

# کارنامه خرد

## فصل دوم

### ویژگی‌های فیزیکی مواد

## فعالیت ۱-۲

**فعالیت ۱-۳:** قلمزنی یکی از هنرهای صنعتی ایران و با قدمتی چندین هزار ساله است. تحقیق کنید صنعتگران قلمزن، چگونه از شل و سفت شدن قیر کمک می‌گیرند تا بدون سوراخ شدن فلز، بر روی آن نقش و نگارهای متنوعی ایجاد کنند.



**جواب:**

در هنگام ضربه زدن به سطح فلز برای ایجاد نقش‌های روی سطح آن، امکان دارد که فلز سوراخ شود. برای جلوگیری از این کار از قیر شل استفاده می‌کنند. بدین منظور قیر شل را درون ظرف ریخته تا سطح داخلی فلز را بپوشاند و هرچه قیر ده‌م‌تری داشته باشد در هنگام ضربه زدن، فلز بیشتر فرو می‌رود.

در پایان پس از سفت شدن قیر، آن را از سطح داخلی فلز جدا می‌کنند.

## فعالیت ۲-۲

**فعالیت ۲-۲:** یک سرنگ، مثلاً ۱۰ سی‌سی، 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 تراکم‌پذیری گازها و مایع‌ها می‌گیرید؟ توضیح دهید.



**جواب:**

وقتی داخل سرنگ هوا باشد، به راحتی پیستون حرکت کرده و هوا متراکم می‌شود. اما وقتی داخل آن آب باشد، پیستون نمی‌تواند آزادانه حرکت کند و آب را متراکم کند. در نتیجه متوجه می‌شویم که **مایع‌ها تراکم‌ناپذیر** و **گازها تراکم‌پذیرند**.

در واقع فاصله بین مولکولی در مایع‌ها کمتر از گازهاست و وقتی می‌خواهیم مایع را متراکم کنیم، مولکول‌های آن بیش از حد به هم نزدیک شده و ایجاد دافعه می‌کنند و مانع از تراکم مایع می‌شوند.

## پرسش ۱-۲

**پرسش ۱-۲:** الف) وقتی در شیشه عطری را در گوشه ای از اتاق باز می کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می شود. با توجه به شکل روبه‌رو این پدیده را چگونه توجیه می کنید؟ چرا پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می دهد؟

**جواب:**

ذرات عطر با مولکول‌های هوا برخورد کرده و به تدریج در محیط پخش می شوند.

مولکول‌های گاز نسبت به مولکول‌های مایع تندی بیشتری دارند و آزادانه‌تر حرکت می کنند. بنابراین با تندی و انرژی بیشتری می توانند باعث پخش در محیط شوند.

ب) هوای اطراف کره زمین، آمیزه‌ای از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن‌دی‌اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی اثر (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 می شود. اهمیت این پدیده را برای حیات روی کره زمین توضیح دهید.

**جواب:**

پخش مولکول‌های هوا باعث می شوند عناصر هوا در سراسر کره زمین وجود داشته باشند و هر موجودی به راحتی از آن‌ها استفاده کند.

## پرسش ۲-۲

**پرسش ۲-۲:** وقتی شیشه می شکند با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛ ولی اگر قطعه‌های شیشه را آن قدر گرم کنیم که نرم شوند می توان آن‌ها را به هم چسباند. این پدیده‌ها را با توجه به کوتاه‌برد بودن نیروهای بین‌مولکولی توجیه کنید.

**جواب:**

وقتی شیشه گرم می کنیم، جنبش مولکول‌های آن بیشتر شده و باعث می شود مولکول‌ها در کنار هم قرار گیرند و نیروهای بین‌مولکولی با توجه به کوتاه‌برد بودن نیروهای بین‌مولکولی، زمانی که فاصله کم می شود این نیروها بوجود آمده و باعث چسبیدن قطعه‌های شیشه به هم می شوند.

## فعالیت ۲-۳

**فعالیت ۲-۳: الف)** سعی کنید یک سوزن ته‌گرد 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.

**جواب:**

الف و ب) گیره در سطح آب فرورفتگی ایجاد می‌کند اما بدلیل کشش سطحی آب که ناشی از نیروی همچسبی بین مولکول‌های آب است، روی سطح آب می‌ماند و فرو نمی‌رود.

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.

**جواب:**

مایع شوینده نیروی همچسبی بین مولکول‌های آب و در نتیجه کشش سطحی را کاهش داده و باعث می‌شود که گیره درون آب فرورود.



## پرسش ۲-۳

**پرسش ۲-۳:** شکل روبه‌رو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره چکان نشان می‌دهد. الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کمتر است.

**جواب:**

در شکلی که قطره روغن بزرگتر است، دما کمتر است.

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

**جواب:**

افزایش دما سبب افزایش جنبش مولکول‌ها و در نتیجه کاهش نیروی بین‌مولکولی می‌شود. بنابراین با افزایش دما قطره‌های کوچک‌تری خواهیم داشت.



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

**جواب:**

افزایش دما باعث افزایش جنبش مولکول‌ها و در نتیجه کاهش نیروی دگرچسبی می‌شود. بنابراین ظروف راحت‌تر شسته می‌شوند.



## فعالیت ۲-۴

**فعالیت ۲-۴:** یک طرف یک تکه شیشه کوچک (با ابعادی حدود ۱۰cm در ۱۰cm) را کمی بالاتر از شعله یک شمع بگیرید تا سطح شیشه به طور کامل دود اندود شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطحی افقی قرار دهید و سپس روی سطح دود اندود شده آن چند قطره آب بریزید. آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



**جواب:**

نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و دود بیشتر است و قطرات آب به شکل کروی باقی می‌ماند.

بار دیگر سطح شیشه را به جای دود اندود کردن، با روغن چرب کنید و آزمایش را تکرار کنید. مشاهده خود را توضیح دهید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

**جواب:**

نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و روغن بیشتر است و قطرات آب روی سطح شیشه چرب شده به شکل کروی باقی می‌ماند.

## فعالیت ۲-۵

**فعالیت ۳-۵:** 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.



**جواب:**

نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب کمتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و کارت بانکی است و با قرار دادن سکه در طرف دیگر کارت، آب از سطح اولیه خود بالاتر می‌آید. اگر نیروی وزن سکه‌ها بزرگتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و کارت بانکی شود، کارت بانکی از طرف دیگر می‌افتد.

یکی دو قطره مایع شوینده به آب اضافه کنید و آزمایش را تکرار کنید. نتیجه مشاهده خود را در گروه خود به بحث بگذارید.

**جواب:**

با افزودن مایع شوینده، نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و کارت بانکی کاهش می‌یابد و کارت بانکی از سطح آب جدا می‌شود.

## فعالیت ۲-۶

**فعالیت ۲-۶:** در ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منفذهای مویین در این دیوارها می‌تواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می‌پوشانند. تحقیق کنید در معماری سنتی ایران به جای قیراندود کردن، چگونه از نفوذ آب به داخل سازه‌ها جلوگیری می‌کردند.

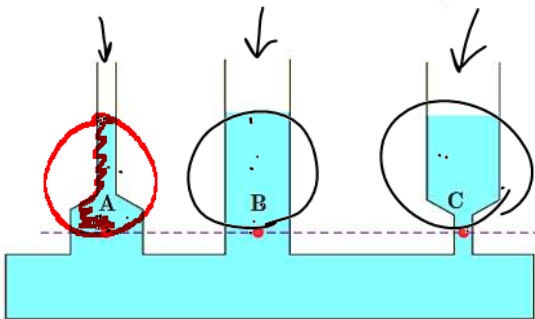


جواب:

از موادی استفاده می‌کردند که آب نسبت به آن‌ها دگرچسبی داشته باشد تا آب از دیوارها دور شده و در دیوار نفوذ نکند. از جمله این مواد می‌توان به ترکیب کاهگل و روغن و ترکیب گچ و خاک و شیره سوخته خرما اشاره کرد.

## پرسش ۲-۴

**پرسش ۲-۴:** در علوم سال نهم دیدید که فشار در نقاط هم‌تراز 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  $P = P_0 + \rho gh$  توضیح دهید.



جواب:

طبق رابطه بالا، فشار هوا، چگالی مایع و عمق مایع تا نقاط A، B و C برای هر سه نقطه یکسان است. بنابراین فشار کل در سه نقطه A، B و C برابر خواهد بود.

## تمرین ۱-۲

$h$

تمرین ۱-۲: شناگری در عمق ۵٫۰ متری از سطح آب دریاچه‌ای شنا می‌کند. فشار ناشی از آب و همچنین فشار کل در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت پرده گوش را یک سانتی‌متر مربع فرض کنیم، بزرگی نیرویی که به پرده گوش این شناگر وارد می‌شود چند نیوتون است؟ فشار هوای محیط را  $۱٫۰۱ \times ۱۰^۵ \text{ Pa}$  بگیرید.

نامی:  $P = \rho g h$

$$P_{\text{کل}} = \rho g h + P_0$$

جواب:

$$P_w = \rho g h \Rightarrow P_w = (۱٫۰ \times ۱۰^۳ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (۵٫۰ \text{ m}) = ۵٫۰ \times ۱۰^۴ \text{ Pa}$$

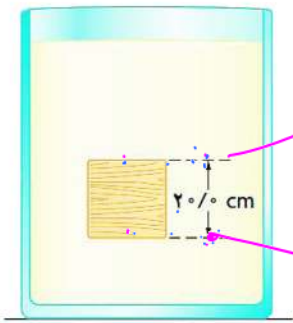
$$P = P_0 + \rho g h \Rightarrow P = (۱٫۰۱ \times ۱۰^۵ \text{ Pa}) + (۵٫۰ \times ۱۰^۴ \text{ Pa}) = (۱٫۰۱ \times ۱۰^۵ \text{ Pa}) + (۰٫۵۰ \times ۱۰^۵ \text{ Pa}) = ۱٫۵۱ \times ۱۰^۵ \text{ Pa}$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow F = (۱٫۵۱ \times ۱۰^۵ \text{ Pa}) \times (۱ \text{ cm}^2 \times \frac{۱ \text{ m}^2}{۱۰^۴ \text{ cm}^2}) = ۱٫۵۱ \times ۱۰^۱ \text{ N} = ۱۵٫۱ \text{ N}$$

## تمرین ۲-۲

تمرین ۲-۲: جسمی مکعبی به طول ضلع ۲۰٫۰ cm درون شاره‌های غوطه‌ور و در حال تعادل است. فشار در بالا و زیر جسم به ترتیب برابر ۱۰۵٫۰ و ۱۰۶٫۸ کیلوپاسکال است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

جواب:



$$P = ۱۰۵٫۰ \text{ kPa}$$

$$۱۰۶٫۸ \text{ kPa}$$

$$P_b = P_t + \rho g h \Rightarrow P_b - P_t = \rho g h$$

$$\Rightarrow (۱۰۶٫۸ - ۱۰۵٫۰) \times ۱۰^۳ \text{ Pa} = \rho \times (۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (۰٫۲ \text{ m})$$

$$\Rightarrow ۱٫۸ \times ۱۰^۳ \text{ Pa} = ۲\rho \Rightarrow \rho = ۰٫۹۰ \times ۱۰^۳ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = ۹۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho = ۹۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

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

$$(۱۰۶٫۸ - ۱۰۵٫۰) \times ۱۰^۳ = \rho (۱۰)$$



تمرین ۲-۳  $1 \text{ bar} \approx 10^5 \text{ Pa}$

تمرین ۲-۳: در هواشناسی و روی نقشه‌های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می‌کنند. به طوری که داریم:

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

یک ستون به سطح مقطع  $1 \text{ m}^2$  در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می‌یابد. اگر فشار هوا را در سطح دریا  $1 \text{ bar}$  در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟

جواب:

$$P_0 = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P_0 A \Rightarrow F = (1 \times 10^5 \text{ Pa}) \times (1 \text{ m}^2) = 1 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F = m_1 g \Rightarrow 1 \times 10^5 \text{ N} = m_1 \times \left(10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}\right) \Rightarrow m_1 = 1 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$m = 10^4 = 10,000 \text{ kg}$$

پرسش ۲-۵

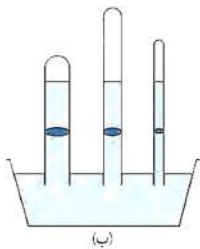
پرسش ۲-۵: الف) توضیح دهید چرا توریجلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟  
 ب) برای لوله‌های غیرمویین، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند. علت را توضیح دهید.  
 پ) در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان، روی ورقه لاکمی یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های کاغذ پخش می‌شود. در بدنه خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند. دلیل این کار را توضیح دهید.

جواب:

الف) چگالی جیوه خیلی بیشتر از چگالی آب است و اگر قرار بود بجای جیوه از آب استفاده شود، ارتفاع ستون مورد نظر بسیار بلند می‌شد.

ب) با توجه به رابطه  $P_0 = \rho g h$ ، ارتفاع ستون جیوه از رابطه  $h = \frac{P_0}{\rho g}$  به دست می‌آید و چون فشار هوا و چگالی جیوه برای لوله‌ها یکسان است، ارتفاع جیوه در تمام لوله‌ها یکسان خواهد بود.

پ) فشار هوا از طریق روزنه وارد لوله حاوی جوهر شده و به سطح آن فشار وارد کرده و جوهر را به سمت پایین فشار می‌دهد.



(ب)



(پ)



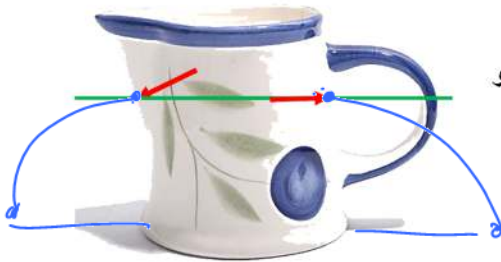
(الف)



## فعالیت ۷-۲

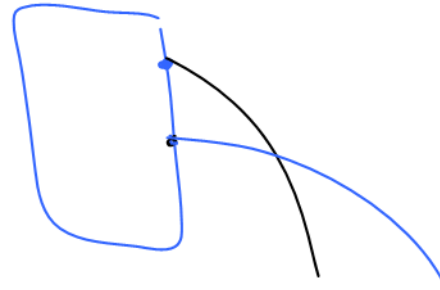
فعالیت ۷-۲: آزمایشی طراحی و سپس اجرا کنید که به کمک آن بتوان نشان داد فشار در یک عمق معین از مایع به جهتگیری سطحی که فشار به آن وارد می‌شود بستگی ندارد.

جواب:



در شکل مقابل اگر دو سوراخ را در دو نقطه مورد نظر ایجاد کنیم، باز هم آب از این دو نقطه بیرون خواهد ریخت که دلیل آن وجود فشار آب در آن دو نقطه است.

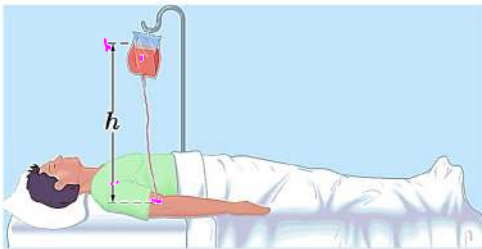
این آزمایش نشان می‌دهد که فشار در یک عمق معین به جهتگیری بستگی ندارد.



## تمرین ۴-۲

تمرین ۴-۲: شکل روبه‌رو یک کیسه لاستیکی 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 بیمانه‌ای در سیاهرگ ۱۳۳۰ پاسکال باشد، ارتفاع کمینه  $h$  چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ چگالی محلول را  $1045 \text{ kg/m}^3$  بگیرید.

جواب:



$$\Delta P = P_G = \rho g h \Rightarrow 1330 \text{ Pa} = (1045 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times h \Rightarrow h = 0.127 \text{ m} \Rightarrow h = 12.7 \text{ cm}$$

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

$1330 = 1045 (10) h$

$$h = 12.7 \text{ cm}$$

## فعالیت ۲-۸

**فعالیت ۲-۸:** درون یک ظرف مقداری آب بریزید. یک فویل آلومینیمی به ابعاد تقریبی  $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$  اختیار کنید و آن را مچاله کنید. پیشبینی کنید با قرار دادن فویل مچاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟

جواب:



فویل آلومینیمی

فویل روی آب می‌ماند زیرا چگالی آن از چگالی آب کمتر است.

اکنون فویل مچاله‌شده را آن قدر فشار دهید تا تقریباً مشابه یک توپ کروی شود. اگر این توپ آلومینیمی را روی سطح آب قرار دهید، پیشبینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟

جواب:



فویل آلومینیمی مچاله‌شده

$$\rho = \frac{m}{V}$$

↑ چگالی

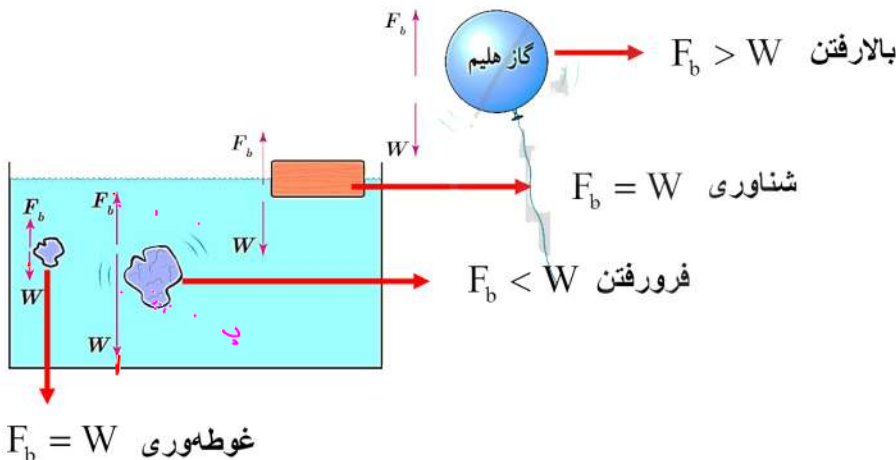
با مچاله کردن فویل، حجم آن کم شده و در نتیجه چگالی آن بیشتر می‌شود. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که فویل درون آب فرورود.

دقت داشته باشید که فرو رفتن یا فرو نرفتن یک جسم درون آب به جرم آن بستگی ندارد و فقط به چگالی آن وابسته است.

## پرسش ۲-۶

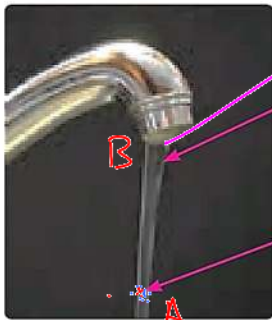
**پرسش ۲-۶:** در شکل روبه‌رو، نیروی شناوری  $F_b$  و نیروی وزن  $W$  وارد بر چند جسم نشان داده شده است. با توجه به نیروی خالص وارد بر هر جسم، وضعیت آن را به کمک یکی از واژه‌های شناوری، غوطه‌وری، فرورفتن و بالارفتن توصیف کنید.

جواب:



## پرسش ۲-۷

پرسش ۲-۷: وقتی شیر آبی را کمی باز کنید و آب به آرامی جریان یابد، مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیک‌تر شدن به زمین، باریک‌تر می‌شود دلیل این پدیده را با توجه به معادله پیوستگی توضیح دهید.



ثابت  $\rho A v = \rho A' v'$  آهان!

جواب:

$v_A > v_B$

با نزدیک شدن آب به نزدیک زمین، تندی آن بیشتر می‌شود و مطابق معادله پیوستگی، سطح مقطع آب باید کم شود.

## پرسش ۲-۸

پرسش ۲-۸: الف) روزهایی که باد می‌وزد، ارتفاع موج‌های دریا یا اقیانوس بالاتر از ارتفاع میانگین می‌شود. با اصل برنولی چگونه می‌توان افزایش ارتفاع موج را توضیح داد؟  
ب) شکل روبه‌رو کامیونی را در دو وضعیت سکون و در حال حرکت نشان می‌دهد. با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید چرا وقتی کامیون در حال حرکت است پوشش برزنتی آن پف می‌کند.

پوشش برزنتی صاف و تخت است.

کامیون در حال توقف



جواب:

پوشش برزنتی پف کرده است.  $v \uparrow \Rightarrow p \downarrow$

کامیون در حال حرکت

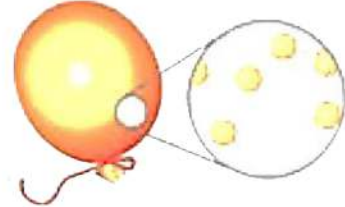
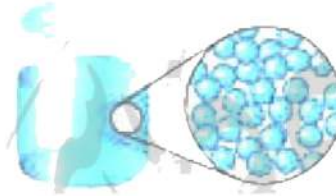
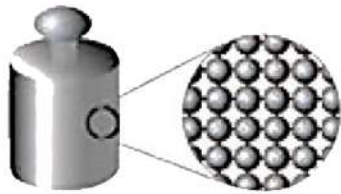


الف) با افزایش تندی هوا در بالای سطح آب، طبق اصل برنولی فشار هوا در بالای آب کم می‌شود. در نتیجه اختلاف فشار بوجود آمده باعث افزایش ارتفاع موج‌ها می‌شود.

ب) با افزایش تندی هوا در بالای پوشش برزنتی، طبق اصل برنولی فشار هوا در بالای آن کم می‌شود. در نتیجه اختلاف فشار بوجود آمده باعث بالا آمدن پوشش می‌شود.

## مسائل فصل

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



جواب:

(الف) در گازها فاصله بین مولکولی زیاد است و مولکول‌ها به طور نامنظم در کنار هم قرار دارند.

(ب) در مایعات فاصله بین مولکولی نسبت به گازها کمتر است و همچنان مولکول‌ها به طور نامنظم در کنار هم قرار دارند.

(پ) در جامدات فاصله بین مولکولی نسبت به گازها کمتر و تقریباً برابر با فاصله بین مولکولی در مایعات است ولی مولکول‌ها با آرایش منظم در کنار هم قرار دارند.

## مسائل فصل

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

جواب:

بدنه دوچرخه به دلیل نیاز به استحکام از جنس جامد است.



از روغن که حالت مایع است برای کاهش اصطکاک بین چرخ‌دنده‌ها استفاده می‌شود.

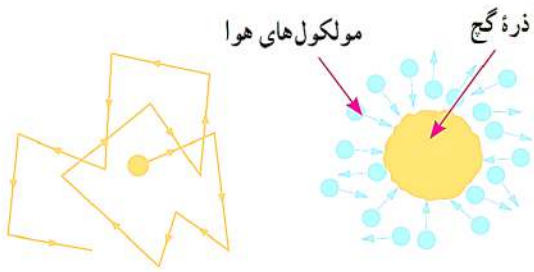
از باد (حالت گاز) در لاستیک‌ها برای جلوگیری از برخورد قسمت آهنی چرخ به زمین استفاده می‌شود.



## مسائل فصل

- ۳- هنگام پاک کردن تخته سیاه، ذرات گچ به طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و حرکت می‌کنند. این حرکت نامنظم ذرات گچ، مطابق شکل روبه رو مدل‌سازی شده است.
- الف) چه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره‌های گچ می‌شود؟
- ب) مولکول‌های هوا بسیار کوچک‌تر و و سبک‌تر از ذره‌های گچ هستند و توسط میکروسکوپ هم دیده نمی‌شوند. توضیح دهید چگونه این تجربه ساده، شاهدهی بر وجود مولکول‌های هواست.

جواب:



حرکت کاتوره‌ای ذرات هوا و بر خورد آن به ذرات گچ باعث حرکت نامنظم و پخش ذرات گچ در هوا می‌شود.

- اگر مولکول‌های هوا وجود نداشتند، ذرات گچ بدون پخش و حرکت نامنظم در هوا بدلیل نیروی جاذبه به سمت زمین سقوط می‌کردند.

## مسائل فصل

- ۴- توضیح دهید چرا
- الف) پدیده پخش در گازها، سریع‌تر از مایع‌ها انجام می‌شود؟ در توضیح خود به چند مثال نیز اشاره کنید.
- ب) یک بادکنک پر از باد، حتی اگر دهانه آن نیز کاملاً بسته شده باشد، باز هم رفته رفته کم باد می‌شود؟

جواب:

الف) زیرا:

- ۱- تندی مولکول‌ها در حالت گاز بیشتر از تندی مولکول‌ها در حالت مایع است.
- ۲- فاصله بین مولکولی در حالت گاز بیشتر از فاصله بین مولکولی در حالت مایع است و مولکول‌ها در حالت گاز می‌توانند آزادانه‌تر حرکت کنند.

- ب) دیواره بادکنک از جنس جامد است و اندازه مولکول‌های هوا کوچک‌تر از فاصله بین مولکولی در حالت جامد است، بنابراین مولکول‌های هوا می‌توانند از دیواره بادکنک عبور کنند.

## مسائل فصل

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

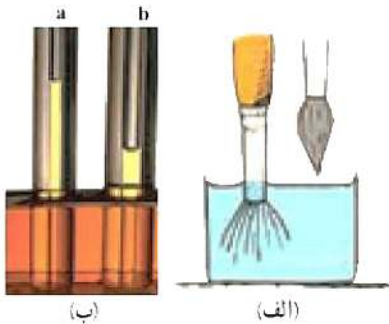
جواب:

نیروی جاذبه بین مولکولی کوتاه برد است، بنابراین دو قطعه شیشه باید بسیار به هم نزدیک شوند تا نیروی جاذبه بین مولکولی عمل کند. به همین دلیل با گرم کردن قطعه‌های شیشه فاصله بین مولکول‌ها را کم می‌کنند.

## مسائل فصل

۶- الف) توضیح دهید چرا وقتی قلم مویی را از آب بیرون می‌کشیم (شکل الف)، موهای آن به هم می‌چسبند. (اشاره: به پدیده کشش سطحی در مایع‌ها توجه کنید).  
ب) شکل (ب) دو لوله مویین هم جنس را نشان می‌دهد که درون مایعی قرار دارند. ارتفاع مایع درون لوله **b** از دو لوله دیگر کمتر است؟ با توجه به شکل، نیروی هم‌چسبی مایع را با نیروی دگرچسبی مایع و لوله‌های مویین مقایسه کنید.

جواب:



سطح خارجی موهای قلمو با آب پوشیده شده است و نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب با ایجاد نیروی هم‌چسبی باعث می‌شوند که موهای قلمو به هم بچسبند.

با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و شیشه بزرگتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع است.

## مسائل فصل

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



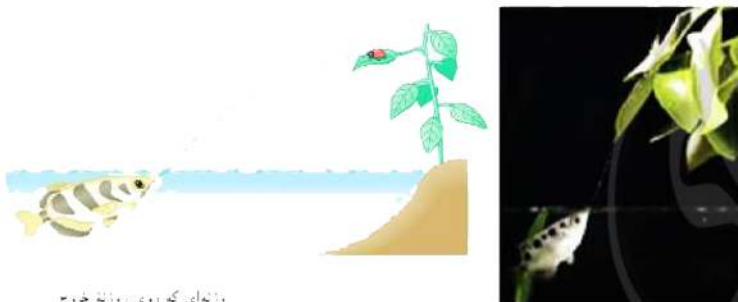
جواب:

نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب مانع جدا شدن قطره‌های آب می‌شود ولی نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های ریزگرد وجود ندارد و ذرات ریزگرد براحتی از هم جدا می‌شوند.

برای مقابله با این پدیده باید رطوبت خاک را بالا برد تا نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب مانع جدا شدن ذرات ریزگرد شود که این کار را می‌توان با آبیاری توسط بالگردها، عدم استفاده بی‌رویه از منابع آبی زمین و حتی کاشت گیاهان انجام داد.

## مسائل فصل

۸- نوعی ماهی به نام ماهی کمان‌گیر 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 (شکل الف). هدفگیری آن‌ها به اندازه‌ای دقیق است که معمولاً در این کار اشتباه نمی‌کنند. کدام ویژگی فیزیکی آب این امکان را به ماهی کمان‌گیر برای شکار می‌دهد؟



وزنه‌ای که روی روزنه خروج

جواب:

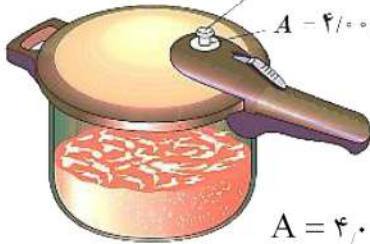
نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب باعث می‌شود که مولکول‌های آب از هم جدا نشوند و به صورت یک گلوله کامل به حشره برخورد کند. از سوی دیگر نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و جسم حشره باعث می‌شود که حشره سنگین شده و به داخل آب سقوط کند.

## مسائل فصل

۹- مساحت روزنه خروج بخار آب، روی درب زودپزی  $4700 \text{ mm}^2$  است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در  $2 \text{ atm}$  نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپز را  $1 \text{ atm}$  بگیرید.

جواب:

وزنه‌ای که روی روزنه خروج بخار آب قرار داده می‌شود



برای اینکه فشار داخل زودپز ثابت بماند، باید فشار ناشی از وزن وزنه با اختلاف فشار داخل و خارج زودپز برابر باشد. یعنی:

$$\Delta P = \frac{mg}{A}$$

$$A = 4700 \text{ mm}^2 \times \left(\frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}}\right)^2 = 4700 \text{ mm}^2 \times \frac{10^{-6} \text{ m}^2}{1 \text{ mm}^2} = 4700 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 2 \text{ atm} - 1 \text{ atm} = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = \frac{mg}{A} \Rightarrow 10^5 \text{ Pa} = \frac{m \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})}{4700 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \Rightarrow 10 \cdot m = 4700 \times 10^{-6} \times 10^5 \Rightarrow m = 4700 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

## مسائل فصل

۱۰- شکل روبه‌رو یک جوسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد. (ضخامت دیواره شیشه‌ای را نادیده بگیرید).

الف) در ناحیه A چه چیزی وجود دارد؟

ب) چه عاملی جیوه را درون لوله نگه می‌دارد؟

پ) فشار هوای محیطی که این جوسنج در آنجا قرار دارد چقدر است؟ ( $\rho = 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

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

جواب:

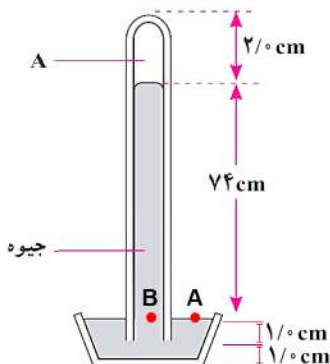
الف) بخار جیوه

ب) فشار هوای محیط

پ) فشار هوای محیط برابر با  $74$  سانتی‌متر جیوه است که می‌توان آن را به پاسکال تبدیل کرد:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = \rho gh \Rightarrow P_0 = (13.6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.74 \text{ m})$$

$$\Rightarrow P_0 \approx 100640 \text{ Pa} = 1.0064 \times 10^5 \text{ Pa}$$



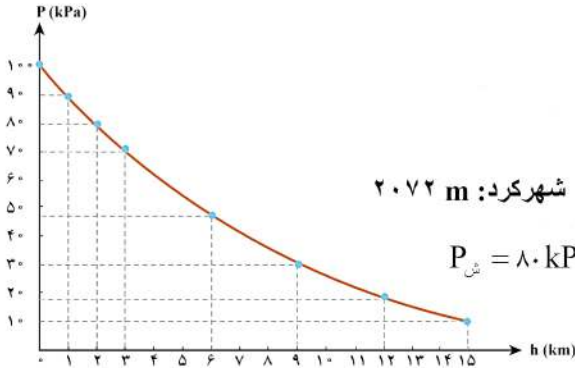
ارتفاع ستون مایع پایین می‌آید، زیرا در ارتفاعات فشار هوا کم می‌شود و با توجه به اینکه مقدار عددی شتاب گرانش زمین و چگالی جیوه تقریباً ثابت می‌ماند، ارتفاع ستون جیوه ( $h$ ) کاهش می‌یابد.



## مسائل فصل

۱۱- الف) ارتفاع چهار شهر مرتفع ایران از سطح دریا، به شرح زیر است:  
 فریدون شهر: ۲۶۱۲ m    سمیرم: ۲۴۳۴ m    بروجن: ۲۲۶۵ m    شهرکرد: ۲۰۷۲ m  
 با توجه به نمودار شکل ۱۸-۳، فشار تقریبی هوا را در این چهار شهر بنویسید.

جواب:



الف) فریدون شهر: ۲۶۱۲ m    سمیرم: ۲۴۳۴ m    بروجن: ۲۲۶۵ m    شهرکرد: ۲۰۷۲ m  
 $P_{ش} = ۸۰ \text{ kPa}$      $P_{ع} = ۷۷ \text{ kPa}$      $P_{س} = ۷۶ \text{ kPa}$      $P_{ف} = ۷۴ \text{ kPa}$

## مسائل فصل

۱۱- ب) چگالی میانگین هوا تا ارتفاع ۳ کیلومتری از سطح دریای آزاد حدود  $\bar{\rho} = ۱,۰۱ \text{ kg/m}^3$  است. با استفاده از رابطه  $P = P_0 - \bar{\rho}gh$  فشار هوا را در این شهرها حساب کنید و مقادیر به دست آمده را با نتیجه قسمت الف مقایسه کنید.

جواب:

$$P = P_0 - \bar{\rho}gh \Rightarrow P = (۱۰۰ \times ۱۰^3 \text{ Pa}) - \left( (۱,۰۱ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (۲۶۱۲ \text{ m}) \right) = ۷۳۶۱۹ \text{ Pa} = ۷۳,۶۱۹ \times ۱۰^3 \text{ Pa}$$

$$P = (۱۰۰ \times ۱۰^3 \text{ Pa}) - \left( (۱,۰۱ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (۲۴۳۴ \text{ m}) \right) = ۷۵۴۱۶ \text{ Pa} = ۷۵,۴۱۶ \times ۱۰^3 \text{ Pa}$$

$$P = (۱۰۰ \times ۱۰^3 \text{ Pa}) - \left( (۱,۰۱ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (۲۲۶۵ \text{ m}) \right) = ۷۷۱۲۳ \text{ Pa} = ۷۷,۱۲۳ \times ۱۰^3 \text{ Pa}$$

$$P = (۱۰۰ \times ۱۰^3 \text{ Pa}) - \left( (۱,۰۱ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (۲۰۷۲ \text{ m}) \right) = ۷۹۰۷۲ \text{ Pa} = ۷۹,۰۷۲ \times ۱۰^3 \text{ Pa}$$

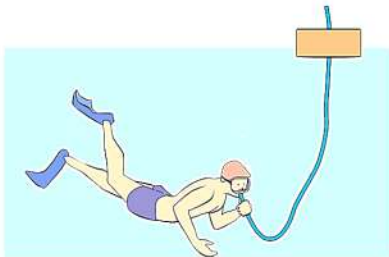
می‌توان مشاهده کرد که اعداد به دست آمده از رابطه داده شده تا حد مطلوب به مقادیر داده شده در نمودار نزدیک است.

## مسائل فصل

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. 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، همان فشار در عمق آب است. در عمق ۶٫۱۵ 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.) ( $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

جواب:

فشار هوای درون ریه، همان فشار جو است و فشار وارد بر قفسه سینه شخص ناشی از فشار هوا به علاوه فشار ناشی از عمق آب است. بنابراین:



$$P_1 = P_0$$

$$P_2 = P_0 + \rho gh$$

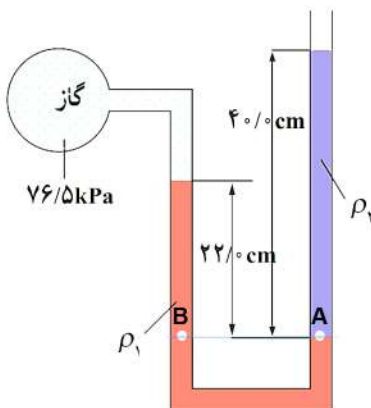
$$\Delta P = P_2 - P_1 = (P_0 + \rho gh) - P_0 = \rho gh = (1.0 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (6.15 \text{ m}) = 6.15 \times 10^4 \text{ Pa}$$

## مسائل فصل

۱۳- درون لوله U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است جیوه ( $\rho_1 = 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) و مایعی با چگالی نامعلوم  $\rho_2$  وجود دارد.

اگر فشار هوای بیرون لوله U شکل ۱۰۱ kPa باشد، چگالی مایع را تعیین کنید.

جواب:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_g + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2$$

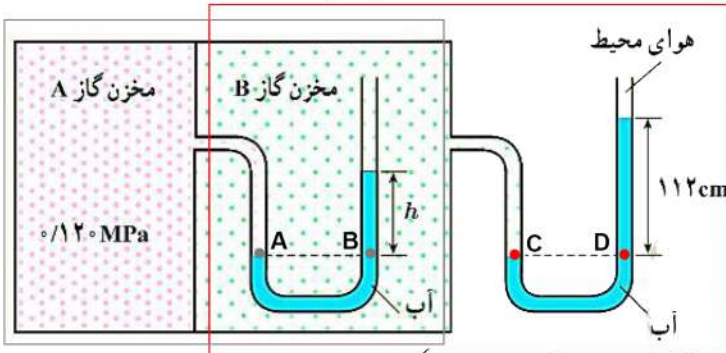
$$\Rightarrow (76.5 \times 10^3 \text{ Pa}) + \left( (13.6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.22 \text{ m}) \right)$$

$$= (1.01 \times 10^5 \text{ Pa}) + \left( \rho_2 \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.40 \text{ m}) \right)$$

$$\Rightarrow 76500 + 29920 = 101000 + 4\rho_2 \Rightarrow 4\rho_2 = 5420 \Rightarrow \rho_2 = \frac{5420}{4} = 1355 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.355 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

## مسائل فصل

۱۴- در شکل روبه‌رو مقدار  $h$  چند سانتی‌متر است؟ فشار هوای محیط را  $101 \text{ kPa}$  و چگالی آب را  $1000 \text{ kg/m}^3$  بگیرید.



جواب:

در این مسئله ما فشار مخزن B را هم نداریم که ابتدا باید آن را به دست آوریم. برای این کار از قسمت سمت راست شکل که با رنگ قرمز نشان داده شده است، استفاده می‌کنیم:

$$P_D = P_C \Rightarrow P_0 + \rho g h_1 = P_C$$

$$(101 \times 10^3 \text{ Pa}) + \left( (1000 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (112 \text{ m}) \right) = P_C \Rightarrow P_C = 112200 \text{ Pa}$$

حال با استفاده از قسمت سمت چپ شکل که با رنگ آبی نشان داده شده است، خواهیم داشت:

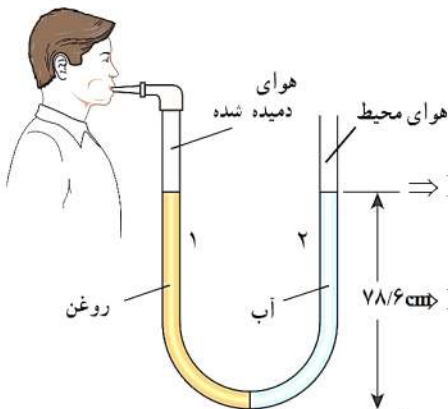
$$P_A = P_B \Rightarrow P_A = P_C + \rho g h \Rightarrow 0.12 \times 10^6 \text{ Pa} = 112200 \text{ Pa} + \left( (1000 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times h \right)$$

$$\Rightarrow 120000 = 112200 + 10000 \cdot h \Rightarrow 10000 \cdot h = 7800 \Rightarrow h = \frac{7800}{10000} \text{ m} = \frac{78}{100} \text{ m} = 78 \text{ cm}$$

## مسائل فصل

۱۵- لوله U شکلی را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است. با توجه به اطلاعات روی شکل، فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخصی که از شاخه سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟ (چگالی روغن را  $805 \text{ kg/m}^3$  بگیرید.)

جواب:



$$P_R + \rho g h_1 = P_0 + \rho g h_2$$

$$\Rightarrow P_R + \left( (805 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \right) = P_0 + \left( (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \right)$$

$$\Rightarrow P_R - P_0 = \left( (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \right) - \left( (805 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \right)$$

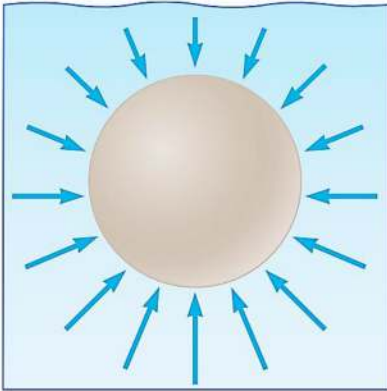
$$\Rightarrow P_R - P_0 = (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \times \left( (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) - (805 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \right)$$

$$\Rightarrow P_R - P_0 = (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \times (195 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \approx 1532 \text{ Pa}$$

## مسائل فصل

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

جواب:

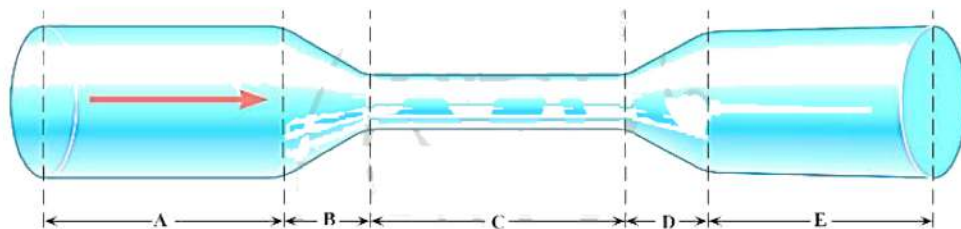


با توجه به شکل، نیروی وارد بر سطح زیرین اجسام بیشتر از نیروی وارد بر سطح بالایی است. در نتیجه نیروی خالص بالاسویی بر اجسام درون شاره وارد می‌شود که همان نیروی شناوری است.

## مسائل فصل

۱۷- در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست در جریان است. روی این لوله ۵ قسمت (D، E، C، B و A) نشان شده است.

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 و C، E، لوله با یکدیگر مقایسه کنید.



جواب:

با توجه به معادله پیوستگی  $A_1 v_1 = A_2 v_2$ ، هرچه سطح مقطع بزرگتر باشد، تندی شاره در آن مسیر کمتر می‌شود و برعکس. یعنی تندی شاره قسمت‌های A و C، E، ثابت، در قسمت B در حال افزایش و در قسمت D در حال کاهش است.

با توجه به معادله پیوستگی و برابر بودن سطح مقطع در قسمت‌های A و E، و کمتر بودن سطح مقطع آن‌ها نسبت به قسمت C خواهیم داشت:

$$A_A = A_E > A_C \Rightarrow v_A = v_E < v_C$$



## مسائل فصل

۱۸- دو نوار کاغذی به طول تقریبی ۱۰ cm را مطابق شکل (الف) به انتهای یک نی نوشابه بچسبانید. وقتی مطابق شکل (ب) به درون نی دمیده می‌شود نوارهای کاغذی به طرف یکدیگر جذب می‌شوند. با توجه به اصل برنولی دلیل این پدیده را توضیح دهید.

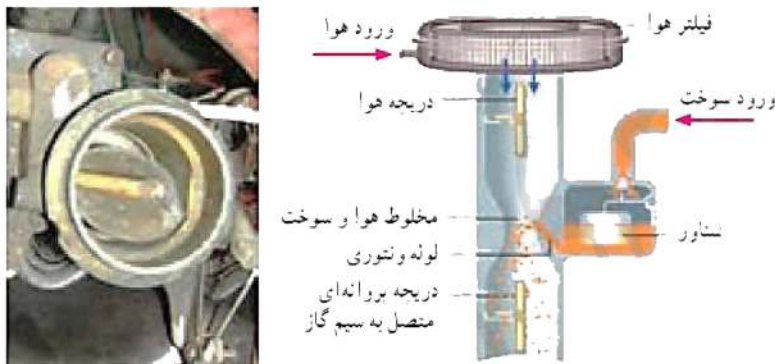


جواب:

با افزایش تندی شاره بین دو نوار کاغذی، فشار شاره در میان آن‌ها کم می‌شود. در نتیجه فشار شاره در خارج از نوارهای کاغذی بیشتر از فشار شاره در میان آن‌ها شده و دو نوار به هم نزدیک می‌شوند.

## مسائل فصل

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.



جواب:

با فشردن بیشتر پدال گاز، دریچه پروانه‌ای باز شده و هوا به داخل کشیده می‌شود و چون در این قسمت سطح مقطع کاهش می‌یابد، طبق معادله پیوستگی، تندی هوا افزایش و طبق اصل برنولی، فشار هوا کاهش می‌یابد. اختلاف فشار ایجاد شده بین مخزن سوخت و قسمت میانی لوله باعث انتقال سوخت به لوله می‌شود. هرچه پدال بیشتر فشرده شود، اختلاف فشار بیشتری بین مخزن سوخت و قسمت میانی لوله ایجاد شده و دور موتور خودرو بیشتر می‌شود.

## مسائل فصل

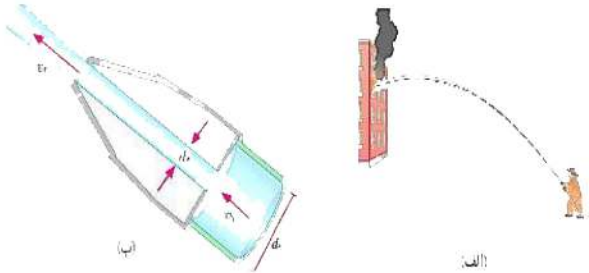
۲۰- شکل (الف) آتش‌نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصله نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ‌شده از شیر بسته شده به انتهای لوله آتش‌نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی  $v_1 = 1.50 \text{ m/s}$  از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر  $d_1 = 9.60 \text{ cm}$  و قطر قسمت خروجی آن  $d_2 = 2.50 \text{ cm}$  باشد، تندی خروج آب را از شیر پیدا کنید.

جواب:

ابتدا شعاع هر مقطع را پیدا می‌کنیم:

$$d_1 = 9.60 \text{ cm} \Rightarrow r_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{9.60 \text{ cm}}{2} = 4.80 \text{ cm}$$

$$d_2 = 2.50 \text{ cm} \Rightarrow r_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{2.50 \text{ cm}}{2} = 1.25 \text{ cm}$$



حال با استفاده از معادله پیوستگی، پاسخ مسئله را می‌یابیم (از آنجا که شعاع هر دو مقطع بر حسب سانتیمتر است و معادله پیوستگی به شکل تناسب است، نیازی به تبدیل سانتیمتر به متر نیست):

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow (\pi r_1^2) v_1 = (\pi r_2^2) v_2 \Rightarrow (4.80 \text{ cm})^2 \times (1.50 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = (1.25 \text{ cm})^2 \times v_2$$

$$\Rightarrow 34.56 = 1.5625 \times v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{34.56}{1.5625} = 22.11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$