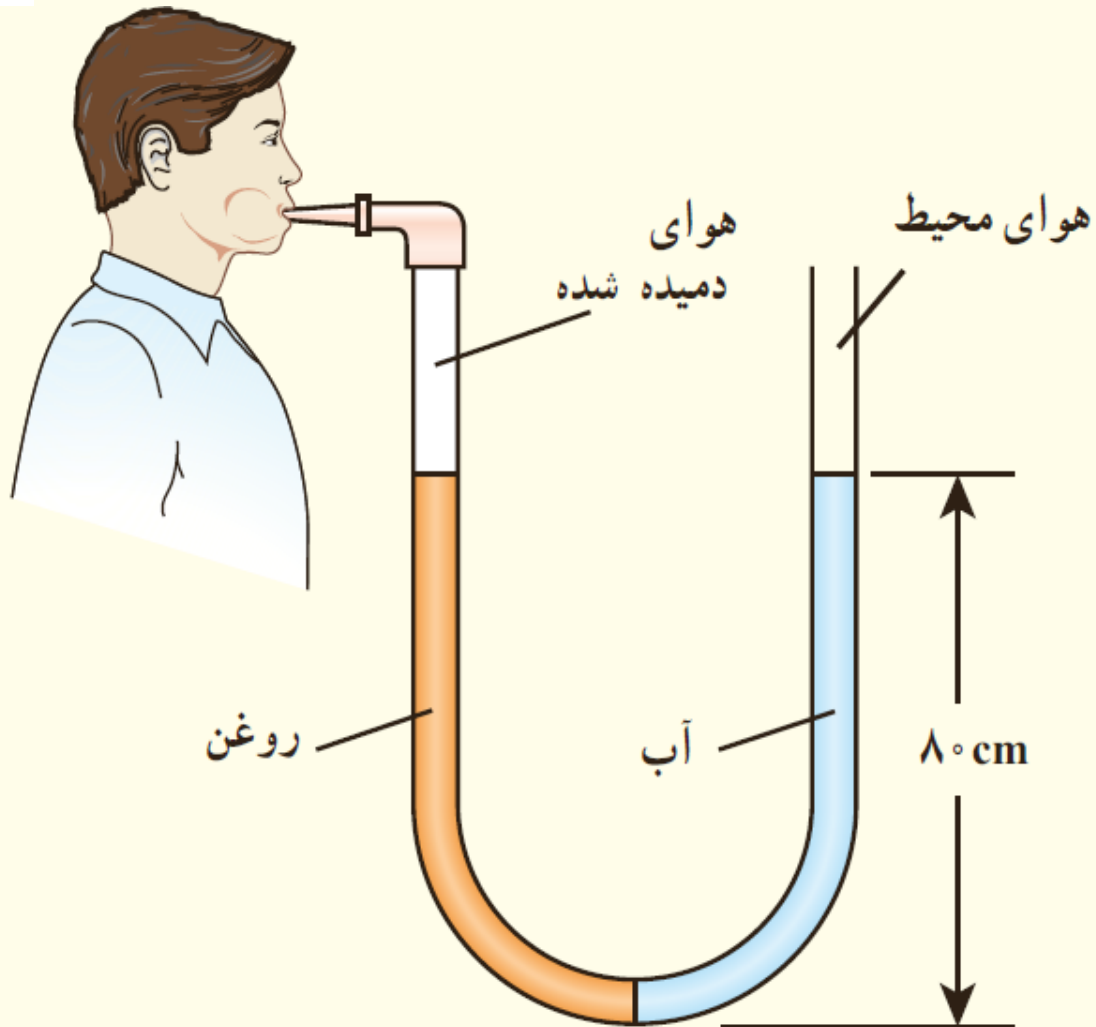
$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_0 + \rho gh = P_B \Rightarrow P_B = 101000 + 1000 \times 9.8 \times 1.1 = 111780 \text{ Pa}$$

$$P_3 = P_4 \Rightarrow P_B + \rho gh = P_A \Rightarrow 111780 + 1000 \times 9.8 \times h = 120000$$

$$\Rightarrow h = 0.84 \text{ m} = 84 \text{ cm}$$

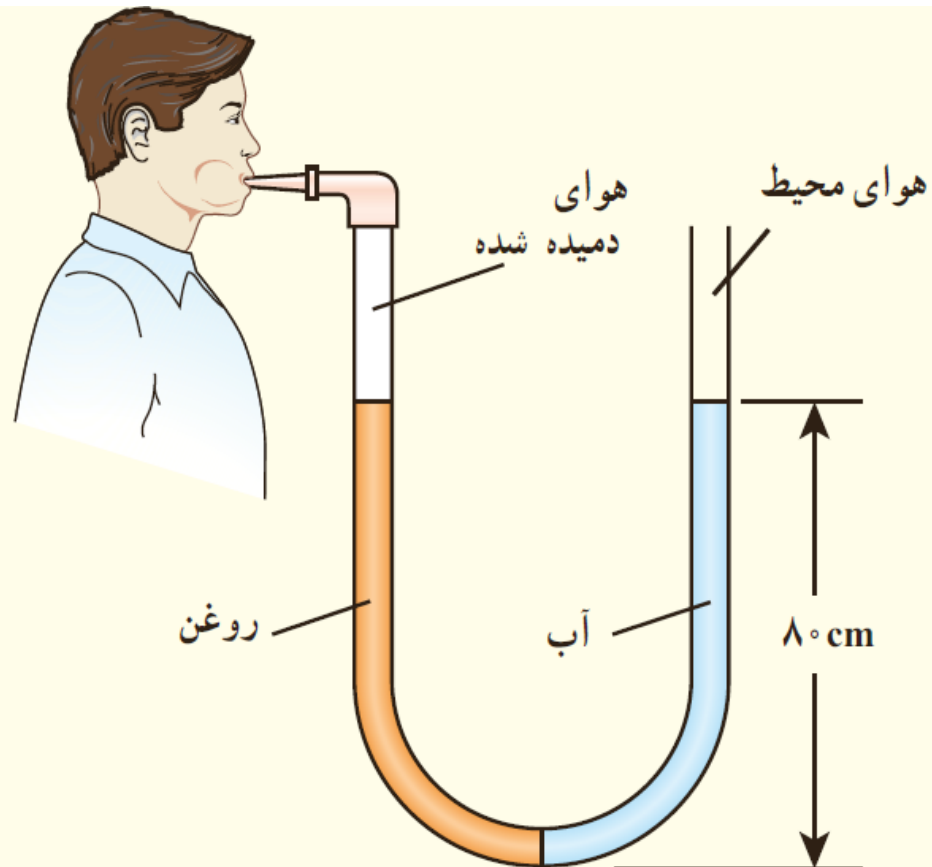
۱۵ لوله U شکلی را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب

و روغن است (شکل زیر).



چگالی روغن را 805 kg/m^3 بگیرید.

با توجه به اطلاعات روی شکل، فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ شخصی که از شاخهٔ سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟



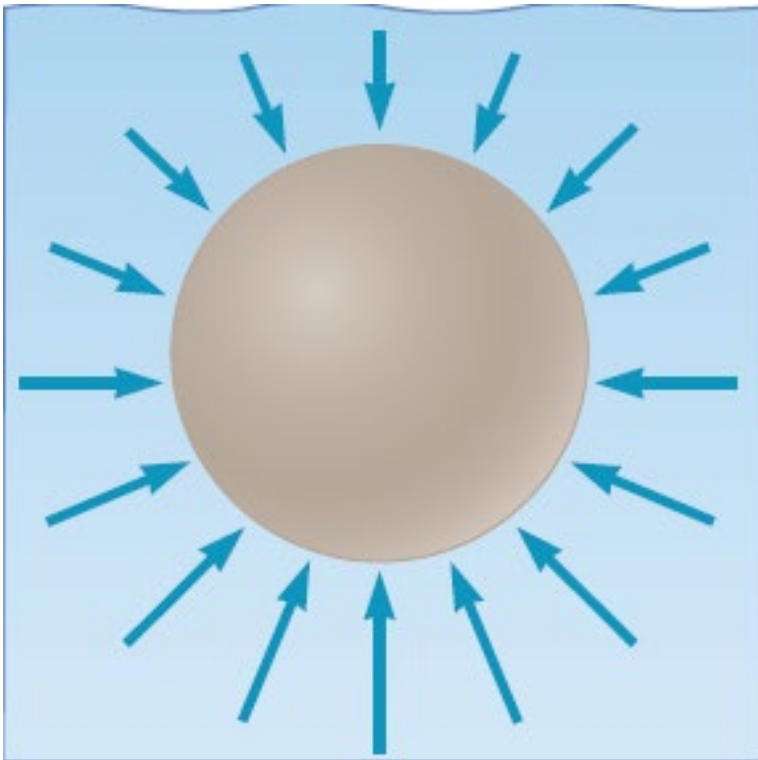
$$P_G + (\rho g h)_{\text{روغن}} = P_0 + (\rho g h)_{\text{آب}}$$

$$P_G - P_0 = (\rho g h)_{\text{آب}} - (\rho g h)_{\text{روغن}}$$

$$P_G - P_0 = g h (\rho_{\text{آب}} - \rho_{\text{روغن}})$$

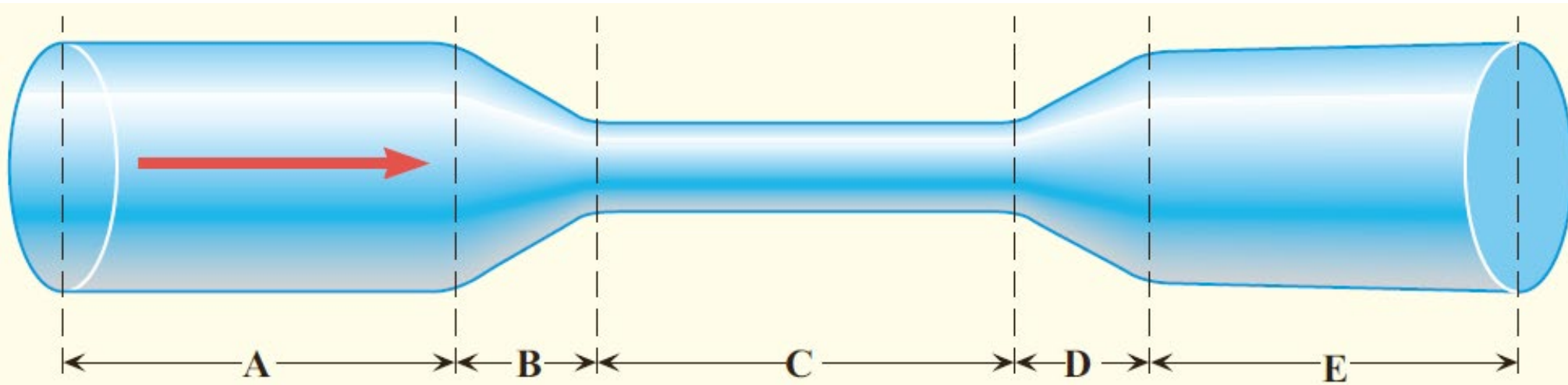
$$P_G - P_0 = 9.8 \times 0.8 (1000 - 800) = 1568 \text{ Pa}$$

۱۶ توضیح دهید چرا نیروی شناوری برای جسمی که در یک شماره قرار دارد رو به بالاست.

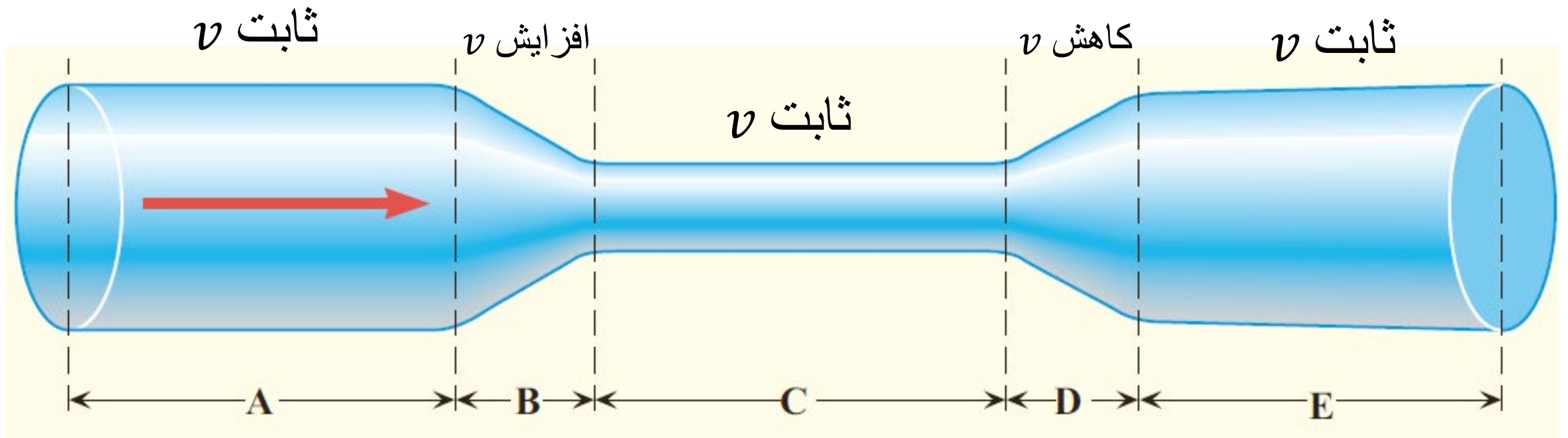


همان طور که در شکل نیز مشخص است نیروهای ناشی از فشار وارده بر جسم به دلیل افزایش عمق در زیر آن بیشتر است. پس در مجموع برآیند نیروها یک نیروی بالاسوی خالصی به جسم از طرف شماره وارد می شود.

۱۷ در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست در جریان است. روی این لوله ۵ قسمت (A ، B ، C ، D و E) نشان داده شده است. طبق معادله پیوستگی هر چه سطح مقطع کمتر شود تندی بیشتر می شود.

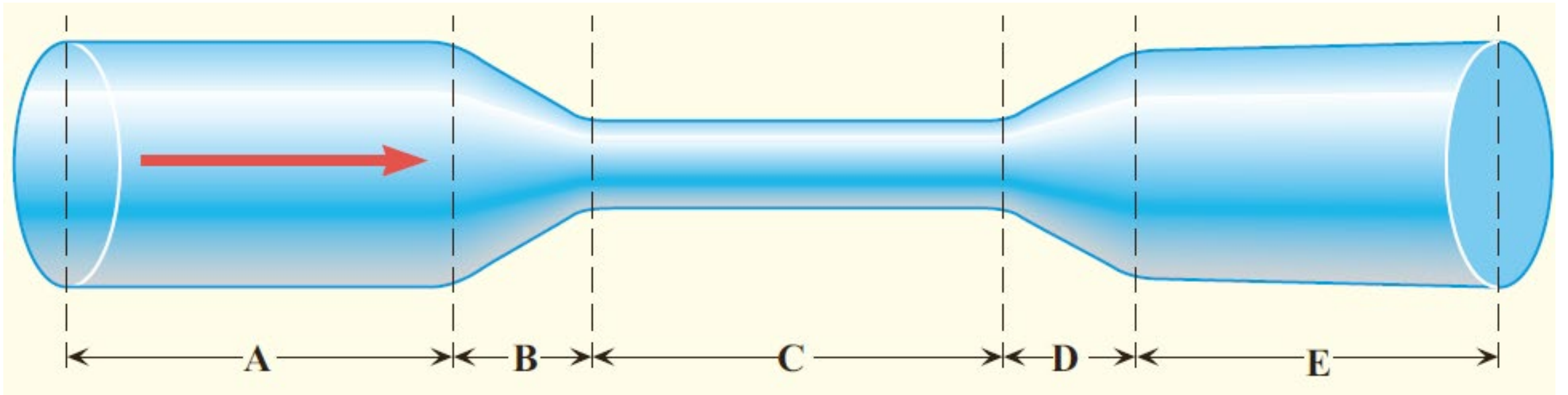


الف) در کدام یک از قسمت‌های لوله، تندی آب، در حال افزایش، در حال کاهش، یا ثابت است؟



ب) تندی آب را در قسمت‌های A ، C و E لوله با یکدیگر مقایسه کنید.

$$v_C > v_A = v_E$$



۱۸ دو نوار کاغذی به طول تقریبی 10 cm را مطابق شکل (الف)

به انتهای یک نی نوشابه بچسبانید. وقتی مطابق شکل (ب) به درون

نی دمیده می شود نوارهای کاغذی به طرف یکدیگر جذب می شوند.

با توجه به اصل برنولی دلیل این پدیده را توضیح دهید.



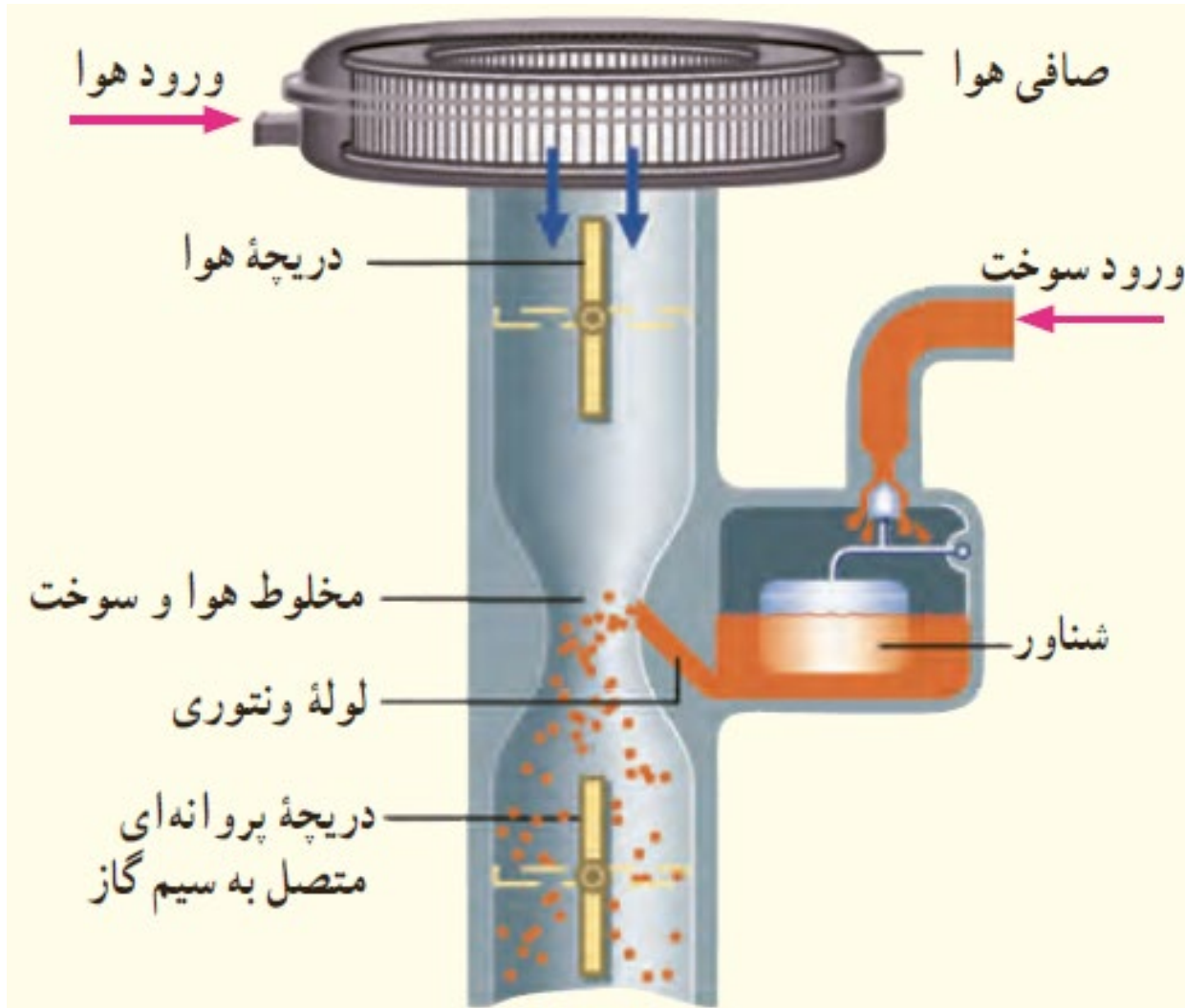
با دمیدن داخل نی تنگی هوای بین دو نوار کاغذی زیاد شده و طبق

اصل برنولی فشار بین آنها کم می شود. با کاهش فشار هوای بین

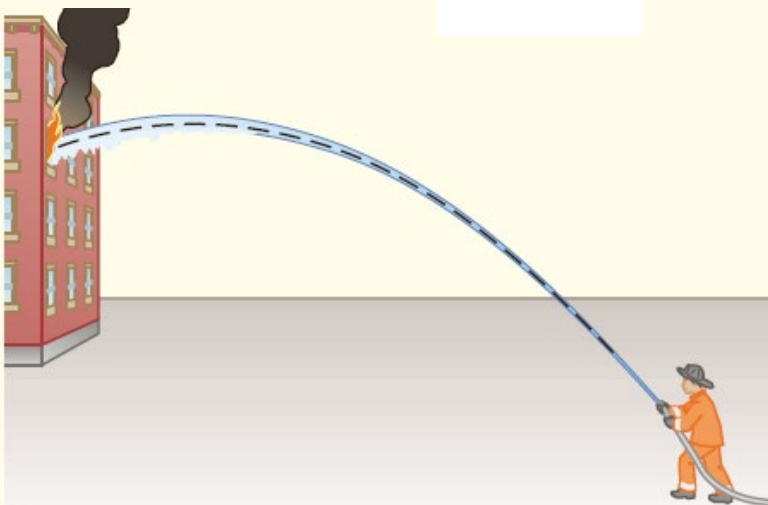
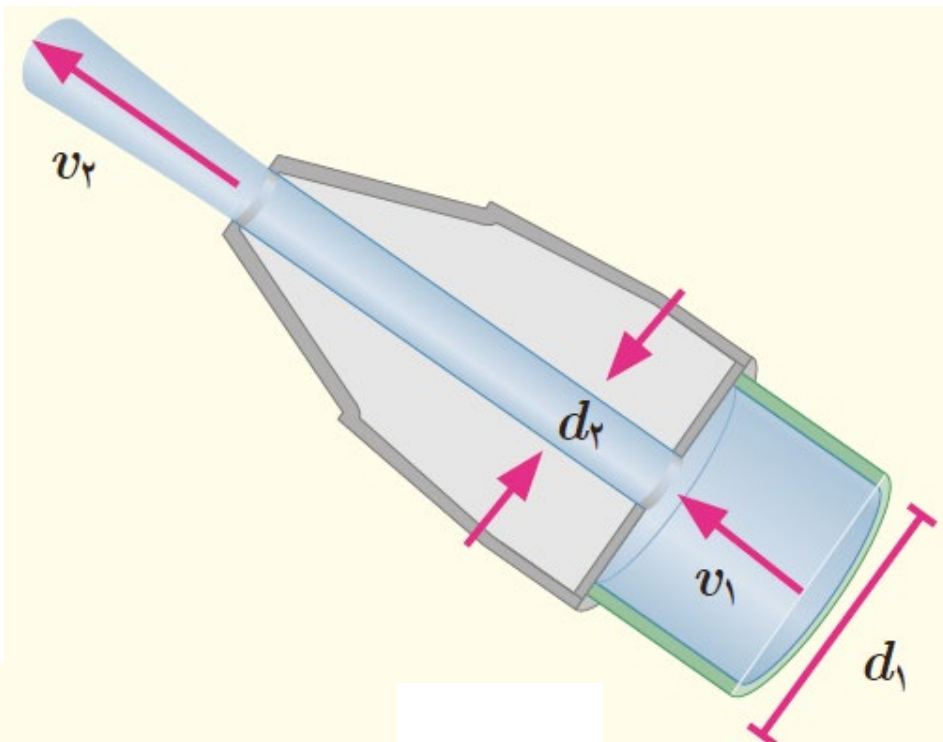
دو نوار نسبت به هوای اطراف نوارهای کاغذی به هم نزدیک می

شوند.

۱۹ شکل زیر کاربراتور یک موتور بنزینی قدیمی را نشان می‌دهد. حجم هوایی که وارد کاربراتور می‌شود توسط دریچه پروانه‌ای که به سیم گاز خودرو وصل شده، قابل تنظیم است. با توجه به کاربرد اصل برنولی در ساختمان یک کاربراتور، توضیح دهید چرا با فشردن بیشتر پدال گاز، دور موتور خودرو افزایش می‌یابد و خودرو می‌تواند سریع‌تر حرکت کند.



هر چه پدال گاز بیشتر فشرده می‌شود دریچه پروانه ای بازتر شده و هوای بیشتری از طریق دریچه هوا اجازه ورود پیدا می‌کند. با افزایش میزان هوا، تندی هوا نیز افزایش یافته که طبق اصل برنولی باعث کاهش فشار می‌شود. این کاهش فشار نیز باعث افزایش سوخت می‌شود.



۲۰ شکل (الف) آتش‌نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصله نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ‌شده از شیر بسته‌شده به انتهای لوله آتش‌نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_1 = 1.5 \text{ m/s}$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1 = 9.6 \text{ cm}$ و قطر قسمت خروجی آن $d_2 = 2.5 \text{ cm}$ باشد، تندی خروج آب را از شیر پیدا کنید.

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 = \pi \frac{d_1^2}{4} \times 1.5 = \pi \frac{d_2^2}{4} \times v_2$$

$$v_2 = 22/11 \frac{m}{s}$$

علی جیبرا سائیت تخصصی ریاضی فیزیک

WWW.ALICEBRA.COM

AG

۰۹۱۲۷۷۴۴۲۸۱
۰۹۱۲۷۷۴۴۳۸۹

