



فصل دوم

ویژگی های مواد

توجه: برای آماده سازی این جزوات، زمان و هزینه زیادی صرف شده است و هرگونه کپی (محتوا،

قالب، ایده و ...) حرام و غیرمجاز است.

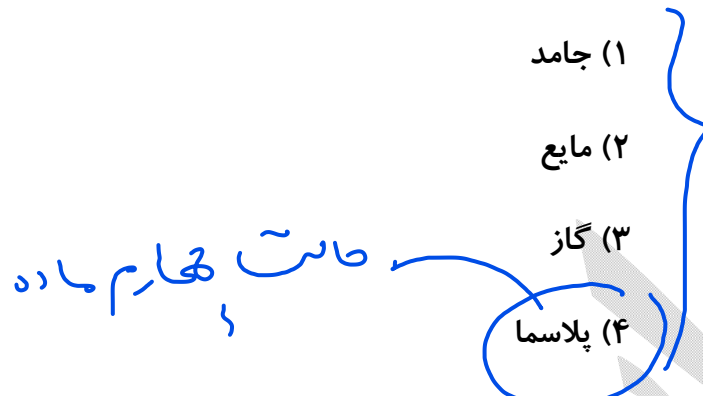




اسماعیل احمدی



حالت‌های ماده:

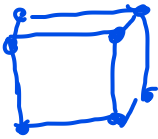


جامد: فاصله مولکول‌ها حدود یک آنگستروم (10^{-10}m) است.

A°

انواع جامدات:

(۱) جامد بلورین: جامدی که از تکرار یک طرح منظم تشکیل می‌شود؛ مثل فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیش‌تر



مواد معدنی - با آرام سرد شدن مایع، زمان کافی برای تشکیل بلور پیدا می‌شود.



(۲) جامد بی‌شکل (آمورف): طرح منظمی ندارند - مثل شیشه

سریع سرد شدن مایع باعث می‌شود که مولکول‌ها، زمان کافی برای تشکیل بلور نداشته باشند.

ویژگی مایع‌ها:

(۱) فاصله مولکول‌ها از هم تقریباً مثل فاصله مولکول‌ها در جامدات است (10^{-10}m).

(۲) به شکل ظرف خود در می‌آید.

(۳) مولکول‌های مایع می‌توانند آزادانه روی هم بلغزند که این سبب جاری شدن مایع می‌شود.

(۴) تقریباً تراکم ناپذیرند و دارای حجم معین هستند. — بلوری آب

(۵) پخش در مایع به علت حرکت کاتوره‌ای ذرات است.





ویژگی گازها:

(۱) فاصله بین مولکول‌ها چندین برابر ابعاد مولکول‌هاست.

(۲) مثلاً اندازه‌ی مولکول‌های هوا حدود $3-1 \text{ \AA}$ و فاصله‌ی بین مولکول‌های هوا حدود 35 \AA است.

(۳) گازها حجم و شکل مشخصی ندارند و تراکم پذیرند. ← **باد نسی**

پلاσμα: اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. مثل ماده درون ستارگان، بیش‌تر فضای بین ستاره‌ها،

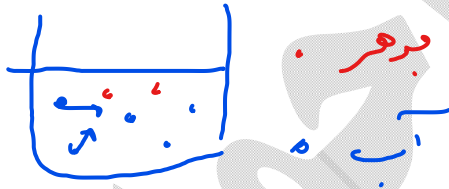
آذرخش، شفق قطبی، آتش، ماده درون لوله تابان مهتابی

پدیده پخش در مایع‌ها:

اگر چند قطره جوهر را درون لیوان آب بریزیم، پس از مدتی رنگ آب به تدریج تغییر می‌کند. در واقع جوهر

در آب درون لیوان پخش شده است. دلیل آن حرکت نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های آب و برخورد آن‌ها با

ذرات سازنده جوهر است.





۱) درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

(ب) پلاسما حالت چهارم ماده است. ✓

(پ) جامدهای بی‌شکل، از سرد کردن سریع مایع به دست می‌آیند. ✓

(ت) فاصله ذرات جامد و مایع تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است. ✓

۲) در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

(ب) بیش‌تر فضای بین ستاره‌های از تشکیل شده است. پلاسما

(پ) شیشه از سرد کردن سریع مایع به دست می‌آید. در این شرایط مولکول‌ها فرصت کافی ندارند تا در طرح منظم

و در نتیجه تا حد زیادی در وضعیت ناهمگام که در حالت مایع داشتند، باقی می‌مانند. قرار گیرند. حرارت سرد

۳) کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

(الف) ابعاد ذرات سازنده مواد معمولاً از مرتبه (نانو - آنگستروم) است.

(پ) به موادی مانند شیشه یا قیر که ساختار بلورین ندارند، مواد (آمورف - پلاسما) گفته می‌شود. این مواد به هنگام

انجماد یا ذوب، تغییر حالت نمی‌دهند، بلکه فقط شل با سفت می‌شوند.

(ت) فاصله میانگین مولکول‌های گاز در شرایط معمولی حدود (۳-۳۵) آنگستروم است.

۴) چهار مورد از اجسامی که از پلاسما تشکیل شده‌اند را نام ببرید.

شعشع قلبی، آتش، لیزر، زرخش



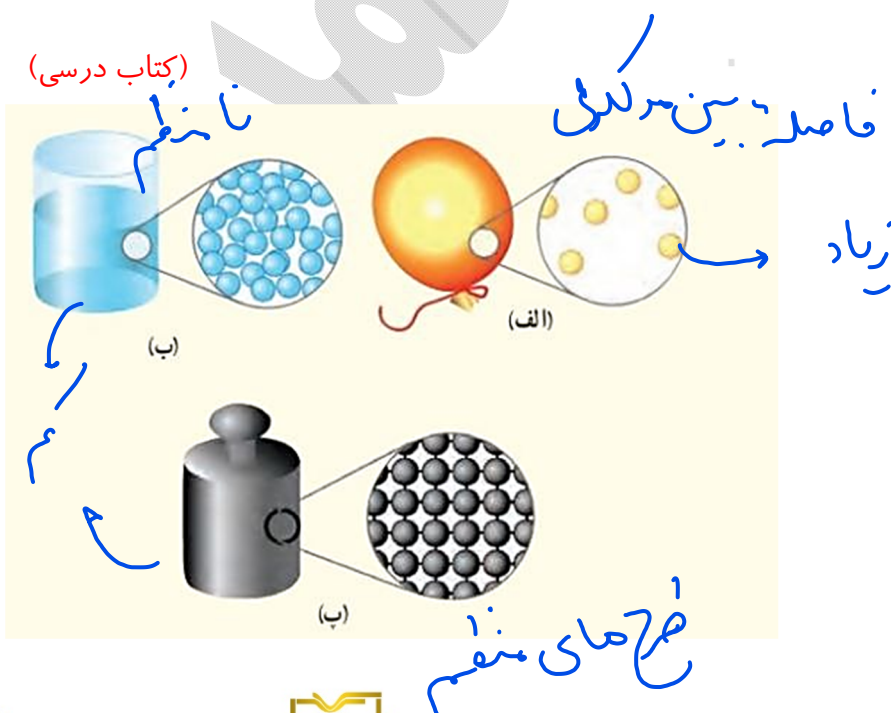


۵ تعریف جامد بلورین را با رسم شکل بنویسید و مثالی از آن ذکر کنید.

۶ پدیدهٔ پخش در مایع را با یک مثال توضیح دهید و دلیل آن را بنویسید.

۷ چرا لاستیک اتومبیل‌ها پس از مدتی کم‌باد می‌شوند؟

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





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

(کتاب درسی)



جامه: پیرنه و ببری استحکام
سایع: ردن سمرز (روان بودن دایند به حرکتی در صیاد)
گاز: باد لایتنس (ضربه ببری، سبب بودن)

۱۰ هنگام پاک کردن تخته سیاه، ذرات گچ به طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و حرکت می‌کنند. این

(کتاب درسی)

حرکت نامنظم ذرات گچ، مطابق شکل زیر مدل‌سازی شده است.



الف) چه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره‌های گچ می‌شود؟

بدیده جنبش در گاز

حرکت نامنظم، کاتردهای ذرات گاز

ب) مولکول‌های هوا بسیار کوچک‌تر و سبک‌تر از ذره‌های گچ هستند و توسط میکروسکوپ هم دیده نمی‌شوند. توضیح

دهید چگونه این تجربه ساده، شاهدهی بر وجود مولکول‌های هواست. (کتاب درسی)

اگر به مولکول‌های گچ کاری نداشته باشیم ذرات گچ با هم می‌زنند
ولی این حرکت کاتردهای مولکول‌های هواست که باعث جنبش
مولکول‌های گچ می‌شود



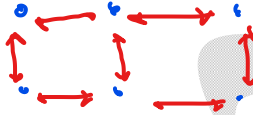
نیروهای بین مولکولی و اثرات آنها:

در این قسمت دو نیروی بین مولکولی دگرچسبی و هم چسبی را بررسی می‌کنیم:

الف) نیروی هم چسبی: نیروی بین مولکول‌های یکسان است. این نیروی هم چسبی باعث می‌شود ذرات مایع از هم جدا نشوند.

* با کاهش فاصله بین مولکولی، نیروی رانشی بزرگی ایجاد می‌شود که سبب تراکم ناپذیری می‌شود. با افزایش فاصله بین مولکولی، نیروی جاذبه بین مولکول‌ها ظاهر می‌شود. این نیرو کوتاه برد است. یعنی وقتی فاصله بین مولکول‌ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک معمولاً صفر خواهند شد.

اثر ← کشش سطحی (نیروی هم چسبی بین مولکول‌های سطح مایع مانند پوسته تحت کشش عمل کرده و از فرورفتن اجسام سبک در آن جلوگیری می‌کند. به دلیل همین کشش سطحی قطرات مایع در حال سقوط همیشه تمایل دارند به حالت کروی باشند.



چون به ازای حجمی معین، کره نسبت به هر شکل دیگری، کوچکترین مساحت سطح را دارد. به این ترتیب سطح قطره‌ای که آزادانه سقوط می‌کند مانند یک پوسته کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش دارد. **مثال:** علت فرو نرفتن سوزن نوک فولادی در آب و حرکت حشرات روی سطح آب، کشش سطحی است.





عوامل موثر در کشش سطحی:

- ناخالصی: سبب کاهش کشش سطحی می‌شود. مثل مواد شوینده
- دمای مایع: افزایش دما سبب کاهش کشش سطحی می‌شود.
- جنس مایع: در شرایط یکسان مثلاً روغن نسبت به آب کشش سطحی بیشتری دارد.

(ب) نیروی دگر چسبی: نیروی جاذبه بین مولکول‌های دو ماده مختلف.

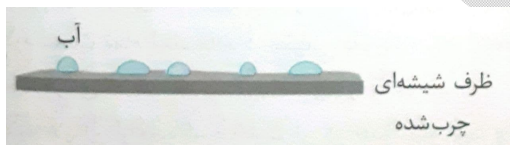
اثر ← ترشوندگی و موینگی

ترشوندگی:

- اگر نیروی دگر چسبی مولکول‌های مایع و جامد بیشتر از نیروی هم چسبی مولکول‌های مایع باشد، مایع روی جامد پخش شده و آن را تر می‌کند: آب روی شیشه تمیز



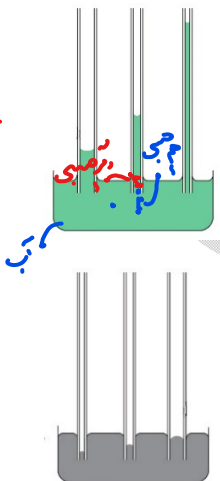
- اگر نیروی دگر چسبی مولکول‌های مایع و جامد کمتر از نیروی هم چسبی مولکول‌های مایع باشد، مایع پخش نشده و جسم جامد را تر نمی‌کند: آب روی شیشه چرب یا حیوه روی شیشه



* لوله‌هایی که قطر داخلی آن‌ها در حد یک دهم میلی‌متر است، معمولاً لوله موین نامیده می‌شوند.

موینگی: اگر یک لوله شیشه‌ای موین (مو مانند) را درون مایعی فرو ببریم، در صورتی که:

- نیروی دگر چسبی بیشتر از نیروی هم چسبی مولکول‌های مایع باشد ← مایع در لوله بالا آمده و سطح مایع مقعر است. هرچه لوله نازک تر باشد، مایع بیشتر بالا می‌آید، مثل آب



- نیروی دگر چسبی کمتر از نیروی هم چسبی مولکول‌های مایع باشد ← مایع در لوله پایین می‌رود و سطح مایع محدب است. هرچه لوله نازک تر باشد، مایع بیشتر پایین می‌رود: مثل حیوه



۱ درست یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) هنگامی که فاصله مولکول‌ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود. نیروی بین مولکولی به بیش‌ترین مقدار خودش می‌رسد. **X**

ب) به ازای حجم معینی، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگری، بزرگ‌ترین مساحت سطح را دارد. **X**

پ) هر چه دما کم شود. نیروی هم‌چسبی افزایش می‌یابد. **✓**

ت) نیروی دگرچسبی محلول آب و مایع ظرف‌شویی، ناشی از نیروی دگرچسبی آب با شیشه بیشتر است. **X**

۲ در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف) وقتی سعی می‌کنیم، فاصله بین مولکول‌های مایع را کم کنیم، نیروی دافعه بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از **تراکم** مایع جلوگیری می‌کند.

ب) نیروی **مکش**، جاذبه بین مولکول‌های مشابه و **دگرچسبی** جاذبه بین مولکول‌های نامشابه است.

پ) لوله‌هایی که قطر دهانه آن‌ها حدود **دهم** میلی‌متر باشد. معمولاً لوله موئین نامیده می‌شوند.

۳ کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) کشش سطحی ناشی از نیروی (دگرچسبی - **هم‌چسبی**) مولکول‌های سطح مایع است.

ب) اگر نیروی **هم‌چسبی** بین مولکول‌های مایع از نیروی **دگرچسبی** بین مولکول‌های مایع و جامد بیشتر باشد، می‌گوییم مایع جامد را تر (می‌کند - **نمی‌کند**).

پ) **جیوه** سطح داخلی لوله موئین شیشه‌ای تمیز را خیس (می‌کند - **نمی‌کند**) و در نتیجه سطح جیوه در لوله **پایین‌تر**

- بالاتر) از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد.



۴ نیروی هم‌چسبی را تعریف کنید.

نیروی جاذبه بین مولکول‌های مشابه

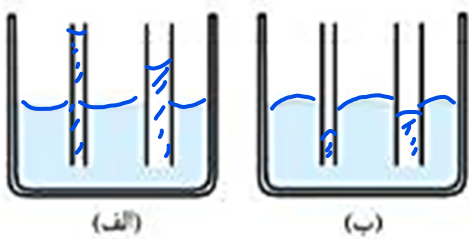
۵ کوتاه برد بودن نیروهای بین مولکولی به چه معناست؟

یعنی اثر فاصله در آن قدری بیشتر کنیم بی اثری شود

۶ چرا قطره‌هایی که آزادانه سقوط می‌کنند، کروی‌اند؟

چون تمایل دارد در کمترین سطح مایع را جمع کند و در حجم معینی کمترین سطح را دارد

۷ نحوه قرار گرفتن سطح و ارتفاع مایع را در لوله‌های موین داده شده مشخص کنید.



(الف)

(ب)

۸ هر کدام از عبارات‌های ستون A را با عبارات‌های مناسب آن در ستون B کامل کنید.

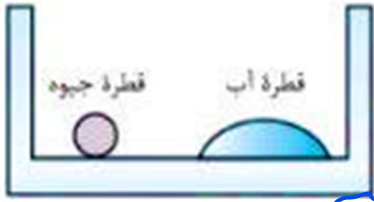
ستون B	ستون A
<input checked="" type="radio"/> آب (ت)	الف) ایستادن حشرات روی سطح آب به دلیل است.
<input checked="" type="radio"/> کشش سطحی (الف)	ب) تراکم‌ناپذیری مایعات به دلیل است.
<input checked="" type="radio"/> نیروی دافعه بین مولکولی (ب)	پ) علت بالا رفتن نفت از فیتله است.
<input checked="" type="radio"/> خاصیت مویندگی (ج)	ت) سطح در لوله موین فرورفته است.
<input checked="" type="radio"/> جیوه (د)	ث) نیروی دگرچسبی میان مولکول‌های و شیشه کم‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آن است.
<input type="radio"/>	





۹ مطابق شکل روبه‌رو، یک قطره آب و یک قطره جیوه روی سطح خشک و تمیز شیشه‌ای قرار داده می‌شوند.

قطره آب روی سطح شیشه پخش می‌شود و شکل خود را از دست می‌دهد؛ اما قطره جیوه به صورت کره باقی می‌ماند

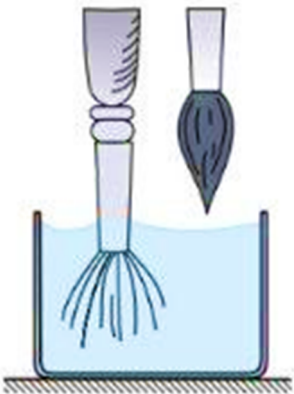


و شکل خود را حفظ می‌کند. چرا؟

چون نیروی هم‌چسبی در آب کمتر از نیروی دگرچسبی آب
و نیروی دگرچسبی در جیوه بیشتر از نیروی دگرچسبی
جیوه است.

۱۰ وقتی قلم‌مویی را از آب بیرون می‌کشیم، موهای آن مطابق شکل روبه‌رو به هم می‌چسبند. این پدیده را با

(کتاب درسی)



توجه به کشش سطحی توضیح دهید.
به دلیل کشش سطحی قلم‌موی به آب حساس‌تر می‌شود
رشته‌ها در کمترین سطح جمع می‌شوند.

۱۱ چرا بادهای بسیار ضعیف در بیابان‌ها باعث می‌شوند توفان شن ایجاد شود ولی توفان‌های شدید در دریاها

تنها مقدار بسیار کمی از آب را به صورت قطره‌های بسیار ریز از سطح دریا جدا می‌کنند؟ (کتاب درسی)

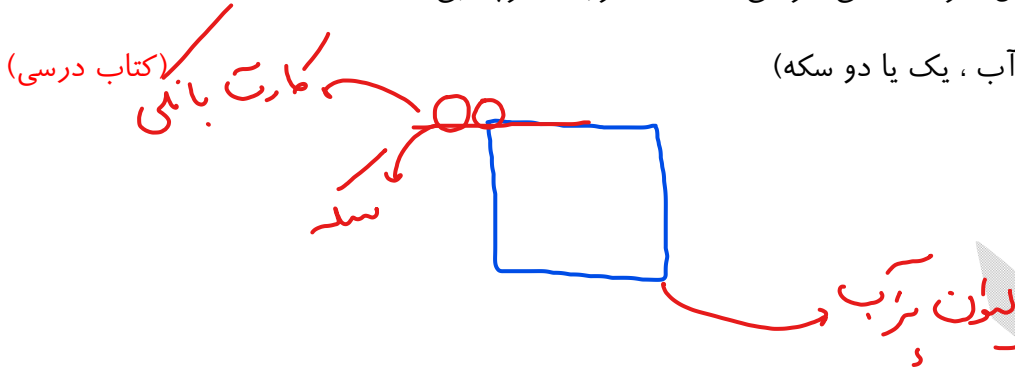
چون قطره‌های آب نیروی هم‌چسبی را دارند



۱۲

با استفاده از وسایل زیر آزمایشی طراحی کنید که نیروی دگرچسبی را نشان دهد.

(کارت بانکی، لیوان برزنجری، یک یا دو سکه)



(کتاب درسی)

به موارد زیر در مورد پدیده پخش جواب دهید.

۱۳

الف) علت پدیده پخش چیست؟

سرعت نامنظم زدن مایع یا گاز

ب) با افزایش دما سرعت پدیده پخش بیشتر می شود یا کمتر؟ **بیشتری شود**

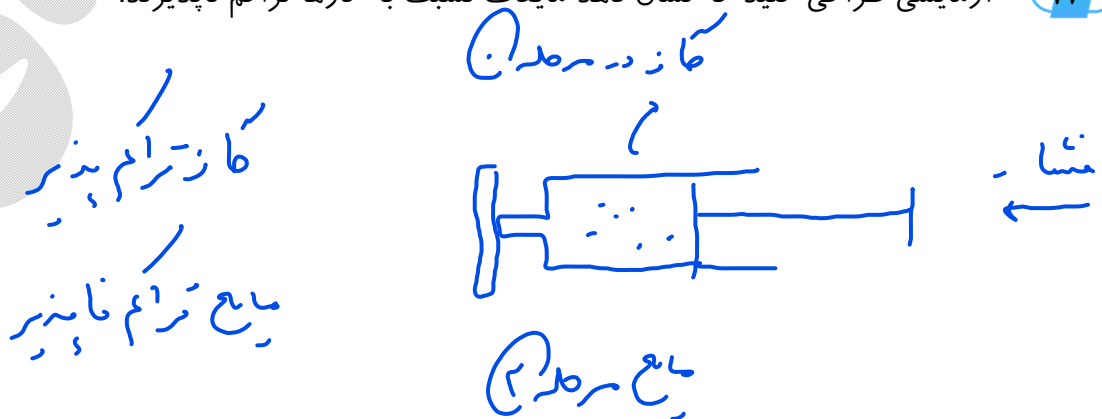
پ) پدیده پخش در گازها سریعتر است یا مایعات؟ چرا؟ **گازها، چون سرعت حرکت مولکول ها بیشتر است.**

ت) اگر پدیده پخش در هوا صورت نمی گرفت، چه مشکلی پیش می آمد؟ **امریزه های غش صورت غنی ترفت نسبت گازها منق می برد در جاهای مختلف**

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد مایعات نسبت به گازها تراکم ناپذیرند.

۱۴

(کتاب درسی)





۱۵

وقتی شیشه می‌شکند با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛

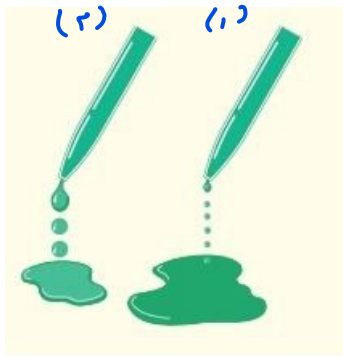
ولی اگر قطعه‌های شیشه را آن قدر گرم کنیم که نرم شوند می‌توان آن‌ها را به هم چسباند. این پدیده‌ها را با توجه

به کوتاه برد بودن نیروهای بین مولکولی توجیه کنید. (کتاب درسی)

«صورت‌دما مرتباً زودت بیشتر شده و مدلول حادثه فاصله بین مولکولی را
ی‌گزیند و نیسته هم می‌صیبه

۱۶

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



الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کم‌تر است.
در نمادهای یک دما بالاتر است چون نیروی هم‌چسبی کاهشی
بزرگ‌تر است.

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

کاهشی نیروی هم‌چسبی

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

چون نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های سمیت کاهشی کاهشی یابد



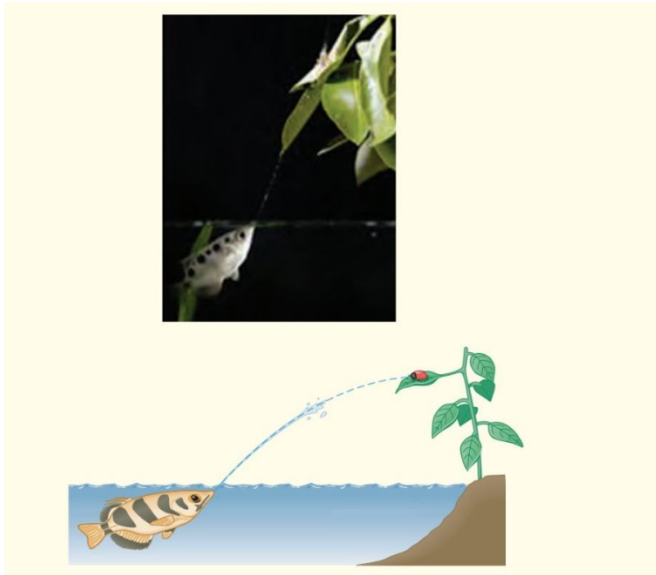


۱۷

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

(کتاب درسی)

در اثر نیروی درجیبی آب

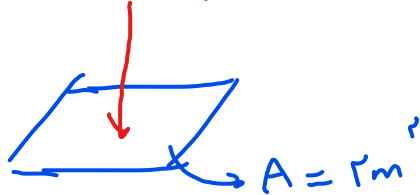




فشار — جهت داره دی نزدایی

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

فشار به صورت نسبت اندازه نیروی عمودی وارد بر یکای سطح تعریف می شود: $F = 10\text{ N}$

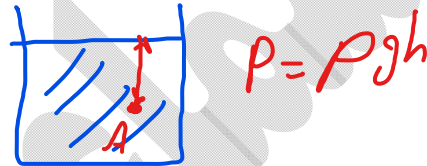


* یکای فشار در SI پاسکال Pa = $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

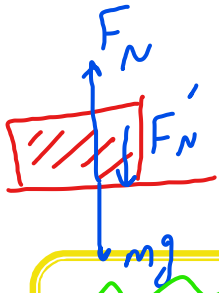
* فشار کمیتی نرده ای است.

* اگر جسم در راستای قائم ساکن باشد؛ فشار حاصل از جسم جامد: $P = \frac{mg}{A}$

مایع: $P = \rho gh$

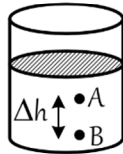


$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$



نکته

اختلاف فشار در دو نقطه در مایع:

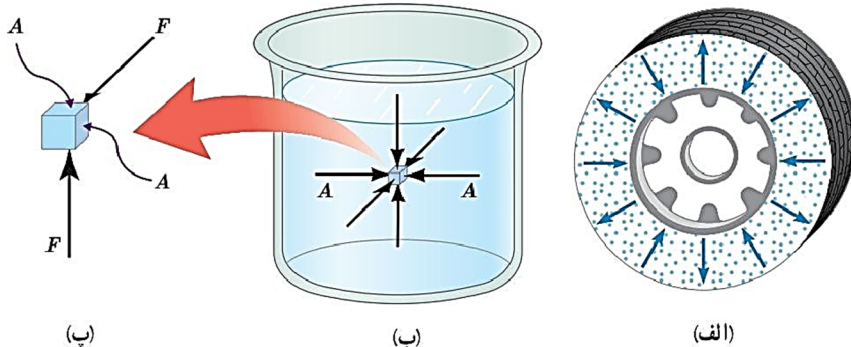


$$P_B > P_A \Rightarrow P_B - P_A = \Delta P$$

$$\rho gh_B - \rho gh_A = \rho g(h_B - h_A)$$

$\rho gh = P$ نتیجه وقتی شاره ای (مایع یا گاز) ساکن است، به هر سطحی که با آن در تماس باشد، مانند جدار یک ظرف یا سطح جعبی که در شاره غوطه ور است، نیرویی عمودی وارد می کند (شکل ۲-۱۱). این همان نیرویی است که وقتی پاها را خود را درون یک استخر آب نگاه می دارید احساس می کنید که پاها را فشار می دهد.

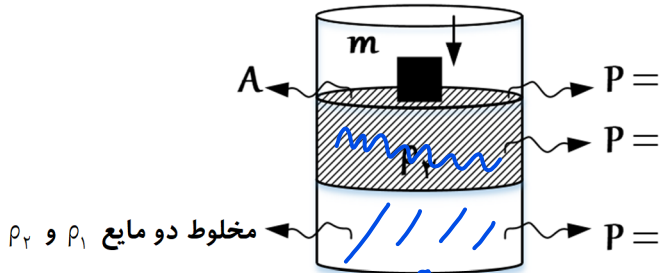
با وجود این که شاره به عنوان یک کل ساکن است، مولکول های آن در حال حرکت اند؛ نیرویی که توسط شاره وارد می شود ناشی از برخورد مولکول ها با اطراف آن است.





نکته

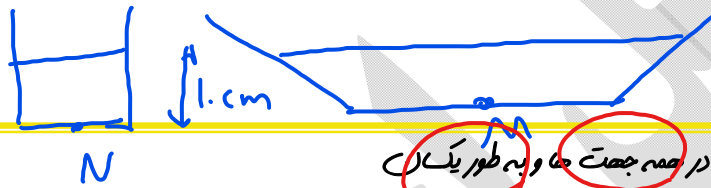
فشار در هر نقطه برابر است با مجموع فشارهای قسمت بالاترش:



فشار در این نقطه = برابر فشارهای بالایی

نکته

فشار مایع تنها به h بستگی دارد و به شکل ظرف بستگی ندارد. (h : فاصله عمودی از سطح آزاد مایع)



$$P_M = P_N \Rightarrow P = \rho g h$$

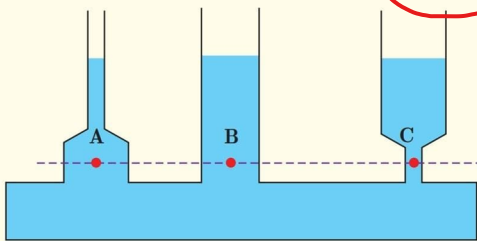
نکته

جهت فشار حاصل از شاره ها در همه جهات ها و به طور یکسان عمود بر سطح



نکته

فشار در نقاط هم تراز در طرف های متصل به هم که حاوی یک نوع مایع اند، فشار در نقاط هم تراز یکسان است.



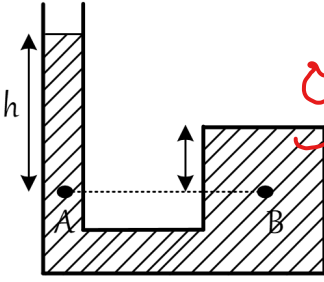
$$P_A = P_B = P_C \quad * \text{ هم تراز = نقاط روی یک خط موازی با سطح مایع}$$



توجه: در جاهایی که بالای یک نقطه به سطح آزاد مایع در ارتباط نیست، از نقاط هم تراز استفاده می‌کنیم. (h' هیچ

اهمیتی ندارد.)

$$P_B = P_A$$



توجه: در فصل فشار اگر دو نقطه با خط چین افقی به هم درگیر وصل شدن یعنی هم تراز.

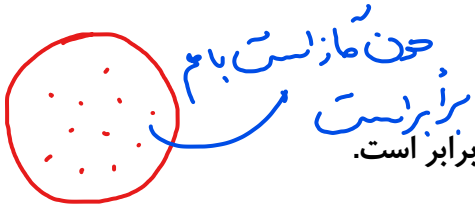


نکته

فشار در یک عمق معین از مایع به جهت گیری سطحی که به آن فشار وارد می‌شود، بستگی ندارد.



فشار گازها



* فشار گاز محبوس در یک محفظه کوچک در تمامی نقاط آن با هم برابر است.

نکته

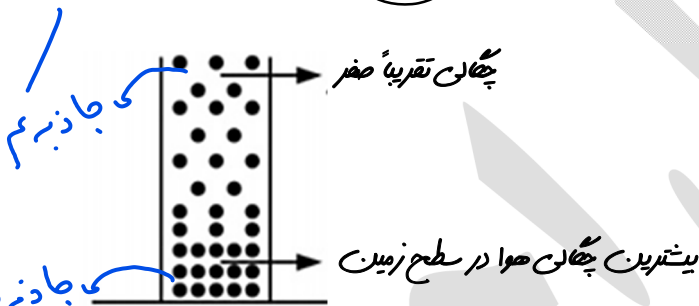
چگالی هوا از پایین به بالا کم می شود؛ به دلیل کم شدن اثر جاذبه زمین.

* برای محاسبه اختلاف فشار بین ۲ نقطه از هوا نمی توان از $P_2 = P_1 - \rho gh$ استفاده کرد چون با افزایش ارتفاع چگالی هوا نیز تغییر کرده و کاهش می یابد.

$$P_2 - P_1 = \rho gh$$

توجه: اختلاف ارتفاع های کم می توان از فرمول زیر استفاده کرد:

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



* فشار هوا (P_0) تقریباً معادل فشار 1.01 m ستون آب است.

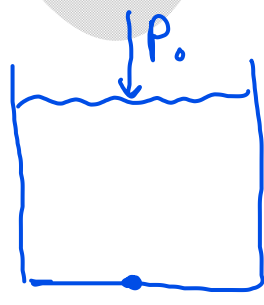
* تا ارتفاع 200 m سطح زمین به ازای هر 1.01 m بالا رفتن فشار هوا 1 mmHg کاهش می یابد.

فشار هوا

$$P_0 = 1.01 = 76 \text{ cmHg}$$

$$P_0: \text{فشار هوا در سطح دریای آزاد} \quad 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg}, \quad 1 \text{ bar} = 1.01$$

* در هواشناسی معمولاً از یکای bar استفاده می کنند.



$$P_A = P_0 + \rho gh$$

فشار

مساحت حاصل از مساحت نقطه A



توجه: در نقطه A ← فشار حاصل از جرم = بدون احتساب P_0
 فشار (کل) = با احتساب P_0

اسماعیل احمدی



۱) درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

$$P = \frac{N}{m^2}$$

الف) فشار کمیتی نرده‌ای است. ✓
 ب) یک پاسکال معادل با یک کیلوگرم بر متر مربع است. ✗

پ) نیرویی که توسط شاره به اجسام در تماس با آن وارد می‌شود، ناشی از برخورد مولکول‌های شاره با سطح اجسام است. ✓

$$P = \rho g h$$

ت) فشار حاصل از مایع به جنس مایع بستگی دارد. ✓
 ث) فشار مایع به شتاب گرانشی بستگی ندارد. ✗
 ج) فشار مایع به شکل ظرفی که مایع در آن قرار دارد، بستگی ندارد. ✓

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

۲) کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) فشار با نیروی عمودی وارد بر سطح رابطه (مستقیم - عکس) دارد.

ب) اگر سطح تماس بین دو جسم (کاهش - افزایش) یابد، فشار (کاهش) می‌یابد.

پ) با افزایش عمق، فشار ناشی از شاره (افزایش - کاهش) می‌یابد.

ت) فشار هوا در ارتفاع‌های بالاتر (کم‌تر - بیش‌تر) از فشار سطح دریاست.

ث) هرچه به سطح زمین نزدیک‌تر می‌شویم، چگالی هوا (افزایش - کاهش) می‌یابد.

ج) یک بار (1 bar) معادل (۱۰^۵ - ۱۰^۴) پاسکال است.





۳ در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف) وقتی شاره ساکن است. به هر سطحی که با آن در تماس باشد، نیرویی **کشدنی** وارد می‌کنند.

ب) با افزایش ارتفاع از سطح زمین، چگالی هوا به شدت **کاهش** می‌یابد.

پ) نیروی جاذبه زمین سبب می‌شود که لایه‌های زیرین هوا نسبت به لایه‌های بالایی **تراکم** شوند.

ت) در هواشناسی و روی نقشه‌های آب و هوا، معمولاً از یکای **bar** برای فشار هوا استفاده می‌کنند.

۴ چرا پاشنه نوک نیز کفش به کف چوبی اتاق آسیب می‌رساند؟ **چون سطح تماس کمی دارد و فشار**

بیشتری دارد می‌زند

۵ جرم یک دستگاه خودرو بنز مدل C۳۰۰ حدود ۱۵۰۰kg است. اگر فشاری که هر یک از تایرها بر سطح زمین

۲۰m^۲ وارد می‌کند. برابر ۳۷۵kPa باشد. اندازه سطح تماس هر تایر چند سانتی‌متر مربع است؟ (سطح تماس تایرها

با زمین را یکسان و شتاب گرانش را ۱۰m/s^۲ فرض کنید.)

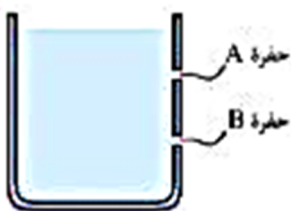
$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

$$375 \dots = \frac{15000}{A} \Rightarrow A = \frac{1}{25} m^2 \Rightarrow \dots = \frac{1}{25} m^2 = 100 cm^2$$

۶ در بدنه ظرفی که در شکل روبه‌رو نشان داده شده است، دو حفره ایجاد شده است. آب از کدام یک از

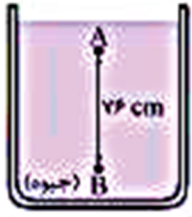
حفره‌ها با سرعت بیش‌تری خارج می‌شود؟ فشار آب در محل کدام حفره بیش‌تر است؟

حفره‌ها با سرعت بیش‌تری خارج می‌شود؟ فشار آب در محل کدام حفره بیش‌تر است؟
حفره B
بیش‌تر است





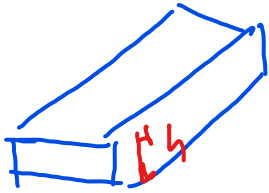
اختلاف فشار دو نقطه A و B را در شکل روبه‌رو به دست آورید. ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$, $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$)



$$\Delta P = \rho g h = 13600 \times 9.8 \times \frac{76}{100} = 101292.8 \text{ Pa}$$

در یک کارخانه شکلات‌سازی طول حوضچه شیر 15m و عرض آن 5m و عمق آن 2m است. اگر

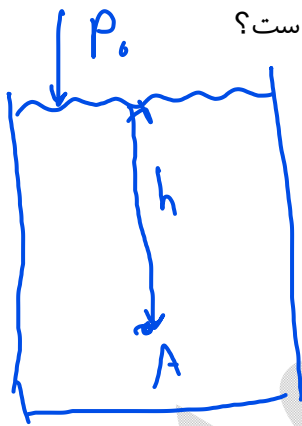
$\rho_{\text{شیر}} = 1050 \text{ kg/L}$ باشد. چه فشاری بر حسب بار از طرف شیر بر کف حوضچه وارد می‌شود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



$$\rho_{\text{شیر}} = \frac{1050 \text{ kg}}{1000 \text{ L}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1050 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P = \rho g h = 1050 \times 10 \times 2 = 21000 \text{ Pa} = 21 \text{ بار}$$

اگر فشار جو 10^5 Pa باشد، در چه عمقی از سطح دریا، فشار سه برابر فشار جو است؟



$$P_A = 3P_0$$

($g = 10 \text{ m/s}^2$, $\rho_{\text{شیر}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

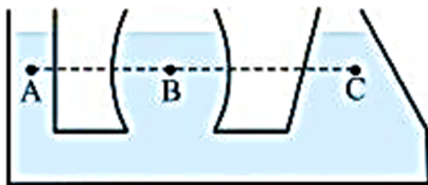
$$P_0 + \rho g h = 3P_0 \Rightarrow \rho g h = 2P_0$$

$$\Rightarrow 1000 \times 10 \times h = 2 \times 10^5 \Rightarrow h = 20 \text{ m}$$

با استفاده از رابطه $P = \rho g h + P_0$ توضیح دهید که چرا فشار نقاط هم‌تراز مانند نقاط A، B و C از یک مایع

(کتاب درسی)

ساکن یکسان است و به شکل ظرف بستگی ندارد.



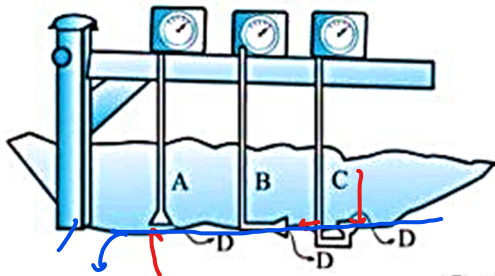
$$P_{A,B,C} = P_0 + \rho g h$$

چون همه در یک محل هستند فشار در مایعات
است. در چرن هم دقیق هستند فشار مایع هم یکسان است



۱۱ در شکل روبه‌رو، سه فشارسنج، فشاری را اندازه می‌گیرند که بر غشای کوچک D در عمق معینی از یک

دریاچه وارد می‌شود. کدام رابطه بین فشارهای اندازه‌گیری شده، درست است؟



$$P_A = P_B > P_C \quad (۲)$$

$$P_A = P_B = P_C \quad (۱)$$

$$P_A = P_C > P_B \quad (۴)$$

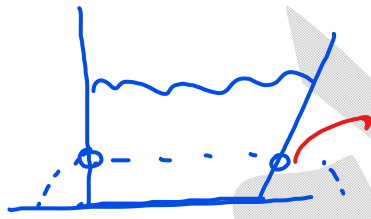
$$P_A < P_B < P_C \quad (۳)$$

دید عمق

۱۲ آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان نشان داد فشار در یک عمق معین از مایع به جهت

(کتاب درسی)

گیری سطحی که فشار به آن وارد می‌شود بستگی ندارد



ب از هر دو سر،
با بستن یکسان خارج
ک شود

۱۳ دو فشارسنج در بالا و پایین برجی نصب شده‌اند. فشار در بالا و پایین برج به ترتیب $۹۵/۵ \text{ kPa}$ و ۹۵ kPa

P_2 P_1



می‌باشد. اگر چگالی هوا $۱ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد، ارتفاع برج چند متر است؟ ($g=۱۰$)

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g h \Rightarrow ۹۵,۵ \times ۱۰^۳ - ۹۵ \times ۱۰^۳ = \rho g h$$

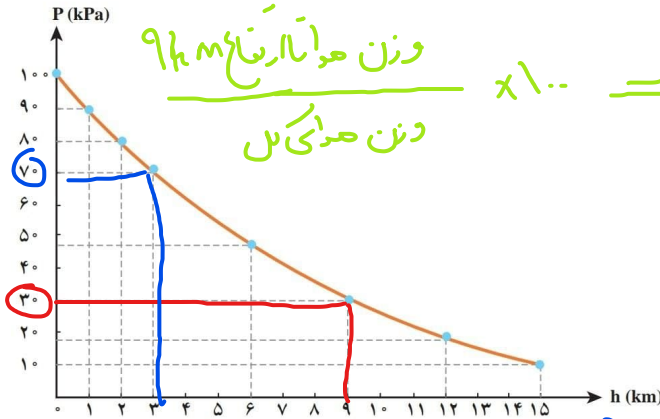
$$۰,۵ \times ۱۰^۳ = ۱ \times ۱۰ \times h \Rightarrow h = ۵۰ \text{ m}$$

ارتفاع برج



(تستر ۹۹)

۱۴ با توجه به نمودار رسم شده، چند مورد از موارد زیر صحیح است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$



الف) چند درصد جو کره زمین تا ارتفاع ۹km قرار دارد؟

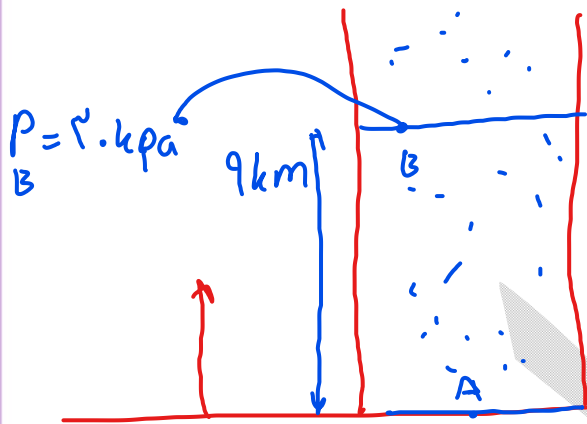
$$\frac{100 \times 1.0^3 \times A}{1000 \times 1.0^3 \times A} \times 100 = 70\%$$

ب) چگالی متوسط هوا تا ارتفاع ۳km چند $\frac{kg}{m^3}$ است؟

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow P = \frac{mg}{A} \Rightarrow mg = P \cdot A$$

$$30 \times 1.0^3 = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow 30 \times 1.0^3 \times A = mg_B$$

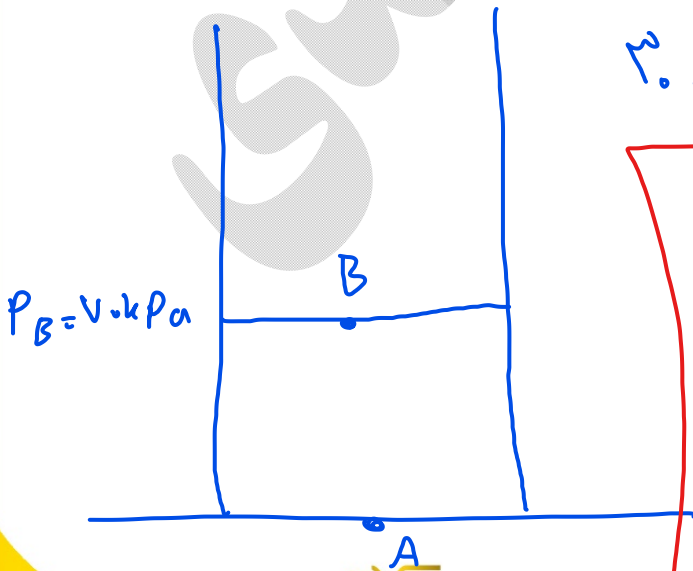
$$9km \text{ وزن هوا تا ارتفاع } = 100 \times 1.0^3 \times A - 30 \times 1.0^3 \times A = 70 \times 1.0^3 \times A$$



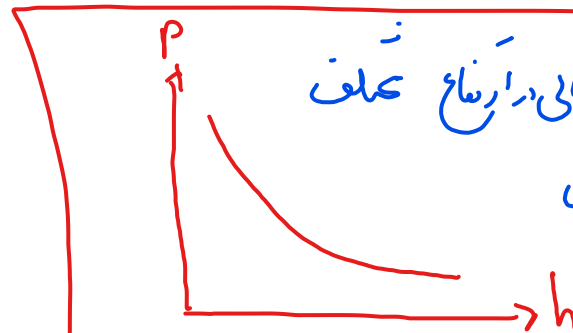
۱۵ نمودار کیفی فشار هوا بر حسب ارتفاع را رسم کنید و توضیح دهید چرا این نمودار خطی نیست؟

$$\Delta P = \bar{\rho} g h$$

$$30 \dots = \bar{\rho} \times 10 \times 3000 \Rightarrow \bar{\rho} = 1 \frac{kg}{m^3}$$



۱۶ چون چگالی در ارتفاع مختلف با هم برابر نیست





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

نیروی حاصل از فشار شاره

نیروی که از طرف مایع به سطح وارد می‌شود. طبق فرمول ذیل قابل محاسبه است:

$$F = PA$$

نکته

این نیرو بر روی سطح عمود است.

$$F = (\rho gh + P_0)A$$

توجه: اگر کلمه از طرف آب (مایع) ذکر نشود، باید فشار هوا را هم تاثیر داد:





تپه A جایگذاری

۱ یک زیر دریایی تفریحی در عمق ۹۰ متری قرار دارد. نیروی عمودی که آب بر سطح خارجی یکی از پنجره‌های آن با شعاع $0.4m$ ، معادل وزن جسم به جرم چند کیلوگرم است؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}, \pi = 3)$



$$F = \rho g h A = 1000 \times 10 \times 90 \times \pi \times 0.4^2$$

$$= 1000 \times 9 \times 3 \times 16 \times 3.14 = 1322400 \dots$$

$$1322400 = m g \Rightarrow m = 132240 \text{ kg}$$

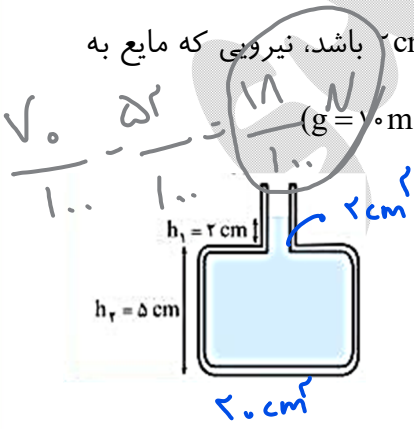
۲ کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) مقدار نیرویی که از طرف مایع بر کف یک ظرف وارد می‌شود، به (مساحت کف ظرف - شکل ظرف) وابسته است.

ب) یک ظرف استوانه‌ای پر از مایعی به چگالی ρ است. اگر مساحت قاعده ظرف را دو برابر و ارتفاع مایع را نصف کنیم، فشار حاصل از مایع (بدون تغییر - نصف) و نیروی وارد بر کف ظرف (بدون تغییر - نصف) می‌شود.

پ) مقدار نیرویی که از طرف مایع بر کف ظرف وارد می‌شود، با چگالی مایع رابطه (مستقیم - معکوس) و با ارتفاع مایع رابطه (مستقیم - معکوس) دارد.

۳ در شکل روبه‌رو، اگر سطح مقطع پهن 20 cm^2 و سطح مقطع قسمت باریک 2 cm^2 باشد، نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می‌کند، چند نیوتون از وزن مایع بیشتر است؟ $(g = 10 \text{ m/s}^2, \rho = 500 \text{ kg/m}^3)$



$$F_{\text{مایع بر کف ظرف}} = \rho g h A = 500 \times 10 \times \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-4}$$

$$= 0.7 \text{ N}$$

$$m g = \rho V g = 500 \times (A_1 h_1 + A_2 h_2) \times 10 = 5000 \times 1.4 \times 10^{-2}$$

$$= \frac{5000 \times 1.4}{1000} \text{ N} = 7 \text{ N}$$

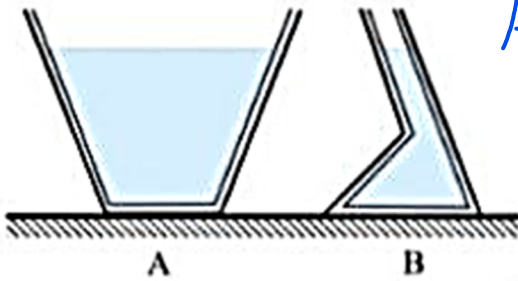


نسبتی

نقطه B

۱ در دو ظرف A و B که مساحت کف آنها به ترتیب 4 cm^2 و 6 cm^2 است، تا ارتفاع مساوی از یک مایع

ریخته‌ایم. اگر وزن مایع در ظرف A شش برابر وزن مایع در ظرف B باشد، نسبت نیرویی که مایع بر کف ظرف A P و بر کف ظرف B h وارد می‌کند به نیرویی که مایع بر کف ظرف B وارد می‌کند، چه قدر است؟



$$F = pghA \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{P_A}{P_B} \times \frac{h_A}{h_B} \times \frac{g_A}{g_B} \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{1}{3}$$

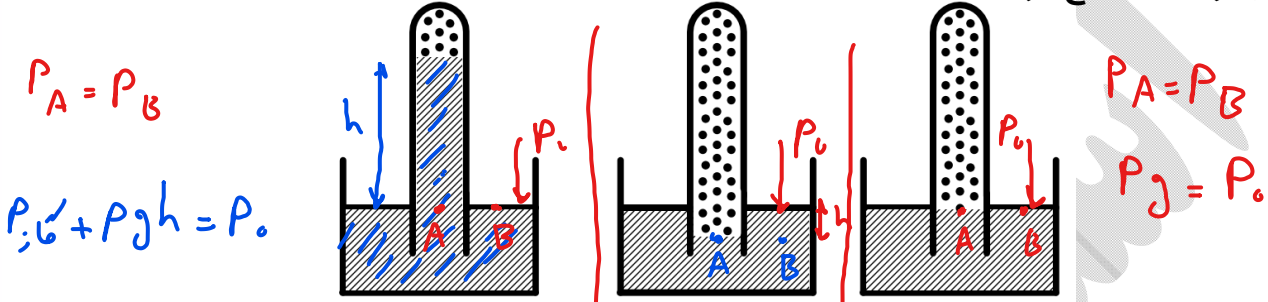


جو سنج و فشار سنج

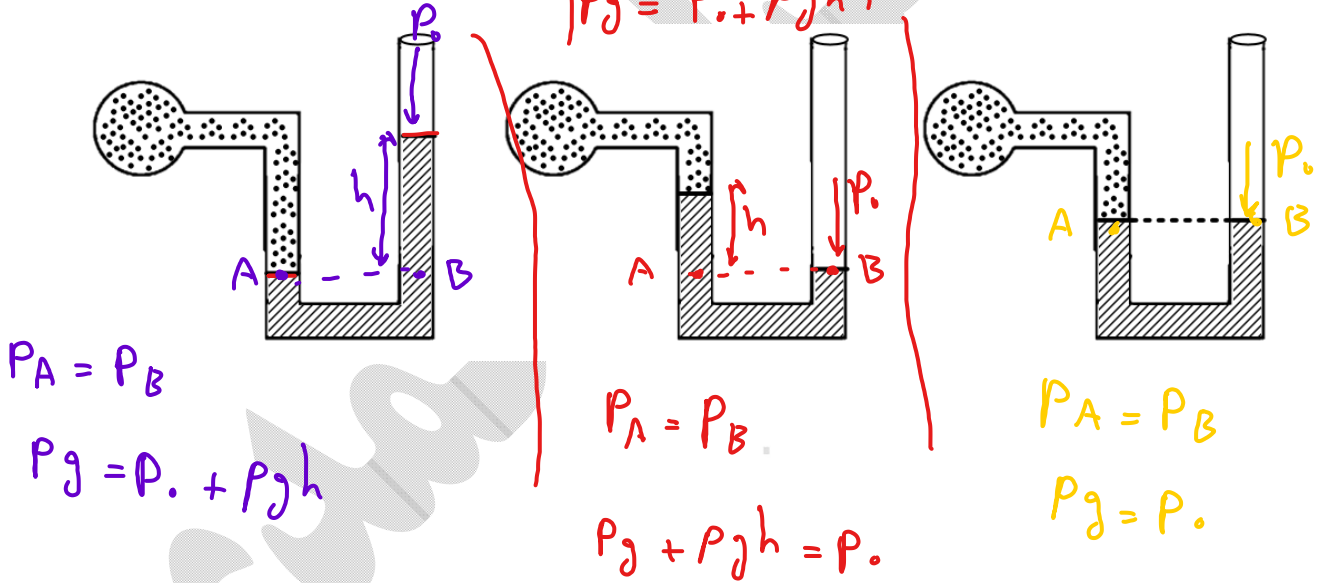
نکته

مهم ترین ترازگی که باید بررسی شود ← پایین ترین سطح مشترک

جو سنج (بارومتر): (فشار سنج هوا)



فشار سنج شاره ها (مانومتر):





فشار پیمانه ای:

فشار پیمانه ای برابر اختلاف فشار گاز با فشار هوا است و آن را با نماد P_g نمایش می دهند.

توجه: فشار پیمانه ای می تواند مثبت، منفی یا صفر باشد. $P_g = P_{\text{گاز}} - P_0$

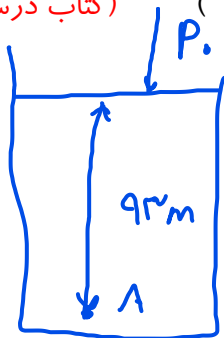


توجه: فشار سنج، فشار پیمانه ای را نشان می دهد: مثل فشار سنج بوردون که برای اندازه گیری فشار باد لاستیک ها

استفاده می شود.



فشار پیمانه ای در عمق ۹۳m دریا چند پاسکال است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$) (کتاب درسی)

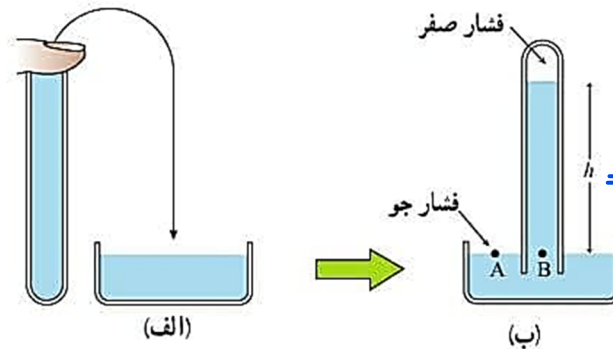


$$P_A = P_0 + \rho g h = P_0 + 1000 \times 10 \times 93$$

$$P_A = P_0 + 930000 \text{ پاسکال} \quad P_A - P_0 = 930000 \text{ Pa}$$

آزمایش توریچلی:

☆ فضای خالی بالای ستون جیوه، تنها حاوی بخار جیوه و فشار آن تقریباً برابر صفر است.



$$P_A = P_B$$

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

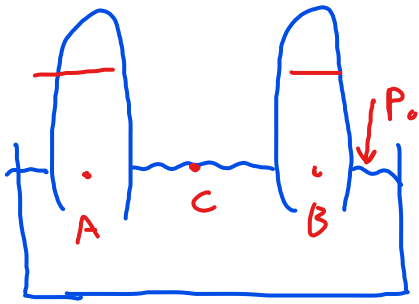
* cmHg نسبت به پاسکال یکای مناسب تری برای فشار هوا است.

$$1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr}$$





توجه: در فشار شاره‌ها فقط ارتفاع قائم اهمیت دارد.



۱) درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

الف) یک تور برابر یک سانتی‌متر جیوه است.

ب) سانتی‌متر جیوه یکای مناسب‌تری نسبت به پاسکال برای فشار هوا است.

پ) در آزمایش توریچلی اگر سطح مقطع لوله‌های غیرمویین تغییر کند، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند.

ت) سوراخی که در بالای درپوش خودکارها ایجاد می‌کنند، برای وارد شدن فشار هوا به انتهای جوهر درون خودکار است.

ث) فشار مطلق همواره برابر با کوچک‌تر از فشار پیمانه‌ای است.

ج) فشار پیمانه‌ای می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.

۲) کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) نام دیگر جوسنج (بارومتر - مانومتر) است.

ب) فشارسنج جیوه‌ای، فشار جو را به طور (مستقیم - غیرمستقیم) از روی ارتفاع ستون جیوه می‌خواند.

پ) در سطح دریاهای آزاد ارتفاع ستون جیوه در آزمایش توریچلی (۷۶ - ۷۶۰) میلی‌متر جیوه است.

ت) یک اتمسفر تقریباً برابر (۷۶ - ۷۶۰) تور است.

ث) از (مانومتر - بارومتر) برای اندازه‌گیری فشار یک شاره محصور استفاده می‌شود.

ج) معمولاً از فشارسنج (بوردون - توریچلی) برای اندازه‌گیری باد لاستیک استفاده می‌شود.



نکته
رود تبدیل مهم:

(۱) تبدیل ستون مایع به فشار:

(۲) تبدیل Pa ↔ cmHg

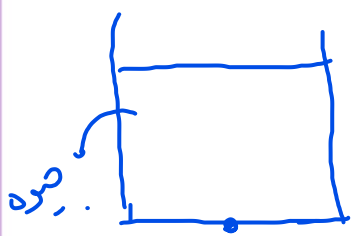
$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$



$P_A = 5 \text{ cmHg}$

$P = \rho g h \Rightarrow 13600 \times 1 \times 5 = 68000 \text{ Pa}$

فشار ناشی از مایعی ۳۴۰۰ Pa است. فشار این مایع بر حسب سانتی متر جیوه چه قدر است؟ ($\rho = 13/6 \text{ g/cm}^3$)

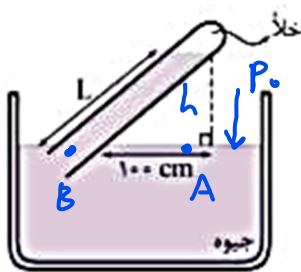


$P = \rho g h \Rightarrow 3400 = 13600 \times h$

$h = \frac{1}{4} \text{ m Hg} = 2.5 \text{ cmHg}$

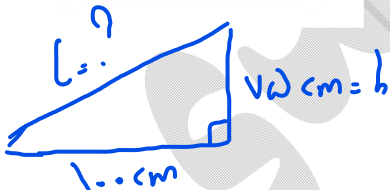
$P = 3400 \text{ Pa}$

اگر فشار هوا در محل آزمایش شکل روبه‌رو ۷۵ cmHg باشد. مقدار L چند متر است؟



$P_0 = 75 \text{ cmHg}$

$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = \rho g h$
 $75 \text{ cmHg} = h$



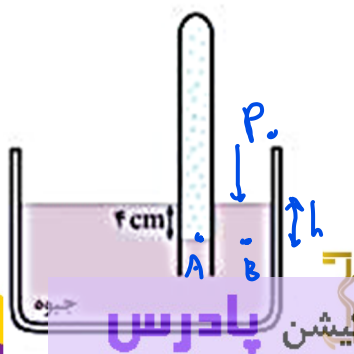
$L = 125 \text{ cm} = 1.25 \text{ m}$

مطابق شکل روبه‌رو، لوله انتهای بسته‌ای را وارونه در ظرف جیوه فرو می‌بریم. سطح جیوه در درون لوله ۴ سانتی متر پایین‌تر از سطح آزاد جیوه قرار می‌گیرد. اگر فشار هوا ۷۶ cmHg باشد. فشار هوای محبوس در لوله چند

سانتی متر جیوه است؟

$P_A = P_B \Rightarrow P_g = P_0 + P_{Hg}$

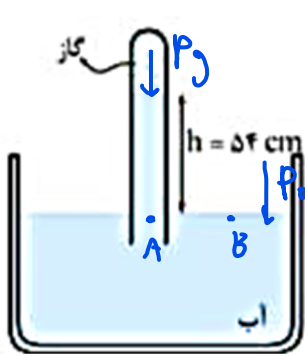
$P_g = 76 \text{ cmHg} + 4 \text{ cmHg} = 80 \text{ cmHg}$





$$(P_A)_{\text{جوهر}} = (P_B)_{\text{جوهر}} \Rightarrow 1.5 \times 10^4 = 13.6 \times h = \rho h = 7 \text{ cm Hg}$$

۶ در شکل روبه‌رو فشار گاز جمع شده در انتهای لوله ۷۰ cmHg است. چگالی آب 1 g/cm^3 و چگالی جیوه 13.6 g/cm^3 است. اگر اختلاف سطح آب در لوله و ظرف ۵۴ cm باشد. فشار هوا چند سانتی‌متر جیوه است؟

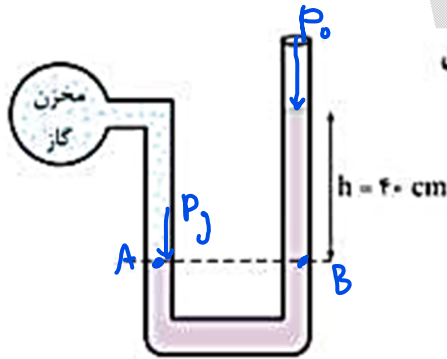


$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_{\text{آب}} = P_0$$

$$13.6 \dots \text{g/cm}^3$$

$$1 \text{ cm H}_2\text{O} + 70 \text{ cm Hg} = 77 \text{ cm Hg}$$

۷ در شکل مقابل، چگالی مایع $\rho = 2/5 \text{ g/cm}^3$ و فشار هوا 10^5 Pa است. در این صورت فشار گاز مخزن بر حسب پاسکال چه قدر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



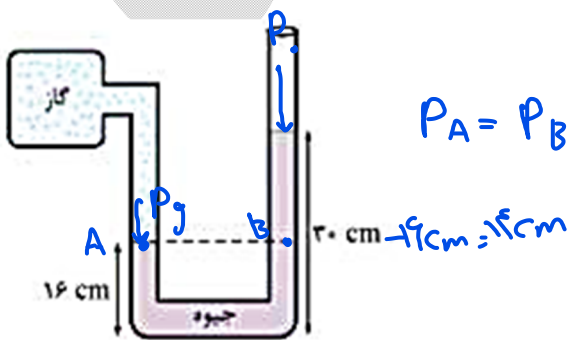
$$P_A = P_B$$

$$\rightarrow P_g = P_0 + \rho g h \Rightarrow P_g = 10^5 + 2 \times 10^3 \times 10 \times \frac{4}{5}$$

$$\rightarrow P_g = 100000 + 16000 = 116000 \text{ Pa}$$

۸ اگر فشار گاز درون مخزن شکل روبه‌رو، ۸۴ torr باشد. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟

$$84 \text{ torr} = 84 \text{ cm Hg}$$



$$P_A = P_B \Rightarrow P_g = P_0 + P_{\text{Hg}}$$

$$84 \text{ cm Hg} = P_0 + 13.6 \text{ cm Hg}$$

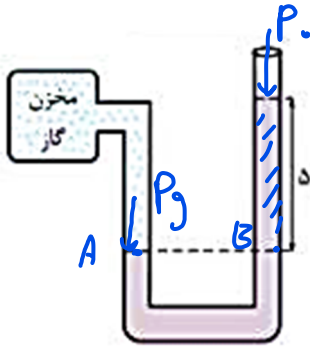
$$\Rightarrow P_0 = 70.4 \text{ cm Hg}$$



امتلاف فشار هوا و گاز

$$200 \frac{g}{L} \times \frac{1kg}{1000g} \times \frac{10}{1m} = 2000 \frac{N}{m^3}$$

۹ در شکل روبه‌رو، اگر چگالی مایع $2 \times 10^2 \text{ g/L}$ باشد. فشار پیمانه‌ای گاز چند پاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



$$P_A = P_B \Rightarrow P_g = P_0 + \rho g h \Rightarrow P_g - P_0 = \rho g h$$

فشار پیمانه‌ای

$$\Rightarrow \rho g h = 200 \times 10 \times 0.5 = 1000 \text{ Pa}$$

۱۰ الف) توضیح دهید چرا نوریچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ (ممکن است

$$\rho_{Hg} = (\rho g h)_{Hg}$$

چون، صغری‌تر است ارتفاع کمتری

شکل الف بتواند در پاسخ به این پرسش به شما کمک کند.

نیاز دارد

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

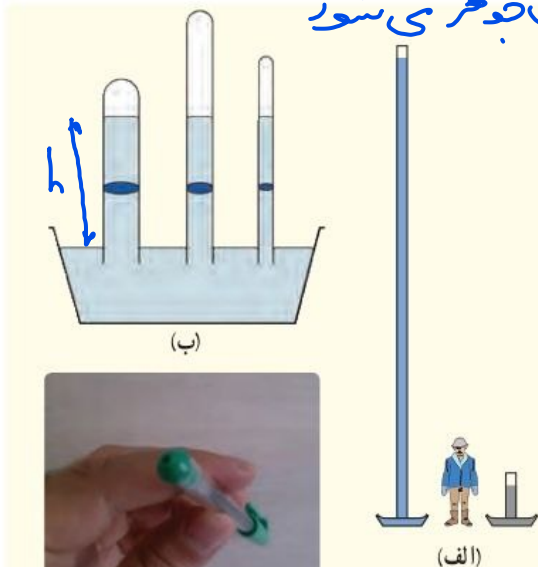
ب). علت را توضیح دهید. فشار در مایع مانده به ارتفاع بستگی دارد به شکل لوله و قطر مقطع بستگی ندارد.

پ) در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان،

روی ورقه کاغذ بخش می‌شود. در بدنه لاکه یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند

(شکل ب). دلیل این کار را توضیح دهید. علت این است که از این سوراخ فشار (کتاب درسی)

هدا وارد می‌شود به خودکار باعث خارج شدن جوهر می‌شود



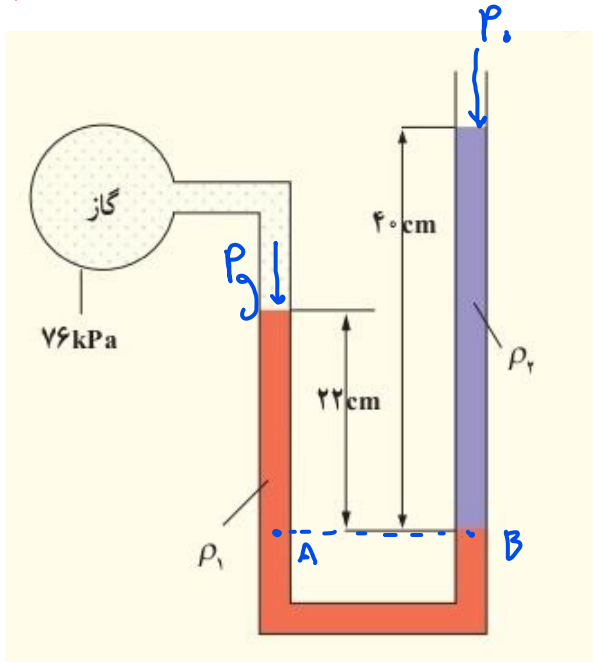


۱۱ درون لوله U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است جیوه ($\rho_1 = 13600 \text{ kg/m}^3$) و مایعی با

چگالی نامعلوم ρ_2 وجود دارد (شکل زیر).

۲۷۲
۲۷۲
۲۹۹۲

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



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

$$76 \times 10^3 + 13600 \times 10 \times \frac{22}{100} = 101000 + \rho_2 \times 10 \times \frac{40}{100}$$

$$29920 = 25000 + 4\rho_2$$

$$4920 = 4\rho_2 \Rightarrow \rho_2 = 1230 \text{ kg/m}^3$$

۱۲ در شکل زیر مقدار h چند سانتی متر است؟ (فشار هوای محیط را 101 kPa و چگالی آب را $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ بگیرد.)

بگیرد. $P_A = P_B$

$$P_{g,1} = \rho_1 g h + P_0$$

$$\Rightarrow P_{g,1} = 1000 \times 10 \times \frac{11}{100} + 101000$$

$$P_{g,1} = 11000 + 101000 = 112000$$



$$P_n = P_m \Rightarrow P_{g,1} = P_{g,2} + \rho g h \Rightarrow 12 \times 10^4 = 112000 + 1000 \times 10 \times h$$

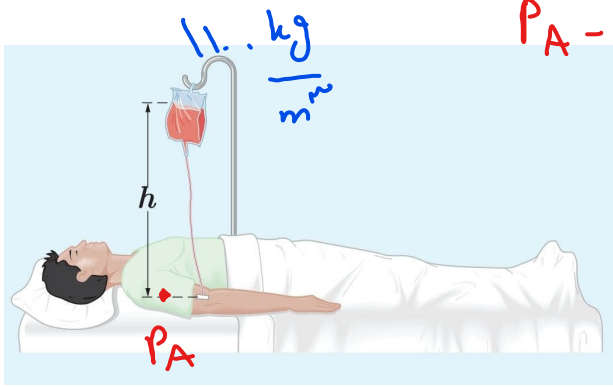
$$120000 - 112000 = 10000h \Rightarrow 8000 = 10000h \Rightarrow h = 0.8 \text{ m} = 80 \text{ cm}$$



۱۳

شکل روبه رو یک کیسه پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. پرستار سوراخی را در قسمت خالی کیسه ایجاد می کند. اگر فشارسنج، فشار سیاهرگ بیمار را ۱۴۳۰ پاسکال نشان

دهد، ارتفاع کمینه h چند سانتی متر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ (چگالی محلول $1100 \frac{kg}{m^3}$ و $g = 10 \frac{N}{kg}$)



$$P_A - P_0 = 1430, \quad P_A = P_0 + \rho g h$$

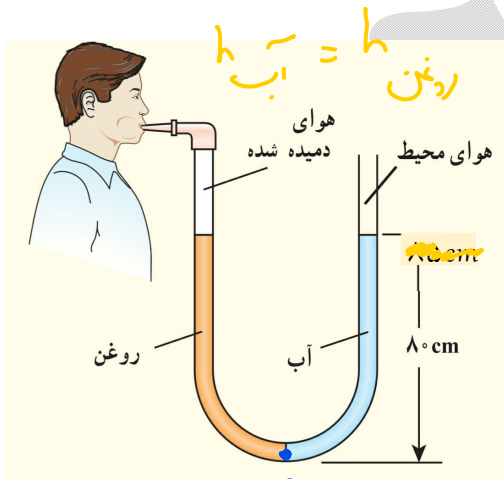
$$P_A - P_0 = 1430 = \rho g h$$

$$1100 \times 10 \times h = 1430$$

$$h = \frac{143}{1100} m = \frac{13}{100} m = 13 cm$$

۱۴

در شکل مقابل، حجم آب و روغن درون لوله U شکل برابر است. فشار پیمانه ای هوای درون ریه شخصی که از شاخه سمت چپ لوله آن دمیده است، چند میلی متر جیوه است؟ (کتاب درسی)



$$(g = 10 \frac{N}{kg}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}, \rho_{\text{روغن}} = 800 \frac{kg}{m^3})$$

$$P_M = P_0 + (\rho_{\text{روغن}} g h)$$

$$P_M = P_0 + (\rho_{\text{آب}} g h)$$

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

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

$$1400 = (\rho_{\text{آب}} g h) - (\rho_{\text{روغن}} g h)$$

$$\frac{2}{1000} = h \Rightarrow h = \frac{2}{1000} \times 1000 mm Hg = 2 mm Hg$$



۱۵

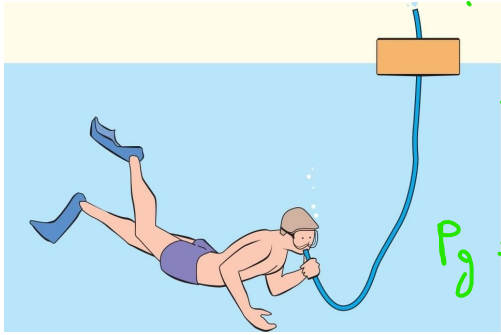
غواصی مطابق شکل با قرار دادن یک سر لوله ای در دهان خود، در حالی که سر دیگر آن از آب بیرون است در عمق $۶۱/۵$ متری شنا می کند اگر چگالی آب $۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3}$ باشد، اختلاف فشار درون ریه غواص با فشار وارد

(کتاب درسی)

بر قفسه سینه او چند کیلو پاسکال است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

فشار وارد بر قفسه سینه برابر فشار هوا در فشار آب است

فشار هوا در ریه برابر فشار هوا است.



$P_g =$ فشار قفسه سینه
 $P_0 =$ فشار هوا

$$P_g - P_0 = \rho g h = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۶۱,۵ = ۶۱۵ kPa$$





لوله U شکل

اگر دو یا چند مایع متفاوت و مخلوط نشدنی، داخل لوله ها ریخته شود، نقاط هم تراز داخل

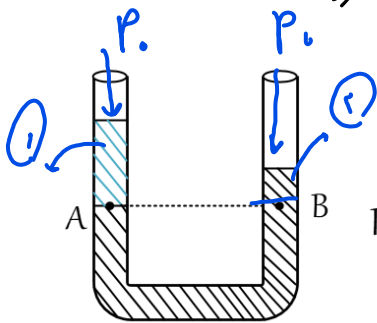


یک نوع مایع، هم فشار هستند.

توجه: هرگاه بالای هر دو لوله باز باشد، فشار هوا تأثیری در نحوه قرار گرفتن مایع ها ندارد.



پس برای هر تعداد مایع فرمول زیر قابل استفاده است:



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

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

مجموع ρh مایع های چپ = مجموع ρh مایع های راست

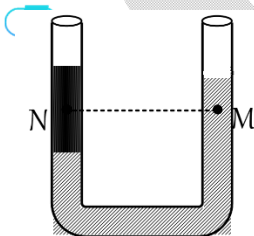
توجه: در رابطه بالا یکای SI اهمیت ندارد ولی باید یکای h و ρ را یکسان بگذاریم.



توجه: نقاط هم تراز در دو مایع متفاوت، هم فشار نیستند.



$$P_N \neq P_M$$



روش حل: (۱) نزدیک ترین سطح هم فشار را به دو نقطه M و N پیدا کنید.

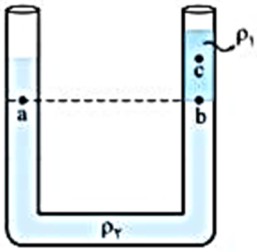
(۲) اختلاف فشار را در هر دو طرف از سطح هم فشار تا M و N با هم مقایسه کنید.



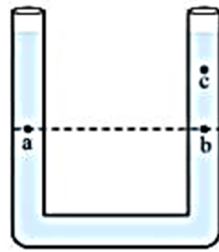


باتوجه به شکل‌ها، عبارت‌های زیر را با قرار دادن <، > یا = تکمیل کنید.

۱



$P_a = P_b > P_c$ (ب)

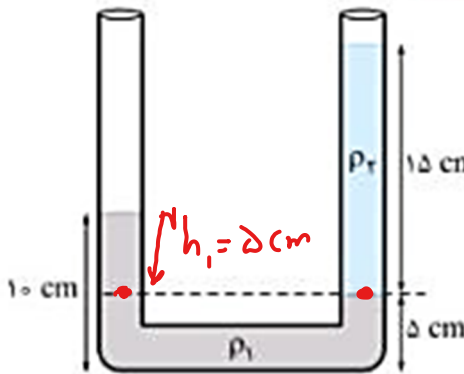


$P_a = P_b > P_c$ (الف)

در شکل روبه‌رو، جیوه با چگالی $\rho_1 = 13.5 \text{ g/cm}^3$ با مایع دیگری به چگالی ρ_2 در حال تعادل است. ρ_2 را

۲

برحسب کیلوگرم بر متر مکعب به دست آورید.

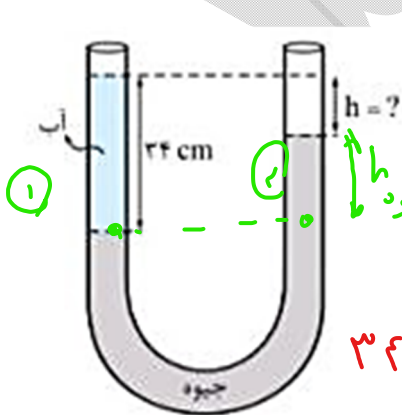


$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 13.5 \times 5 = \rho_2 \times 15$

$\frac{47.5}{15} = \rho_2 = 3.16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

در شکل مقابل، اختلاف ارتفاع آب و جیوه چند سانتی‌متر است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

۳



$\rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}}$

$1 \times 34 = 13.6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{1}{13.6} = 2.5 \text{ cm}$

$34 - 2.5 = 31.5 \text{ cm}$

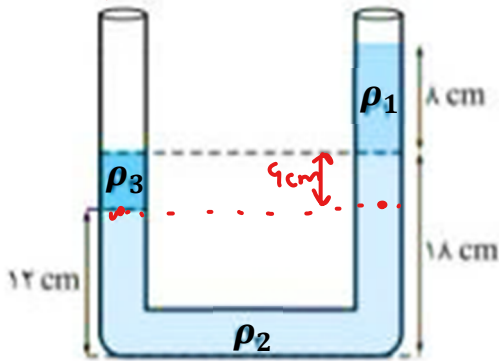


سه مایع مخلوط نشدنی ρ_1 ، ρ_2 و ρ_3 درون لوله U شکلی مانند شکل روبه‌رو در حال تعادل هستند. چگالی

۴

$$h_r = h_p = 9 \text{ cm}$$

ρ_1 را محاسبه کنید. ($\rho_3 = 2 \text{ g/cm}^3$, $\rho_2 = 1/2 \text{ g/cm}^3$)



$$\rho_3 h_r = \rho_1 h_p + \rho_2 h_r$$

$$2 \times 9 = \rho_1 \times 18 + 1/2 \times 9 \Rightarrow$$

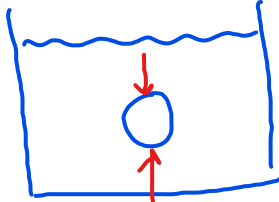
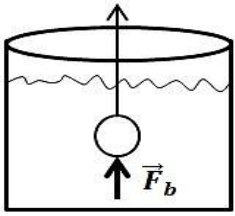
$$12 - 4.5 = 18 \rho_1 \Rightarrow 7.5 = 18 \rho_1$$

$$\rho_1 = \frac{7.5}{18} \text{ g/cm}^3$$



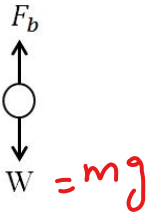
اصل ارشمیدس و نیروی شناوری

هر گاه جسمی درون شاره‌ای قرار بگیرد، شاره نیرویی به جسم وارد می‌کند که جهت آن به سمت بالا است



* اندازه نیروی F_b برابر است با وزن شاره جابه جا شده

* علت وجود نیروی شناوری تفاوت نیروی وارد بر سطح بالایی و سطح پایینی جسم در اثر اختلاف فشار است.



جسم پایین می‌رود $(\rho_{\text{ج}} > \rho_{\text{م}})$

تعدادل جسم } غوطه‌وری $(\rho_{\text{ج}} = \rho_{\text{م}})$
شناوری $(\rho_{\text{ج}} < \rho_{\text{م}})$

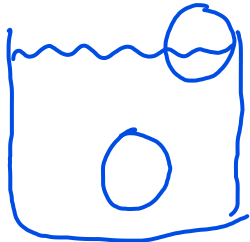
جسم بالا می‌رود $(\rho_{\text{ج}} < \rho_{\text{م}})$

$$F_b < W$$

$$F_b = W$$

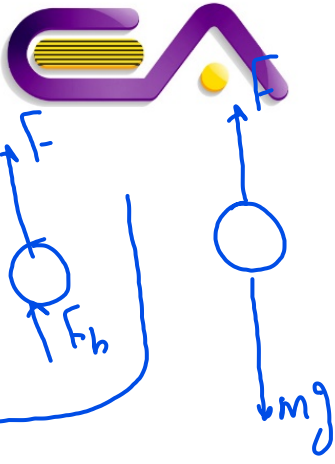
$$F_b > W$$

سه حالت داریم:



* هر چه چگالی جسم بیشتر باشد، نسبتی از جسم که در شاره فرو می‌رود بیشتر است.





۱) درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

الف) بلند کردن یک جسم درون آب آسانتر از بلند کردن آن جسم خارج آب است. ✓

ب) اندازه نیروی شناوری به عمقی که جسم شناور در آن قرار دارد، وابسته است. ✗

پ) اگر چگالی جسم برابر چگالی مایع باشد، جسم روی مایع شناور می‌شود. ✗

۲) کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) به جسم درون یک شاره، همواره نیروی (بالاسو) - پایین سو) خالصی وارد می‌شود.

ب) اگر نیروی شناوری از وزن جسم کمتر باشد، جسم درون شاره (غوطه‌ور می‌شود - فرو می‌رود).

۳) تمساح‌ها با بلعیدن سنگ در آب فرو می‌رود و برای بالا آمدن سنگ‌ها را بیرون می‌اندازند. این موضوع را

چگونه توجیه می‌کنید؟ سنگ می‌خورد - وزن خود را زیاد کند تا فرو برود در قتی
سنگ‌ها را در می‌آورد به بالا می‌آید

۴) اگر فشار مایع در همه عمق‌ها یکسان بود، آیا نیروی شناوری به اجسام درون مایع وارد می‌شد؟

نیروی شناوری در اثر اختلاف فشار بالا و پایین جسم است. در صورتی که فشار در همه جا یکسان باشد، نیروی شناوری وجود ندارد.



۵ درون یک ظرف مقداری آب بریزید. یک پوش‌برگ (فویل) آلومینیومی به ابعاد تقریبی $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ اختیار کنید و آن را مجاله کنید. پیش‌بینی کنید با قرار دادن پوش‌برگ مجاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید.

پوش‌برگ دیگری با همان ابعاد اختیار کنید و به جای مجاله کردن، آن را چندین بار (دست کم ۵ بار) روی هم تا کنید. اگر این پوش‌برگ چند لایه را، روی سطح آب قرار دهید، پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ (کتاب درسی)



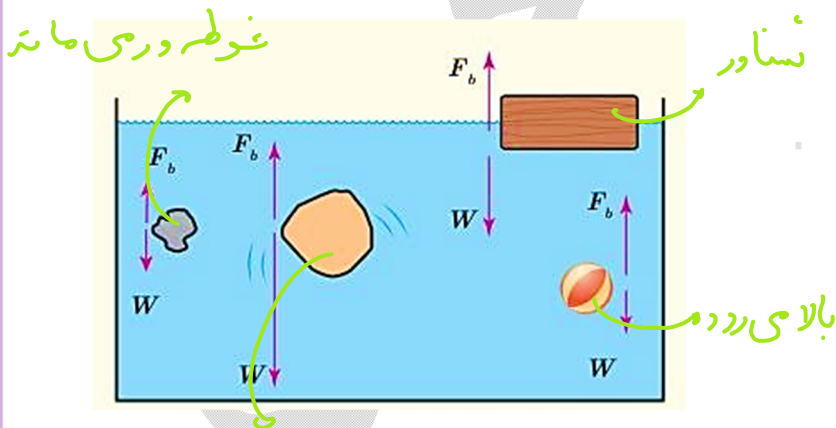
$$\rho = \frac{m}{V}$$

فردی دارد

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

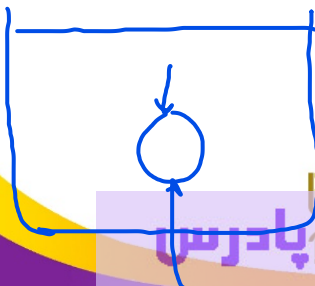
فردی دارد

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



۷ توضیح دهید چرا نیروی شناوری برای جسمی که در یک شاره قرار دارد روبه بالاست؟

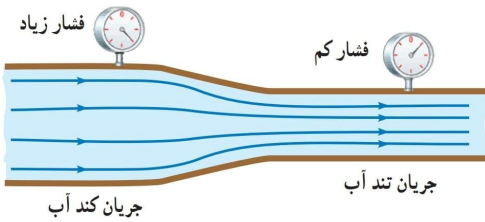
نیروی شناوری در اثر اختلاف فشار در بالا و پایین جسم
و چون نیروی پایین بزرگتر در جهت روبه بالاست





اصل برنولی

با افزایش تندی شاره، فشار داخل شاره کاهش می‌یابد.



$$v \uparrow = P \downarrow$$

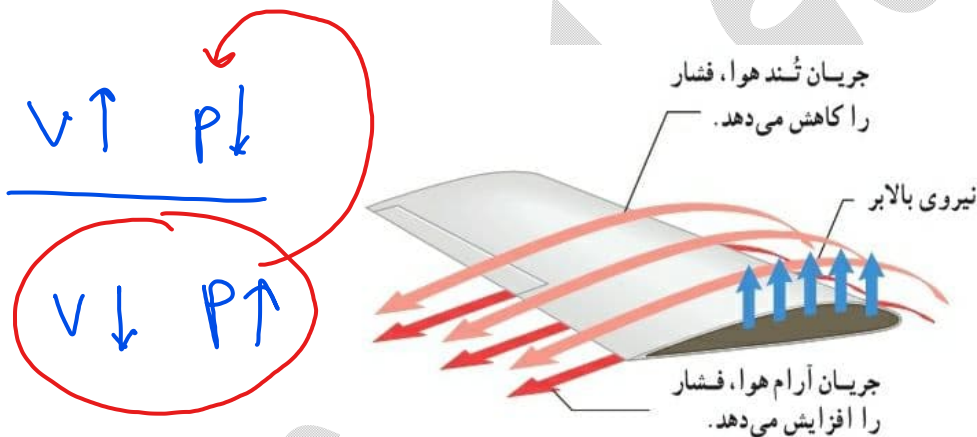
مثال‌هایی از اصل برنولی: **عطرپاش**، **حرکت کات دارتوپ** و ...

نکته

شاره از جای **پرفشار** به جای **کم فشار** حرکت می‌کند.

کاربردهای اصل برنولی:

۱- بال هواپیما:

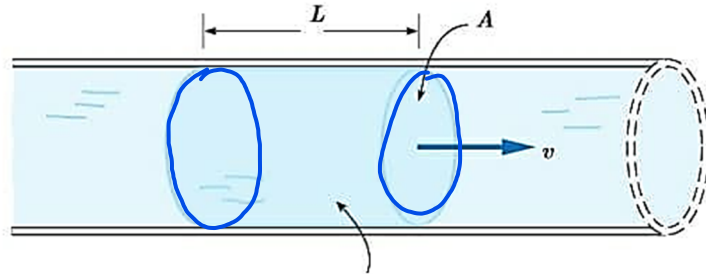




معادله پیوستگی

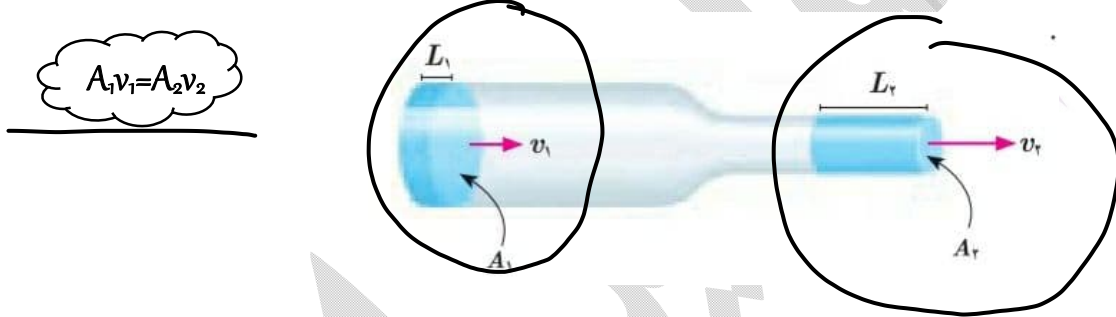
$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

آهنگ شارش



حجم این بخش شارش برابر ALv است.

معادله پیوستگی: در مدت t ، جرم یکسانی از دو لوله عبور می‌کند. (و به تبع آن حجم یکسانی از دو لوله عبور می‌کند)



$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

توجه: در رابطه معادله پیوستگی لازم نیست یکها A باشند، تنها اینکه یکای کمیت‌ها یکسان باشد کافی است.

$$\text{آهنگ شارش} = \frac{\text{حجم شارش}}{\text{زمان}}$$

توجه:



۱) تندی حرکت مایعی درون یک لوله $15 \frac{m}{s}$ و آهنگ شارش در این لوله $0.3 \frac{m^3}{s}$ است. سطح مقطع لوله چند سانتی متر مربع است؟

$$A \cdot v = Q \Rightarrow A = \frac{Q}{v} = \frac{0.3 \frac{m^3}{s}}{15 \frac{m}{s}} = 0.02 \frac{m^2} = 2 \text{ cm}^2$$

۲) درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

الف) در یک جریان لایه‌ای از آب هر چه سطح مقطع لوله‌ای که در آن آب جاری می‌شود، افزایش یابد، سرعت

آب کاهش می‌یابد. ✓
 $A_1 v_1 = A_2 v_2$

ب) برای شاره‌ای که به طور لایه‌ای و در امتداد افق با افزایش تندی شاره، فشار داخل شاره افزایش می‌یابد. ✗

پ) در هنگام بلند شدن هواپیما از سطح زمین، سرعت جریان هوا در زیر بال‌ها کم‌تر از سرعت جریان هوا در بالای

آنها است. ✓

$$\frac{v^2 \downarrow \quad P \downarrow}{v^2 \downarrow \quad P \uparrow}$$

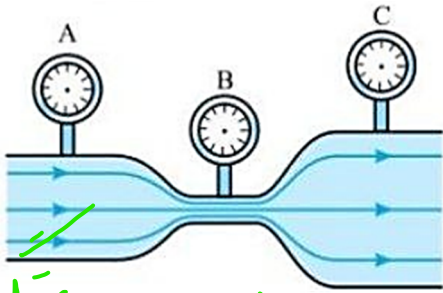
۳) چرا هواپیماها معمولاً در خلاف جهت باد بلند می‌شوند؟
 چون اختلاف تندی هوا در بالا و پایین هوا باعث ایجاد نیروی سوز



اصل برنولی

در شکل مقابل، مقداری را که فشارسنج‌های A، B و C نشان می‌دهند. با هم مقایسه کنید.

۴



معادله پیوستگی

معادله پیوستگی

$$A_C > A_A > A_B$$

$$v_B > v_A > v_C$$

$$P_C > P_A > P_B$$

وقتی شیر آبی را کمی باز کنید و آب به آرامی جریان یابد، مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیک‌تر شدن

۵

به زمین، باریک‌تر می‌شود (شکل روبه‌رو). دلیل این پدیده را با توجه به معادله پیوستگی توضیح دهید.

چون سرعت بیشتر می‌شود باید سطح مقطع کاهش یابد (طبق کتاب درسی)



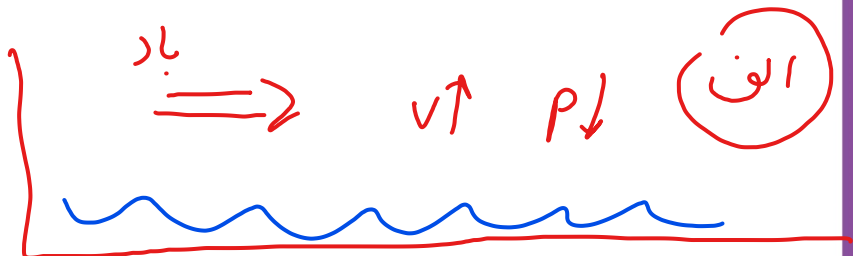
الف) روزهایی که باد می‌وزد، ارتفاع موج‌های دریا یا اقیانوس بالاتر از ارتفاع میانگین می‌شود. با اصل برنولی

۶

چگونه می‌توان افزایش ارتفاع موج را توضیح داد؟

ب) شکل روبه‌رو کامیونی را در دو وضعیت سکون و در حال حرکت نشان می‌دهد. با استفاده از اصل برنولی توضیح

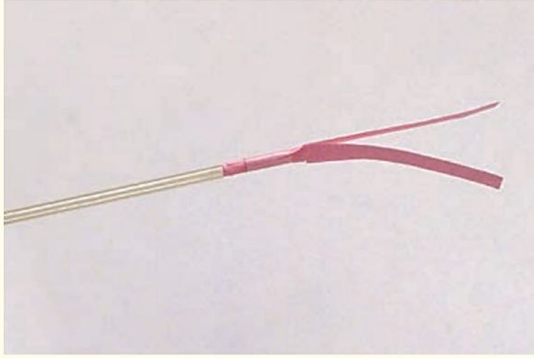
دهید چرا وقتی کامیون در حال حرکت است پوشش برزنتی آن پُف می‌کند.





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

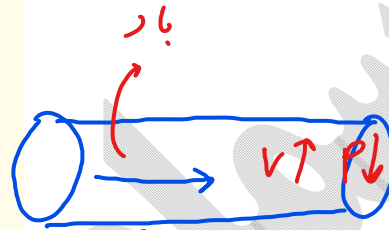
(کتاب درسی)



(الف)



(ب)



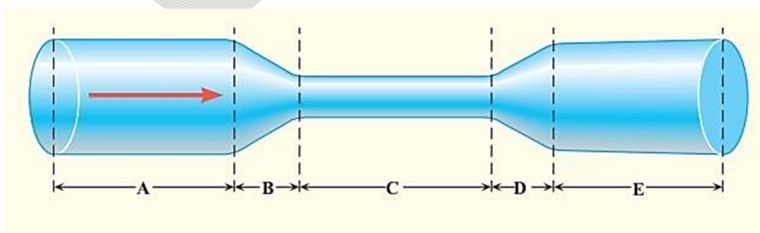
با فوت کردن بین دو نوار کاغذ فشار کم می‌شود

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

(کتاب درسی)

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

(ب) تندی آب را در قسمت‌های A، C و E لوله با یکدیگر مقایسه کنید. $v_C > v_B = v_D > v_A = v_E$

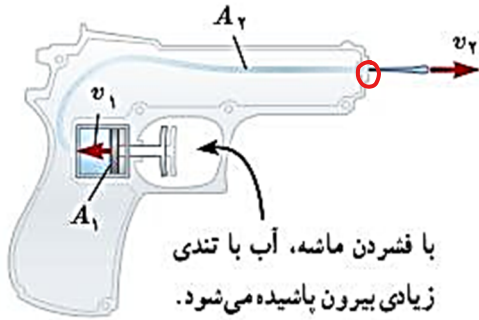




$$A_1 = 2.0 \text{ cm}^2$$

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

اگر $A_1 = 2.0 \text{ cm}^2$ ، $A_2 = 0.10 \text{ mm}^2$ و $v_1 = 0.30 \text{ cm/s}$ باشد تندی خروج آب را به دست آورید. (کتاب درسی)



$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow 2.0 \times \frac{3}{1} = \frac{1}{10} \times v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = 600 \text{ cm/s}$$

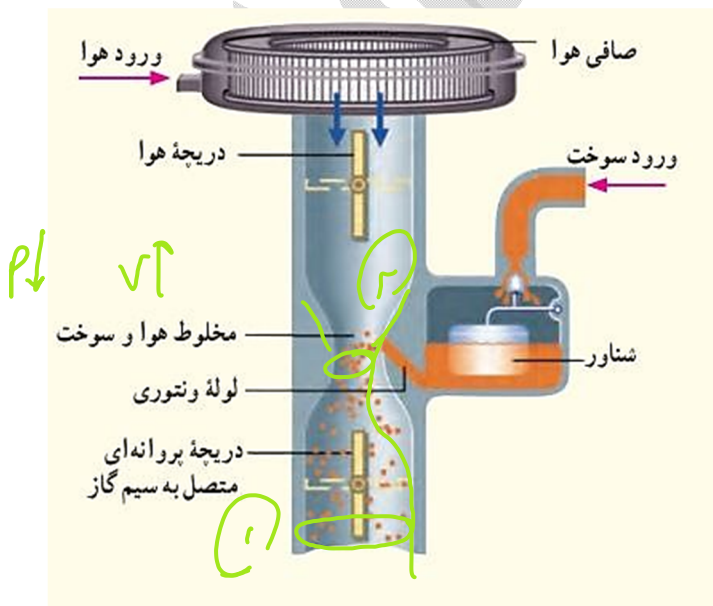
شکل زیر کاربراتور یک موتور بنزینی قدیمی را نشان می‌دهد. حجم هوایی که وارد کاربراتور می‌شود توسط

دریچه پروانه‌ای که به سیم گاز خودرو وصل شده، قابل تنظیم است. با توجه به کاربرد اصل برنولی در ساختمان یک

کاربراتور، توضیح دهید چرا با فشردن بیش‌تر پدال گاز، دور موتور خودرو افزایش می‌یابد و خودرو می‌تواند سریع‌تر

(کتاب درسی)

حرکت کند.



$$\begin{matrix} \downarrow P & \uparrow v & \downarrow A & \textcircled{2} \\ \uparrow P & \downarrow v & \uparrow A & \textcircled{1} \end{matrix}$$



۱۱

شکل مقابل بزرگ شده شیر آتش نشانی را نشان می دهد. اگر آب با تندی $v_1 = 1/5 \frac{m}{s}$ از لوله وارد شیر

شود و قطر ورودی شیر $d_1 = 9/6 cm$ و شعاع قسمت خروجی آن $1.8 cm$ باشد، تندی خروجی آب از شیر چند متر

(کتاب درسی)

بر ثانیه است؟

$$r_2 = 1.8 cm$$

$$r_1 = \frac{1}{2} d_1 = 4.8 cm$$

۲۰۸ (۲)

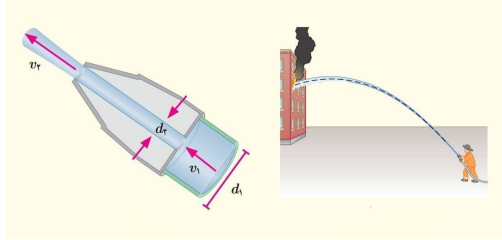
۵۴ (۱)

۱۸ (۴)

$$A_2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \pi$$

۹ (۳)

$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi r_2^2 = \pi \times (4.8)^2 = \left(\frac{4.8}{1}\right)^2 \pi$$



$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\left(\frac{4.8}{1}\right)^2 \times 1.5 = \left(\frac{1.8}{1}\right)^2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = 54 m/s$$