

به نام خدا

**سازمان آموزش و پرورش استان اصفهان**  
**مدیریت آموزش و پرورش شهرستان کاشان**

**دیرستان حاج عباس کریم**

**فیزیک (۱) پایه ی دهم دوره ی دوم متوسطه**

**فصل سوم (ویژگی های فیزیکی مواد)**

تهیه کننده: محمد انصاری تبار

# فهرست

فشارسنج توریچلی

حالات ماده

فشارسنج (مانومتر)

پلاσμα و نانو

اصل ارشمیدس

نیروی بین مولکولی

اصل برنولی

فشار شماره های ساکن

# موضوع : حالات ماده

برگشت

قبلی

بعدی

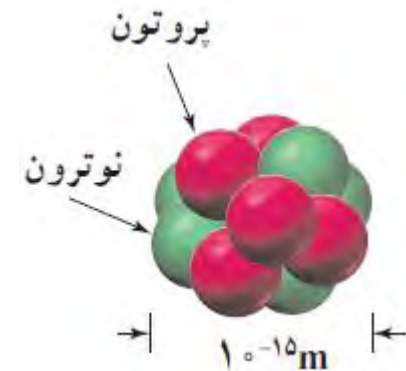
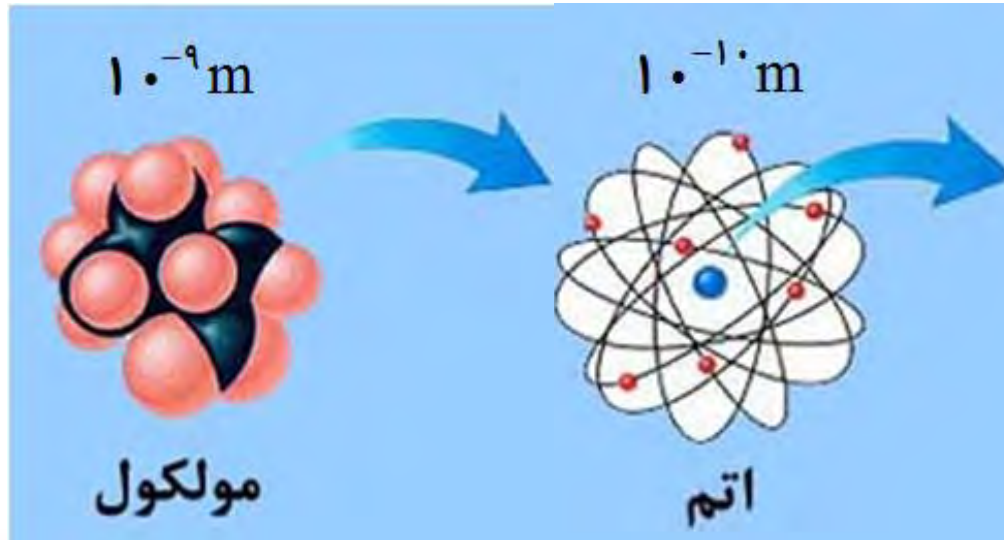
خروج

## ساختار ماده

اتم ( $10^{-10} \text{ m}$ ) است. ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ )

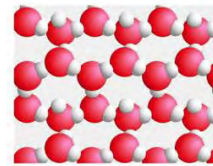
ابعاد مولکول ( $10^{-9} \text{ m}$ ) است. درشت مولکول ها، مانند بسپارها (پلیمرها)، می تواند تا  $1000$  آنگستروم

هسته اتم در حدود  $10^{-15} \text{ m}$  است ← یک فمتومتر ←  $10^{-15} \text{ m} = 1 \text{ fm}$

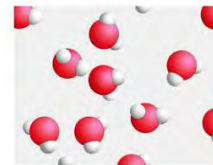


نکته:

حالت ماده به چگونگی حرکت ذره‌های سازندهٔ مواد اندازهٔ نیروی بین آنها بستگی دارد.



جامدها



مایع‌ها



گازها



پلازما

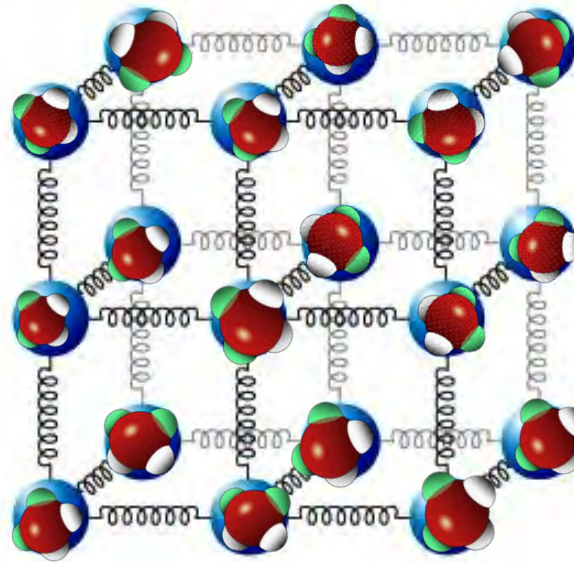
حالات ماده

## جامد

نیروی بین مولکولی در جامدها، مانند فنر عمل می کند. این نیرو نمی گذارد تا مولکولها از یک فاصله ی معین نسبت به هم نزدیک تر یا دورتر شوند .

نکته:

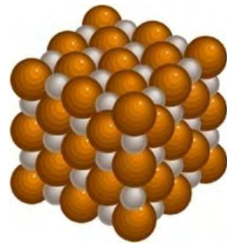
وقتی جامدی مانند یک تکه آهن، گرما می گیرد محدوده و دامنه این نوسان ها بیشتر می شود و جسم جامد منبسط می شود



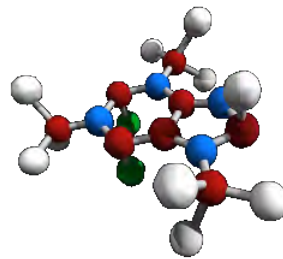
# جامدها به چند نوع تقسیم می شوند؟

جامدها بر دو نوع اند:

(الف) جامد بلورین:

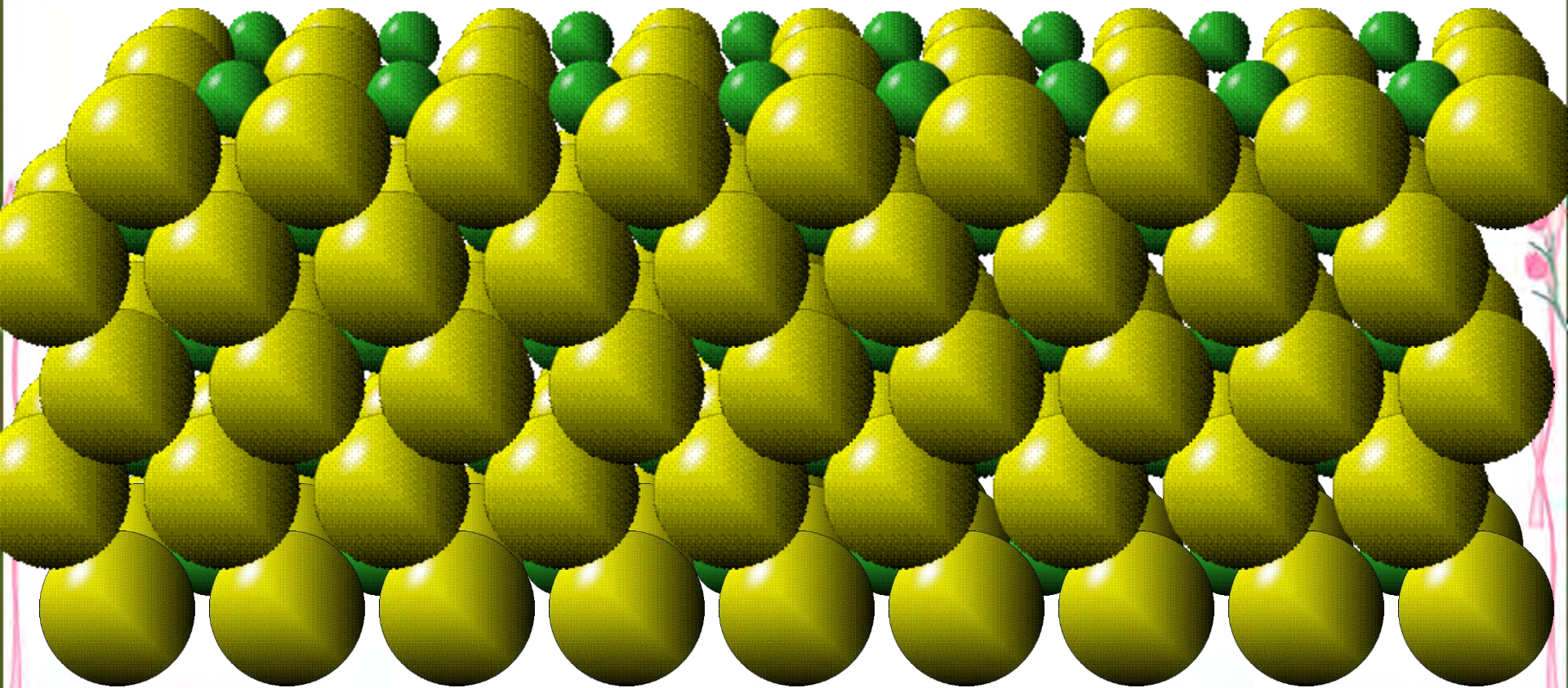


(ب) جامد بی شکل (آمورف):



## الف) جامد بلورین:

اتم های برخی از جامدها در طرح های منظمی کنار هم قرار می گیرند. جامدهایی را که در یک الگوی سه بعدی تکرار شونده از این واحدهای منظم ساخته می شود

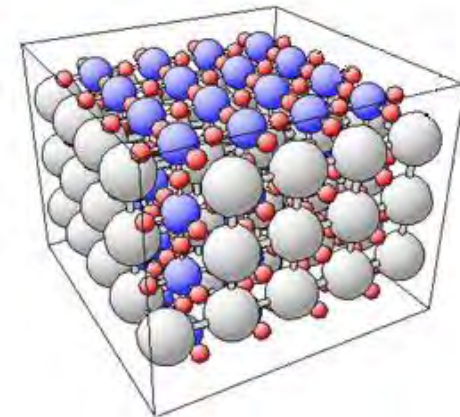




## چگونه جامدات بلورین بوجود می آیند؟

وقتی مایع به آرامی سرد شود مولکولهای مایع فرصت پیدا می کنند که شکل منظم و ثابتی به خود بگیرند.

مانند: فلزات ، نمک ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی



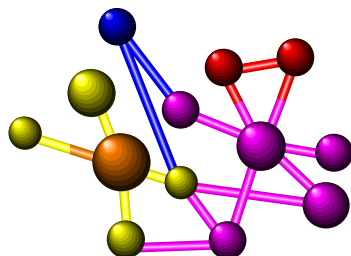
## ب) جامد بی شکل:

مولکولها این جامد در طرحهای منظمی قرار نمی گیرند و اصطلاحاً به صورت درهم و بی شکل هستند .

## چگونه جامدات بی شکل بوجود می آیند؟

وقتی مایعی به سرعت سرد شود مولکولهای مایع دیگر فرصت ندارند که شکل منظم و ثابتی به خود بگیرند .

مانند: شیشه، چوب، پنبه، عاج



موم جامدی بی شکل است.

موم، جامد بی شکل است  
اگرچه ظاهری منتظم دارد

## ویژگی های مایع ها

- ۱- فاصله بین مولکول ها در حالت مایع نسبت به حالت جامد آن، بیش تر است
- ۲- مولکول های مایع آزادانه به اطراف حرکت می کنند. و هم چنین بر روی هم می لغزند
- ۳- مایع ها تقریباً تراکم ناپذیرند و در نتیجه حجم آن ها ثابت است.



پرسش:

## چرا مایعات تقریباً تراکم ناپذیرند؟

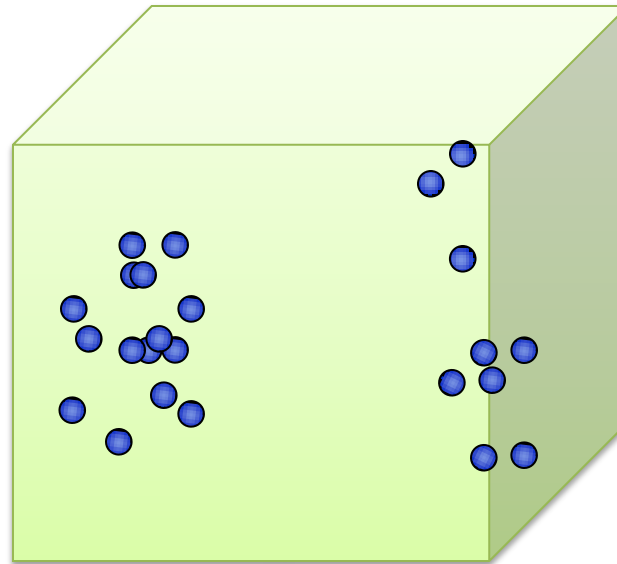
پاسخ:

اگر فاصله مولکولها از حدی کمتر شوند نیروی بین مولکولی، دافعه واگر از حدی بیشتر باشد جاذبه می شوند.



## ویژگی‌های گازها

- ۱- فاصله مولکولها حدود چندده برابر ( $35\text{\AA}$ ) فاصله مولکولها در مایع و جامد است. و مولکولها آزادانه به اطراف حرکت می کنند.
- ۲- تراکم پذیرند .
- ۳- انرژی جنبشی مولکولهای گاز بسیار زیاد است.



پرسش:

دو ظرف پلاستیکی مشابه یکی خالی و دیگری پر از آب را بسته و سعی کنید آن را با فشار متراکم کنید، چه مشاهده می کنید چرا؟

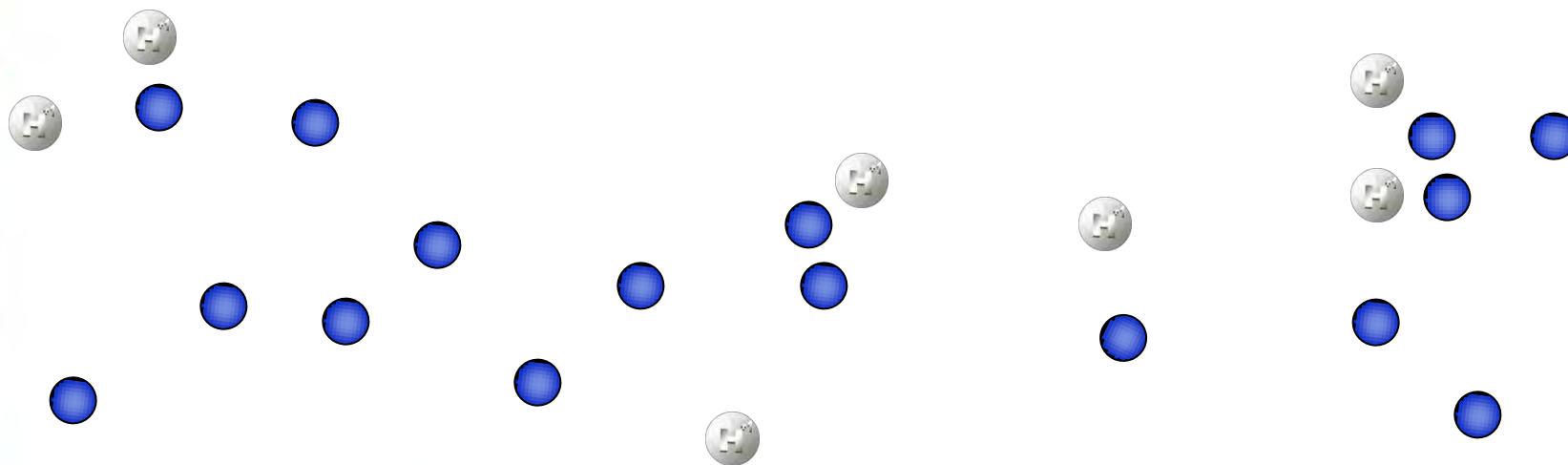
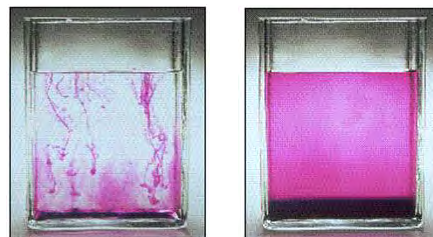
پاسخ:

در حالت گاز، فاصله میان مولکولها بسیار زیاد است پس مولکولها می توانند با دریافت نیروی کمی به هم نزدیکتر شوند اما در حالت مایع فاصله میان مولکولها کم است و نیروی بسیار زیادی لازم است تا آنها را به هم نزدیک کنند تقریباً می توان گفت مایعات تراکم ناپذیر هستند.



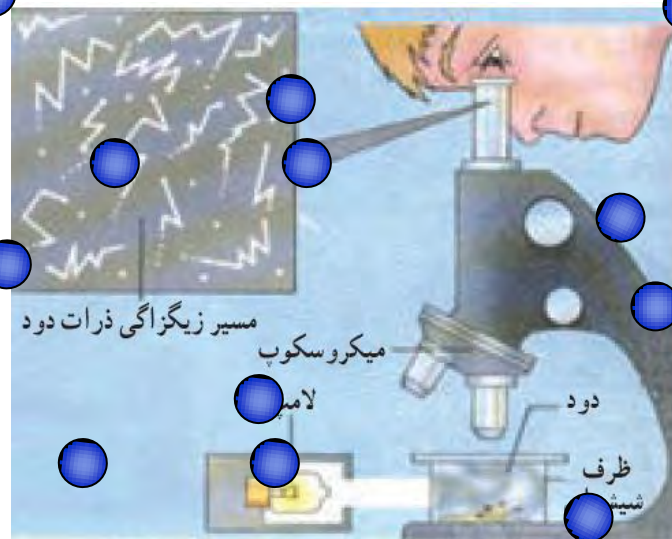
# دلیل پدیده‌ی پخش ذرات نمک یا جوهر هر کدام در آب

به دلیل حرکت های نامنظم و کاتوره ای (تصادفی) مولکول های آب و برخورد آنها با ذرات سازندهٔ نمک یا جوهر، این گونه مواد در آب پخش می شوند.



# حرکت براونی ظرفی شیشه ای محتوی ذرات دودبا میکروسکوپ:

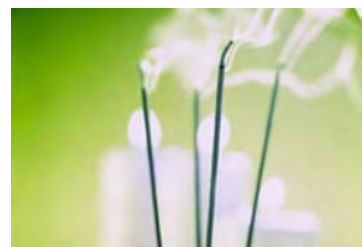
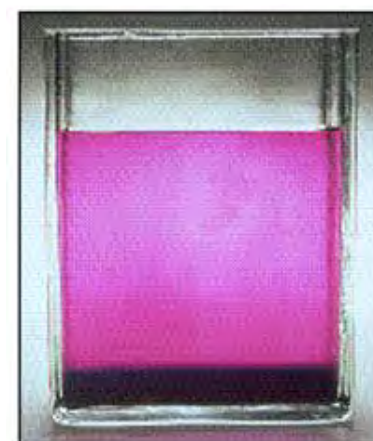
حرکت ذره های دود به طور نامنظم و درهم و برهم (کاتوره ای) و در یک مسیر زیگزاگی را حرکت براونی می نامند





## کاربرد پدیده‌ی پخش:

پخش جوهر در آب، پخش دود در هوا، پخش بوی گل در هوای اتاق



پرسش:

نیروی بین مولکولی کدام حالات ماده بیشتر است؟

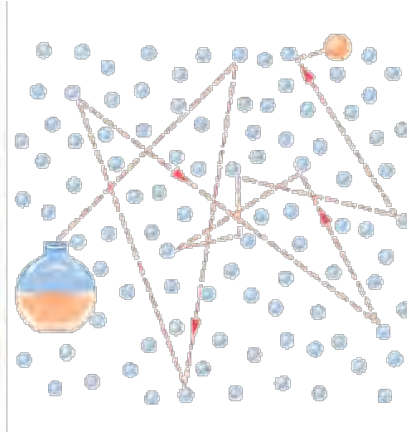
پاسخ:

نیروی بین مولکولی گازها > نیروی بین مولکولی مایعات > نیروی بین مولکولی جامدات



پرسش ۱-۳:

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 روبه رو این پدیده را چگونه توجیه می کنید؟ چرا پدیده پخش در گازها سریع تر از مایع ها رخ می دهد؟



پاسخ:

الف- حرکت نامنظم و کاتوره ای مولکول های هوا و برخورد آنها به مولکول های عطر باعث پراکنده شدن این مولکول ها در فضای اتاق می شود. فاصله زیاد مولکول های گازها نسبت به مایعات و سرعت زیاد ذرات گازها نسبت به مایعات باعث می شود پدیده پخش در گازها سریع تر از مایع ها رخ می دهد

پرسش ۱-۳:

ب) هوای اطراف کره زمین، آمیزه ای از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن دی اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی اثر (کریپتون، نئون و هلیم) است. این مولکول ها به طور کاتوره ای و با تندی زیاد همواره در حرکت اند. برخورد مولکول های هوا به یکدیگر سبب پخش آنها می شود. اهمیت این پدیده را برای حیات روی کره زمین توضیح دهید.

پاسخ:

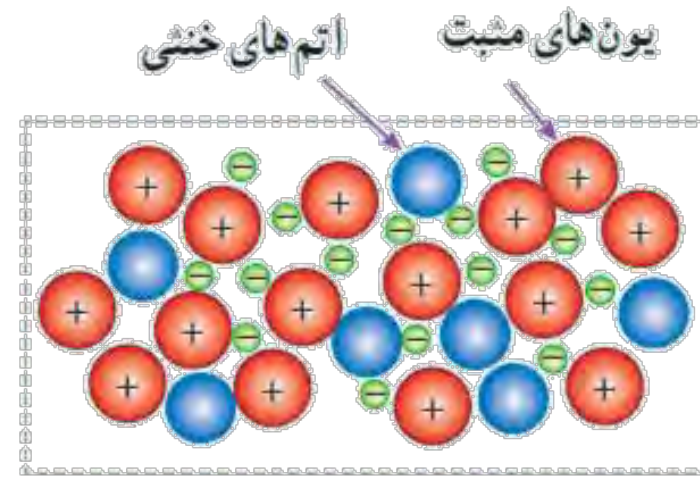
ب- اگر پدیده پخش رخ نمی داد میدان گرانشی زمین، جو را به چند لایه تقسیم می کرد به طوری که لایه پایین شامل  $CO_2$  می بود و اکسیژن در لایه های بالاتر قرار می گرفت.

# موضوع : پلازما و نانو

## پلازما

وقتی گازی تادماهای خیلی زیاد (چندین هزار درجه سلسیوس به بالا) گرم شود، یک یا چند الکترون از هر اتم آزاد می شود.

ماده حاصل، مجموعه ای از الکترون های آزاد، یون ها و اتم های خنثی خواهد بود. این حالت یونیده و شبه خنثای ماده، که حاوی مقادیر مساوی از بارهای مثبت و منفی است، پلازما نامیده می شود



## چند ماده پلازما:

به طور طبیعی:

آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ های مهتابی ، ماده درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره ای، آذرخش، شفق های قطبی و...

به طور مصنوعی:

در انفجارهای هسته ای و شیمیایی، راکتورهای همجوشی هسته ای و ...



## ویژگی های خاص پلاسما

پلاسما، بر خلاف گاز، رسانای بسیار خوب الکتریسیته و گرماست.

بین ذرات پلاسما نیروی الکتریکی وجود دارد.

نیروی الکتریکی ماهیت بلندبُرد دارد.



## کاربرد پلاسما

نمایشگرهای صفحه تخت، ابزارهای جوش، برش و سوراخ کاری، چشمه های نور و مبدل های انرژی، سوزن های پلاسمایی و ...



کاربرد پلاسما در دندانپزشکی



کاربرد پلاسما در پزشکی



برش کاری با پلاسما



جوشکاری با پلاسما

$$\text{نانو} \quad 1\text{ n} = \frac{1}{10^9} \text{ m}$$

نانو از واژه ای یونانی به معنای کوتوله گرفته شده و به معنای **یک میلیاردم** است.

پس یک نانومتر (1 nm) برابر یک میلیاردم متریا  $10^{-9}$  متر است.



طول ده اتم کربن در کنار یکدیگر، تقریباً برابر با **یک نانومتر** است.

**نکته:**

وقتی دما به  $10.64^{\circ}\text{C}$  می رسد طلای جامد تغییر حالت می دهد و به شکل توده ای از طلای مایع درمی آید.

قطعه ای از طلا را که قطر آن تنها چند نانومتر است در کوره بگذاریم و ذوب کنیم با شگفتی درمی یابیم که دمای ذوب طلا فقط  $1427^{\circ}\text{C}$  است

دمای ذوب ذره های طلا در **مقیاس نانو**، تفاوت زیادی با **دمای ذوب** طلا در اندازه های معمولی دارد.

نکته:

**ویژگی های فیزیکی** تمام مواد، شامل جامدها، مایع ها و گازها، در مقیاس **نانو تغییر می کنند.**

اگر صرفاً یک بُعد ماده ای را در مقیاس نانو محدود کنیم در این صورت یک نانو لایه داریم که لایه ای به ضخامت نانو مقیاس است. آزمایش نشان می دهد که ویژگی های فیزیکی نانولایه ها نیز همچون نانو ذره ها، به طور قابل توجهی تغییر می کند.

اگر همه ابعاد سه بعدیک ماده یعنی هر سه بعد ماده را در مقیاس نانو کوچک کنیم یک نانو ذره داریم

پرسش:

## چرا در مقیاس نانو نقطه ذوب طلا کاهش می یابد؟

پاسخ:

وقتی ابعاد ماده ریز می شود و به ابعاد نانو می رسد، به دلیل افزایش سطح و اتم های روی سطح، تعداد پیوندهای شکسته شده افزایش می یابد. بنابراین برای شکست تمام پیوندها و تبدیل ماده از جامد به مایع انرژی کمتری نیاز است که منجر به کاهش دمای ذوب می شود.

پرسش:

# در مقیاس نانو چه ویژگی های فیزیکی از مواد تغییر می کنند؟

پاسخ:

نقطه ذوب، رسانندگی الکتریکی و گرمایی، شفافیت، استحکام، رنگ و... اغلب می تواند به طور چشمگیری در مقیاس نانو تغییر کند.

تمرین ۱-۳:

در مکعبی به ابعاد یک نانومتر، چه تعداد اتم رامی توان جای داد؟ اگر ابعاد مکعب ۱۰ نانومتر باشد چطور؟ قطر هر اتم را  $1 \times 10^{-10} \text{ m}$  فرض کنید.

پاسخ:

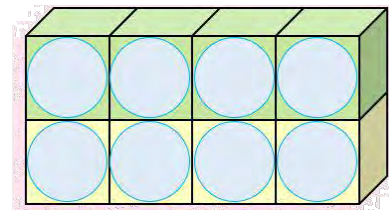
الف:

$$a = 1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} \rightarrow V_1 = a^3 = (1 \cdot 10^{-9})^3 = 1 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$$

$$D = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m} \rightarrow V_2 = D^3 = (1 \cdot 10^{-10})^3 \text{ m}^3$$



هر اتم، حجمی معادل یک مکعب را پر می کند



$$N = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1 \cdot 10^{-27}}{1 \cdot 10^{-30}} \rightarrow N = 1 \dots$$

$$a' = 1 \cdot \text{nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} \rightarrow V_1' = a'^3 = (1 \cdot 10^{-9})^3 = 1 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$$

$$D = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m} \rightarrow V_2 = D^3 = (1 \cdot 10^{-10})^3 \text{ m}^3$$

ب:

$$N' = \frac{V_1'}{V_2} = \frac{1 \cdot 10^{-27}}{1 \cdot 10^{-30}} \rightarrow N = 1 \dots, \dots$$

# موضوع: نیروی بین مولکولی



## انواع نیروی بین مولکولی:

۱. **نیروی هم چسبی:** نیروی جاذبه بین مولکول های همسان است.

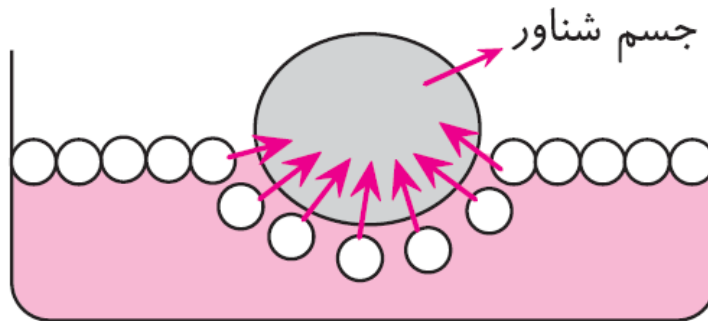
مانند: نیروی بین مولکولهای یک قطره آب یا قطره جیوه.

۲. **نیروی دگر چسبی (چسبندگی):** نیروی جاذبه بین مولکولهای ناهمسان است.

مانند: نیروی بین مولکولی بین سطح شیشه و آبی که روی آن ریخته شده

## نیروی کشش سطحی:

به علت هم چسبی مولکول های سطح مایع، سطح یک مایع مانند یک پوسته تحت کشسان عمل می کند، این رفتار سطح را کشش سطحی گویند.

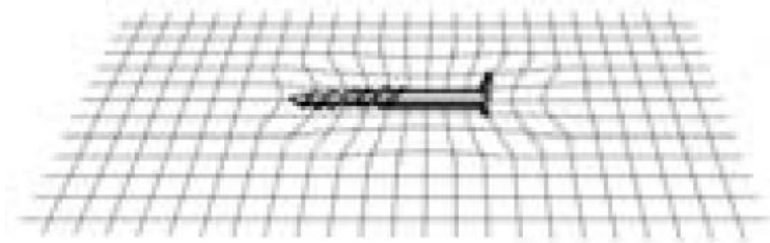
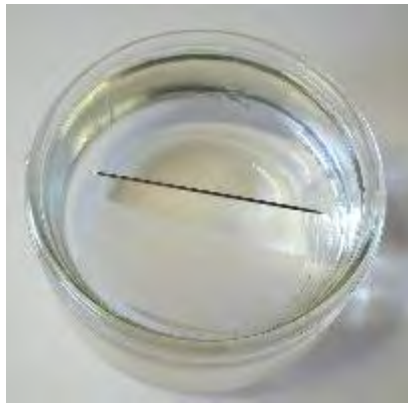


پرسش:

## چرا یک سوزن (یا پیچ) می تواند روی سطح آب شناور باشد.

پاسخ:

به علت وجود نیروی کشش سطحی است. مولکولهای آب با نیروهای هم چسبی یکدیگر را می ربایند و باعث می شوند که سطح آب مانند یک توری کشسان عمل کند که می تواند سوزن را نگاه دارد.

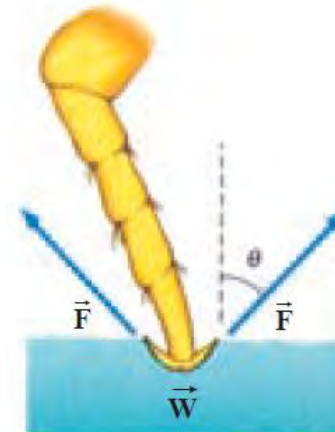


پرسش:

## علت بوجود آمدن کشش سطحی روی سطح مایع چیست؟

پاسخ:

در سطح مایع به دلیل تغییر از وضعیت مایع به بخار فاصله بین مولکول ها افزایش و نیروهای بین مولکولی به صورت جاذبه (سطح مایع تحت کشش) ظاهر می شود .



پرسش:

این جمله که "نیروهای بین مولکولی کوتاه بردهستند" یعنی چه؟

پاسخ:

یعنی وقتی فاصله مولکولها چند برابر فاصله بین مولکولی می شود نیروهای بین مولکولی کوچک و عملاً صفر می گردند.

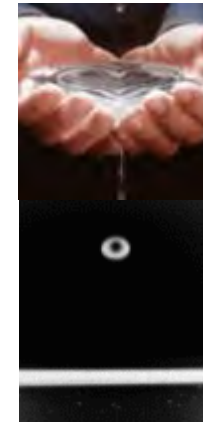


پرسش:

# چرا قطره هایی که آزادانه سقوط می کنند تقریباً کروی اند؟

پاسخ:

در فضا کوچک ترین مساحت سطح در بین اشکال هندسی مربوط به کره است. به این ترتیب سطح قطره ای که آزادانه سقوط می کند مانند یک پوسته کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد. کشش سطحی ناشی از هم چسبی مولکولهای آب تمایل به کوچک کردن مساحت سطح دارد.

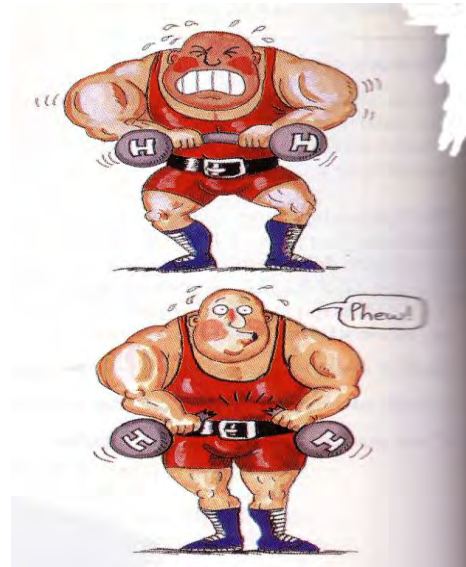


پرسش:

افزایش دما چه تاثیری بر نیروی هم چسبی و دگر چسبی دارد

پاسخ:

باعث کاهش نیروی هم چسبی و دگر چسبی دارد

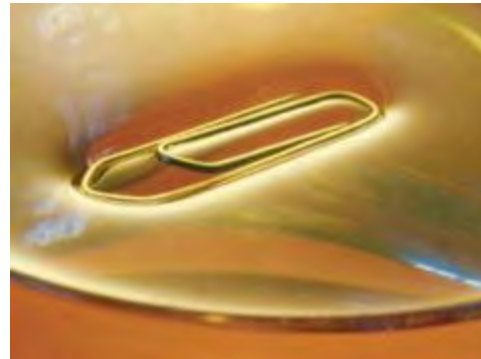
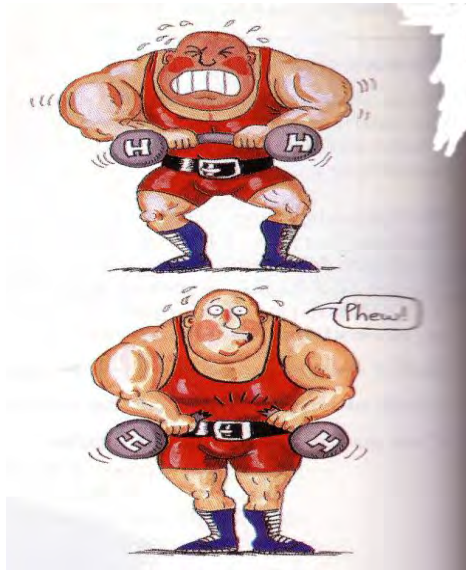


پرسش:

اگر در آب، مایع ظرفشویی بریزیم باز هم گیره می تواند روی آب باقی بماند.

پاسخ:

خیر زیرا افزودن مایع ظرفشویی باعث از بین رفتن (ضعیف شدن) نیروی هم چسبی یا همان کشش سطحی آب شود در نتیجه سطح آب دیگر قادر نیست وزن گیره را تحمل کند و در نتیجه گیره در آب غرق می شود.



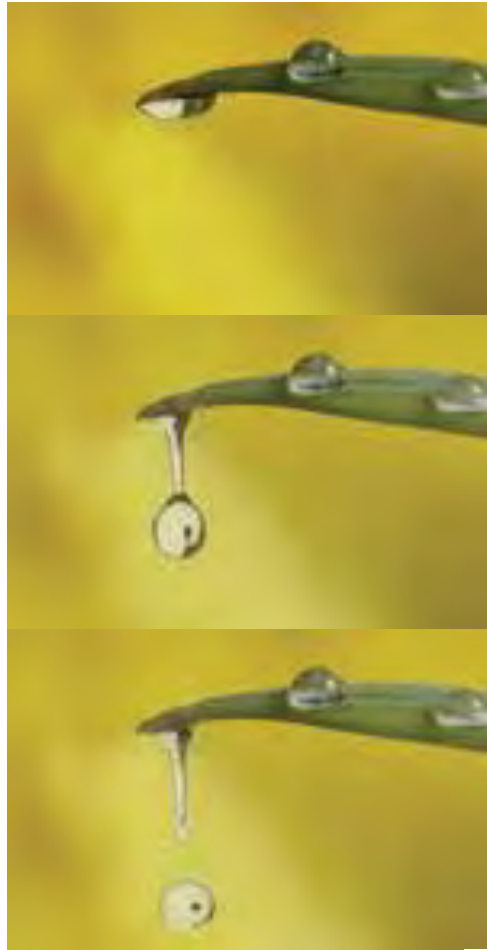


پرسش:

اندازه قطرات آبی که پس از باران از درختان می چکد در موقع هوای سرد بزرگتر است. یا در هوای گرم چرا؟

پاسخ:

با افزایش دما نیروی هم چسبی بین مولکول های آب کم شده و قطرات هنگام جدا شدن وزن کمتری را می توانند توسط این نیرو تحمل کنند پس در دمای بالاتر قطرات کوچکتری می چکد

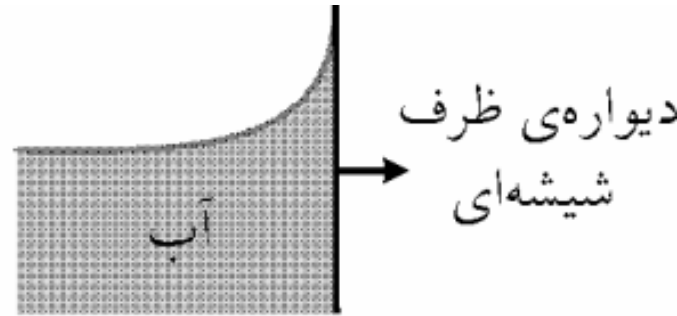


پرسش:

چرا آب سطح شیشه را ترمی کند؟ یعنی بر روی شیشه پخش می شود؟

پاسخ:

زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکولهای آب و شیشه **بیشتر** از نیروی هم چسبی بین مولکولهای آب می باشد.

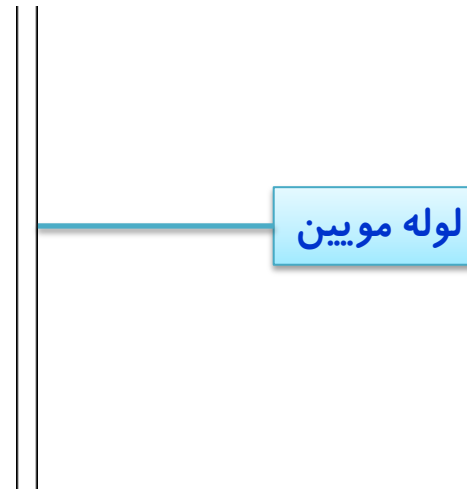


## لوله های مویین:

لوله هایی معمولا از جنس شیشه با قطرهای مختلف و بسیار نازک که هر دو سر آنها باز می باشد. (قطر داخلی آنها حدود یک دهم میلی متر)

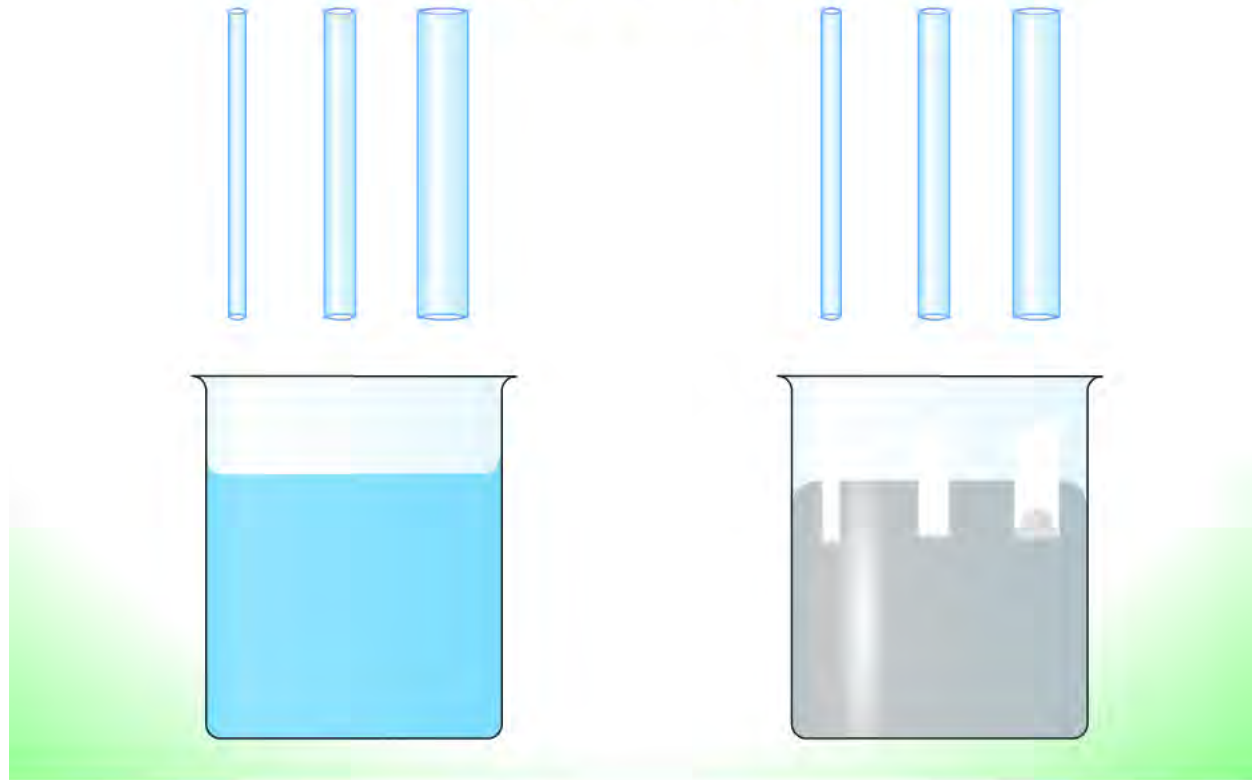
## موینگی:

به بالا رفتن و یا پایین آمدن مایع ها از لوله های بسیار باریک را **موینگی** می گوئیم.



## انیمیشن مویینگی:

لوله ها را درون مایع قرار دهید

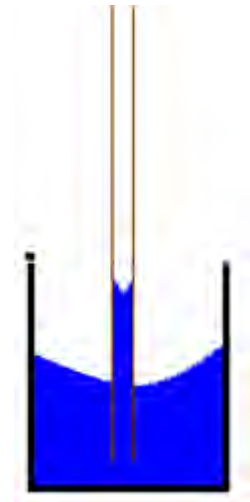
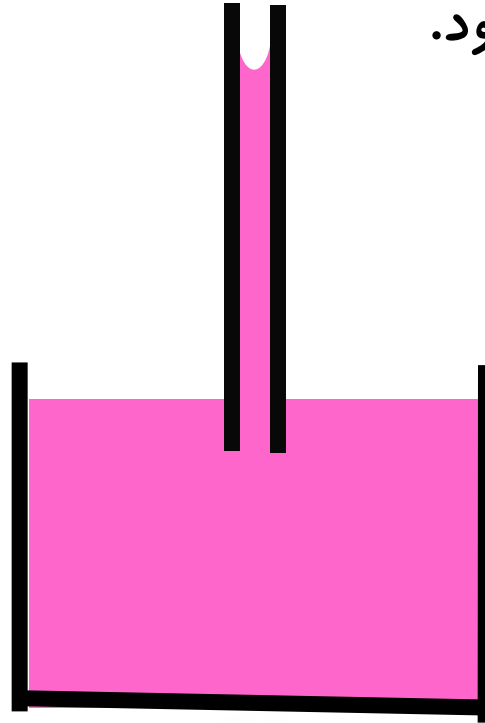
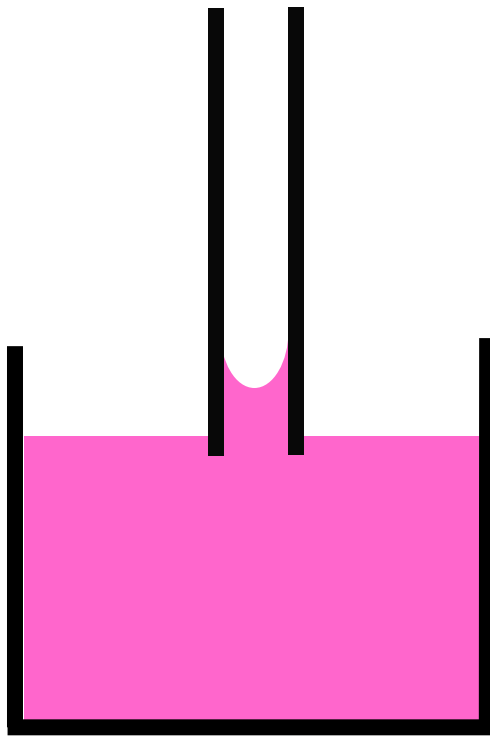


پرسش:

اگر لوله‌ی موینی را درون ظرف پر از آب قرار دهیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

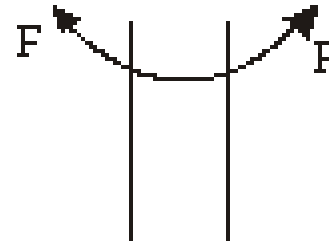
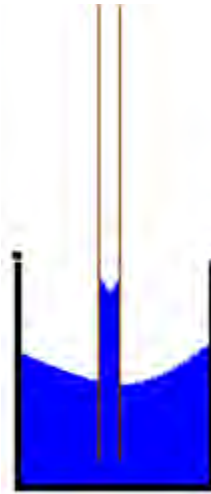
پاسخ:

نیروی دگرچسبی بین مولکولهای آب و شیشه **بیشتر** از نیروی هم چسبی بین مولکولهای آب است، بنابراین آب از لوله‌ی موین بالا رفته به گونه‌ای که سطح آب درون لوله از سطح آب در ظرف بیشتر می‌شود.



نکته:

چون جهت نیرویی که سطح لوله مویین (نیروی  $F$ ) به آب وارد می کند به سمت بالا است، در نتیجه آب درون لوله بالا می رود و سطح آب درون لوله به صورت فرورفتگی است.

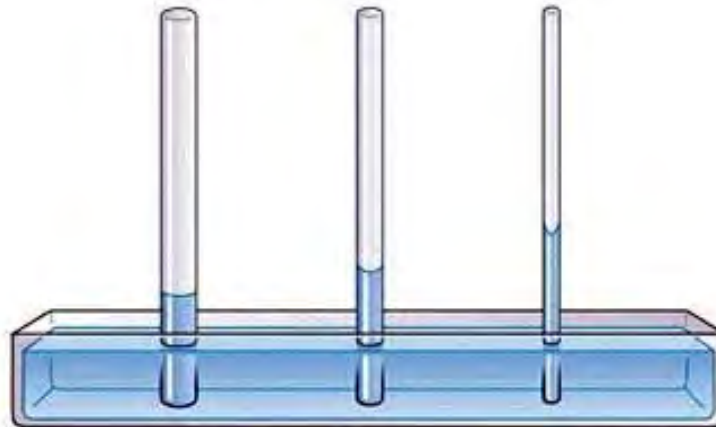


پرسش:

آب در لوله‌ی مویین تا چه ارتفاعی بالا می‌رود و این ارتفاع بستگی به چه عاملی دارد؟

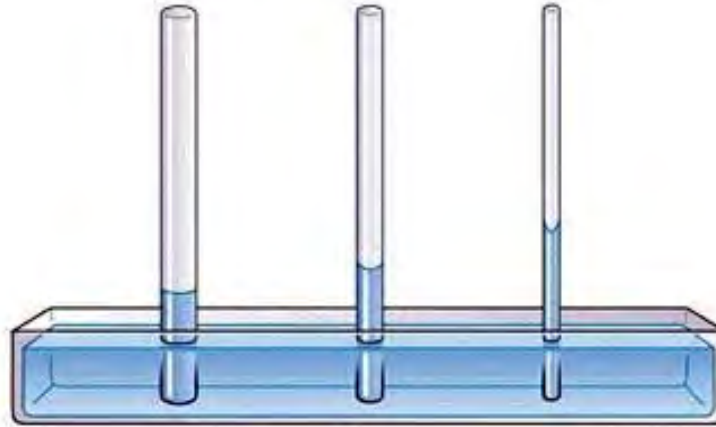
پاسخ:

آب تا جایی بالا می‌رود که ، وزن ستون آب با نیروی دگرچسبی مولکولهای آب و شیشه برابر شود ، در نتیجه هرچه لوله باریکتر باشد، ارتفاع آب درون لوله‌ی مویین بیشتر است.



نکته:

ارتفاع مایع درون لوله با شعاع لوله و چگالی مایع نسبت وارون دارد .





پرسش:

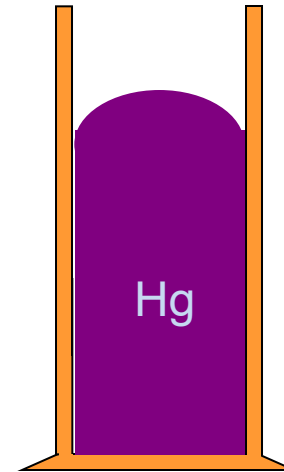
وقتی لوله‌ی مویین را به‌طور قائم درون مایعی که آن را ترنمی کند قرار دهیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ:

- ۱- سطح مایع درون لوله پایین‌تر از سطح آزاد مایع درون ظرف قرار می‌گیرد.
- ۲- سطح مایع درون لوله محدب است.



دیواره‌ی ظرف  
شیشه‌ای

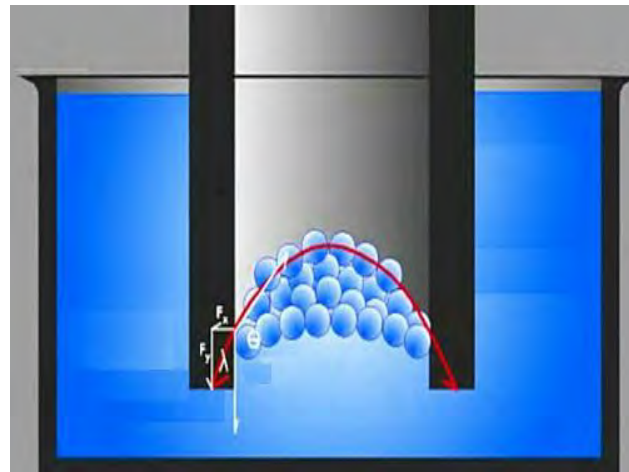


پرسش:

اگر لوله مویینی را درون ظرف پر از جیوه قرار دهیم چه اتفاقی می افتد؟

پاسخ:

نیروی دگرچسبی بین مولکولهای جیوه و شیشه کمتر از نیروی هم چسبی بین مولکولهای جیوه است، بنابراین سطح جیوه درون لوله ی مویین از سطح جیوه درون ظرف پایین تر است.



پرسش:

علت اینکه قبل از ساختن ساختمان ، زمین را قیراندود می کنند چیست؟

پاسخ:

زیرا مصالح ساختمانی مانند سیمان، خاک و آجر به سبب مویینگی آب را به درون خود می کشند برای جلوگیری از نفوذ آب به دیوارهای ساختمان ، زمین را قیراندود می کنند تا از نفوذ آب جلوگیری شود.



پرسش:

وزن  $1\text{ m}^3$  شن تقریباً سه برابر وزن  $1\text{ m}^3$  آب است. چرا بادهای نسبتاً ضعیف توده های شن را در صحرا به حرکت درمی آورند، حال آنکه بر اثر یک توفان شدید فقط یک مقدار مختصر آب دریا به سمت بالا پاشیده می شود؟

پاسخ:

نیروهای هم چسبی بین مولکولهای شن، کمتر از نیروهای هم چسبی بین مولکولهای آب می باشد (آب بر اثر جاذبه متقابل مولکول های خود به صورت یک مجموعه واحد عمل می کند)

فعالیت ۳-۴:

الف) سعی کنید یک سوزن ته گرد یا گیره کاغذ را مطابق شکل روی سطح آب شناور کنید. برای این منظور می توانید 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.



پاسخ:

اضافه کردن مایع شوینده، باعث کاهش نیروهای هم چسبی مولکول های آب و در نتیجه کاهش کشش سطحی آب می شود  
با افزودن مایع شوینده، گیره به درون آب فرو خواهد رفت

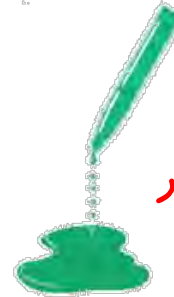
پرسش ۳-۴

شکل روبه رو خروج قطره های روغن بادمای متفاوت را از دهانه دو قطره چکان نشان می دهد. (الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره های روغن کمتر است. (ب) افزایش دما چه تأثیری بر نیروی هم چسبی مولکولهای یک مایع می گذارد؟ (پ) چرا هنگام شستن ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرف شویی، ترجیح می دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟

ب-دمای قطره کمتر



الف-دمای قطره بیشتر



پاسخ:

الف) در شکل الف دمای مایع بیشتر است زیرا نیروی هم چسبی مایع در این شکل کمتر است و موجب شده قطرات مایع ریزتر از هم و از قطره چکان جدا شوند

ب) نیروی هم چسبی مایع را کاهش می دهد (کاهش دما، جنبش مولکولهای روغن را کم و نیروی هم چسبی بین مولکول های روغن را بیشتر کرده و مولکولهای روغن با نیروی بیشتر به هم می چسبند و در هنگام افتادن به صورت قطره بزرگتر در می آیند)

ج) زیرا افزایش دما موجب کاهش نیروی هم چسبی آب در مقایسه با نیروی دگر چسبی این مولکولها می شود.

فعالیت ۳-۶:

این فعالیت به شما کمک می کند 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 سکه های 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. وزنه های چند گرمی را روی قسمتی از کارت قرار دهید که با آب در تماس نیست. نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفاهیمی که تاکنون فرا گرفته اید 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.

پاسخ:



(ا)

(ب)

(الف)

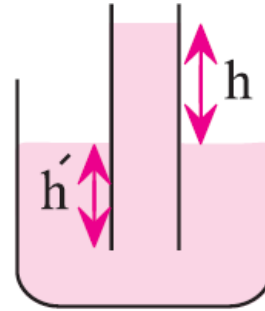
الف- با افزودن وزنه ها در یک سمت کارت، سوی دیگر علاوه بر اینکه از سطح اولیه خود بالاتر می آید. سطح آب در تماس با خود را نیز بالا می برد. بنابراین کارت از سطح آب جدا نمی شود. با افزایش تعداد وزنه ها، نیروی وزن آنها بر نیروی دگرچسبی آب و کارت غلبه کرده و کارت از سطح آب جدا می گردد.

ب- نیروی کشش سطحی کاهش یافته و با وزنه کوچکتر از حالت قبل کارت از آب جدا می شود.

تست:

یک لوله موئین را داخل ظرف محتوی آب قرار می دهیم و سطح آب داخل لوله مطابق شکل زیر می شود، کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) با افزایش  $h'$ ، ارتفاع  $h$  افزایش می یابد.  
 (۲) با افزایش  $h'$ ، ارتفاع  $h$  کاهش می یابد.  
 (۳) با افزایش  $h'$ ، ارتفاع  $h$  تغییر نمی کند.  
 (۴) با کاهش  $h'$ ، ارتفاع  $h$  افزایش می یابد.



پاسخ:

گزینه ۳ صحیح است.

میزان بالا و پایین رفتن مایع در لوله موئین به مقدار فرو بردن لوله در مایع داخل ظرف بستگی ندارد.

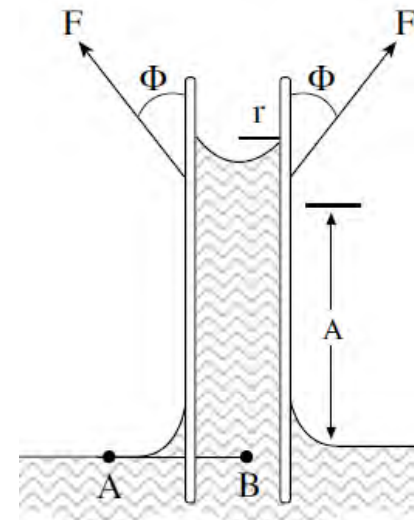
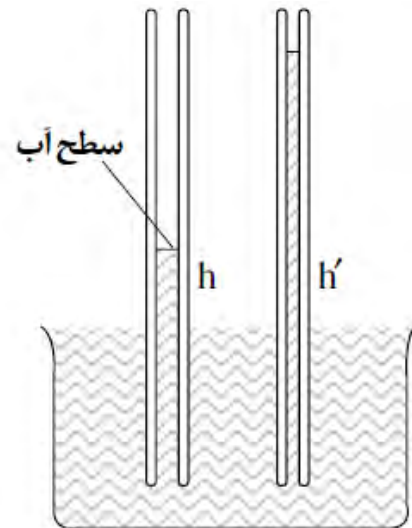


پرسش ۱:

# ۱- چرا آب در لوله ی موئین بالا می رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می گیرد؟

پاسخ:

نیروی دگرچسبی بین مولکولهای آب و شیشه که (در شکل با  $F$  نشان داده شده)، قویتر از هم چسبی مولکولهای آب به یکدیگر است. در نتیجه، مولکولهای آب در داخل لوله را مولکولهای سطحی لوله به بالا می کشند.

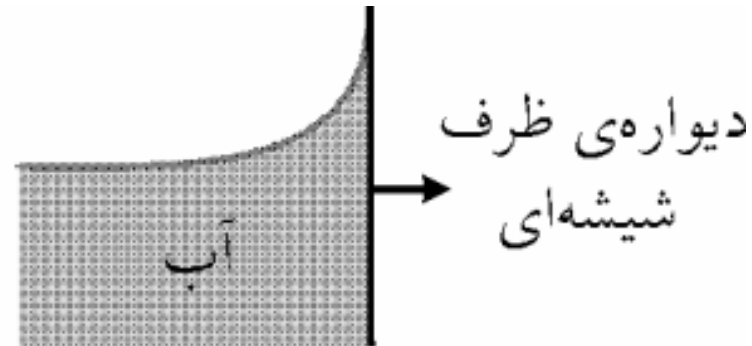
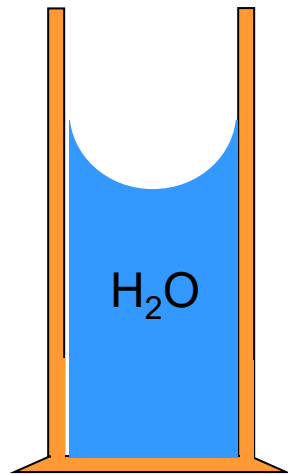


پرسش ۲:

## ۲- چرا سطح آب در لوله ی موین دارای فرورفتگی است؟

پاسخ:

برایند نیروهای دگرچسبی که به طرف بالا به همراه وزن، باعث می شود که سطح آب در داخل لوله اندکی گود باشد.



پرسش ۳:

## ۳- آب تا چه اندازه در لوله ی موئین بالا می رود؟

پاسخ:

آب تا جایی در لوله موئین بالا می رود که وزن آن مقدار آب که بالاتر از سطح آب در بیرون لوله است، بابرآیند نیروهای دگرچسبی برابر شود. با توجه به نکته ی بالا می توان گفت هرچه سطح مقطع لوله کوچکتر باشد آب تا ارتفاع بیشتری در آن بالا می آید: بنابراین **برایند نیروهای دگرچسبی روبه بالاست.**

با توجه به شکل زیر برآیند دگرچسبی به طرف بالا است، زیرا مؤلفه های افقی نیروهای دگرچسبی یکدیگر را خنثی می کنند. اگر برایند نیروهای دگرچسبی را با  $F_T$  نشان دهیم برای فشار در دو نقطه A و B می توان نوشت:

$$P_A = P.$$

$$P_B = P. + \rho gh - \frac{F_T}{A}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P. = P. + \rho gh - \frac{F_T}{A} \Rightarrow \frac{F_T}{A} = \rho gh$$

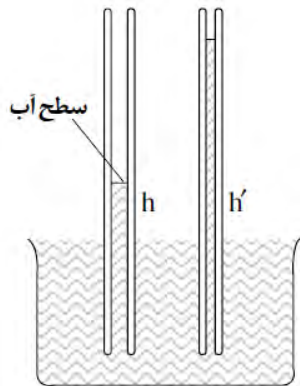
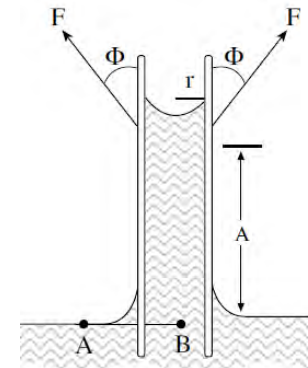
$$m = \rho v$$

$$F_T = \rho ghA$$

$$F_T = mg$$

$$v = hA$$

$$\Rightarrow F_T = \rho vg$$

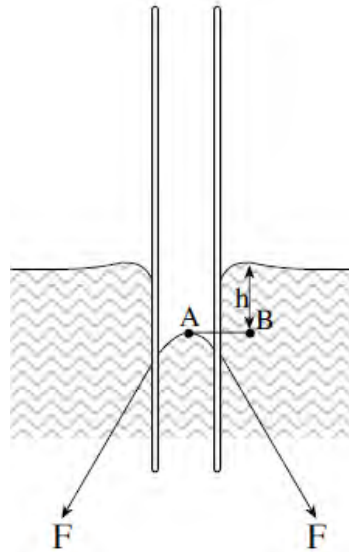


$A$  مساحت سطح مقطع لوله ی پهنتر و  $A'$  مساحت سطح مقطع لوله ی باریکتر است.

$$F_T = mg = m'g \Rightarrow \rho v = \rho v' \Rightarrow v = v' \Rightarrow Ah = A'h' \Rightarrow \frac{A}{A'} = \frac{h'}{h} \Rightarrow h' > h$$

پرسش ۴:

۴- چرا جیوه در لوله ی موین پایین می رود و سطح آن پایین تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می گیرد؟



پاسخ:

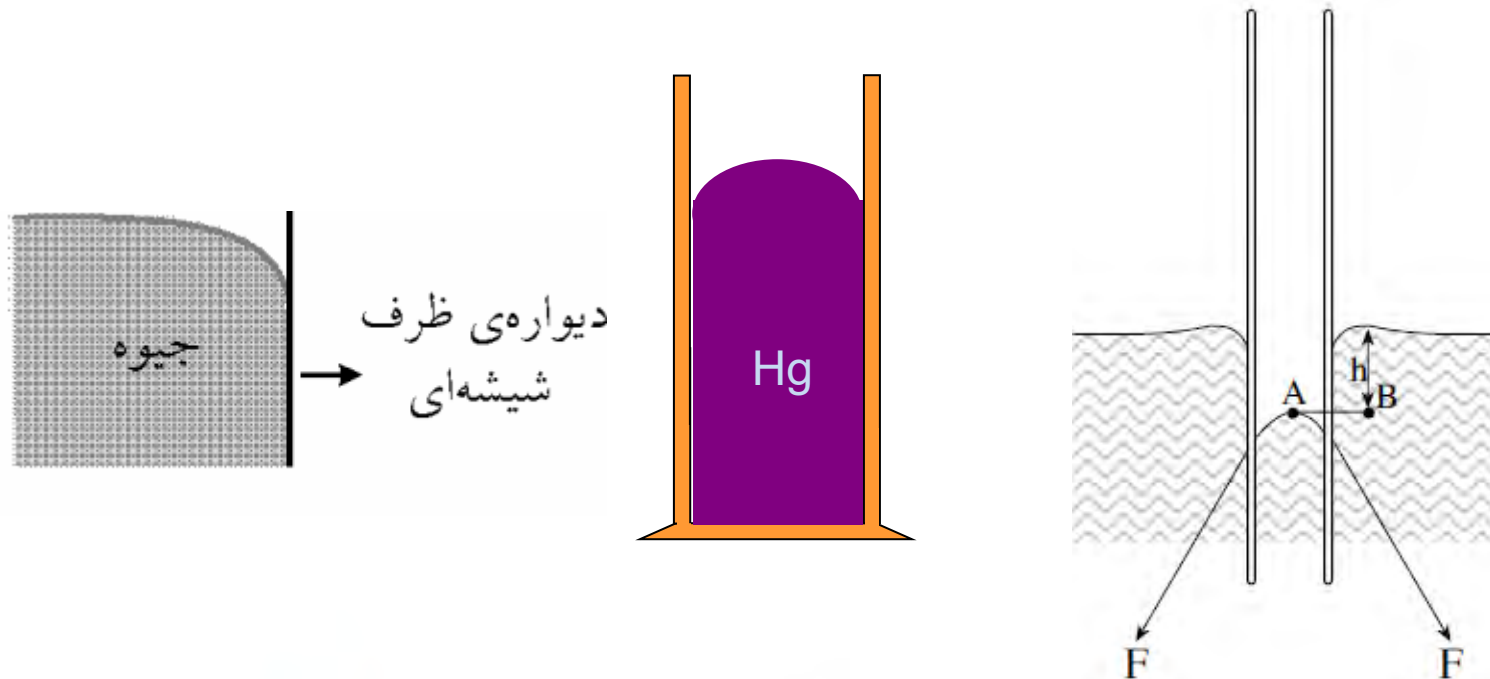
نیروی دگرچسبی بین مولکولهای جیوه و شیشه ( $F$ )، کمتر از نیروی هم چسبی بین مولکولهای جیوه است، مولکولهای سطح جیوه در داخل لوله را مولکولهای زیرین به پایین می کشند. همچنین برآیند نیروهای دگرچسبی به طرف پایین است.

پرسش ۵:

## ۵- چرا سطح جیوه در لوله ی موین دارای برآمدگی است؟

پاسخ:

فشار مایع و کشیده شدن مولکولهای کناری به طرف وسط لوله باعث می شود که سطح جیوه در داخل لوله اندکی برآمده شود.

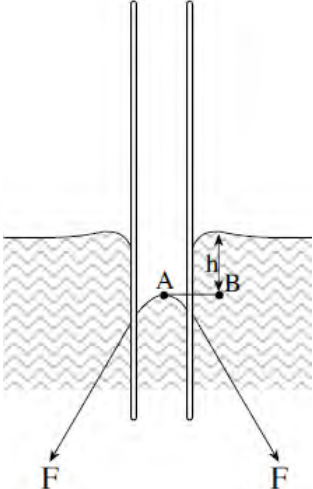


پرسش ۶:

## ۶- جیوه تا چه اندازه ای در لوله موین پایین می رود؟

پاسخ:

با توجه به شکل زیر برآیند هم چسبی به طرف پایین است، زیرا مؤلفه های افقی نیروهای دگر چسبی یکدیگر را خنثی می کنند. اگر برای ایند نیروهای دگر چسبی را با  $F_T$  نشان دهیم برای فشار در دو نقطه A و B می توان نوشت:

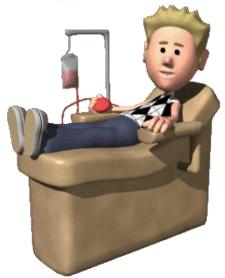


$$\left. \begin{aligned} P_A &= P + \frac{F_T}{A} \\ P_B &= P + \rho gh \end{aligned} \right\} P_A = P_B \Rightarrow P + \frac{F_T}{A} = P + \rho gh \Rightarrow \frac{F_T}{A} = \rho gh$$

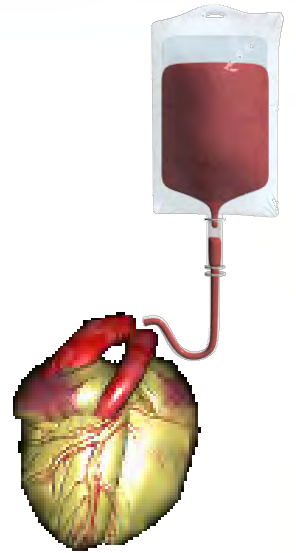
$$\left. \begin{aligned} F_T &= \rho ghA \\ v &= hA \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_T = \rho vg$$

$$\left. \begin{aligned} m &= \rho v \\ F_T &= mg \end{aligned} \right\} F_T = mg$$

یعنی جیوه تا جایی در لوله ی موین پایین می رود که وزن آن مقدار جیوه که پایین تر از سطح جیوه در بیرون لوله است با برآیند نیروهای دگر چسبی برابر شود.

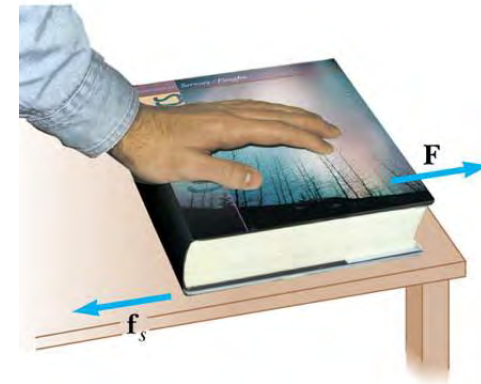
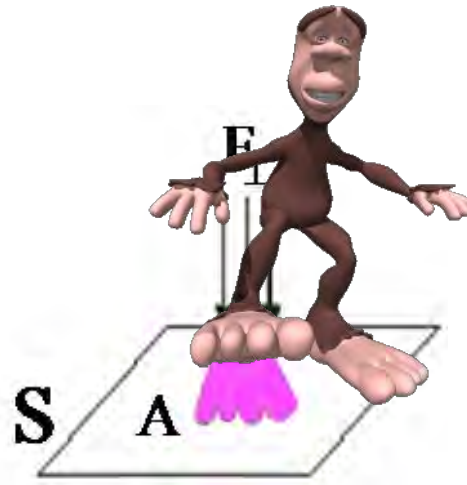


# موضوع: فشاردرشاره های ساکن



# فشار متوسط: $\bar{P}$

بزرگی نیروی عمودی که بر واحد سطح جسم وارد می شود.



 Pressure

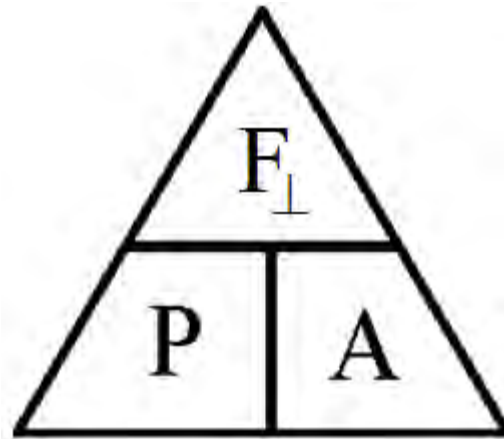


# فرمول فشار P

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیروی عمودی}}{\text{مساحت سطح}} \rightarrow \bar{P} = \frac{F_{\perp}}{A}$$

نکته:

یکای فشار در SI به صورت نیوتن بر متر مربع  $\frac{N}{m^2}$  است که به آن در اصطلاح «پاسکال» (Pa) گفته می‌شود.



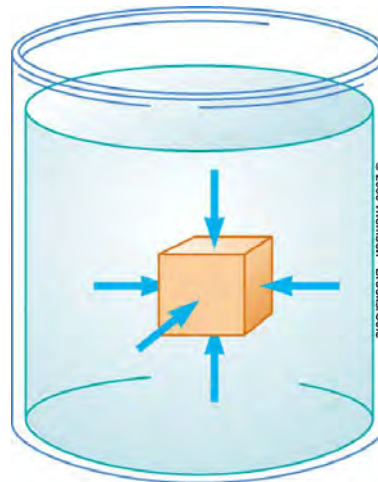
پرسش:

# آیا فشار مانند نیرو کمیتی برداری است؟

پاسخ:

تعریف نشان می‌دهد که فشار **مقدار** نیروی عمودی که بر واحد سطح جسم وارد می‌شود.

بنابراین فشار کمیتی نرده‌ای می‌باشد و فاقد جهت و راستا است



تست:

برای افزایش فشار وارد بر یک جسم باید نیرو را ..... و مساحت قاعده را ..... داد.

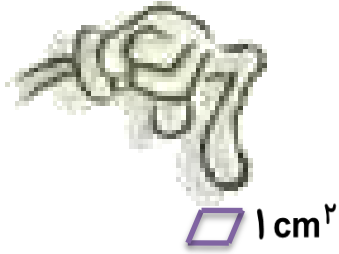
- ۱) کاهش، کاهش
- ۲) افزایش، کاهش
- ۳) کاهش، افزایش
- ۴) افزایش، افزایش

پاسخ:

گزینه ی ۲؛

تمرین:

اگر انگشتان راروی سطح میزطوری قراردهیم که سطح تماس حدود  $1 \text{ cm}^2$  باشد، چه نیرویی باید وارد کنیم تا فشار در محل انگشتان تقریباً  $1 \times 10^5 \text{ pa}$  باشد؟



پاسخ:

$$F = 1 \cdot N$$

$$A = 1 \text{ cm}^2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

$$F = ?$$

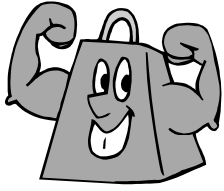
$$F = PA$$

$$P = 1 \cdot 10^5 \text{ pa}$$

$$F = 1 \cdot 10^5 \times 1 \cdot 10^{-4} = 1 \cdot N$$

تمرین:

یک وزنه  $4\text{kg}$  که مساحت قاعده آن  $25\text{cm}^2$  است، بر روی زمین قرار دارد. چه فشاری بر حسب پاسکال بر زمین وارد می شود؟ ( $g \approx 10\text{N/kg}$ )



پاسخ:

$$P = 16000 \text{ pa}$$

تمرین:

جرم شخصی  $60 \text{ kg}$  و مساحت قاعده هر کفش او  $25 \text{ cm}^2$  است، بر روی زمین قرار دارد. چه فشاری بر حسب پاسکال بر زمین وارد می کند؟ ( $g \approx 10 \text{ N/kg}$ )

پاسخ:



$$P = 120000 \text{ pa}$$

# اختلاف فشار ستون شاره در دو سطح شاره های ساکن:

نیروی وارد بر سطح ۲ برابر با حاصل جمع وزن مایع بین دو سطح و نیروی وارد از طرف سطح ۱ می باشد

$$F_2 = F_1 + mg$$

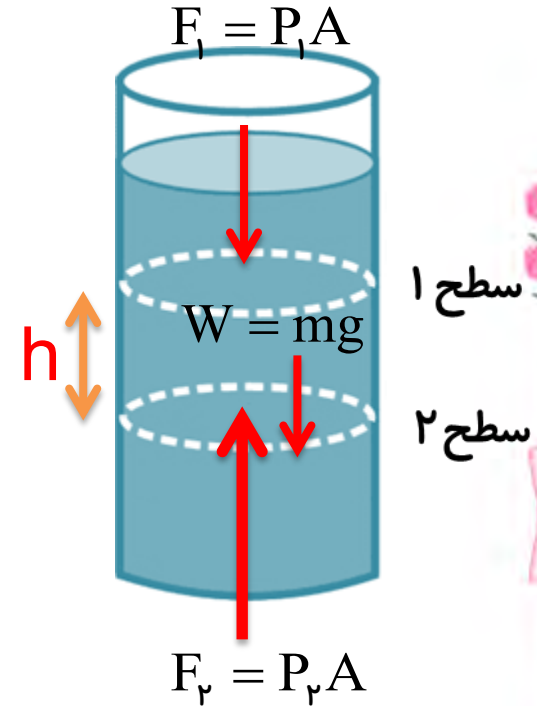
$$P_2 A = P_1 A + mg$$

$$m = \rho V$$

$$V = Ah$$

$$m = \rho Ah$$

$$P_2 A = P_1 A + \rho Ahg$$



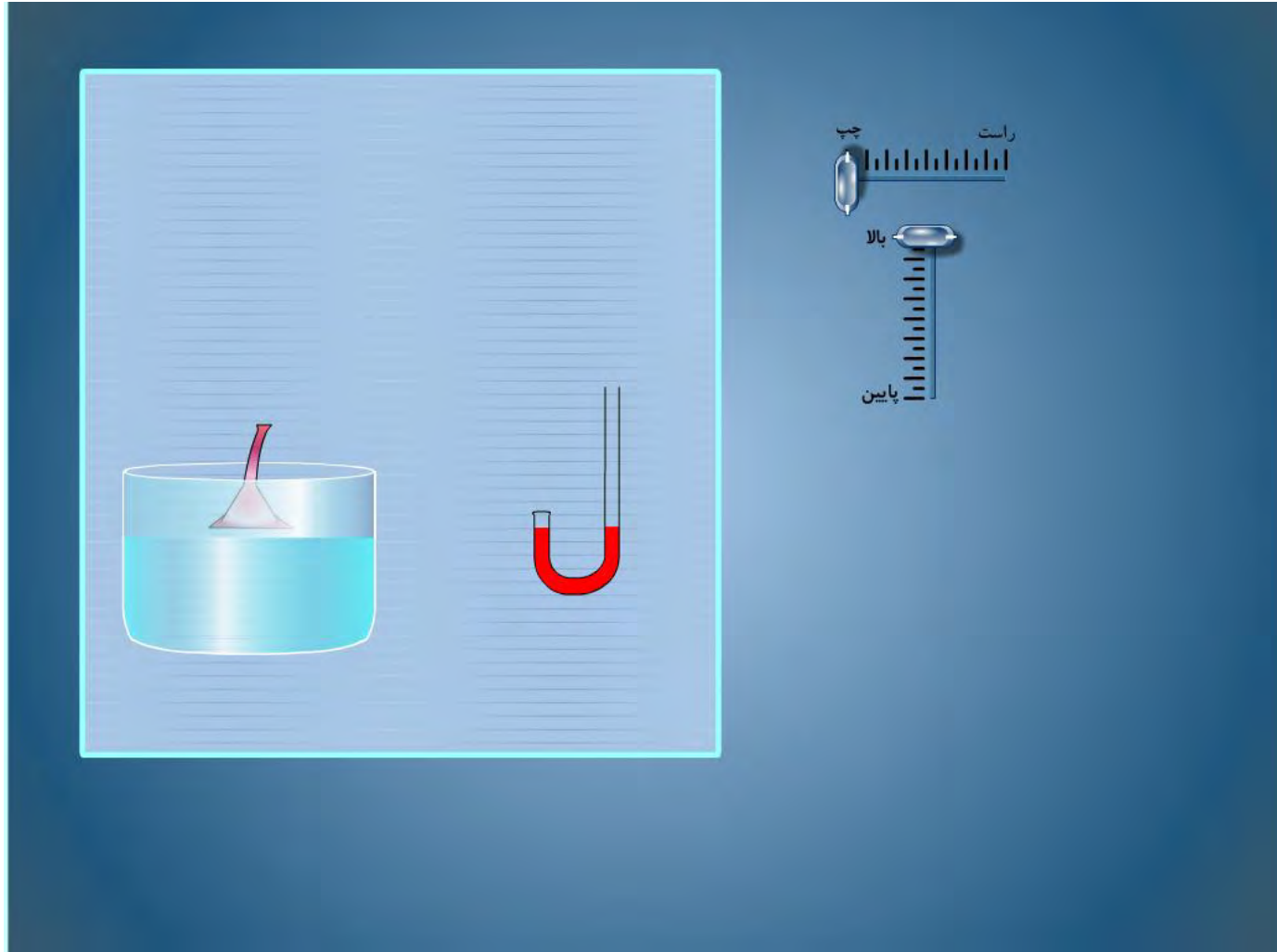
فشار مایع در سطح ۲

$$P_2 = P_1 + \rho gh$$

فشار در سطح ۱

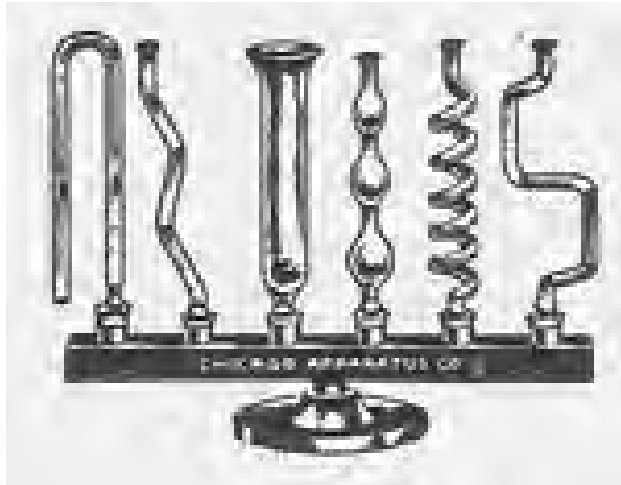


# انیمیشن فشارمایعات



پرسش:

آب را در چنین ظرفی می ریزیم چه اتفاقی می افتد ، از مشاهده آزمایش زیر چه برداشتی دارید؟



پاسخ:

فشار در مایع‌ها به **شکل** ظرف بستگی **ندارد**. (توجه: لوله‌ها موین نیستند)

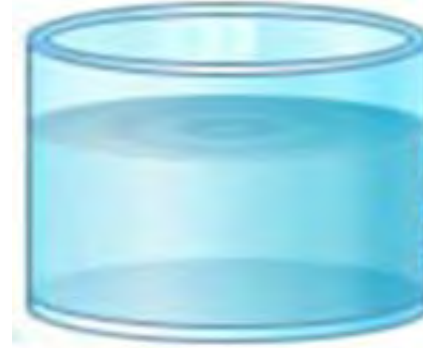
پرسش:

ارتفاع مایع دو ظرف برابر است. فشار وارد بر کف ظرف را مقایسه کنید

ب



الف



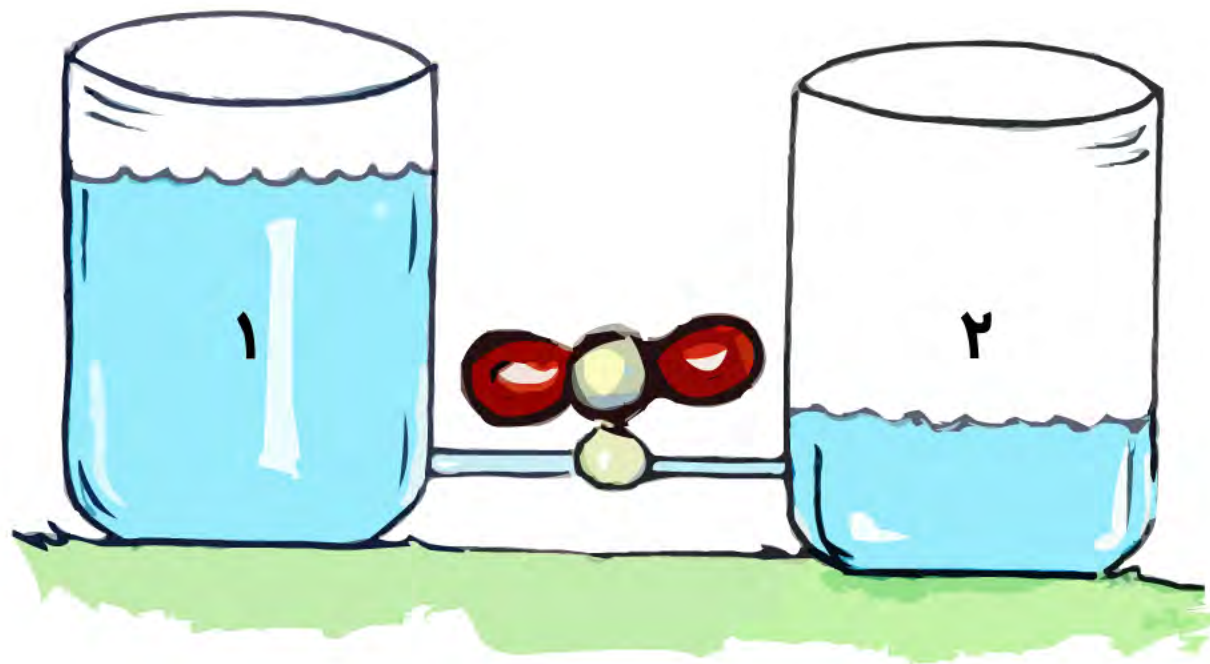
پاسخ:

مقدار ثابت  $P = \frac{\downarrow mg}{\downarrow A}$

مقدار ثابت  $P = \frac{\uparrow mg}{\uparrow A}$

فشار وارد بر کف ظرف در شکل **الف و ب برابر است** زیرا با افزایش مساحت ظرف وزن مایع بالای این سطح نیز بیشتر می شود

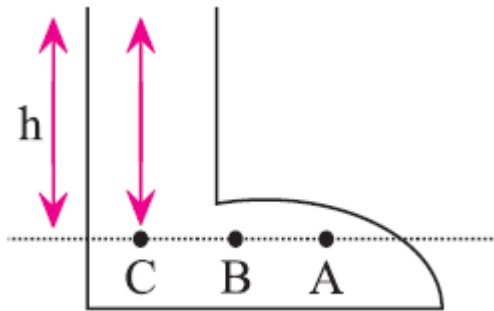
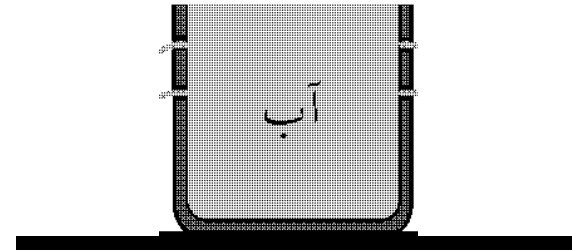
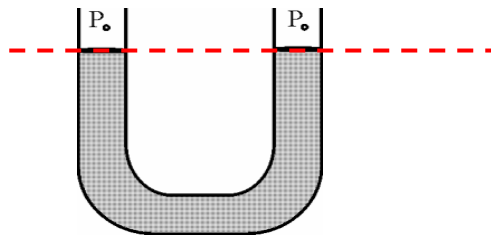
# انیمیشن قانون همفشاری:



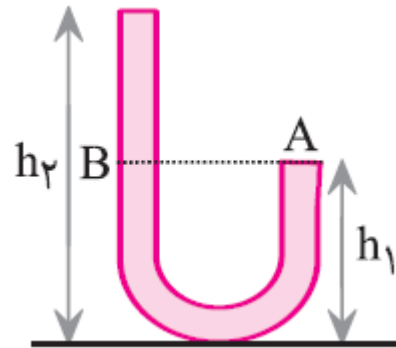
توضیحات

## قانون همفشاری:

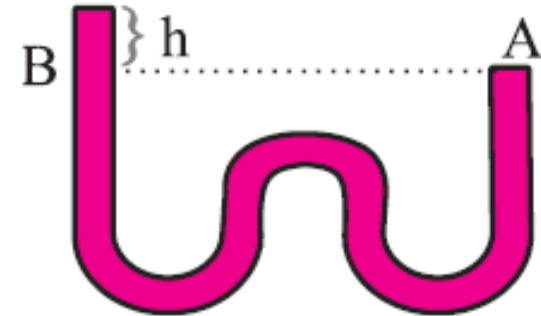
فشار نقاط هم تراز در یک مایع (نقاط واقع بر یک خط)، به شکل ظرف بستگی ندارد و یکسان است



$$P_A = P_B = P_C$$



$$P_A = P_B$$



$$P_A = P_B$$

## فشار ناشی از مایع در دو سطح به چه عواملی بستگی دارد

۱- با عمق مایع (اختلاف ارتفاع دو سطح) نسبت مستقیم دارد.  $\Delta P \propto h$

$$\Delta P = \rho gh$$

۲- با چگالی مایع نسبت مستقیم دارد.  $\Delta P \propto \rho$

۳- با مقدار شتاب گرانش زمین (در محل آزمایش) رابطه مستقیم دارد.  $\Delta P \propto g$

## فشار مایع‌ها به چه عواملی بستگی ندارد

۱- با وزن کل مایع

۲- به اندازه‌ی مساحت قاعده‌ی ظرف

۳- به شکل ظرف

تمرین:

چگالی هوای تهران در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  تقریباً  $1 \text{ kg/m}^3$  است اختلاف فشار هوای بالا و پایین برج میلاد، با ارتفاع  $435 \text{ m}$  چه قدر است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

پاسخ:

$$\Delta P = 4350 \text{ pa}$$

$$\theta = 20^{\circ}\text{C}$$

$$\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta P = ?$$

$$h = 435 \text{ m}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\Delta P = \rho gh$$

$$\Delta P = 1 \times 10 \times 435$$

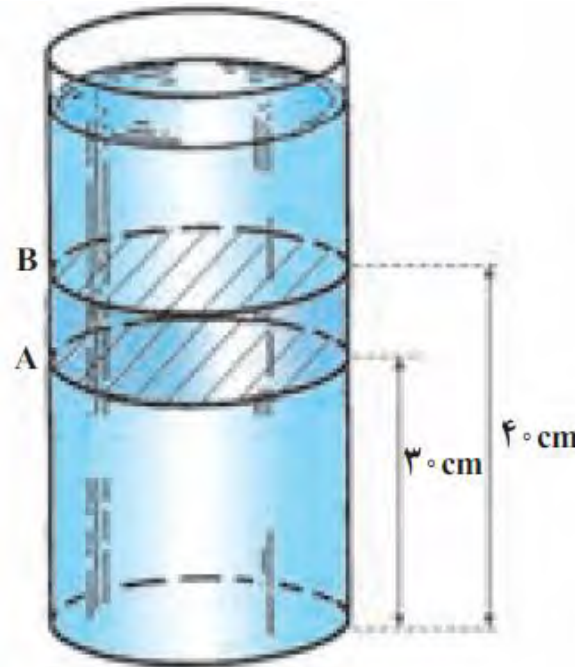
$$\Delta P = 4350 \text{ pa}$$

تمرین:

مطابق شکل زیر در ظرف روغن مایعی با چگالی  $\rho = 9 \text{ g/cm}^3$  ریخته ایم  
 اختلاف فشار این دو سطح چقدر می شود؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

پاسخ:

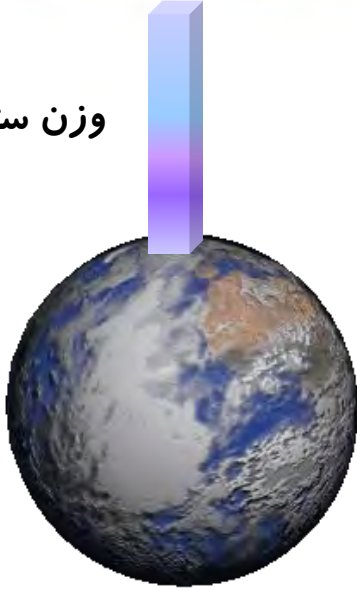
$$\Delta P = 90 \text{ pa}$$





## عامل وجود فشار هوا

وزن ستون هوای

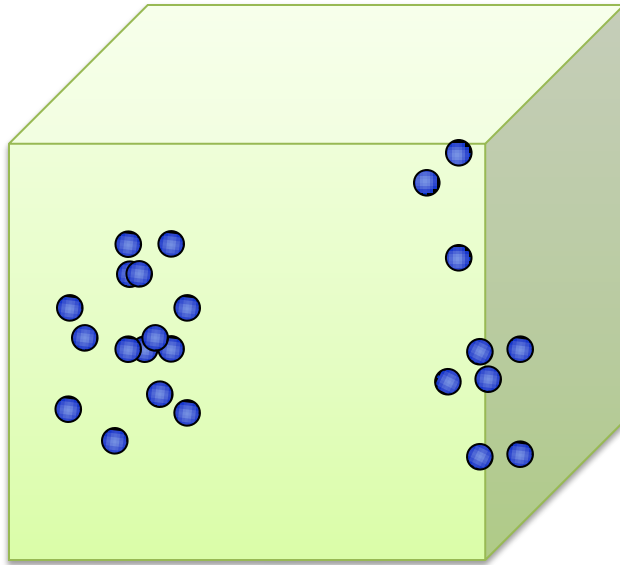


۱- بر جسم‌های روی زمین :

نیروی وزن هوای اطراف زمین است

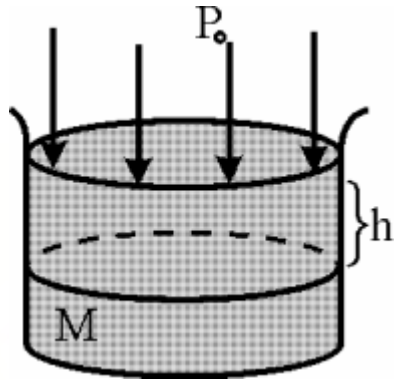
۲- در ظرف دربسته :

عامل فشار، جنبش مولکولی گاز است .



# فشار کل در عمق $h$ درون یک شاره ساکن چگونه بدست می آید؟

از جمع فشار هوا با فشار ارتفاع ستون مایع، فشار کل درون ظرف، به دست می آید.



فشار هوا

$$P = \rho gh + P_0$$

فشار کل در مایع  $h$

چگالی مایع

شتاب گرانش

ارتفاع ستون مایع



تمرین:

فشار آب در عمق ۳ متری از سطح آزاد آن، چند پاسکال است؟

$$(g = 10 \cdot \frac{N}{kg} , P_0 = 10^5 \text{ pa} , \rho_{\text{آب}} = 1000 \cdot \frac{kg}{m^3})$$

پاسخ:

$$P = 130000 \text{ pa}$$

## تمرین ۲-۳:

شناگری در عمق ۵ متری از سطح آب دریاچه ای شنا می کند. فشار ناشی از آب و همچنین فشار کل در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت پرده گوش رایک سانتی متر مربع ( $1 \text{ cm}^2$ ) فرض کنیم، بزرگی نیرویی که به پرده گوش این شناگر وارد می شود چند نیوتون است؟

$$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} , P_0 = 10^5 \text{ pa} , \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

پاسخ:

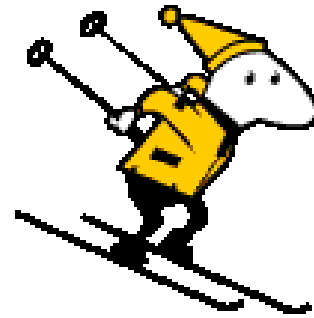


تمرین:

جرم شخصی  $80 \text{ kg}$  و مساحت قاعده هر چوبه اسکیش  $4 \text{ m}^2$  / است ، بر روی برف قرار دارد. چه فشاری بر حسب پاسکال بر برف وارد می کند؟ ( $g \approx 10 \text{ N/kg}$ )

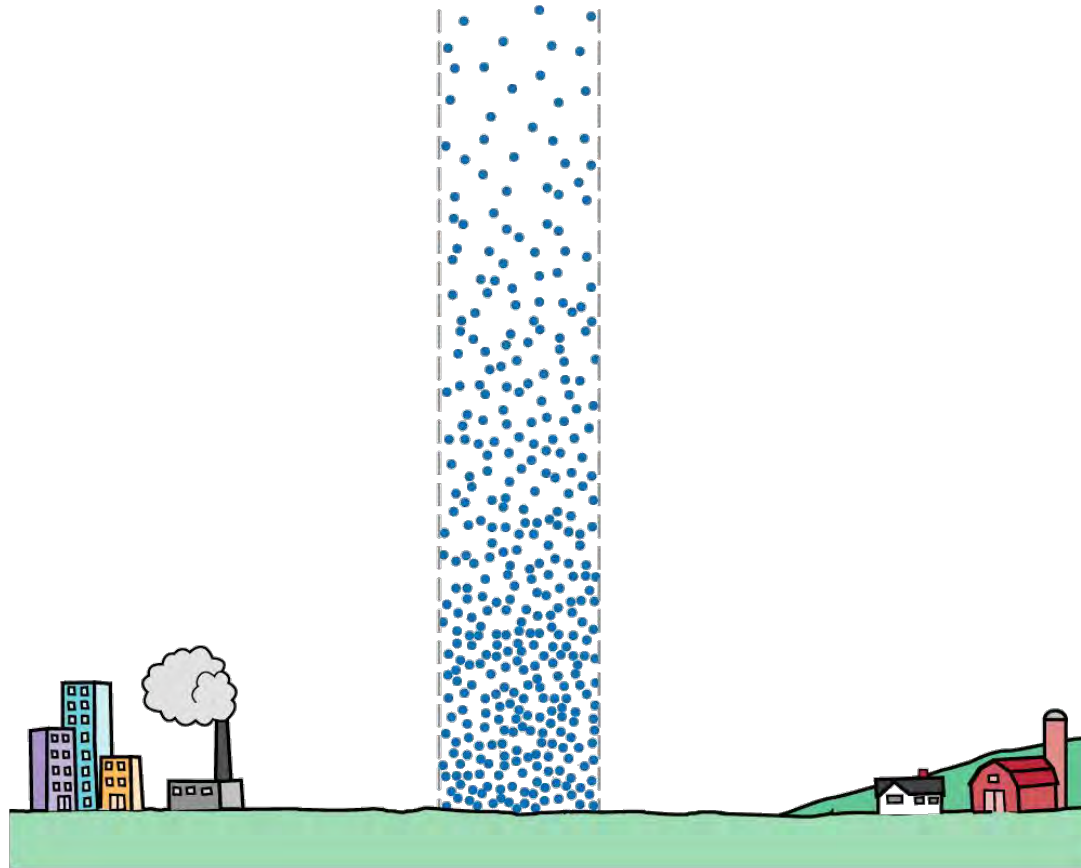
پاسخ:

$$P = 1000 \text{ pa}$$



نکته:

هرچه از سطح زمین بالاتر برویم، به علت رقیق شدن هوا و کاهش تعداد ذره ها، فشار هوا کاهش می یابد و هرچه به سطح تراز دریا نزدیک تر شویم، فشار هوا افزایش می یابد



نکته:

تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح زمین: به ازای هر  $۱.۰\text{m}$  که از سطح زمین بالا می رویم فشار هوا تقریباً **یک میلی متر جیوه** کاهش می یابد.



هر  $۱.۰\text{m}$ ، یک میلی متر جیوه کاهش فشار

سطح زمین

تمرین ۳-۴:

فشار هوای وارد بر هر مترمربع از سطح زمین در ساحل دریاها ناشی از وزن یک ستون هوای فرضی مانند شکل روبه رو است که تا بالاترین بخش جو زمین ادامه دارد. اگر جرم هوای درون این ستون فرضی  $10$  تن باشد، فشار هوا در سطح دریا چند بار است؟

$$1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \times 10^5 \text{ pa} \quad (g = 10 \text{ N/kg})$$

پاسخ:

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$m = 10 \text{ ton} = 10,000 \text{ kg}$$

$$P = ? \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ pa}$$

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

$$P = \frac{10 \times 10,000}{1}$$

$$P = 10^5 \text{ pa} = 1 \text{ bar}$$

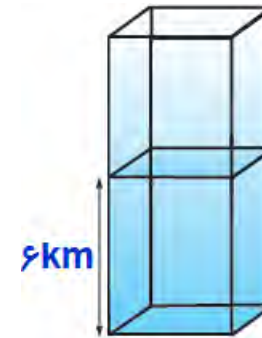
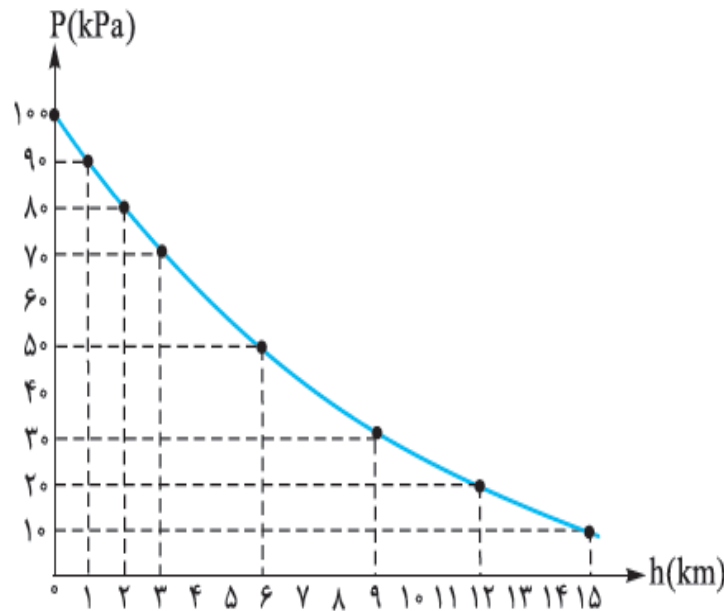




تمرین ۳-۴:

با توجه به نمودار زیر یک ستون به سطح مقطع  $1 \text{ m}^2$  در نظر بگیرید، چه قدر از جرم ستون هوای در ارتفاع های بالاتر از  $6 \text{ km}$  قرار دارد؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

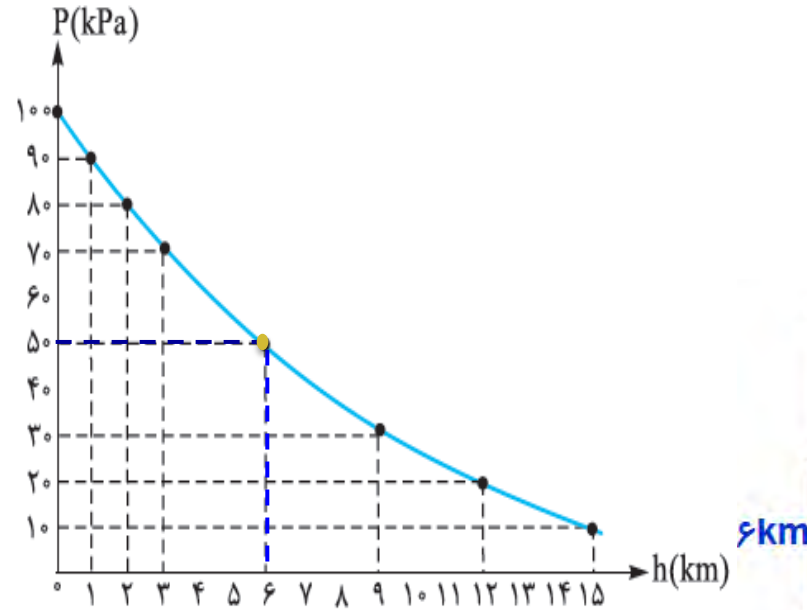
پاسخ:



تمرین ۳-۴:

با توجه به نمودار زیر یک ستون به سطح مقطع  $1 \text{ m}^2$  در نظر بگیرید، چه قدر از جرم ستون هوای در ارتفاع های بالاتر از  $6 \text{ km}$  قرار دارد؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

پاسخ:



$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$h = 6 \text{ km} \rightarrow P = 50 \text{ kPa}$$

$$m = ?$$

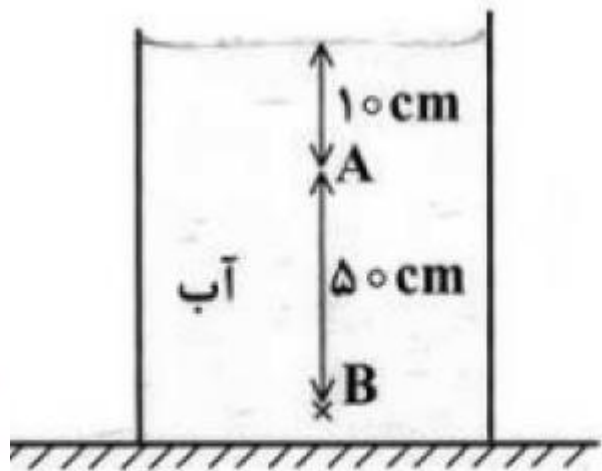
$$P = \frac{F_{\perp}}{A} = \frac{mg}{A} \rightarrow m = \frac{PA}{g} = \frac{50 \dots \times 1}{10} \rightarrow m_p = 5 \times 10^3 \text{ kg} = 5 \text{ ton}$$

تمرین:

در شکل زیر، فشار در نقطه B چند برابر فشار در نقطه A است

$$\left( P_0 = 9/9 \times 10^4 \text{ pa} \text{ و } \rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right)$$

پاسخ:



$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{P_0 + \rho g h_B}{P_0 + \rho g h_A}$$

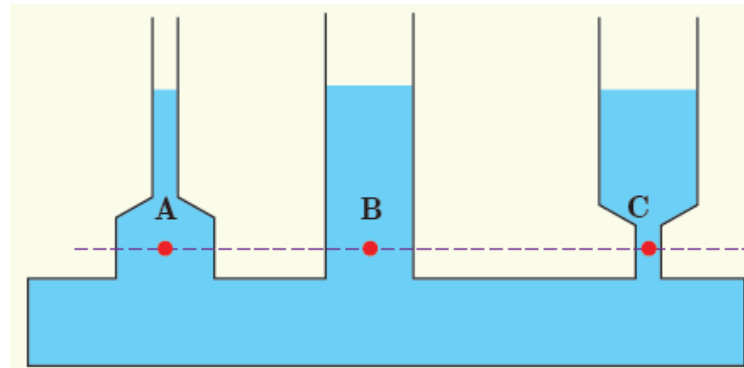
$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{9/9 \times 10^4 + 1000 \times 10 \times 6}{9/9 \times 10^4 + 1000 \times 10 \times 11}$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{10/5 \times 10^4}{10 \times 10^4}$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{21}{20}$$

پرسش ۳-۵:

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 ۳-۳ توضیح دهید.



پاسخ:

طبق رابطه  $P = P_0 + \rho gh$  عوامل موثر بر فشار یک مایع عبارتند از: فشار هوا، چگالی مایع، عمق مایع و شتاب گرانشی، چون همه این عوامل در نقاط A، B و C یکسان است. فشار در این نقاط نیز با هم برابر است.

## تمرین ۲-۳

شناگری در عمق ۵ متری از سطح آب دریاچه ای شنا می کند. فشار در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت پرده گوش را ( $1 \text{ cm}^2$ ) فرض کنیم، بزرگی نیرویی که به پرده گوش این شناگر وارد می شود چند نیوتون است؟ فشار هوای محیط را  $1/0.1 \times 10^5 \text{ Pa}$  بگیرید.



پاسخ:

$$h = 5 \text{ m}$$

$$P_{\text{کل}} = ?$$

$$A = 1 \text{ cm}^2 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$F = ?$$

$$P_0 = 1/0.1 \times 10^5 \text{ pa}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_{\text{کل}} = P_0 + \rho gh$$

$$P_{\text{کل}} = 101000 + 1000 \times 10 \times 5$$

$$P_{\text{کل}} = 151000 \text{ pa} \approx 1/5 \times 10^5 \text{ pa}$$

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow F = PA \rightarrow F = 1/5 \times 10^5 \times 10^{-4} = 15 \text{ N}$$

الف:

ب:

## تمرین ۳-۳

جسمی مکعبی به طول ضلع  $20\text{ cm}$  درون شاره ای غوطه ور و در حال تعادل است فشار در بالا و زیر جسم به ترتیب برابر  $100$  و  $105$  کیلو پاسکال است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟



پاسخ:

$$h = 20\text{ cm} = 0.2\text{ m}$$

$$P_1 = 100\text{ kpa} = 100,000\text{ pa}$$

$$P_2 = 105\text{ kpa} = 105,000\text{ pa}$$

$$g = 10\text{ N/kg}$$

$$\rho = ?$$

$$P_2 = P_1 + \rho gh$$

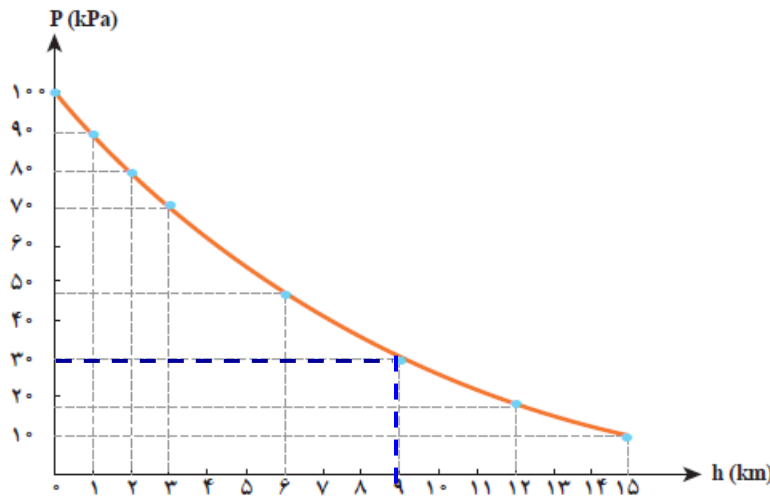
$$105,000 = 100,000 + \rho \times 10 \times 0.2$$

$$5000 = 2\rho$$

$$\rho = 2500\text{ kg/m}^3$$

## تمرین ۳-۴

در هواشناسی و روی نقشه های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می کنند. به طوری که داریم:  $1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \times 10^5 \text{ pa}$  یک ستون به سطح مقطع  $1 \text{ m}^2$  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  $1 \text{ bar}$  در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ با توجه به شکل زیر، چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فرضی قرار دارد؟



پاسخ تمرین ۳-۴:

$$1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \times 10^5 \text{ pa}$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

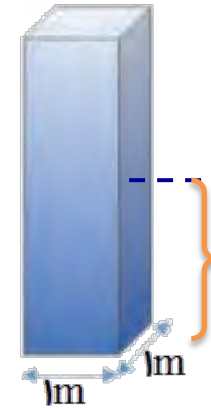
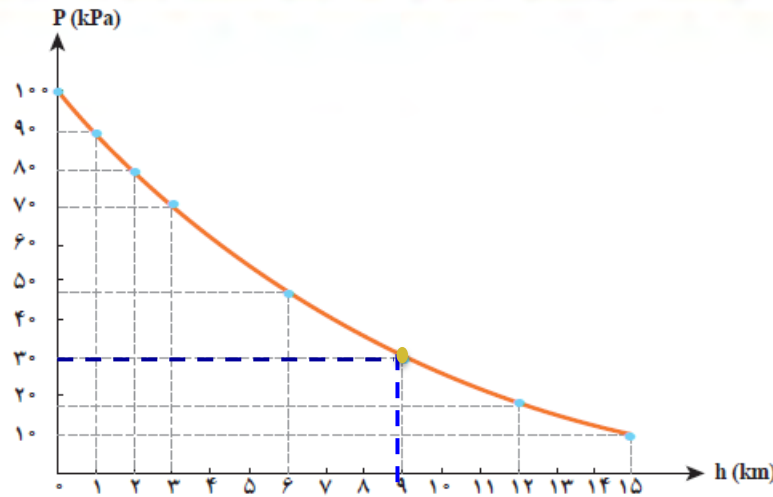
$$P_1 = 1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ pa}$$

$$m_1 = ?$$

درصد جرم

در ارتفاع = ?

۹ کیلومتری



h = 9 km

$$F_1 = m_1 g$$

$$P_1 = \frac{F_1}{A} \rightarrow F_1 = P_1 A \rightarrow F_1 = 1 \cdot 10^5 \times 1 = 1 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$1 \cdot 10^5 = m_1 \times 10 \rightarrow m_1 = 1 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

طبق نمودار در ارتفاع ۹ کیلومتری از سطح زمین فشار هوا ۳۰ kpa است

$$P_2 = \frac{F_2}{A} \rightarrow m_2 g = P_2 A \rightarrow m_2 = \frac{P_2 A}{g} = \frac{3 \cdot 10^4 \times 1}{10} \rightarrow m_2 = 3 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{درصد جرم} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% = \frac{10,000 - 3,000}{10,000} \times 100\% = 70\%$$



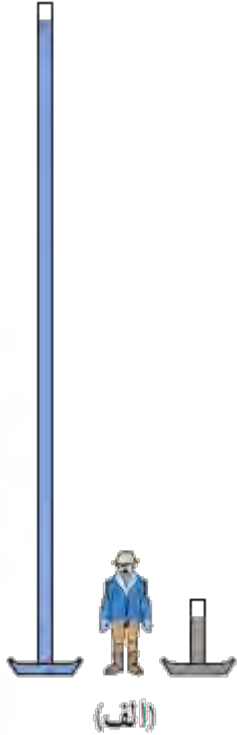
پرسش ۳-۶

الف) توضیح دهید چرا توریحلی در آزمایش خود ترجیح داد  
به جای آب از جیوه استفاده کند؟

پاسخ:

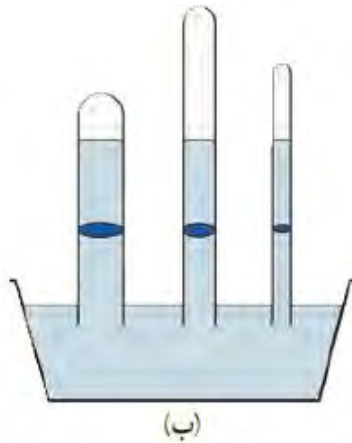
الف- در صورت استفاده از آب، لوله ای به طول  
تقریباً ۱۰ متر لازم است که تهیه و نگهداری آن  
سخت است.

(چون چگالی آب بسیار کمتر از چگالی جیوه است)



پرسش ۳-۶

ب) برای لوله های غیر موین، اگر سطح مقطع و طول لوله ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی کند (شکل ب) علت را توضیح دهید.



پاسخ:

ب- جیوه در لوله به قدری پایین می آید که فشار ناشی از ستون جیوه درون یک لوله با فشار هوای بیرون برابر شود.

پرسش ۳-۶

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 می شود. در بدنه لاکی یا در پوش بالایی این نوع قلم های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می کنند (شکل پ) دلیل این کار را توضیح دهید.

پاسخ:



(پ)



پ- این سوراخ ریز برای ورود هوا به داخل بدنه لاکی خودکار و یکسان شدن فشار هوای درون و بیرون لوله است تا جوهر در اثر فشار ناشی از ستون جوهر روی کاغذ پخش شود

آزمون پیشرفت تحصیلی دهم ریاضی سال ۹۵

می دانیم فشار هوا در سطح کره زمین تقریباً  $1.0^5$  پاسکال و شعاع کره زمین  $6400$  کیلومتر است. جرم هوای موجود در جو زمین بر حسب کیلوگرم به کدام یک از گزینه های زیر نزدیک تر است؟

$$1.0^{27} \quad (4)$$

$$1.0^{19} \quad (3)$$

$$1.0^{23} \quad (2)$$

$$1.0^{15} \quad (1)$$

پاسخ:

گزینه ۳

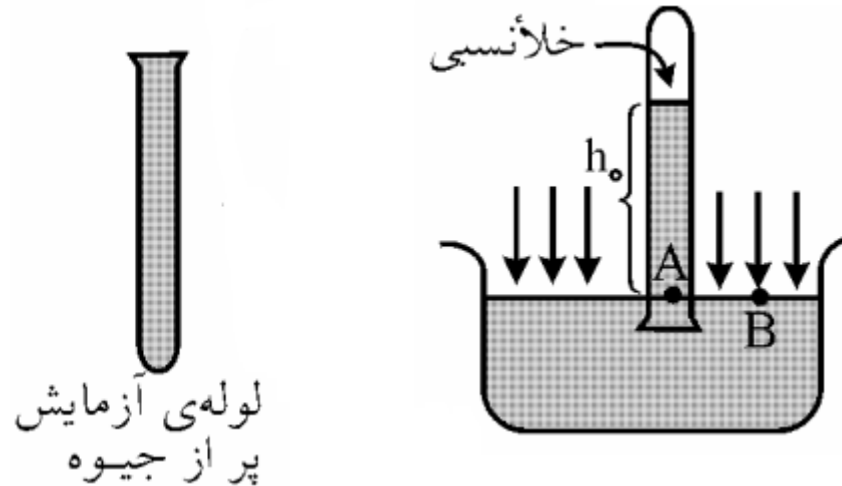
# موضوع : فشار سنج تور یچلی

**تذکر :** جیوه ماده ی سمی است و این آزمایش باید در شرایط ویژه و با ایمنی خاص انجام شود استفاده از دستکش الزامی است. (حلال طلاست)



## چگونه با استفاده از جوسنج جیوه ای (بارومتر) می توان فشار هوای محیط را اندازه گرفت؟ (آزمایش توریچلی)

- ۱- ابتدایک لوله ی شیشه ای به طول حدود  $80\text{ cm}$  را که یک سر آن بسته است ، از جیوه پر می کنیم .
- ۲- سپس دهانه ی لوله را محکم با انگشت گرفته و آن را درون یک ظرف محتوی جیوه واژگون می کنیم .
- ۳- با برداشتن انگشت ، جیوه ی درون لوله کمی پایین می آید و در ارتفاعی (که متناسب با فشار هوادر محل آزمایش است) ثابت می ماند، ارتفاع ستون جیوه ی درون لوله ، نشان دهنده ی فشار هوای محیط است

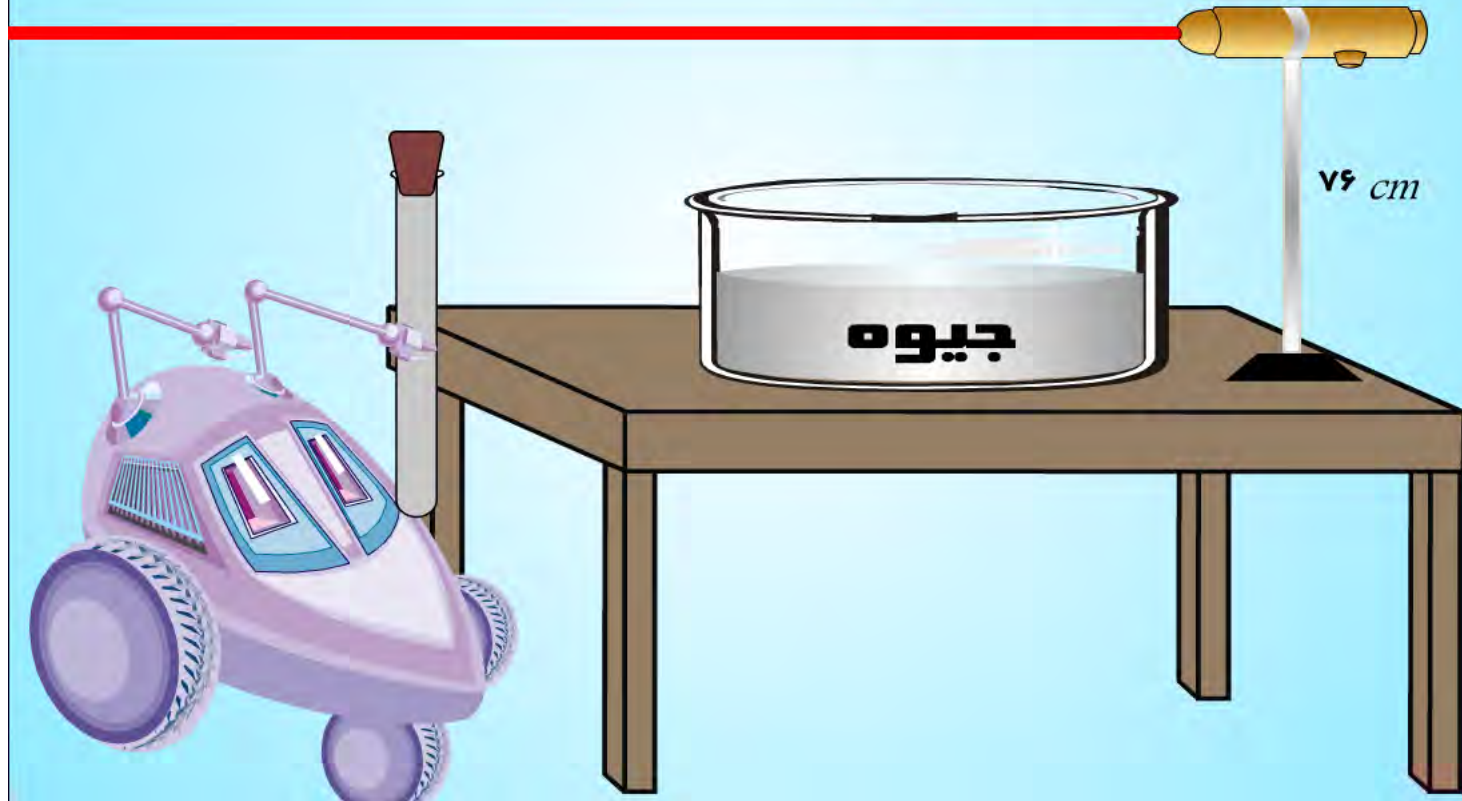


## انیمیشن فشارسنج توریچلی

ویرایش: انصاری تبار

نکته

اگر لوله را کج کنیم، جیوه در لوله بالا می‌آید (بلندی لوله ۹۰ cm است) ولی ارتفاع آن همواره ۷۶cm می‌باشد و اگر لوله را خیلی کج کنیم، ارتفاع قائم از ۷۶cm کم تر می‌شود و به ته لوله فشار وارد می‌شود. مطابق شکل های زیر :



پیدا کردن رابطه‌ای که بتوان توسط آن فشار هوا را تعیین کرد .

با توجه به شکل، دو نقطه‌ی **A** و **B** در یک سطح افقی قرار دارند. ولی موقعیت یکی زیر ستون جیوه و دیگری خارج از آن و در سطح آزاد جیوه است .

فشار در نقطه **A**، ناشی از فشار ستون جیوه‌ی بالای آن و برابر  $P = \rho g h$  است. فشار وارد بر نقطه **B**، فشار هوای خارج است .

بنابراین  $P_A = P_0$  است . داریم :

$$P_A = \rho g h$$

$$P_B = P_A$$

$$P_A = P_0$$

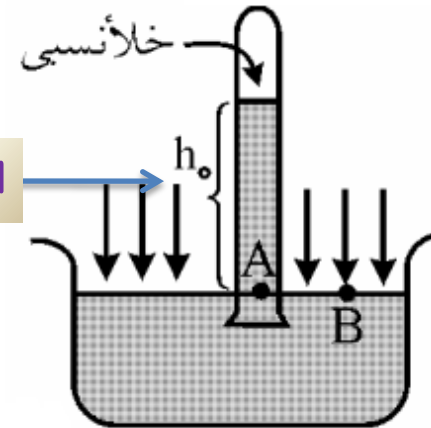
$$P_0 = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_0$$

فشار هوا

شتاب گرانش

چگالی جیوه

ارتفاع جیوه

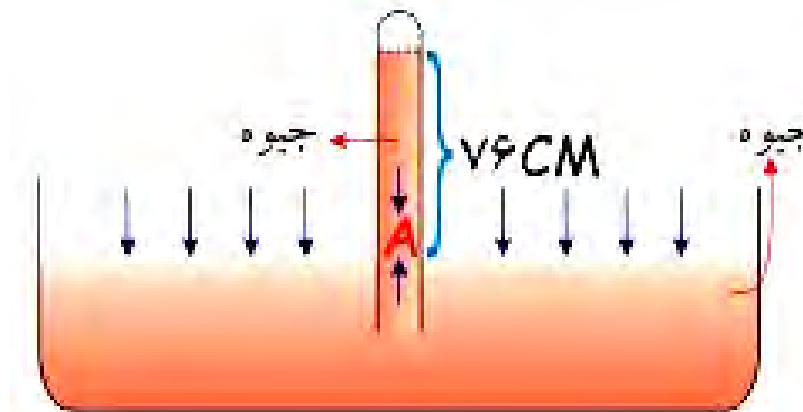




نکته:

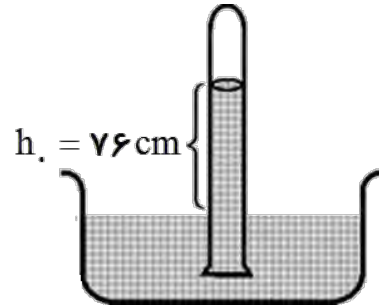
با اندازه گیری ارتفاع ستون جیوه در آزمایش توریچلی  $h_0$ ، می توان فشار هوا را در محل آزمایش از رابطه ی زیر به دست آورد.

$$P_0 = \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_0$$



تمرین:

آزمایش توریچلی را در محلی که در کنار سطح دریای آزاد است، انجام داده ایم. ارتفاع ستون جیوه ۷۶ سانتی متر شده است. فشار هوا چند پاسکال است؟ ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  و چگالی جیوه  $\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$ )



پاسخ:

$$P_0 \approx 1.0^5 \text{ pa}$$

$$h_0 = 76 \text{ cm} = 0.76 \text{ m}$$

$$P_0 = \rho_{\text{Hg}} g h_0$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_0 = 13600 \times 9.8 \times 0.76$$

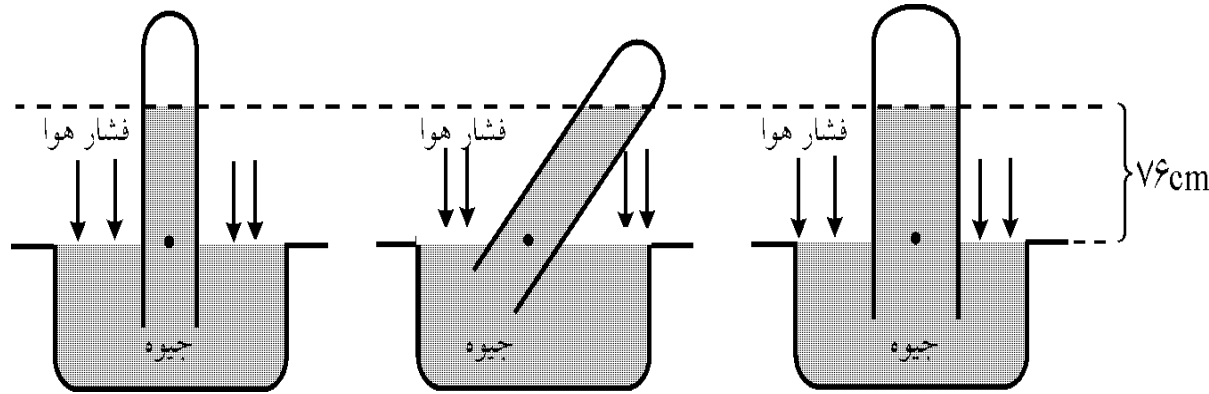
$$g = 9.8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$P_0 = 101292 \text{ pa} \approx 1.0^5 \text{ pa}$$

$$P_0 = ?$$

پرسش:

از مشاهده ی این سه شکل چه نتیجه ای می گیرید؟

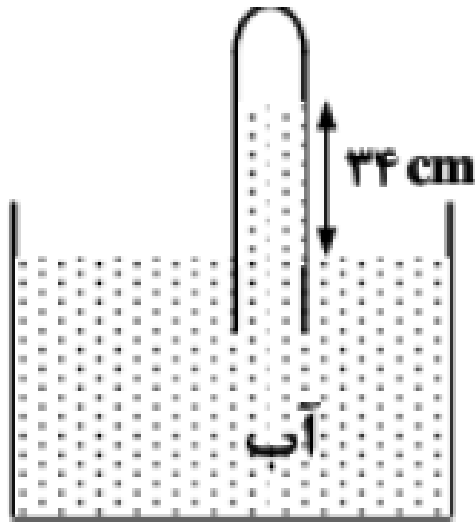


پاسخ:

مشاهده می شود که فشار هوای محیط  $76\text{cmHg}$  است و به **قطر لوله** یا **طرز قرار گرفتن آن** بستگی ندارد، بلکه به ارتفاع عمودی مایع درون لوله بستگی دارد.

تمرین:

در شکل زیر، فشار جمع شده در انتهای لوله ۷۲ سانتی متر جیوه است. چگالی آب  $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و چگالی جیوه  $13/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  است اگر اختلاف سطح آب در لوله و ظرف ۳۴ cm باشد. فشار هوا چند سانتی متر جیوه است



آب  $\rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1$  جیوه

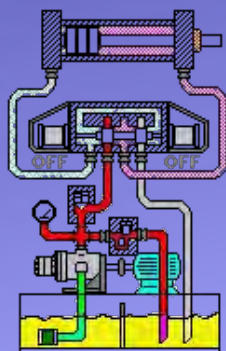
پاسخ:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$\frac{h_2}{34} = \frac{1}{13/6}$$

$$h_2 = \frac{34}{13/6} = 2/5 \text{ cm}$$

$$P_0 = 72 + 2/5 = 74/5 \text{ cmHg}$$



## موضوع : فشار گازها مخزن



برگشت

قبلی

بعدی

خروج

## فشار در گازها

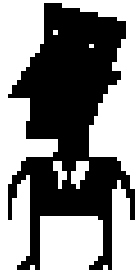
آیا تا به حال باد لاستیک ماشینی را خالی کرده‌اید؟

پرسش:

چرا هوای داخل لاستیک خارج می‌شود؟

پاسخ:

زیرا هوای داخل لاستیک فشاری دارد که از فشار هوای خارج بیشتر است. به همین دلیل باد خارج می‌شود.

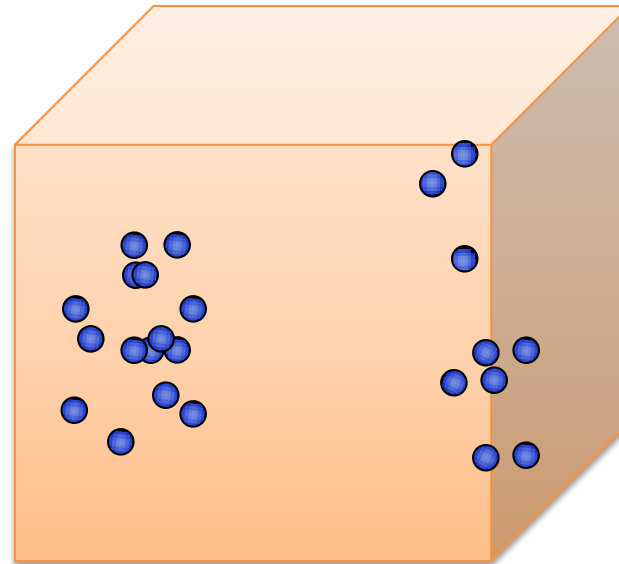
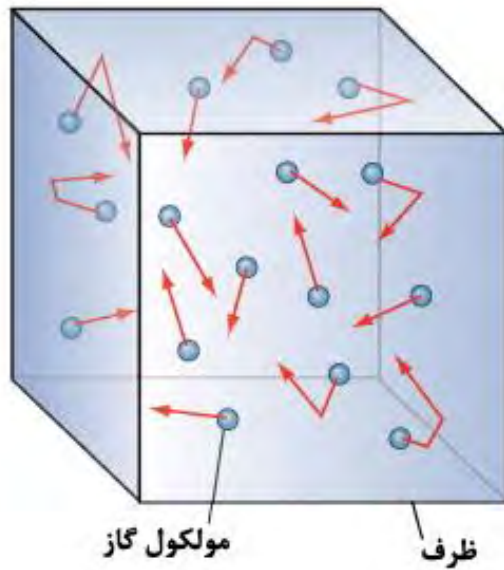


پرسش:

## علت فشار گازها چیست؟

پاسخ:

به علت برخورد مداوم مولکولهای گاز به جداره ظرف، فشار ایجاد می شود و هر چقدر دمای گاز بیشتر باشد، انرژی جنبشی مولکولهای گاز نیز بیشتر شده و فشار آن افزایش پیدا می کند.



gauge pressure

فشار پیمانه‌ای (سنجه‌ای)  $P_g$

به اختلاف فشار گاز درون مخزن و فشار هوا، فشار پیمانه‌ای می‌گویند .

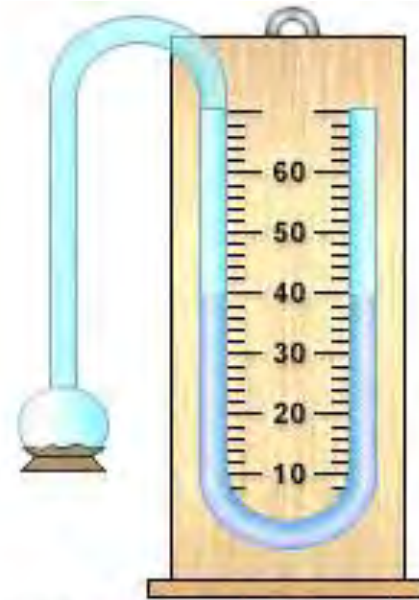
$$P_g = P - P_0$$

فشارسنج، فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرد .





# فشار گازها را چگونه اندازه گیری می کنیم؟



فشار سنج U - شکل وسیله ساده اندازه گیری فشار

# انیمیشن فشار گازها

LU ÁnI~°H : yÄHo<sub>z</sub>

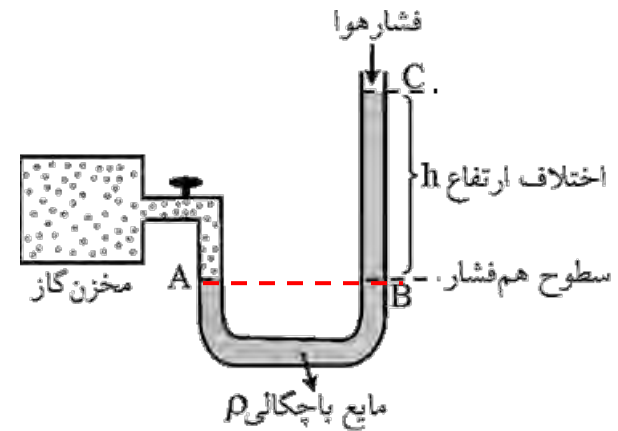
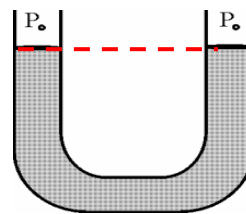
لطفا روی شیر کلیک کنید.



شیر گاز بسته است.

## اندازه گیری فشار گاز درون مخزن (مانومتر):

فشارسنج: لوله U شکل محتوی یک مایع است که یک سر لوله U شکل را به مخزن متصل نموده و سر دیگر آن را در تماس با هوای آزاد قرار می دهند پس از باز کردن شیر مخزن، گاز به مایع درون لوله فشار آورده و آن را پایین می راند در نتیجه سطح مایع در دو شاخه لوله به اندازه ارتفاع  $h$  بالا می رود. از روی همین اختلاف ارتفاع، می توان فشار گاز را حساب کرد.

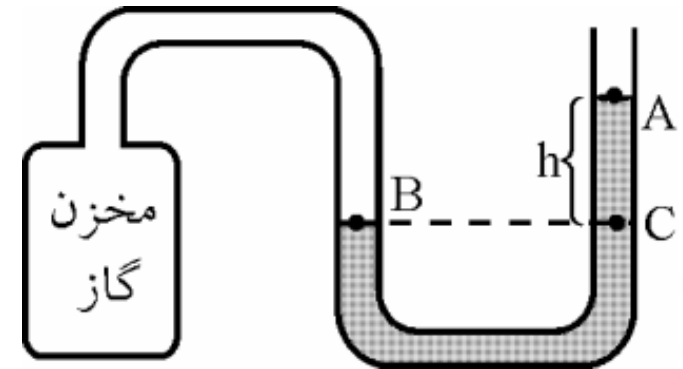


# فشار گاز

چون در سطح های هم تراز فشار یکسان است ، خواهیم داشت:

فشار نقطه C = فشار نقطه B

فشار هوا + فشار ستون مایع = فشار در نقطه C



$$P_B = P_C$$

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

$$P_B = P$$

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

فشار هوا

فشار پیمانه ای

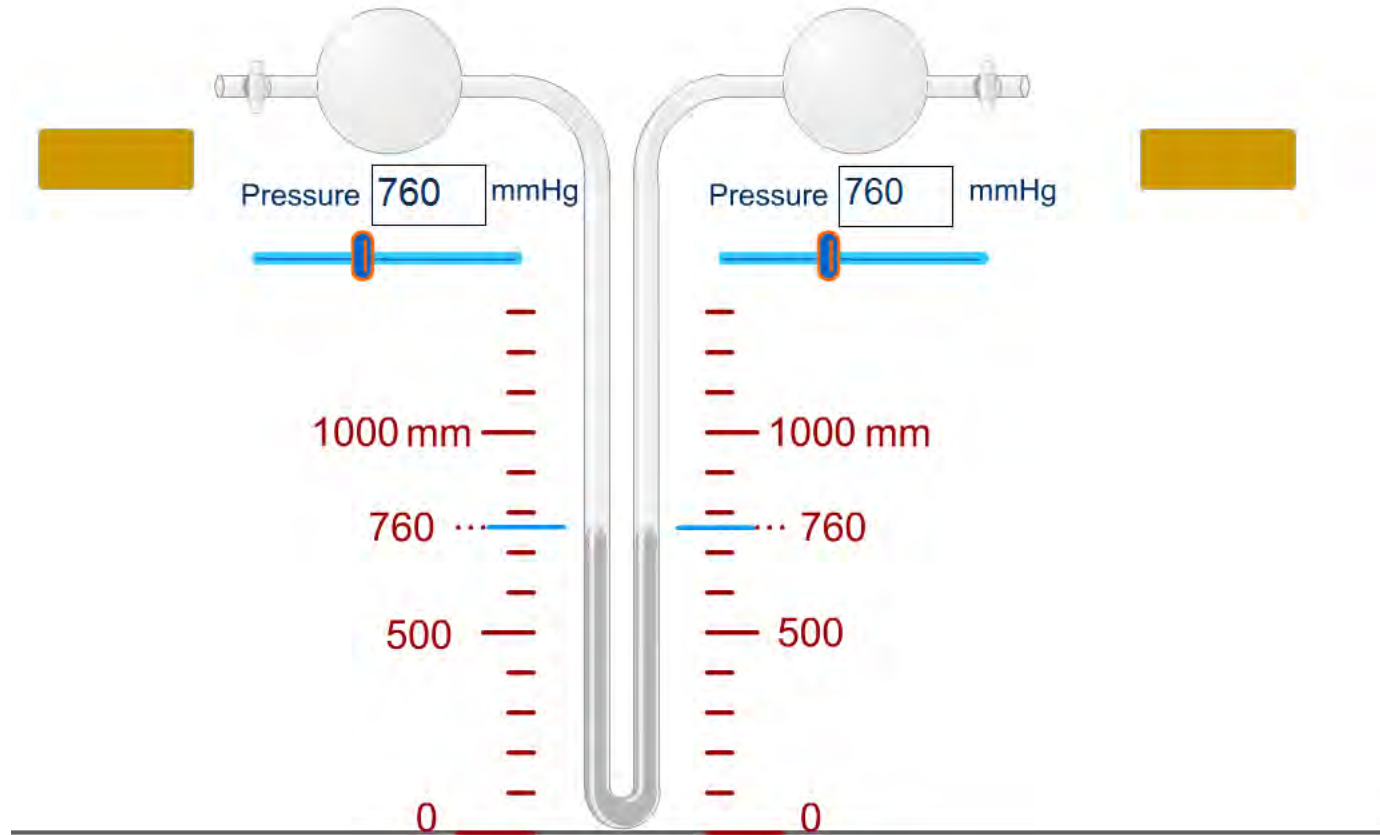
فشار گاز

چگالی مایع (جیوه)

شتاب گرانش

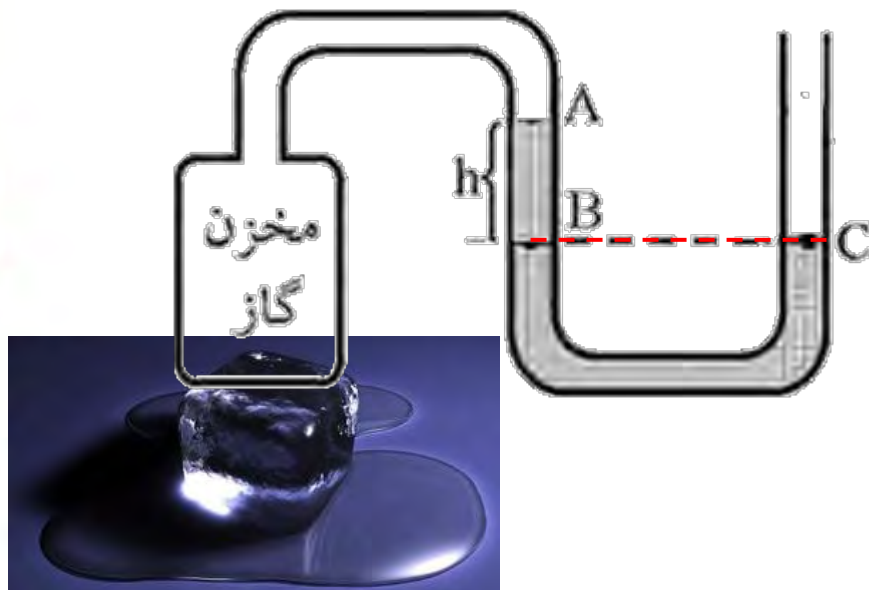
ارتفاع ستون مایع

# انیمیشن فشار گازها



نکته:

اگر فشار گاز مخزن کمتر از فشار هوا باشد، مایع درون لوله سمت چپ به سمت بالا می رود. در نتیجه سطح مایع در دو شاخه لوله به اندازه ارتفاع  $h$  بالا می رود، از روی همین اختلاف ارتفاع، می توان فشار گاز را حساب کرد



$$P_C = P_B$$

$$P_o = \rho gh + P$$

$$P_o - \rho gh = P$$

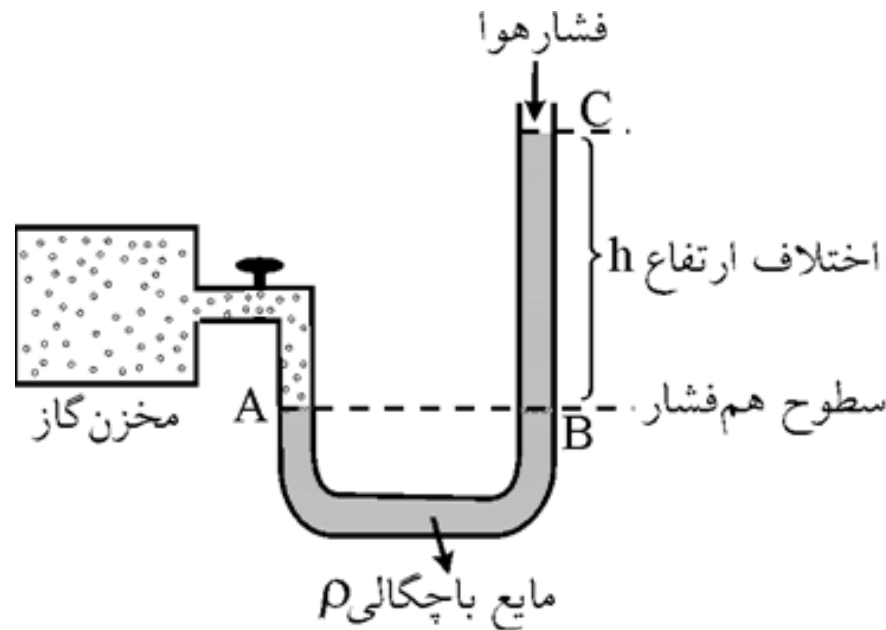
$$P = P_o - \rho gh$$

تمرین:

فشارسنج لاشکلی را که درون آن مایعی با چگالی  $g/cm^3$  اریخته شده است، به مخزن گازی وصل می‌کنیم، اگر ارتفاع مایع در شاخه آزاد آن  $5\text{cm}$  بالاتر از شاخه متصل به مخزن گاز و فشار هوا یک اتمسفر باشد، فشار گاز درون مخزن چند  $pa$  است؟

پاسخ:

$$P = 101500 \text{ pa}$$



پاسخ:

$$\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h = 15 \text{cm} = 0.15 \text{m}$$

$$P_0 = 1 \text{atm} = 1.01 \times 10^5 \text{pa}$$

$$P = ?$$

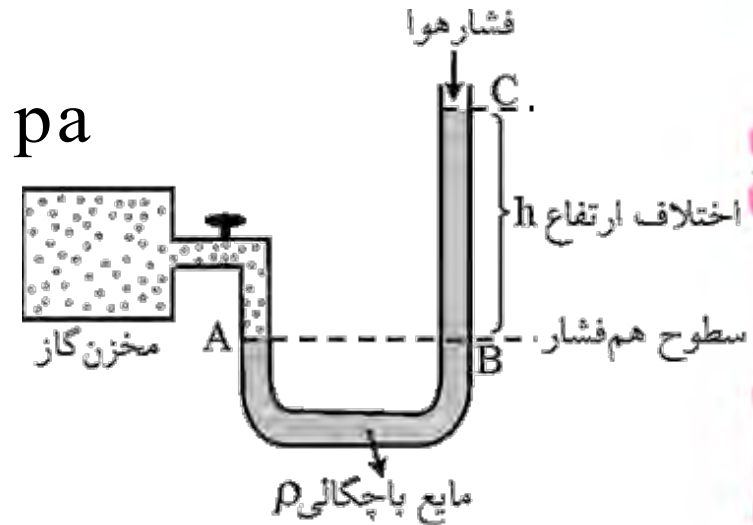
$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$P = P_0 + \rho gh$$

$$P = 1.01 \times 10^5 + 1000 \times 10 \times 0.15$$

$$P = 1.01 \times 10^5 + 1500$$

$$P = 1.015 \times 10^5 \text{pa}$$

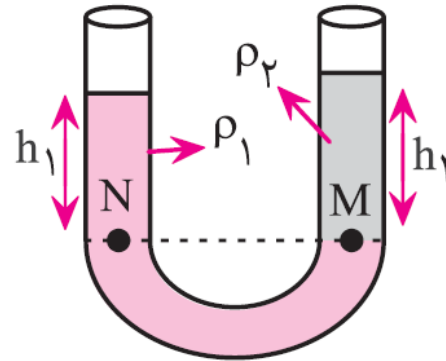


فشار گاز درون یک ظرف در بسته به تعداد ذره های گاز و جنبش مولکولی آن ها بستگی دارد .



پرسش:

باتوجه به شکل مقابل، کدام مایع چگالی بیشتری دارد؟



پاسخ:

$$P_M = P_N \rightarrow \rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1 \rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

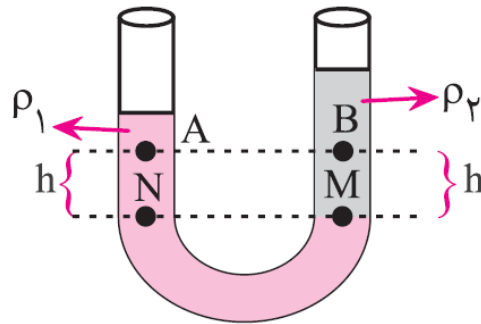
$$h_1 < h_2 \rightarrow \frac{h_1}{h_2} < 1$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{h_1}{h_2} \\ \frac{h_1}{h_2} < 1 \end{array} \right\} \frac{\rho_2}{\rho_1} < 1 \rightarrow \rho_2 < \rho_1$$

می دانیم نقاط هم تراز، هم فشارند. بنابراین مایعی که در زیر قرار می گیرد، همواره چگالی بیشتری دارد.

پرسش:

مطابق شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی، بایکدیگر در تعادلند، فشار دو نقطه A و B را باهم مقایسه کنید.



پاسخ:

می دانیم نقاط هم تراز، هم فشارند.

$$P_M = P_N \quad \rightarrow \quad \rho_2 gh + P_B = \rho_1 gh + P_A$$

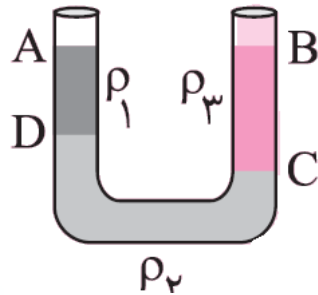
$$P_B - P_A = \rho_1 gh - \rho_2 gh \quad \rightarrow \quad P_B - P_A = gh(\rho_1 - \rho_2) > 0$$

$$P_B - P_A > 0 \quad \rightarrow \quad P_B > P_A$$

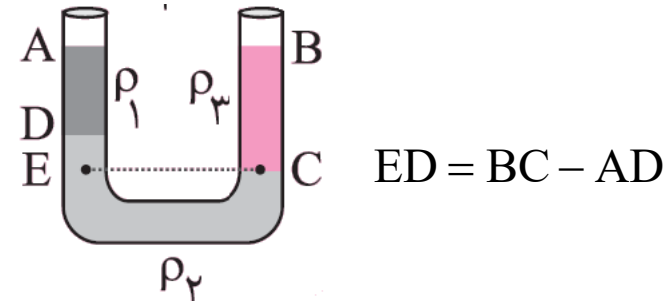
تست:

سه مایع مخلوط نشدنی با چگالی های  $\rho_1$  و  $\rho_2$  و  $\rho_3$  در ظرف زیر قرار دارند اگر  $AD = 10 \text{ cm}$  و  $BC = 15 \text{ cm}$  باشد، کدامیک از گزینه های زیر درست است؟

$$\rho_2 + 3\rho_1 = 2\rho_3 \quad (4) \quad 2\rho_1 + \rho_2 = 3\rho_3 \quad (3) \quad 3\rho_2 + 2\rho_1 = \rho_3 \quad (2) \quad 2\rho_2 + \rho_1 = 3\rho_3 \quad (1)$$



پاسخ:



$$P_E = P_C \rightarrow \cancel{\rho_2} gh_{ED} + \cancel{\rho_1} gh_{DA} = \cancel{\rho_1} gh_{CB}$$

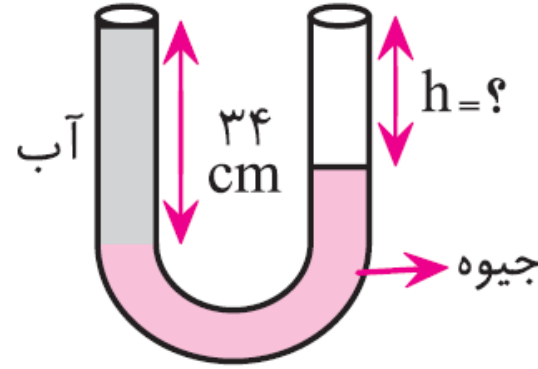
$$\rho_2 \times (15 - 10) + \rho_1 \times 10 = \rho_1 \times 15 \rightarrow 5\rho_2 + 10\rho_1 = 15\rho_1$$

$$2\rho_1 + \rho_2 = 3\rho_1$$

گزینه ۳ صحیح است.

تمرین:

در شکل زیر،  $h$  چند سانتی متر است؟ (  $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  )

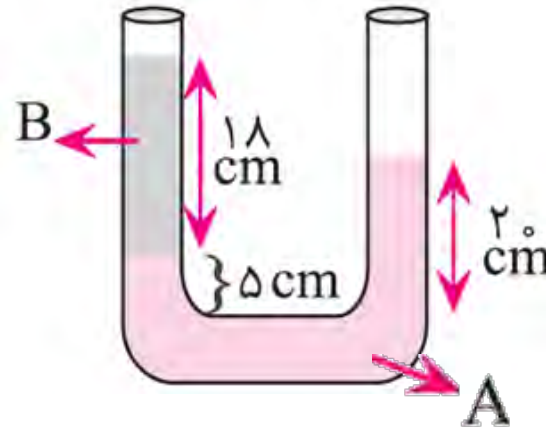


پاسخ:

$$h = 31/5 \text{ cm}$$

تمرین:

در شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی A و B به حالت تعادل قرار دارند. چگالی مایع B چند برابر چگالی مایع A است؟



پاسخ:

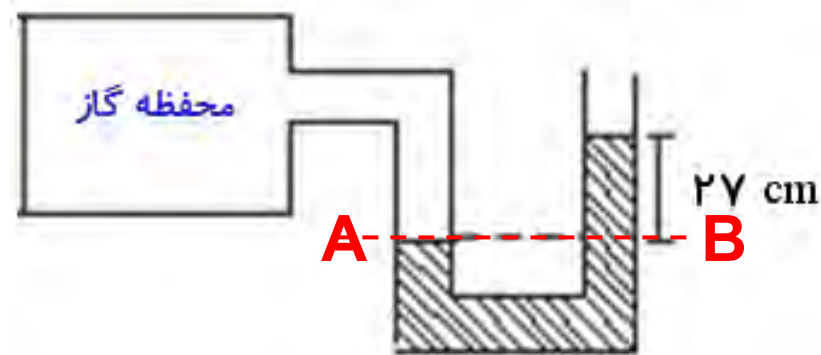
$$\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{5}{6}$$

تمرین:

شکل مقابل چگالی مایع درون لوله  $2 \text{ g/cm}^3$  است. اگر فشار هوا در محل  $76 \text{ cmHg}$  باشد،

فشار گاز درون محفظه چند  $\text{cmHg}$  است؟ (چگالی جیوه  $\rho = 13/6 \text{ g/cm}^3$ )  $g = 9/8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

پاسخ:



$$h_0 = 79/97 \text{ cmHg}$$

$$\rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1 \quad \text{آب جیوه}$$

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

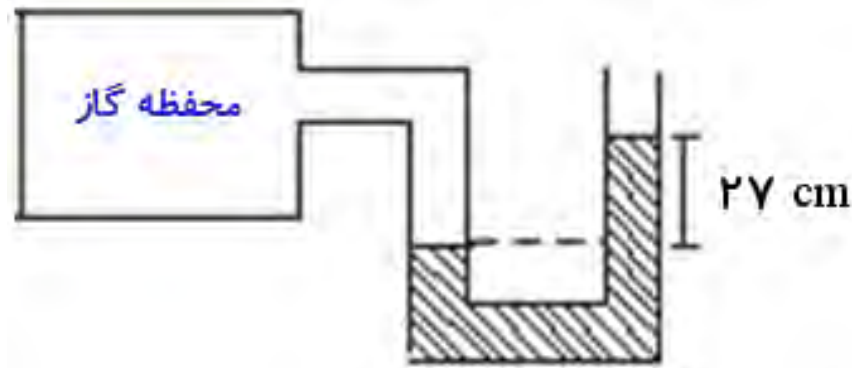
$$\frac{h_2}{27} = \frac{2}{13/6}$$

$$h_2 = \frac{2 \times 27}{13/6} = 3/97 \text{ cmHg}$$

$$P_A = P_B \quad \rightarrow \quad P_A = 76 + 3/97 = 79/97 \text{ cmHg}$$

$$P_A = P_B \quad \rightarrow \quad P_A = 76 + 3/97 = 79/97 \text{ cmHg}$$

پاسخ راه دوم:



$$\rho = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h = 27 \text{cm} = 0.27 \text{m}$$

$$P_0 = 76 \text{cmHg}$$

$$P = ? \text{cmHg}$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$P = P_0 + \rho gh$$

$$P = 100000 + 2000 \times 9.8 \times 0.27$$

$$P = 100000 + 5292 = 105292 \text{ pa}$$

$$P_0 = \rho_{\text{Hg}} g h_0$$

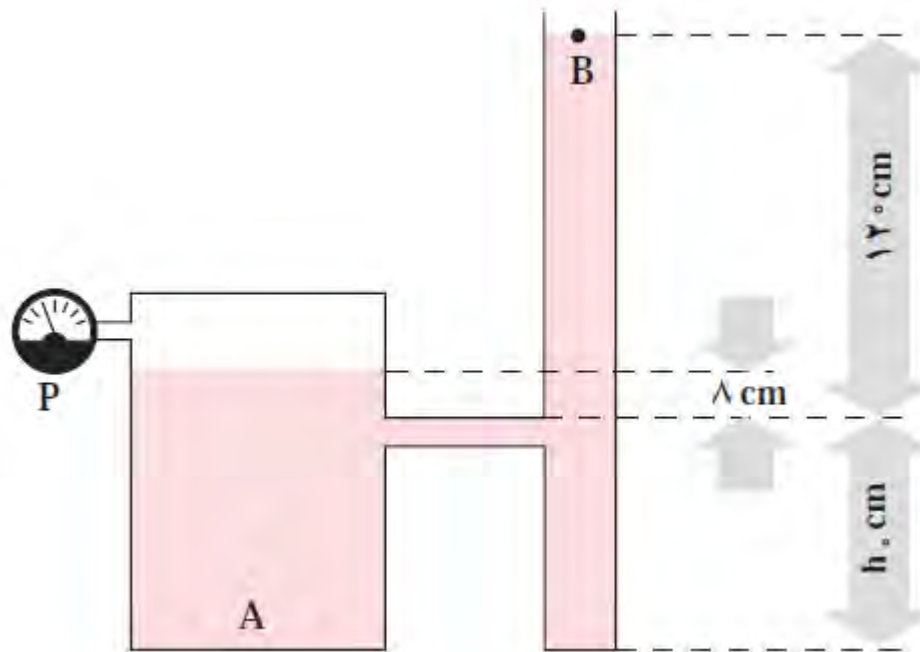
$$105292 = 13600 \times 9.8 \times h_0$$

$$h_0 = \frac{105292}{133280} \approx 0.79 \text{m} \rightarrow h_0 = 79 \text{cmHg}$$

تمرین:

اگر در مخزن شکل روبه رو آب بریزیم، وقتی سطح مایع از  $h_0$  بالاتر می رود، هوا در داخل ظرف A به دام می افتد. اگر سطح مایع در ظرف A،  $8 \text{ cm}$  بالاتر از  $h_0$  و در  $120 \text{ cm}$ ، بالاتر از  $h_0$  باشد:  
الف- فشارسنج چه عددی را نشان می دهد؟ (این فشارسنج فشار پیمانه ای را اندازه گیری می کند).  
ب- فشار کل گاز محبوس چقدر است؟

پاسخ:



$$\Delta P = 1120 \text{ pa}$$

$$P_{\text{کل}} = 11120 \text{ pa}$$



پاسخ:

الف:

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h = 120 - 8 = 112 \text{ cm}$$

$$P_o = 1.0^5 \text{ pa}$$

$$P_g = ?$$

$$P_{\text{کل}} = ?$$

$$P = P_o + \rho gh$$

$$P_g = \Delta P = \rho gh$$

$$\Delta P = 1000 \times 10 \times 112$$

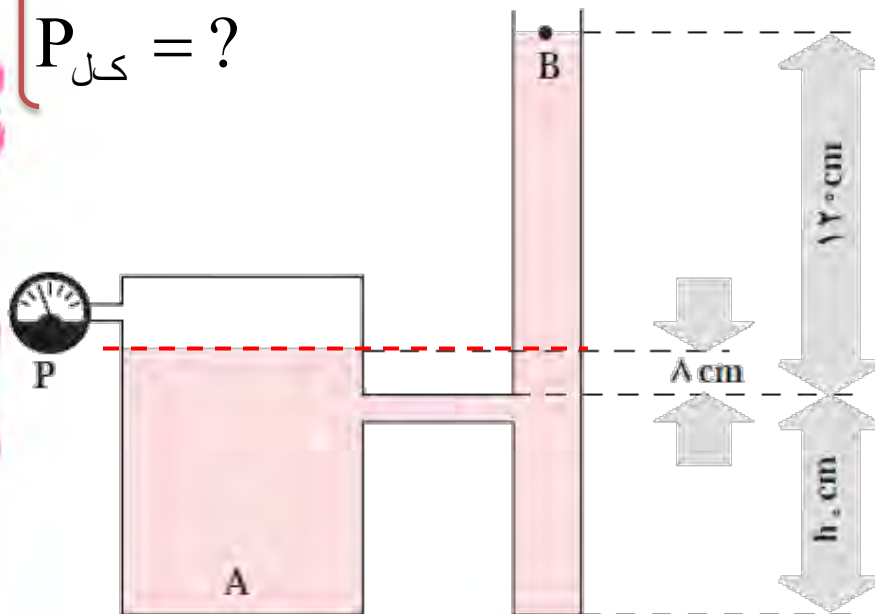
$$\Delta P = 112000 \text{ pa}$$

ب:

$$P_{\text{کل}} = P_g + P_o$$

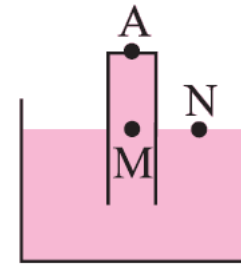
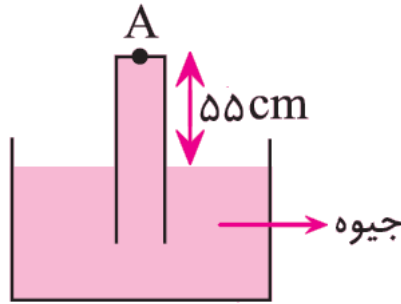
$$P_{\text{کل}} = 112000 + 100000$$

$$P_{\text{کل}} = 212000 \text{ pa}$$



تمرین:

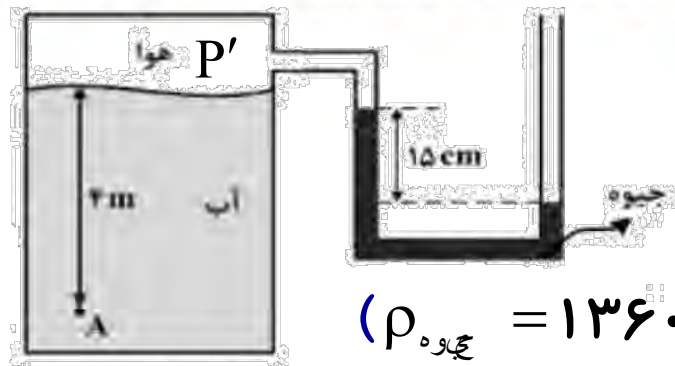
در شکل زیر، نیرویی که از طرف جیوه به سطح بالایی لوله (نقطه A) وارد می شود، چند نیوتون است؟ (فشار هوای محیط برابر  $75 \text{ cmHg}$ ، سطح مقطع لوله  $5 \text{ cm}^2$ ، چگالی جیوه  $13.6 \text{ g/cm}^3$  و  $g = 10 \text{ N/kg}$  است)



پاسخ:

$$P_M = P_N = P_0 \Rightarrow P_{\text{ته لوله}} + 55 \text{ cmHg} = P_0 \Rightarrow P_{\text{ته لوله}} = 75 - 55 = 20 \text{ cmHg}$$

$$P_{\text{ته لوله}} = 20 \text{ cmHg} \times 1360 = 27200 \text{ Pa} \Rightarrow F = PA \Rightarrow F = 27200 \times 5 \times 10^{-4} = 13/6 \text{ N}$$



تمرین:  
فشار در نقطه A چند کیلو پاسکال است؟

$$\left( \rho_{\text{جوهر}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ و } \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ و } P_0 = 1.0^5 \text{ pa و } g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right)$$

$$P' + \rho g h_{\text{جیوه}} = P_0 \text{ هوای محبوس}$$

پاسخ:

$$P' = P_0 - \rho g h_{\text{جیوه}} \text{ هوای محبوس}$$

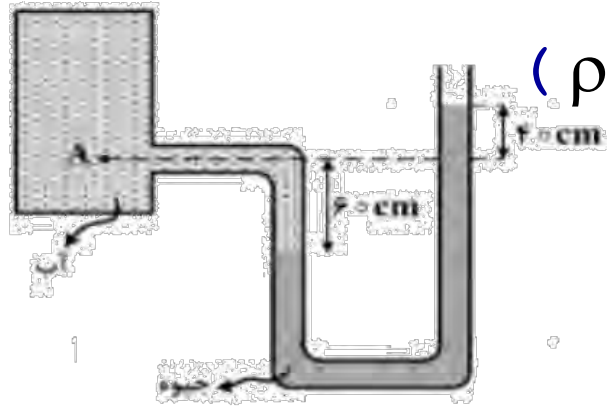
$$P' = 1.0^5 - 13600 \times 10 \times . / 15$$

$$P' = 79600 \text{ pa}$$

$$P_A = P' + \rho g h_{\text{آب}} = 79600 + 1000 \times 10 \times 4$$

$$P_A = 119600 \text{ kpa}$$

۱- در شکل زیر، اختلاف فشار در نقطه A و فشار هوا چند کیلو پاسکال است؟



$$\left( \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \text{ و } \rho_{\text{مجموعه}} = 13600 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

پاسخ:

$$\text{آب} \quad P_A + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2 \quad \text{جیوه}$$

$$P_A - P_0 = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1$$

$$\Delta P = 13600 \times 10 \times 1 - 1000 \times 10 \times 6$$

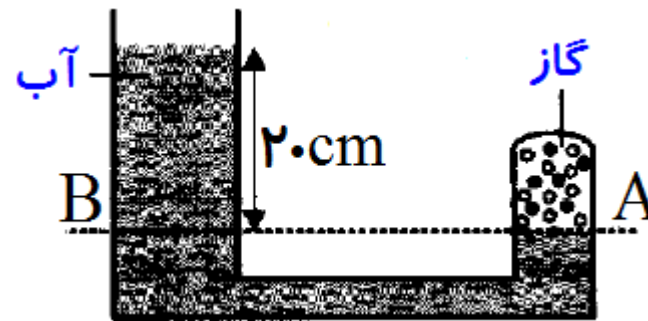
$$\Delta P = 136000 - 6000$$

$$\Delta P = 130 \text{ Kpa}$$

تمرین:

مقداری گاز و مقداری آب، مطابق شکل در یک لوله قرار دارند. فشار گاز چند پاسکال و چند سانتی متر جیوه است؟ (چگالی آب =  $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ، چگالی جیوه و  $P_0 = 1.0^5 \text{ pa}$ )

پاسخ:

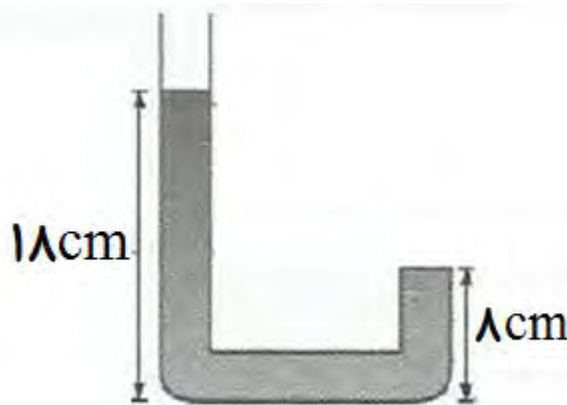


تمرین:

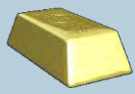
در شکل زیر فشاری که بر انتهای لوله واردمی شود چند سانتی متر جیوه است؟

$$( \rho = 6/8 \text{ g/cm}^3 \text{ و } P_o = 72 \text{ cmHg} )$$

پاسخ:



# موضوع : اصل ارشمیدس



برگشت

قبلی

بعدی

خروج

پرسش:

چرا وقتی توپی را وارد آب می کنید، پس از حذف نیروی دست، توپ به طرف بالا جهیده و روی آب شناور می شود؟



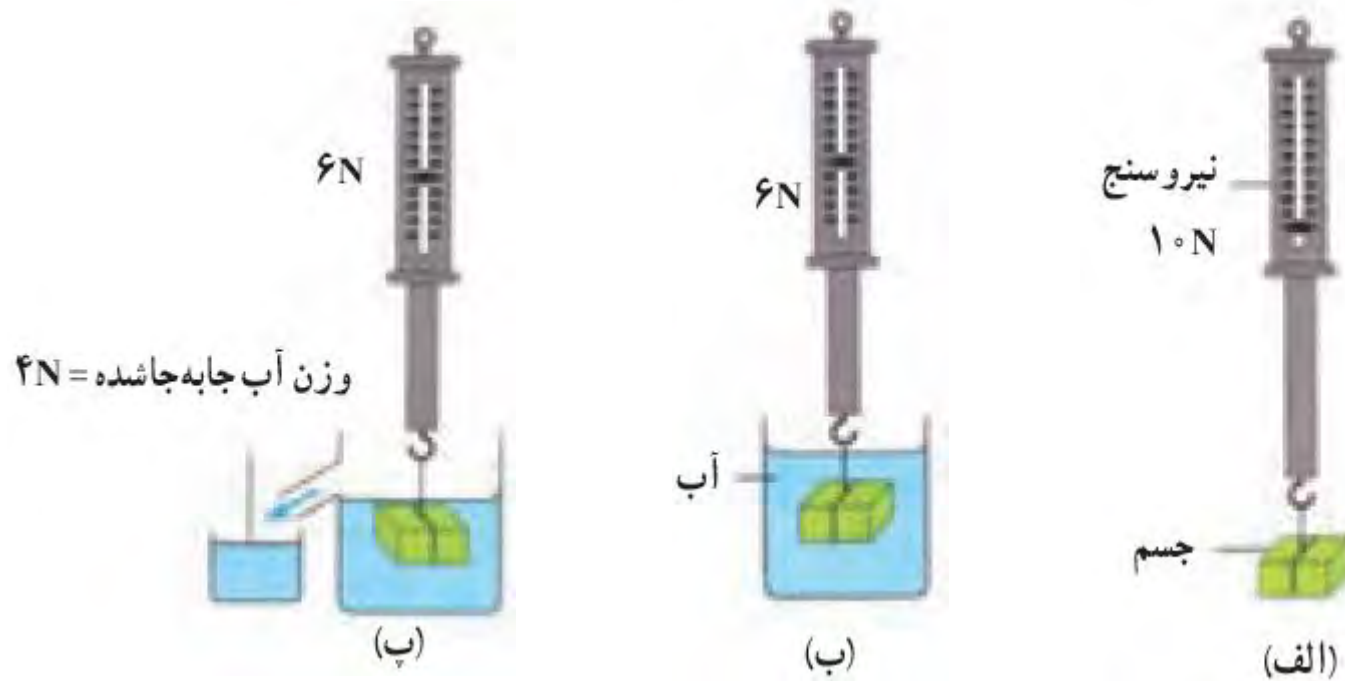
پاسخ:

به جسم های درون یک شاره یا غوطه ور در آن، همواره نیروی بالاسوی خالصی به نام نیروی شناوری از طرف شاره وارد می شود.



پرسش:

# از مشاهده آزمایش زیر چه نتیجه گیری می کنید

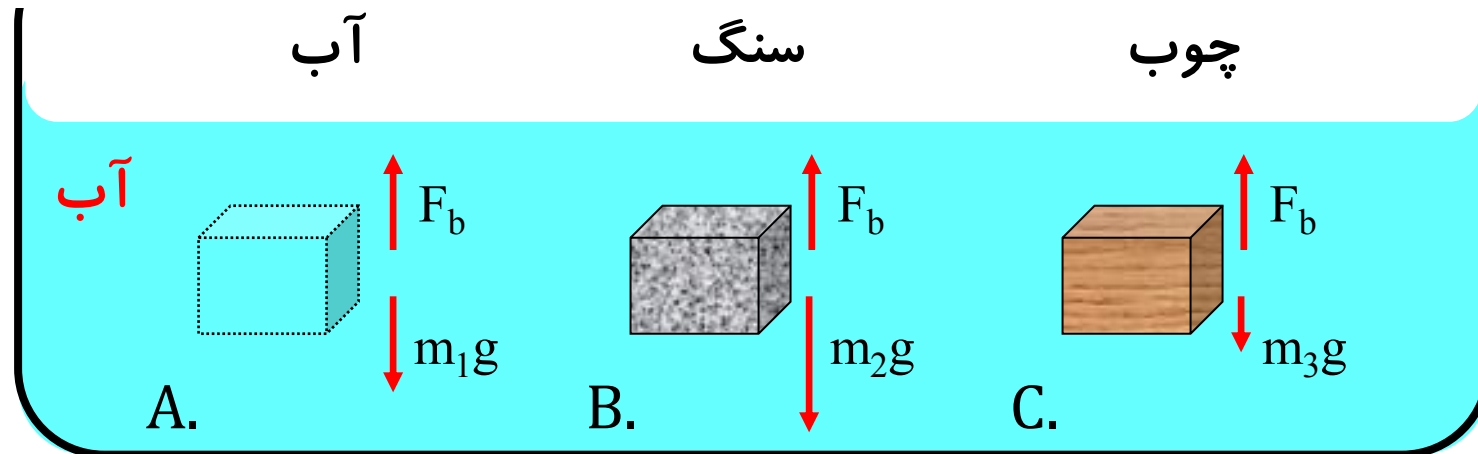


پاسخ:

شاره نیرویی بالاسو بر جسم وارد می کند که با وزن شاره جابه جا شده توسط جسم برابر است

پرسش:

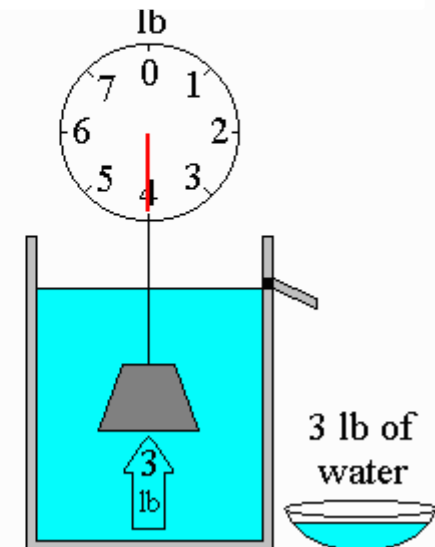
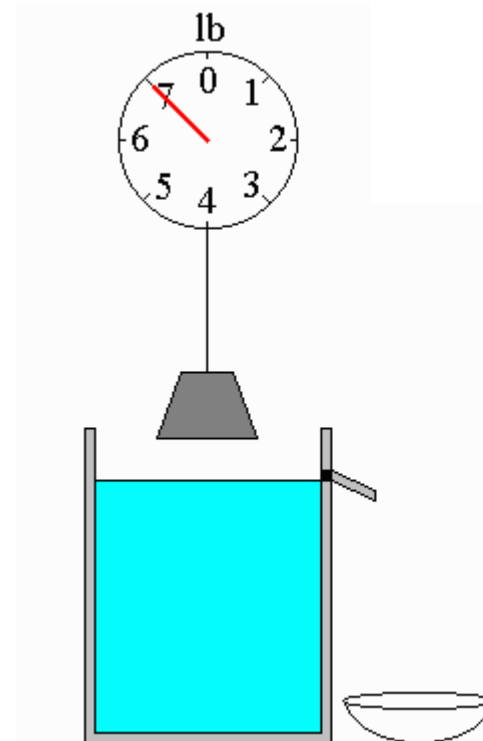
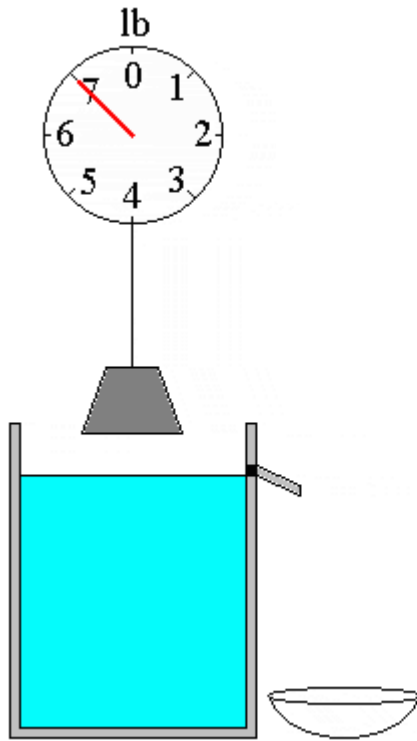
کدام از یک سه مکعب در مدت قرار گرفتن در زیر آب نیروی شناوری بزرگتری دارد



پاسخ:

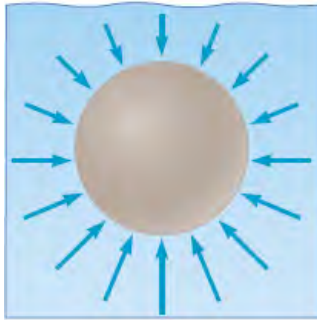
## اصل ارشمیدس

وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می کند که با وزن شاره جابه جا شده توسط جسم برابر است

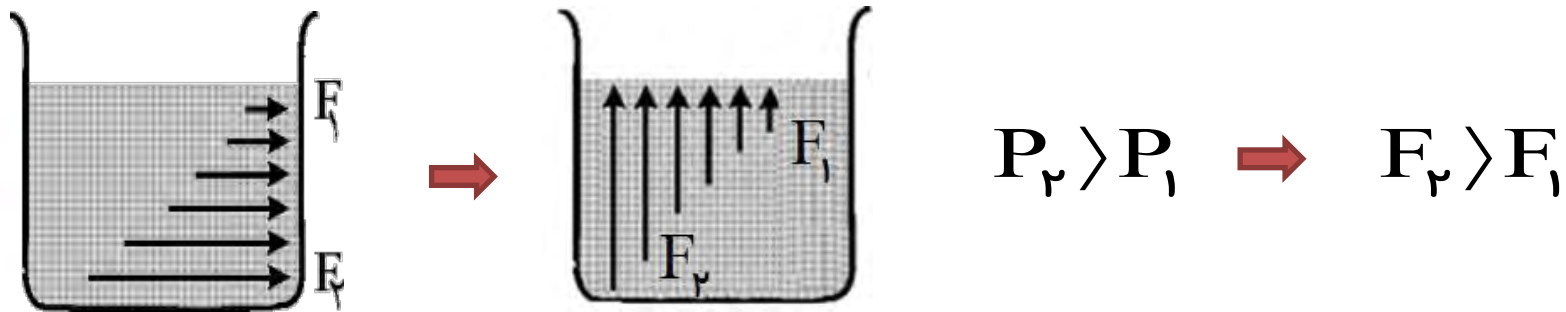


پرسش:

## عامل نیروی شناوری چیست؟



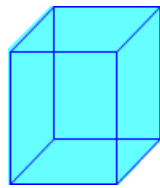
پاسخ:



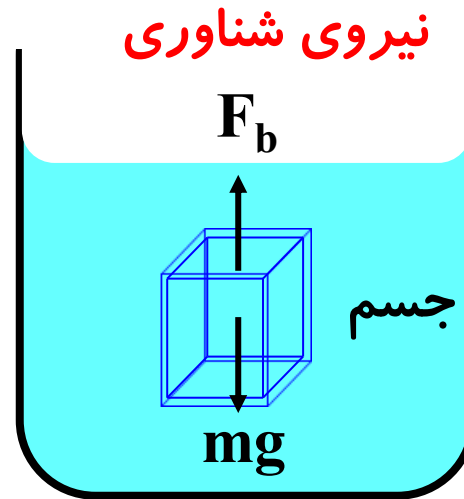
چون فشار شاره در قسمت های عمیقتر بیشتر است. نیرویی که از طرف شاره به بخش های عمیق تر وارد می شود نیز بیشتر است در نتیجه نیروی خالصی که به جسم وارد می شود به سمت بالا خواهد بود.

نیروی شناوری  $F_b$ 

به نیروی بالاسوی خالصی که به جسم درون شاره وارد شده و با وزن شاره جابه جاشده برابر است. **نیروی شناوری** گویند.



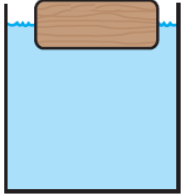
وزن شاره جابه جاشده



وزن شاره جابه جاشده

## برای جسمی که در شاره قرار می گیرد چه حالتیایی ممکن است رخ دهد

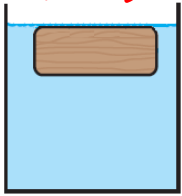
شناور



**شناوری:** حجم جسم **بیشتر** از حجم شاره جابه جاشده است

$$V_{\text{جسم}} > V_{\text{شاره جابه جاشده}}$$

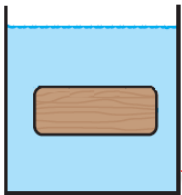
غوطه ور



**غوطه وری:** حجم جسم و حجم شاره جابه جاشده **برابر** است

$$V_{\text{جسم}} = V_{\text{شاره جابه جاشده}}$$

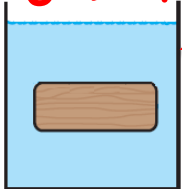
فرو رفتن



**فرو رفتن:** حجم جسم با حجم شاره جابه جاشده **برابر** است

$$V_{\text{جسم}} = V_{\text{شاره جابه جاشده}}$$

بالا رفتن



**بالا رفتن:** حجم جسم با حجم شاره جابه جاشده **برابر** است

$$V_{\text{جسم}} = V_{\text{شاره جابه جاشده}}$$

## مقایسه چگالی جسم با وزن آن در شاره

وضعیت	مقایسه نیروها	مقایسه چگالی
جسم بالامی رود تا بخشی از آن از مایع خارج شود	$F_b > W_{\text{جسم}}$	$\rho_{\text{جسم}} < \rho_{\text{مایع}}$
جسم شناور می ماند.	$F'_b = W_{\text{جسم}}$	
جسم غوطه ور می شود.	$F_b = W_{\text{جسم}}$	$\rho_{\text{جسم}} = \rho_{\text{مایع}}$
جسم غرق می شود.	$F_b < W_{\text{جسم}}$	$\rho_{\text{جسم}} > \rho_{\text{مایع}}$

نکته:

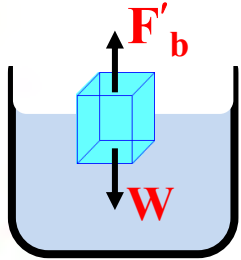
شرط فرو رفتن و غوطه وری این است که چگالی جسم بزرگتر یا مساوی چگالی شاره باشد.

# برای جسمی که درون شاره قرار دارد

۱- اگر نیروی شناوری **بیشتر** از وزن جسم باشد، جسم در شاره بالا آمده و **شناور می ماند**.

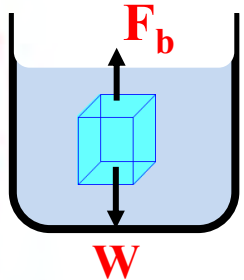
$$F_b > W_{\text{جسم}} \quad \text{شناور}$$

بالا آمدن جسم تا جایی ادامه می یابد تا نیروی شناوری (ناشی از حجم قسمتی از جسم داخل شاره) با نیروی وزن جسم برابر شود.



$$F'_b = W_{\text{جسم}}$$

۲- اگر نیروی شناوری **برابر** با وزن جسم باشد، جسم در شاره **غوطه ور می ماند**.



$$F_b = W_{\text{جسم}} \quad \text{غوطه ور}$$

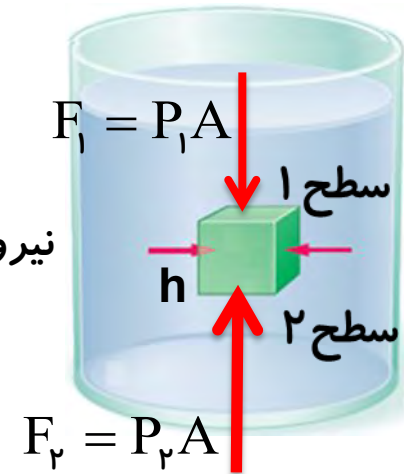
۳- اگر نیروی شناوری **کمتر** از وزن جسم باشد، جسم در شاره **فرو می رود**.

$$F_b < W_{\text{جسم}} \quad \text{فرو رفتن}$$



## محاسبه نیروی شناوری

جسمی مکعبی شکل به ضلع  $h$  را در نظر بگیرید که درون شاره ساکنی با چگالی  $\rho$  غوطه ور است. شکل زیر نیروهایی را نشان می دهد که شاره به سطح این جسم وارد می کند.



نیروهای افقی وارد به جسم یکدیگر را خنثی می کنند.

$$F_2 = P_2 A$$

$$F_2 = (P_1 + \rho gh) A$$

$$P_2 = P_1 + \rho gh$$

$$F_2 = F_1 + \rho gh A$$

$$F_1 = P_1 A$$

$$F_b = F_2 - F_1$$

$$F_b = \rho v g$$

$$V = Ah$$

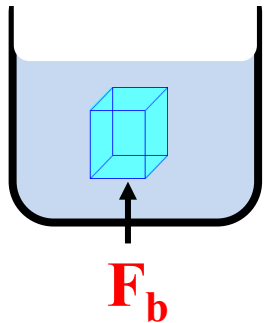
حجم شاره جابه جا شده

چگالی شاره

پرسش:

نیروی شناوری وارد بر جسم درون شاره به چه عواملی بستگی دارد

پاسخ:



$$F_b \propto \rho$$

چگالی شاره

$$F_b \propto v$$

حجم شاره جابه جاشده

$$F_b \propto g$$

شتاب گرانش آن محل

پرسش:

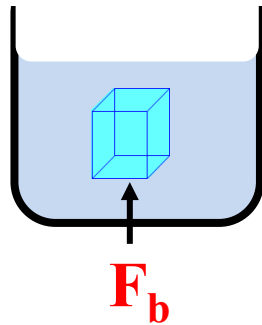
اندازه نیروی شناوری وارد بر جسم درون شاره به چه عواملی بستگی ندارد

پاسخ:

وزن جسم

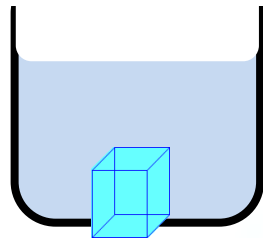
چگالی جسم

عمق شاره

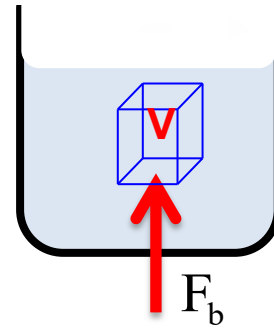


نکته:

اگر جسم در ته ظرف قرار گیرد بطوری که آبی زیر آن نباشد، نیروی شناوری وارد بر جسم صفر خواهد شد.



# فرمول نیروی شناوری



$$F_b = \rho v g = m_w g$$

نیروی شناوری

چگالی شاره

شتاب گرانش زمین

وزن شاره جابه جاشده

حجم قسمتی از جسم که درون شاره قرار گرفته

تمرین:

جسمی توپربه جرم  $500 \text{ g}$  و چگالی  $4 \text{ g/cm}^3$  را درون ظرفی محتوی آب قرار می دهیم نیروی شناوری وارد بر جسم چندیوتون است

$$( \rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} )$$

پاسخ:

$$F_b = 1/25 \text{ N}$$

$$m = 500 \text{ g}$$

$$\rho = 4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$F_b = ?$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{500}{4} = 125 \text{ cm}^3 = 125 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

حجم جسم برابر حجم آب جابه جاشده

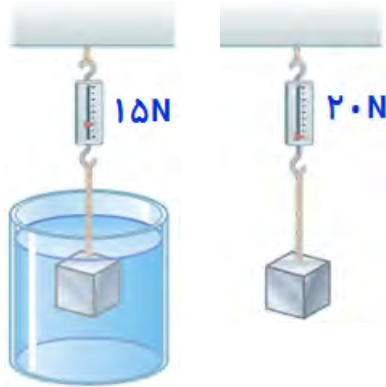
$$F_b = \rho v g$$

$$F_b = 1000 \times 125 \times 10^{-6} \times 10 = 1/25 \text{ N}$$

تمرین:

در شکل زیر نیروسنج وزن جسم را  $20\text{ N}$  نشان می دهد وقتی این جسم را داخل مایع فرومی بریم نیروسنج عدد  $15\text{ N}$  را نشان می دهد اگر چگالی جسم  $4\text{ g/cm}^3$  باشد چگالی مایع را محاسبه نمائید.

$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$



پاسخ:

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W = mg \rightarrow m = \frac{W}{g} = \frac{20}{10} = 2\text{ kg} \text{ جرم جسم}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V_{\text{حجم}} = \frac{m}{\rho} = \frac{2000}{4} = 500\text{ cm}^3 \text{ حجم جسم}$$

$$F_b = 20 - 15 = 5\text{ N}$$

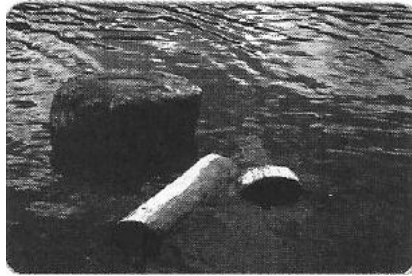
$$F_b = \rho v g$$

$$5 = \rho \times 500 \times 10^{-6} \times 10 \rightarrow \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

چگالی مایع

تمرین:

چگالی بلوط  $8 \text{ g/cm}^3$  است. یک کنده ی بلوط را درون آب می اندازیم. چند درصد از کنده بالای سطح آب باقی می ماند. ( $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )



پاسخ:

نیروی شناوری و نیروی وزن وارد شده به کنده برابراند

$$F_b = W_{\text{کنده}} \rightarrow \left. \begin{array}{l} \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} g = m_{\text{کنده}} g \\ m_{\text{کنده}} = \rho_{\text{کنده}} V_{\text{کنده}} \end{array} \right\} \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} g = \rho_{\text{کنده}} V_{\text{کنده}} g$$

$$1 \times V_{\text{آب}} = 8 V_{\text{کنده}} \rightarrow \text{درصد بالای بودن حجم کنده} = \frac{V_{\text{کل}} - V_{\text{غرق}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{V - 0.8V}{V} = 20\%$$

## فعالیت ۳-۹

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.



پوش برگ آلومینیمی مچاله شده



پوش برگ آلومینیمی

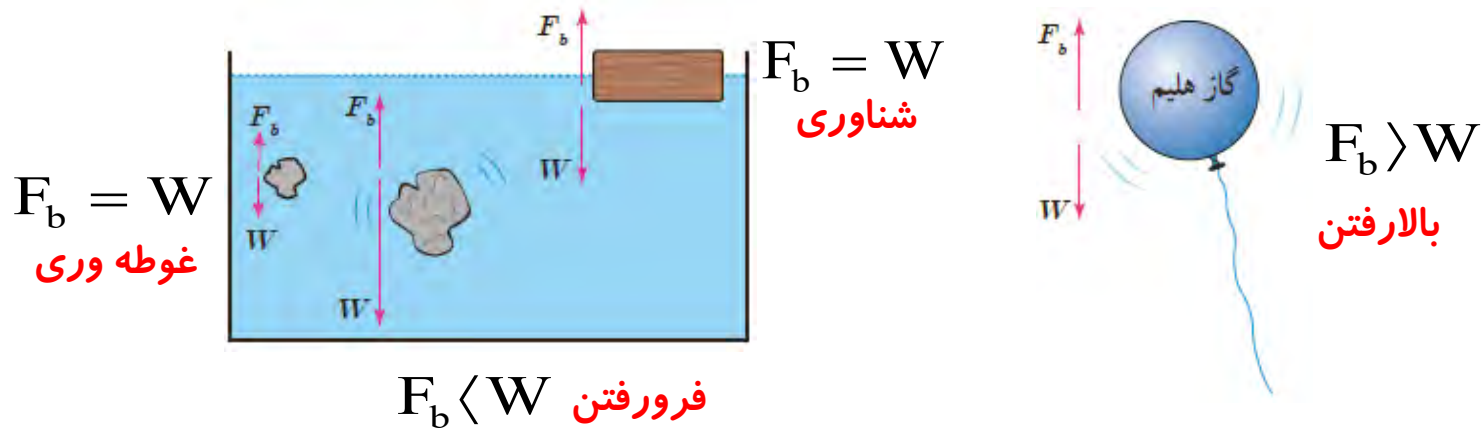
پاسخ:

پوش برگ روی سطح آب شناور می ماند. از این آزمایش نتیجه می گیریم شناور یا فرورفتن پوش برگ به جرم پوش برگ بستگی نداشته بلکه به چگالی پوش برگ وابسته است. اگر پوش برگ با فشار زیاد پرس شده بطوری که هوای محبوس شده از لایه لای آن خارج شود. آنگاه چگالی آن بیشتر از چگالی مایع شده و در آن فرو می رود.



پرسش ۳-۷

در شکل روبه رو، 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 واژه های شناوری، غوطه وری، فرو رفتن و بالارفتن توصیف کنید.

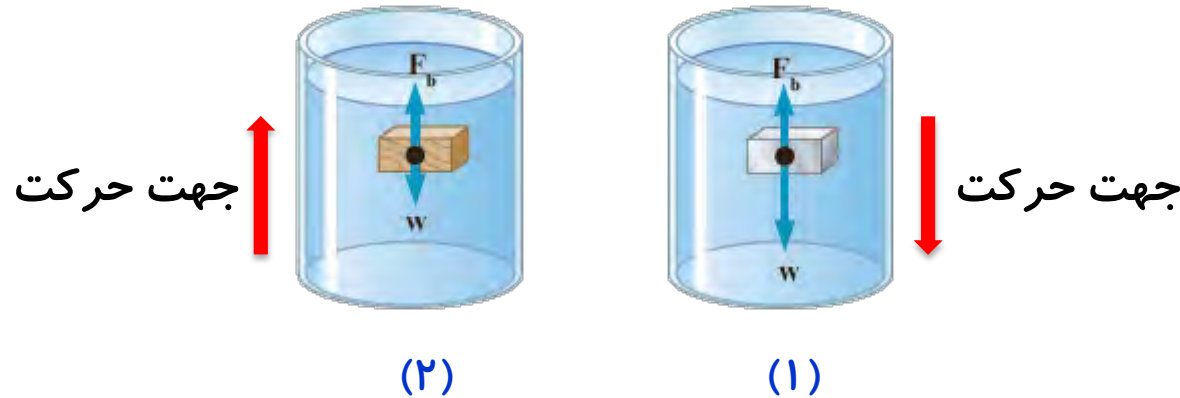


پاسخ:

نیروی شناوری بیشتر از وزن بادکنک محتوی گاز هلیوم است و بادکنک روبه بالا می رود.  
 نیروی شناوری با وزن قطعه برابر است و قطعه روی آب شناور می ماند.  
 نیروی شناوری کمتر از وزن قطعه است و قطعه سنگ درون آب فرومی رود  
 نیروی شناوری با وزن قطعه برابر است و جسم درون آب غوطه ورمی ماند.

پرسش ۳-۸

۱- در شکل (الف) نیروهای وارد بر دو جسم با حجم یکسان و چگالی متفاوت نشان داده شده است که در شاره ای قرار دارند. جهت حرکت دو جسم را روی شکل تعیین کنید. همچنین چگالی هر جسم را با چگالی آب مقایسه کنید.



پاسخ:

در شکل (۱)  $F_b$  **کوچکتر** از وزن جسم است پس جسم در آب فرومی رود و چگالی جسم بیشتر از آب است.

در شکل (۲)  $F_b$  **بزرگتر** از وزن جسم است پس به سمت بالا می رود و چگالی جسم کمتر از آب است.

پرسش ۳-۸

۲- شکل (ب) ظرفی محتوی آب را نشان می دهد که روی یک ترازوی عقربه ای قرار دارد. شخصی انگشت خود را وارد آب می کند. توضیح دهید عقربه ترازو چه تغییری می کند.



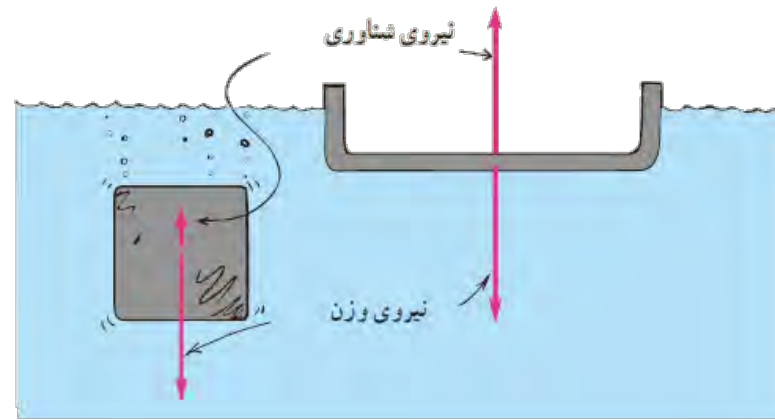
(ب)

پاسخ:

ترازو عدد بیشتری نشان می دهد. چون طبق اصل ارشمیدس آب به انگشت نیروی بالاسویی وارد می کند و طبق قانون سوم نیوتون، انگشت نیز نیرویی در خلاف جهت و روبه پائین به آب وارد می کند. در نتیجه نیروی خالصی که از طرف آب به ترازو وارد می شود افزایش یافته و **ترازو عدد بیشتری** را نشان می دهد.

پرسش ۳-۸

۳- جرم قطعه های آهنی در شکل (پ) با یکدیگر برابر است. دریافت خود را از این شکل بیان کنید.



پاسخ:

(پ)

برای دو جسم با جرم یکسان جسمی که حجم بیشتری دارد در زمان قرار گرفتن در مایع، حجم بیشتری از مایع را جابه جامی کند طبق اصل ارشمیدس نیروی شناوری وارد بر آن بیشتر است. اگر نیروی شناوری بیشتر از وزن جسم باشد، جسم بر روی مایع شناور می ماند و اگر نیروی شناوری کمتر از وزن جسم باشد جسم در مایع فرو می رود.

پرسش ۳-۸

۴- توضیح دهید چرا یک کشتی هوایی که با گاز هلیم (که چگالی آن کمتر از چگالی هواست) پر شده است نمی تواند به طور نامحدود به بالا رفتن ادامه دهد.



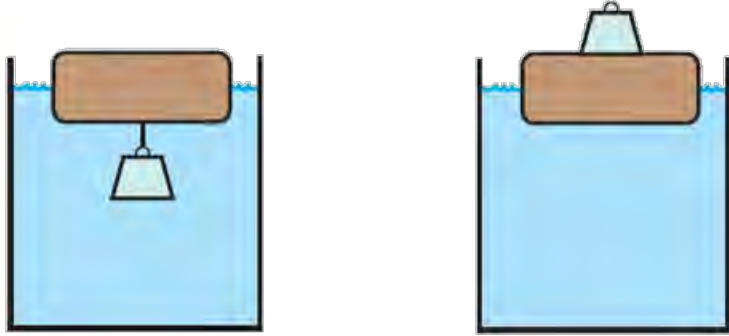
پاسخ:

(ت)

چون چگالی هلیم کمتر از چگالی هواست کشتی هوایی در هوا به سمت بالا حرکت می کند، با افزایش ارتفاع، هوارقیق تر شده و چگالی آن کمتر می شود تا در ارتفاع معینی چگالی کشتی و هوا برابر می شود، در نتیجه کشتی در هوا غوطه ور می ماند.

فعالیت ۳-۱۰

یک قطعه چوبی را روی آب درون ظرفی قرار دهید. یک وزنه آهنی را یک بار روی چوب قرار دهید (شکل الف) و بار دیگر از زیر چوب آویزان کنید (شکل ب) پیش بینی کنید در کدام تجربه، چوب بیشتر در آب فرو می رود؟



(ب)

(الف)

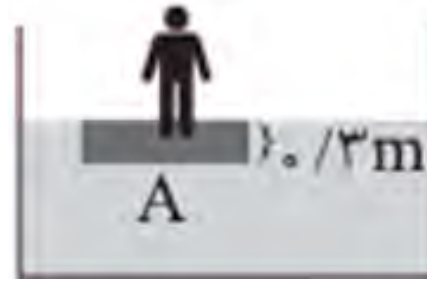
پاسخ:

حالت الف، قطعه چوبی بیشتر در آب فرو می رود

در هر دو حالت نیروی شناوری برابر وزن آب جابه جا شده می باشد ( $F_b = W$ ) پس حجم آب جابه جا شده در هر دو حالت مساوی است در حالت (الف) حجم آب جابه جا شده ناشی از فرورفتن چوب در آب و در حالت (ب) حجم آب جابه جا شده ناشی از حجم جسم و حجم چوب فرو رفته در آب است پس حجم چوب فرو رفته در آب در قسمت (الف) بیشتر از حجم چوب فرو رفته در قسمت (ب) است

تمرین:

سطح یک تخته به ضخامت  $30 \text{ cm}$  که بر سطح آب شناور است، حداقل چند متر مربع باید باشد تا اگر شخصی به جرم  $60 \text{ kg}$  روی آن ایستاد غرق نشود؟ (  $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $\rho_{\text{تخته}} = 0.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  )



پاسخ:

$$A = 0.5 \text{ m}^2$$

تمرین:

با توجه به شکل زیر، مکعبی از جنس چوب روی سطح آب شناور است. اگر اندازه ابعاد مکعب  $50 \text{ cm}$  باشد، جرم مکعب را به دست

آورید.  $\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$



پاسخ:

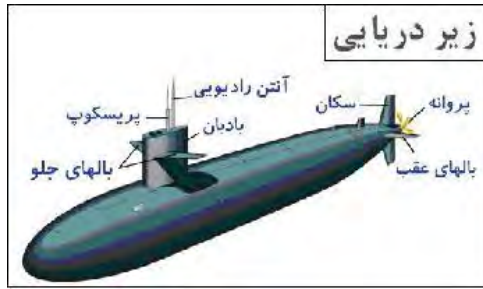
$$m = 75 \text{ kg}$$



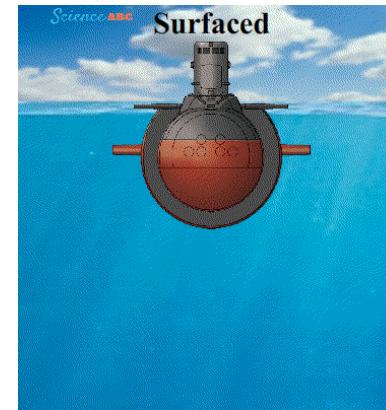
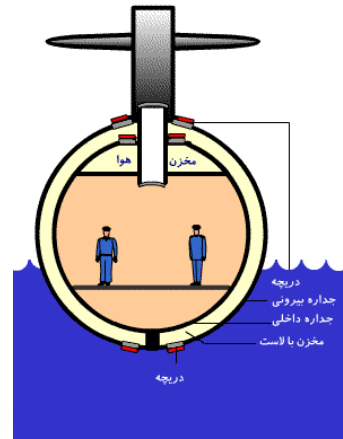
پرسش:

# چگونه یک زیردریایی کار می کند؟

پاسخ:



بدنه زیردریایی از دو پوسته ساخته شده که مابین آنها خالی است. به این فضای خالی، مخزن بالاست می گویند. روی قشر بیرونی و بالای بدنه، دریچه‌ای برای خروج هوا (دریچه اصلی) و در پایین بدنه هم دریچه‌ای برای ورود و خروج آب به مخزن بالاست تعبیه شده است. برای فرو رفتن زیردریایی در آب، دریچه خروج هوا (دریچه اصلی) و دریچه ورود آب را باز می کنند تا آب دریا وارد مخزن بالاست شود. به این ترتیب وزن زیردریایی بیشتر از نیروی شناوری می شود و زیردریایی در آب فرو می رود. برای بالا آمدن زیردریایی دریچه اصلی را می بندند و دریچه گاز فشرده شده را باز می کنند تا هوا وارد مخزن بالاست شود.



پرسش:

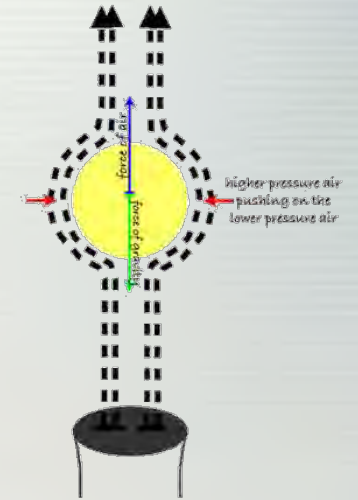
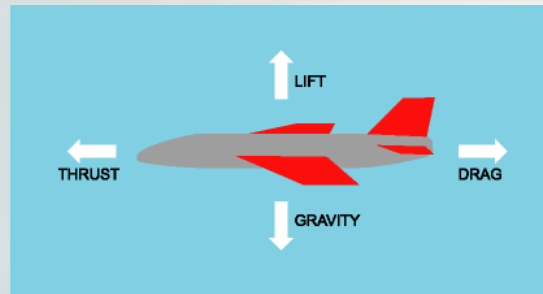
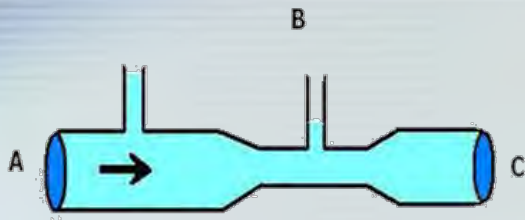
## چرا جسد انسان مرده روی آب شناور می شود؟

پاسخ:

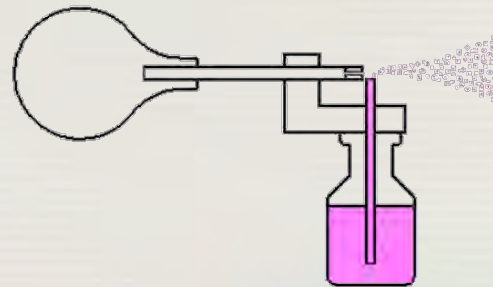
با گذشت زمان بافتهای نرم بدن فساد و تجزیه شده و درون جسد مقداری گاز جهت شناور شدن جسد روی آب فراهم شده و جسد به سطح می آید.

نکته:

چگالی انسان زنده به آب نزدیک است. هنگام شنا مقدار هوای درون ریه ها و شش ها است که وضعیت شمارا در زیریا روی آب تعیین می کند. اندکی بعد از مرگ جسد غرق می شود و به آب می رود، آنزیمها و ارگانسیم داخلی فعالیت تازه خود را آغاز می کنند و به تدریج بافتهای نرم بدن را به مایعات و نمکها و گازها تجزیه می کنند. (این گازها عمدتاً سولفید هیدروژن، متان، دی اکسید کربن، آمونیاک و هیدروژن اند) و در بدن جمع می شوند و چگالی جسد را رفته رفته کم می کنند تا جایی که چگالی آن کمتر از آب شود و به روی آب بیاید.



# موضوع: اصل برنولی

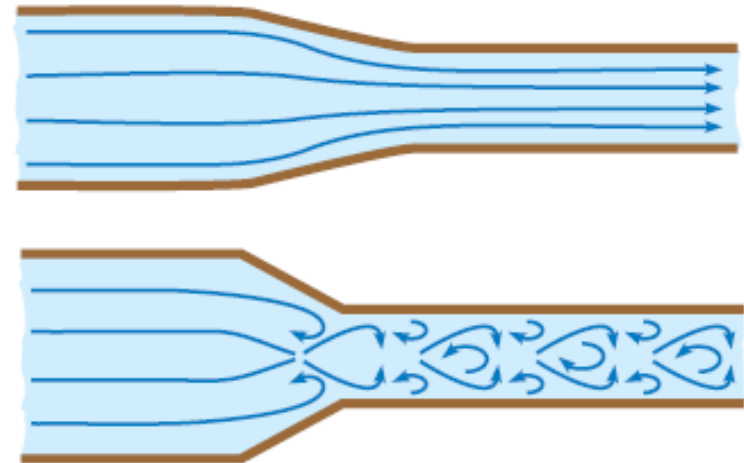
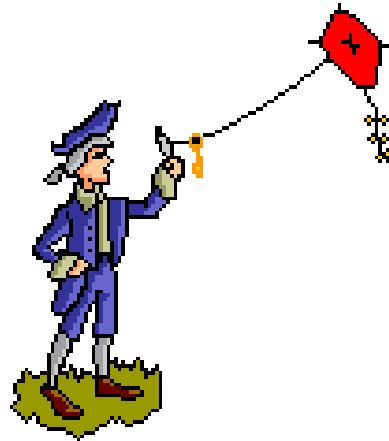


پرسش:

چند مثال برای شاره متحرک (حرکت شاره می تواند یکنواخت و لایه ای یا متلاطم و آشوبناک) بیان کنید

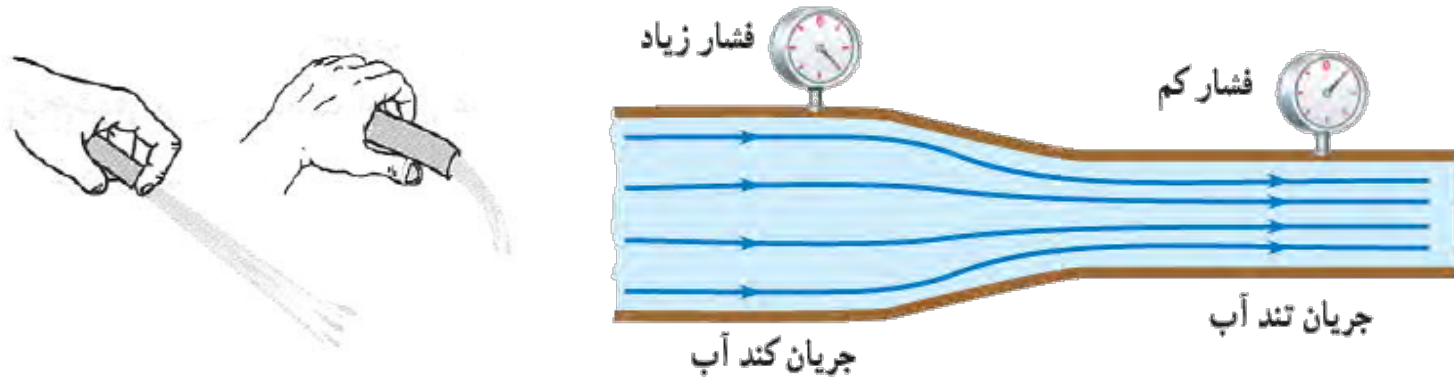
پاسخ:

نسیمی ملایم و گاهی به صورت طوفانی، حرکت آب در شلنگ، جریان تند و سریع آب در یک رودخانه، حرکت خون درون رگ ها، جریان دود در هوا و .....



پرسش:

در شکل زیر جریان آب، در لوله ای با دو سطح مقطع متفاوت حرکت می کند. چرا با کاهش سطح مقطع لوله، جریان آب تندتر می شود و فشار آن کاهش می یابد؟

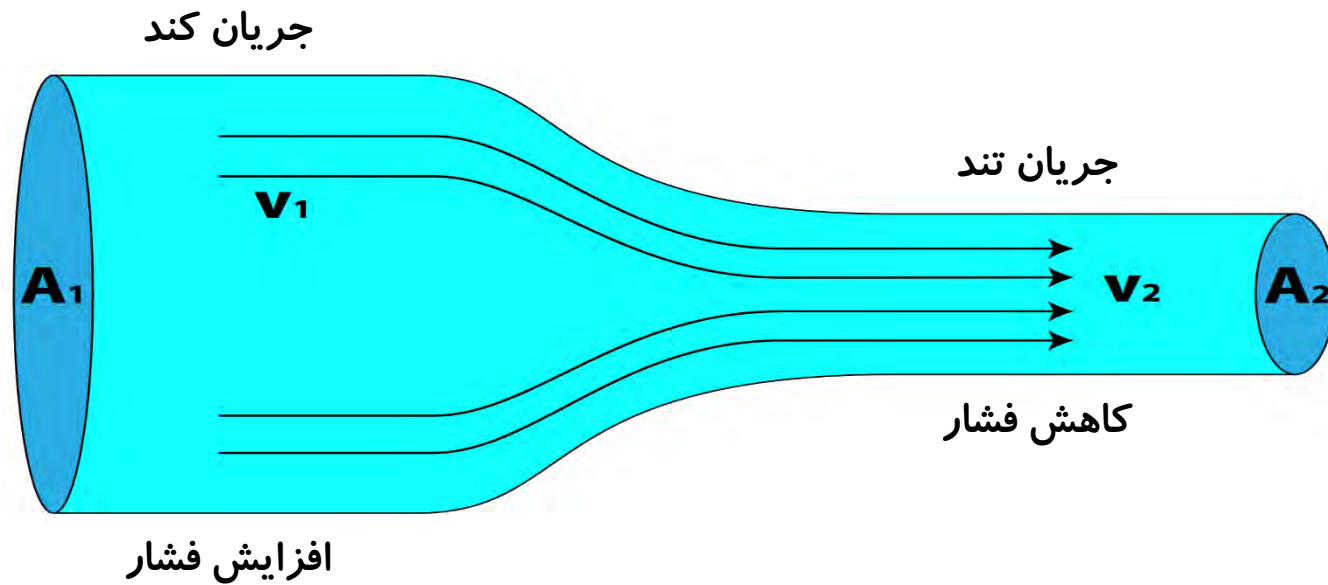


پاسخ:

مقدار آبی که در یک مدت زمان معین از یک مقطع لوله می گذرد با مقداری که از هر مقطع دیگر لوله در همان مدت زمان می گذرد برابر است. در نتیجه با توجه به تغییر اندازه سطح مقطع لوله، جریان آب کند یا تند می شود.

**اصل برنولی: برای شاره ای که به طور لایه ای و در امتداد افق حرکت می کند**

**در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار داخل شاره کاهش می یابد.**



**نکته:**

**طبق اصل برنولی فشار و تندی یک شاره نسبت عکس دارند.**

نکته:

## اصل برنولی بر طبق این فرضیات است:

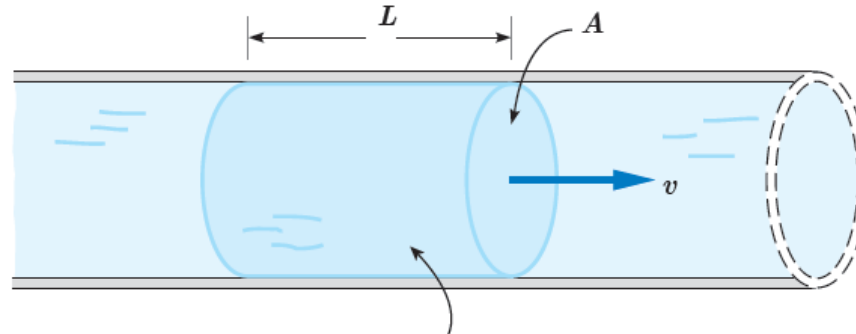
- ۱- شاره تراکم ناپذیر (چگالی آن ثابت) است.
- ۲- هنگام حرکت شاره اصطکاک داخلی (چسبندگی) وجود ندارد.
- ۳- حرکت شاره پایا است (متلاطم نیست).

## جریان پایا:

به جریانی که در آن تندی همه ذراتی که از یک نقطه می گذرند، ثابت باشد

## آهنگ جریان شاره:

نسبت حجم شاره جابه جا شده به زمان سپری شده



حجم این بخش شاره برابر  $AL$  است.

$$\text{آهنگ جریان شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{AL}{t} = Av$$

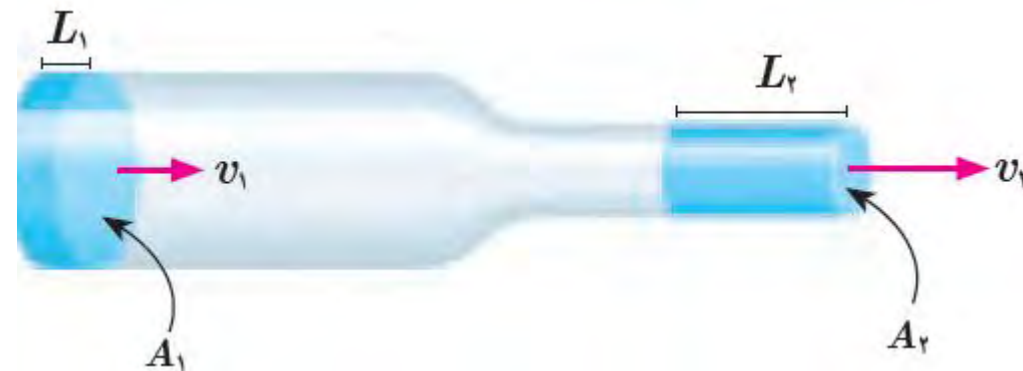
سطح مقطع لوله

تندی شاره



## معادله پیوستگی:

در یک شاره تراکم ناپذیر، آهنگ حرکت شاره در سطح مقطع های متفاوت برابرست



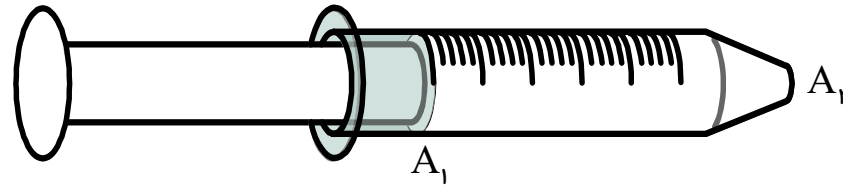
$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

نکته:

در معادله پیوستگی باید یکاهای  $A$  و  $v$  در دو طرف معادله یکسان باشد.

تمرین:

سطح مقطع یک سرنگ پراز آب  $4 \text{ cm}^2$  / وسطح مقطع دهانه خروجی آن  $4 \text{ mm}^2$  / است. اگر سرنگ باتندی  $5 \text{ cm/s}$  / افشرده شود، تندی خروجی آب از دهانه آن چقدر است؟



پاسخ:

$$A_1 = 4 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 4 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$$

$$v_1 = 5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$v_2 = ?$$

$$1 \text{ mm} = 0.1 \text{ cm}$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$4 \times 5 = 4 \times 10^{-2} \times v_2$$

$$v_2 = \frac{4 \times 5}{4 \times 10^{-2}} = 150 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

تمرین:

یک لوله آبیاری با قطر ۲cm به یک آبیاش که سر آن ۵۰ روزنه با قطر ۲mm / دارد وصل شده است. اگر تندی آب در لوله ۹۰ cm/s باشد، تندی آب در زمان خروج از آبیاش چقدر است؟ ( $\pi \cong 3$ )

شعاع

پاسخ:

$$r_1 = 1 \text{ cm} \longrightarrow A_1 = \pi r_1^2 = 3 \times 1^2 = 3 \text{ cm}^2$$

$$r_2 = . / 1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-2} \text{ cm} \longrightarrow A_2 = \pi r_2^2 = 3 \times (1 \times 10^{-2})^2 = 3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$$

سطح مقطع یک روزنه

$$A_{2\text{کل}} = 50 \times 3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ مساحت روزنه ها}$$

$$v_1 = 90 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$A_1 v_1 = A_{2\text{کل}} v_2$$

$$v_2 = ?$$

$$3 \times 90 = 150 \times 10^{-4} \times v_2$$

$$1 \text{ mm} = . / 1 \text{ cm}$$

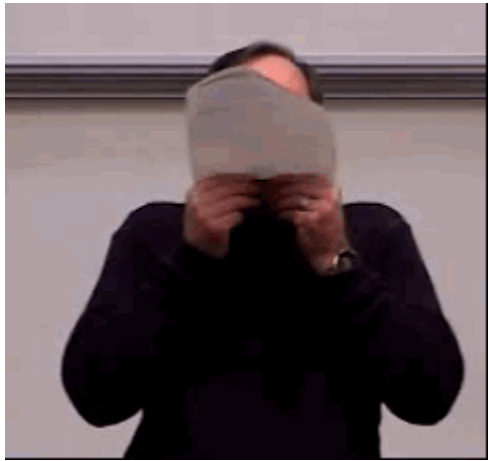
$$v_2 = \frac{3 \times 90}{150 \times 10^{-4}} = 1/8 \times 10^4 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 180 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## از کاربردهای اصل برنولی :

- ۱- کمتر شدن سطح مقطع باریکه آب با نزدیکتر شدن به زمین
- ۲- حرکت رو به بالای ورق کاغذ وقتی در مقابل دهان خود بر سطح بالایی کاغذ به سرعت بدمیم.
- ۳- پف کردن پوشش برزنتی روی اتاقک عقب کامیون هنگام حرکت
- ۴- طراحی بال هواپیما
- ۵- دستگاه سمپاش

پرسش:

چرا وقتی سطح بالایی یک ورق کاغذ را فوت می کنیم، ورق به سمت بالا حرکت می کند؟



مکان اولیه کاغذ

$$V_1 > V_2 \rightarrow P_1 < P_2$$

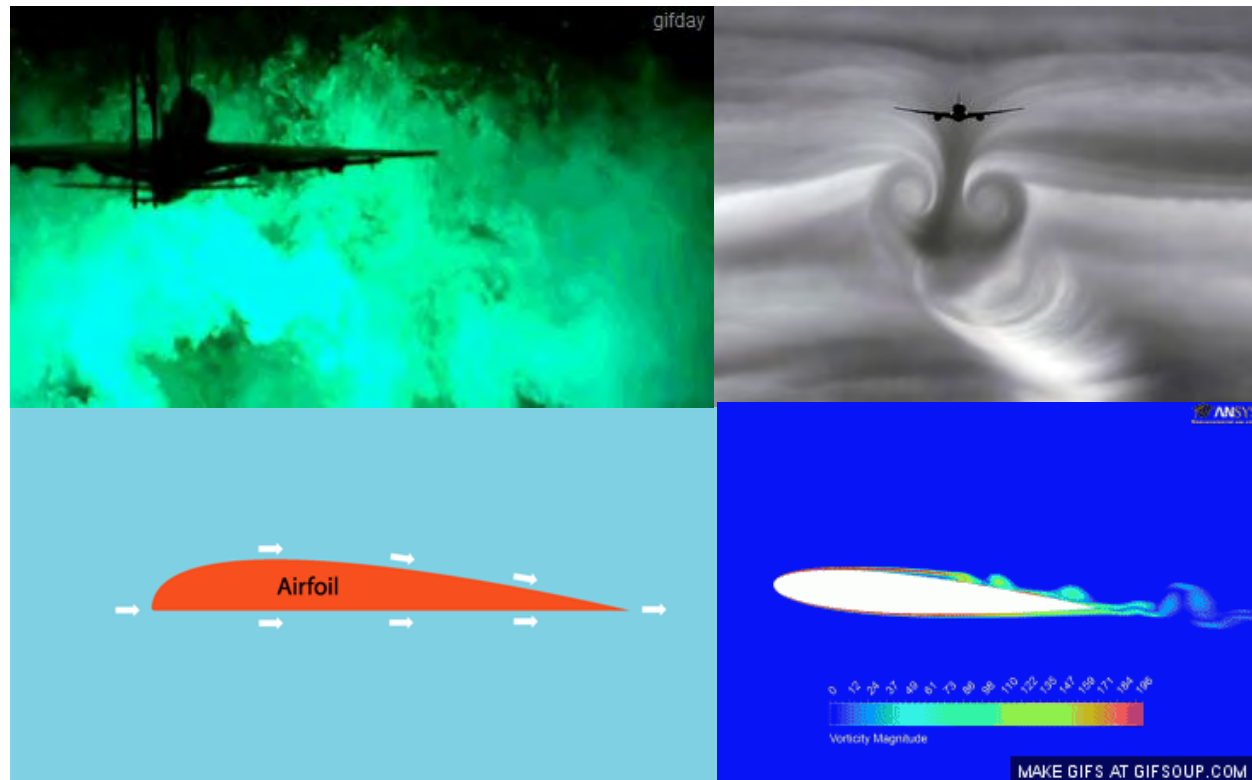
پاسخ:

با فوت کردن، هوای بالای کاغذ سریع تر جریان می یابد و بنا به اصل برنولی، فشار بالای کاغذ کاهش می یابد. در نتیجه فشار هوای سطح زیرین که بیشتر است کاغذ را به طرف بالا حرکت می دهد.

پرسش:

نیروی بالابر وارد بر هواپیما در حین حرکت چگونه ایجاد می شود؟

پاسخ:



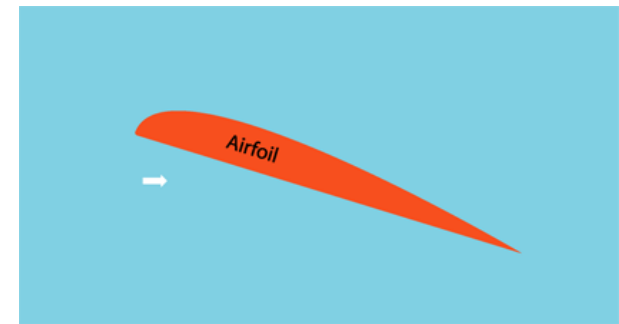
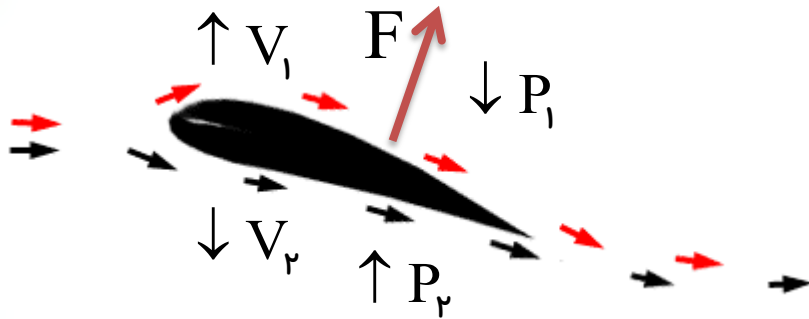
پرسش:

# نیروی بالابر وارد بر هواپیما در حین حرکت چگونه ایجاد می شود؟

پاسخ:

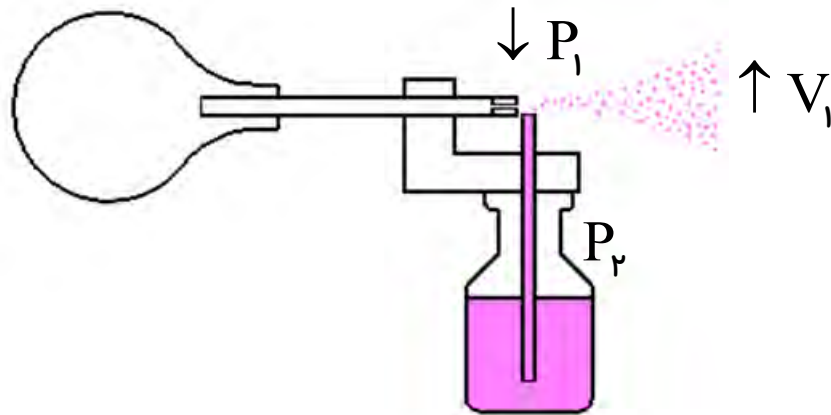
طراحی بال به گونه ای است که **تندی هوا در بالای بال بیشتر** از زیر آن است (چون مسیر طولانی تری را طی می کند) در نتیجه **فشار هوای بالای بال کمتر** از فشار هوای زیر آن شده و نیروی بالابر خالصی به بال هواپیما وارد می شود.

$$V_1 > V_2 \rightarrow P_1 < P_2$$



پرسش:

## یک سمپاش معمولی یا عطرحگونه کار می کند؟



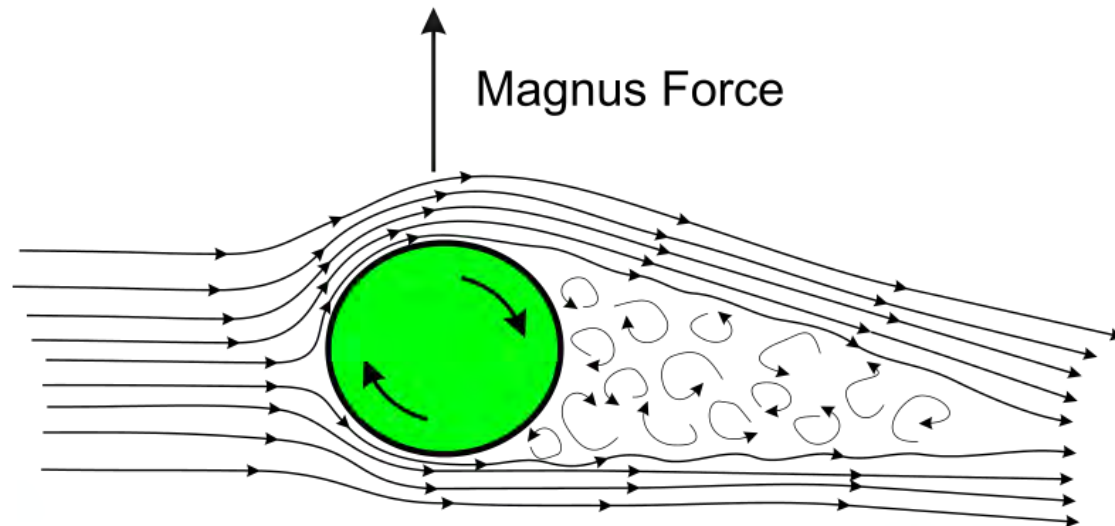
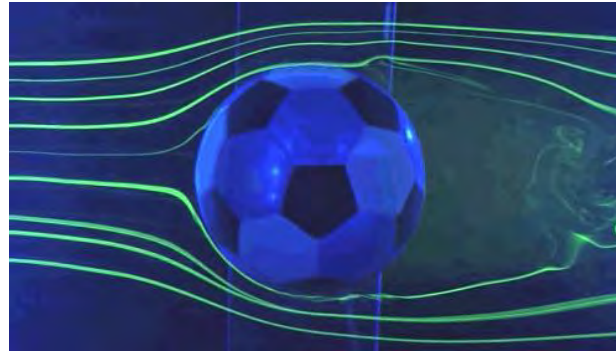
پاسخ:

بافشردن مخزن هوا یا اهرم، جریان سریع در بالای لوله فرورفته در مایع، ایجاد و سبب کاهش فشار هوای بالای لوله می شود. بنابراین این شاره در لوله بالا آمده و با جریان هوا مخلوط و از طریق روزنه به بیرون پاشیده می شود.



پرسش:

# حرکت کات دار توپ فوتبال چگونه ایجاد می شود؟

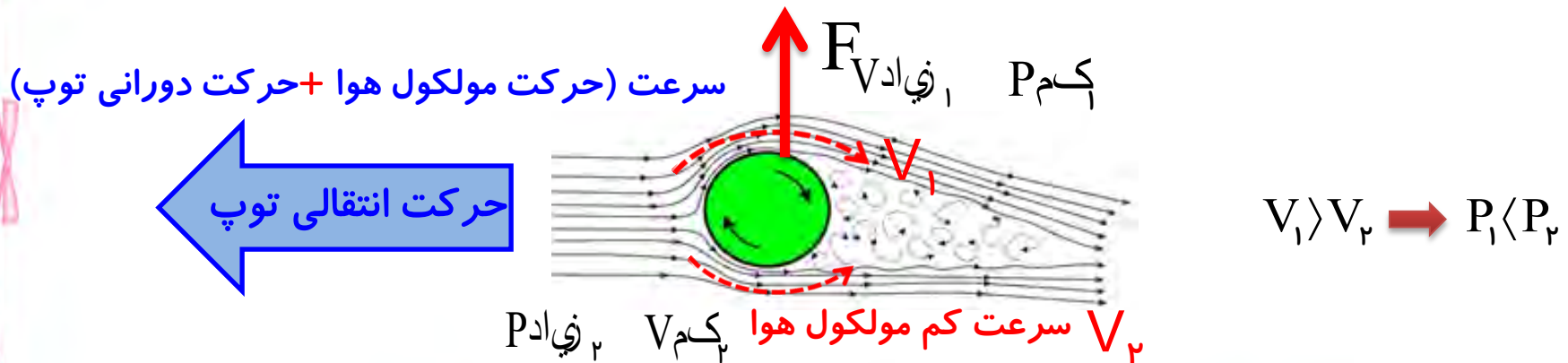


پرسش:

## حرکت کات دار توپ فوتبال چگونه ایجاد می شود؟

پاسخ:

در حرکت کات دار ضربه پا به گونه ای به توپ وارد می شود که توپ در حین جلورفتن در یک جهت خاص می چرخد، چرخش توپ باعث چرخش هوای اطراف می شده و تنیدی هوادر یک سمت توپ بیشتر از سمت دیگر می شود و در نتیجه طبق اصل برنولی بین دو طرف توپ در حین حرکت اختلاف فشار ایجاد شده و توپ به سمت قسمتی با فشار کمتر منحرف می گردد. با کاهش سرعت چرخش توپ در طول حرکت اختلاف فشار کاهش و توپ پس از طی مسیری خمیده، به راستای اولیه خود برمی گردد.

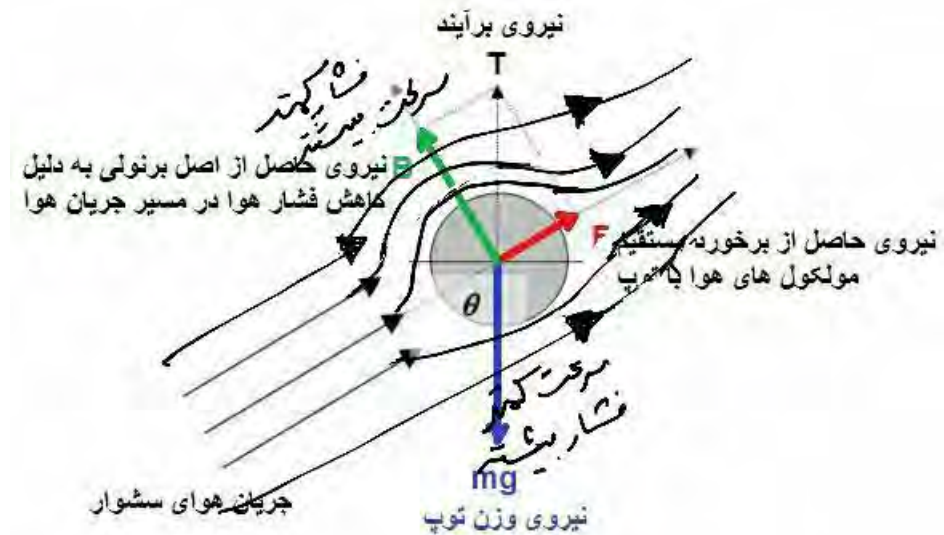
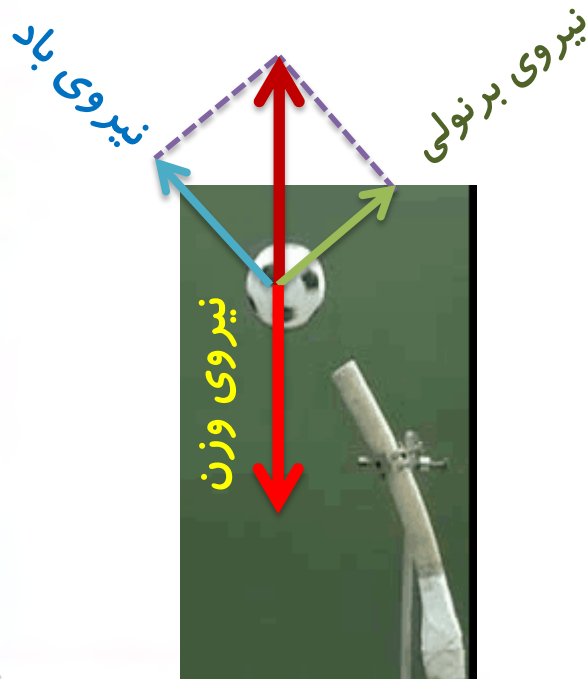


پرسش:

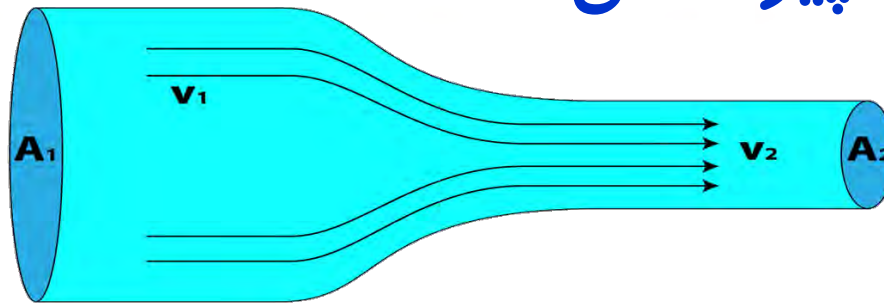
# چرا در شکل زیر با وجود کج کردن زاویه سشوار با توپ، باز هم توپ نمی افتد؟

پاسخ:

مطابق شکل سه نیروی وارد بر توپ: **نیروی برنولی**، **نیروی حاصل از برخورد مولکول های هوا** با توپ و **نیروی وزن** که این سه نیرو با هم به تعادل می رسند



# رابطه مقایسه ای معادله پیوستگی:



$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

شعاع لوله

$$A = \pi r^2$$

$$r = \frac{D}{2}$$

قطر مقطع لوله

$$A = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

تمرین:

قطر دهانه خروجی یک شیر آب ۲cm است. شیر آب را باز می کنیم تا آب به آرامی از آن خارج شود، اگر قطر باریکه آب در قسمتی از آن ۲mm شده باشد، تندی جریان آب در آن قسمت چند برابر تندی جریان آب در دهانه لوله است؟

پاسخ:

$$D_1 = 2\text{cm}$$

$$D_2 = 2\text{mm} = . / 2\text{cm}$$

$$v_2 = ? v_1$$

$$1\text{mm} = . / 1\text{cm}$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{\cancel{2}}{./\cancel{2}}\right)^2 = 1 \dots$$



پرسش ۳-۹:

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 زیر) دلیل این پدیده را با توجه به معادله پیوستگی توضیح دهید.



پاسخ:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{v_2}{v_1} > 1 \rightarrow A_1 > A_2$$

طبق معادله پیوستگی سطح مقطع لوله و تندی شاره نسبت عکس دارند. چون با نزدیک شدن باریکه آب به زمین تندی آن افزایش می یابد. طبق معادله پیوستگی سطح مقطع آن کاهش خواهد یافت.

فعالیت ۳-۱۱:

الف) یک نی نوشابه را به طور عمودی درون ظرفی محتوی آب قرار دهید به طوری که ته نی با کف ظرف آب در تماس نباشد. مطابق شکل الف، درون یک نی افقی به گونه ای بدمید که جریان هوای خروجی درست از بالای سرنی عمودی بگذرد. مشاهده خود را گزارش کنید و دلیل آن را به کمک اصل برنولی توضیح دهید.

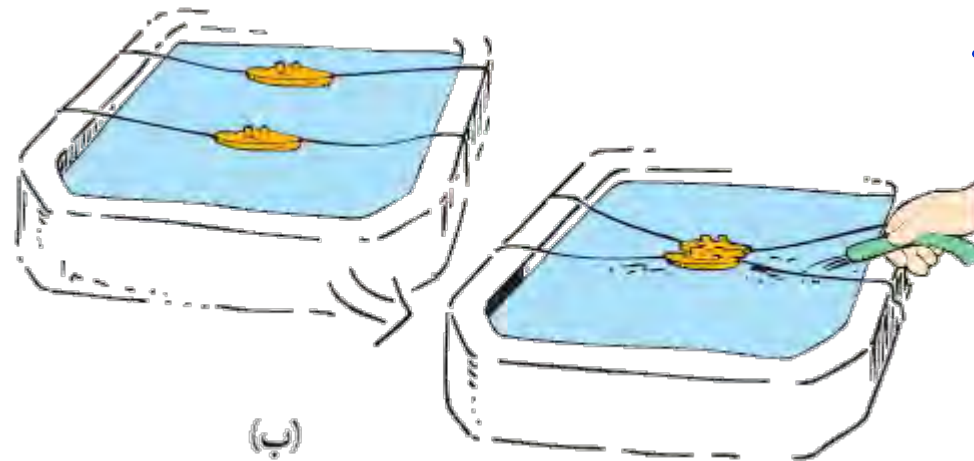


پاسخ:

با دمیدن هوا در نی افقی سطح آب در نی عمودی بالا می آید. زیرا با افزایش تندی جریان هوای بالای نی طبق اصل برنولی فشار بالای نی کاهش یافته و اختلاف فشار هوای بیرون و هوای بالای نی باعث بالا آمدن آب در نی می شود.

فعالیت ۳-۱۱:

ب) این فعالیت را می توانید در ظرف شویی آشپزخانه منزلتان یا یک تشت بزرگ در حیاط مدرسه انجام دهید. مطابق شکل یک جفت قایق اسباب بازی را روی سطح آب قرار داده و شل کنار هم ببندید. سپس جریانی از آب را بین آنها برقرار کنید. به حرکت قایق ها نسبت به یکدیگر توجه کنید (شکل ب) با توجه به اصل برنولی توضیح دهید چرا قایق ها به طرف هم کشیده می شوند.



پاسخ:

با افزایش تندی جریان آب بین قایق ها، فشار آب در بین آنها کاهش یافته و اختلاف فشار آب ایجاد شده بین دو طرف قایق ها باعث کشیده شدن آنها به سمت هم می شود



پرسش ۳-۱۰

الف) روزهایی که بادی 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؟



پاسخ:

وزش باد (جریان تندهوا) بالای آب دریا و اقیانوس، سبب کاهش فشار هوا می شود و در نتیجه امواج می توانند تا ارتفاع بیشتری بالا بیایند.

پرسش ۳-۱۰

ب) شکل زیر 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.

پوشش برزنتی پُف کرده است.



کامیون در حال حرکت

پوشش برزنتی صاف و تخت است.



کامیون در حال توقف

پاسخ:

با حرکت کامیون، **تندی** جریان هوا در بالای پوشش برزنتی **افزایش** یافته و طبق اصل برنولی **فشار** در آن قسمت **کاهش** می یابد، در نتیجه اختلاف فشار هوای داخل و بیرون پوشش برزنتی باعث پُف کردن آن می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل ۳:

۲۵- شکل (الف) آتش نشانی رادرحال خاموش کردن آتش از فاصله نسبتاً دوری نشان می دهد. نمایی بزرگ شده از شیر بسته شده به انتهای لوله آتش نشانی 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.

پاسخ:

$$v_1 = 1/5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$D_1 = 9/6 \text{ cm}$$

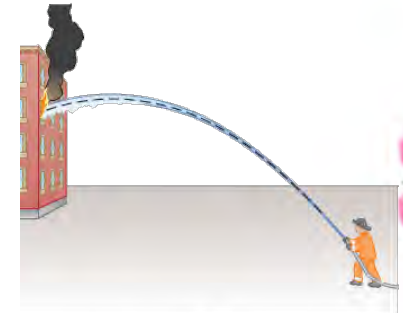
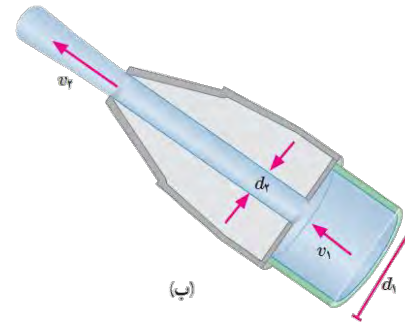
$$\cancel{\pi} \left( \frac{D_1}{2} \right)^2 v_1 = \cancel{\pi} \left( \frac{D_2}{2} \right)^2 v_2$$

$$D_2 = 2/5 \text{ cm}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2$$

$$v_2 = ?$$

$$\frac{v_2}{1/5} = \left( \frac{9/6}{2/5} \right)^2 \rightarrow v_2 = 1/5 \times \left( \frac{9/6}{2/5} \right)^2 \approx 22/11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



(الف)

تست:

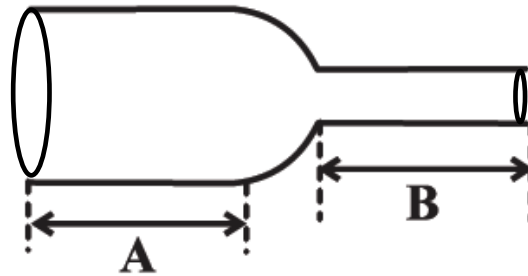
مطابق شکل زیر، شاره ای در یک لوله با آهنگ  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$  در ناحیه A در حالت پایا شارش می کند. اگر تندی شاره در قسمت B برابر با  $4 \text{ m/s}$  باشد، به ترتیب از راست به چپ آهنگ جریان شاره در قسمت B چند برابر آهنگ جریان آن در قسمت A است و مساحت مقطع B چند سانتی متر مربع است؟

$$0.1 \text{ و } 100 \text{ (۴)}$$

$$100 \text{ و } 0.1 \text{ (۳)}$$

$$0.1 \text{ و } 1 \text{ (۲)}$$

$$100 \text{ و } 1 \text{ (۱)}$$



پاسخ:

طبق معادله پیوستگی، در حالت پایا آهنگ شارش شاره در همه نقاط یکسان است، بنابراین در قسمت B هم  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$  است.

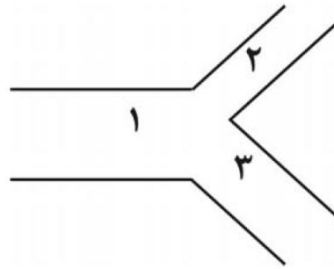
$$A_B = 0.1 \text{ m}^3 \rightarrow A_B \times 4 = 0.4 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow A_B = 0.1 \text{ m}^3$$

$$A_B = 0.1 \times 10^4 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

گزینه ۱

## تمرین:

مطابق شکل زیر، در حالت پایا شاره ای با آهنگ  $2 \text{ L/s}$  از لوله (۱) می گذرد. سپس شاره به محل تقاطع رسیده، دو شاخه شده و از دو لوله (۲) و (۳) با مساحت مقطع های به ترتیب  $25 \text{ cm}^2$  و  $75 \text{ cm}^2$  در حالت پایا می گذرد. اگر تندی شاره در لوله (۲) برابر با  $5 \text{ cm/s}$  باشد، تندی شاره در لوله (۳) بر حسب  $\text{cm/s}$  پیدا کنید؟



پاسخ:

$$\text{آهنگ جریان شاره} = 2 \frac{\text{L}}{\text{S}} = \frac{2000 \cdot \text{cm}^3}{\text{S}} = A_1 v_1$$

چون شاره به لوله (۱) وارد و از دو لوله (۲) و (۳) خارج می شود، با توجه به معادله پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 + A_3 v_3 \quad \rightarrow \quad 2000 = 25 \times 5 + 75 v_3 \quad \rightarrow \quad 2000 - 125 = 75 v_3$$

$$v_3 = \frac{1875}{75} \quad \rightarrow \quad v_3 = \frac{1875}{75} = 25 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

تمرین:

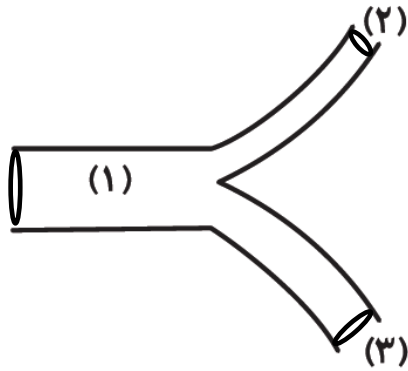
تندی متوسط مایعی در یک لوله به شعاع  $2\text{ cm}$  برابر  $50\text{ cm/s}$  است. اگر شعاع لوله به  $1\text{ cm}$  کاهش یابد، تندی متوسط جدید مایع چقدر خواهد بود؟

پاسخ:

$$v_p = 20 \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

## تمرین:

در شکل زیر، شاره ای تراکم ناپذیر با آهنگ حجمی  $L/s$   $1/5$  از لوله (۱) می گذرد. سپس شاره به محل تقاطع رسیده، دو شاخه شده و از دو لوله (۲) و (۳) به ترتیب با مساحت مقطع های  $30 \text{ cm}^2$  و  $60 \text{ cm}^2$  می گذرد. اگر تندی شاره در لوله (۳) برابر با  $20 \text{ cm/s}$  باشد، تندی شاره در لوله (۲) بر حسب  $\text{cm/s}$  پیدا کنید؟



## پاسخ:

$$v_2 = 1 \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

تست:

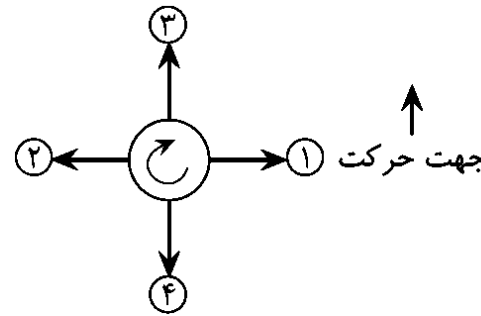
جهت چرخش توپ فوتبال و مسیر حرکت اولیه آن مطابق شکل زیر است،  
جهت نیروی خالص وارد بر توپ کدام است؟

۴ (۴)

۳ (۳)

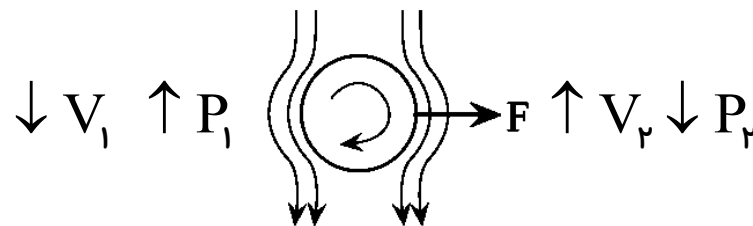
۲ (۲)

۱ (۱)



پاسخ:

در قسمت چپ توپ، تندی هوا کمتر شده و فشار زیادتر می شود، از طرفی در قسمت راست توپ (چون جهت چرخش و جهت مقاومت هوا هم جهت اند) تندی هوا زیادتر شده و فشار کم تر می شود، از این رو توپ در جهت فلش حرکت می کند



گزینه ۱



تست:

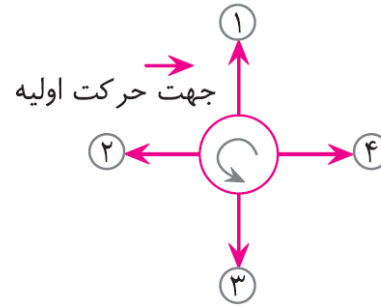
باتوجه به جهت توپ و مسیر حرکت اولیه آن، توپ به کدام سمت تغییر جهت می دهد؟

۱ (۱)

۲ (۲)

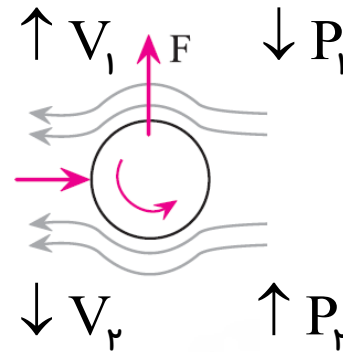
۳ (۳)

۴ (۴)



پاسخ:

در قسمت بالای توپ، تندی هوا بیشتر شده و فشار کمتر است، از طرف دیگر در قسمت پایین توپ تندی هوا کمتر شده و فشار بیشتر است، در نتیجه نیروی خالص به سمت بالا بوده و توپ به سمت بالا تغییر جهت می دهد.



گزینه ۱


## شناسنامه ویژگی های فیزیکی مواد

یکای (SI)	علامت	نام کمیت
N/m <sup>2</sup> یا Pa	P	فشار
m <sup>2</sup> (مترمربع)	A	مساحت
Pa (پاسکال)	P <sub>0</sub>	فشار هوا
N	F	نیرو
kg	m	جرم
kg/m <sup>3</sup>	ρ	چگالی یا جرم حجمی
N	W	وزن
m	h <sub>0</sub>	ارتفاع جیوه
m/s	v	تندی شاره

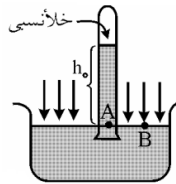


$$P = \frac{F}{A}$$

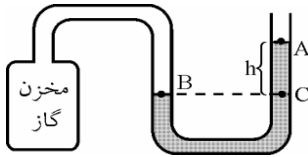
۱- فرمول فشار:

۲- اختلاف فشارستون شاره:  $\Delta P = \rho gh$  

۳- فشار کل در عمق  $h$  درون یک شاره ساکن:  $P = \rho gh + P_0$



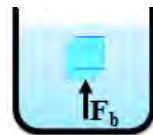
۴- فشار هوای محیط (آزمایش توریچلی):  $P_0 = \rho_{Hg} gh$



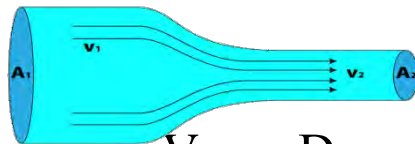
۵- فشار گاز درون مخزن (مانومتر):  $P = P_0 + \rho gh$



۶- فشار پیمانه ای (سنجه ای):  $P_g = \Delta P = \pm \rho gh$



۷- نیروی شناوری:  $F_b = \rho_{\text{شاره}} v g = m_{\text{شاره}} g$



۸- معادله برنولی (پیوستگی):  $A_1 V_1 = A_2 V_2$

۹- رابطه مقایسه ای برنولی بین سرعت و قطر لوله:  $\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$

## با نظارت جمعی از اساتید و معلمان گروه فیزیک البرز:

حمیدرضا ایزدی

مهرداد باقرپور

محمد علی سبکبار

فاطمه زارعی

فتانه باقرزاده

محمد انصاری تبار

تاریخ ویرایش نهایی: شهریور ۱۳۹۶

ارتباط تلگرامی: @ansari132

موفق و پیروز باشید

