

آموزش کامل + حل تست پیشرفته

شروع رایگان دوره از ۲۰ تیرماه

پیشرفته

شروع کلاس سالیانه فیزیک پایه دهم

ویژه امتحان تستی و تشریحی

معلم رتبه‌های ۹، ۱۱ و ۱۸ کشوری _ نویسنده آی کیو، میکرو و نردبام
طراح آزمون‌های قلمچی، گاج، ماز و آرمان _ ویراستار آی کیو جامع

امیررضا جشانی پور

برای دانلود فیلم‌ها و جزوات این کلاس، از طریق کانال‌های تلگرام، اینستاگرام و یا
آپارات‌مون اقدام کنید یا به آیدی تلگرام **jashani121212** پیام دهید:



tajrobi10jashani



Jashan-academy.ir



Jashan_academy

بسم الله الرحمن الرحيم

این جزوه و تدریس‌های ویدئویی آن تنها مربوط به سایت جشان آکادمی (jashan-academy.ir) و تیم تدریس آن است؛ برای دسترسی به تدریس سایر دروس تخصصی به همین سایت مراجعه بفرمایید یا به آیدی تلگرام @jashani121212 پیام دهید.

فصل ۲: ویژگی‌های فیزیکی مواد

درسنامه ۱: حالت‌های ماده و نیروهای بین مولکولی

کاربردهای مواد

- آشنایی با ویژگی‌های فیزیکی مواد در تمام شاخه‌های علوم، مهندسی و پزشکی اهمیت زیادی دارد.
- مطالعه هر یک از حالت‌های ماده، منجر به کاربردهای فراوانی در فناوری، صنعت و زندگی روزمره شده است.
- شاره‌ها (واژه‌ای که برای و به کار می‌بریم) در بسیاری از جنبه‌های زندگی ما نقش مهمی دارند.
- جامدها بخش بزرگی از محیط فیزیکی پیرامون ما را می‌سازند و ما آن‌ها را به هر شکلی که بخواهیم در می‌آوریم.

حالت‌های ماده

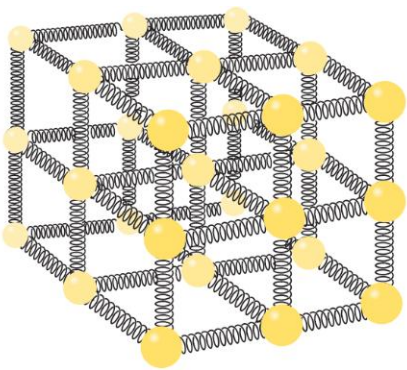
- تعریف ماده: هر چیزی که فضا را اشغال کند یا حجم داشته باشد، به آن ماده می‌گویند.
- مواد مختلف از ذرات ریزی به نام یا ساخته می‌شوند.
- اندازه اتم‌ها حدود یک یا چند است ($1 \text{ \AA} = \dots\dots\dots \text{m}$).
- اندازه مولکول‌ها بسته به تعداد اتم‌های آن‌ها می‌تواند بسیار متفاوت باشد. برخی از درشت مولکول‌ها مانند بسپارها (پلیمرها) می‌تواند تا ۱۰۰۰ آنگستروم نیز باشد.
- هر درشت مولکولی لزوماً پلیمر نیست، مثل



نکته: ذره‌های سازنده مواد همواره در حرکت‌اند و به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. حالت ماده به چگونگی این ذره‌ها و اندازه بین آن‌ها بستگی دارد. بر همین اساس مواد به چهار دسته تقسیم می‌شوند: جامد، مایع، گاز و پلاسما!

۱- جامد:

- اجسام جامد حجم و شکل (معینی / متغیری) دارند.
- قوی‌ترین نیروهای بین مولکولی (از جنس نیروهای و کوتاه‌برد) در بین ذرات سازنده آن‌ها یافت می‌شود.
- فاصله بین ذرات آن‌ها در حد است.
- ذرات سازنده جامدات حرکت‌های انتقالی (شارش) اما ذرات آن‌ها در مکان‌های معینی نسبت به هم قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان‌های بسیار انجام می‌دهند.
- هرچه اجسام جامد را گرم‌تر کنیم، این نوسانات بزرگ‌تر و قوی‌تر شده و جسم جامد دچار اندک حجم می‌شود.
- نیروهای بین ذرات جامد مانند فنر عمل می‌کنند. اگر ذرات آن‌ها بیش از حد به هم نزدیک شوند، نیروی ایجاد می‌شود و آن‌ها را به جای اول برمی‌گرداند (عدم تراکم‌پذیری در جامدات) و اگر ذرات آن‌ها بیش از حد از هم دور شوند، نیروی ایجاد می‌شود و آن‌ها را به جای اول برمی‌گرداند (عدم انبساط‌پذیری در جامدات).



شکل کتاب: مدلی از ساختار یک جامد که از میلیاردها میلیارد بخش، مانند این تشکیل شده است.

انواع جامدات

الف) جامدات بلورین:

- اغلب آن‌ها به سبب سرد شدن مایعات خود به وجود می‌آیند.
- ذرات فرصت کافی برای ایجاد طرح‌های منظم از الگوهای بعدی تکرار شونده حاصل شده‌اند.
- مثال: فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی از جامدات بلورین‌اند.

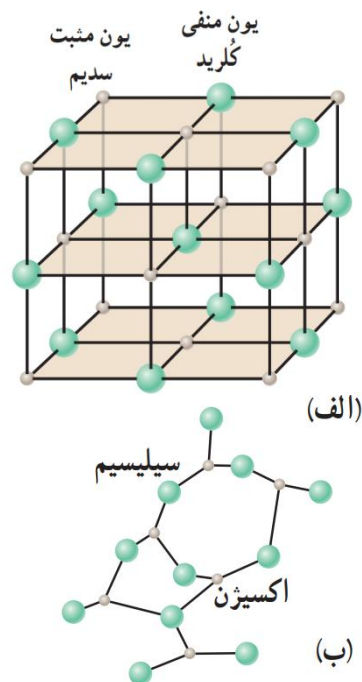
ب) جامدات بی‌شکل (آمورف):

- معمولاً به سبب سرد شدن مایعات خود ایجاد می‌شوند و ذرات فرصت کافی برای ایجاد طرح‌های منظم در حالت جامد، ذرات آن‌ها در طرح‌های نامنظمی که به حالت مایع داشته‌اند، باقی می‌مانند.
- شیشه نوعی جامد آمورف است. این مواد ذوب خمیری دارند یعنی به حالت مایع کاملاً روان و حالتی بین جامد و مایع دارند و نقطه ذوب مشخصی و فقط شل و سفت می‌شوند. مثل قیر و اکثر پلاستیک‌ها!

شکل کتاب:

(الف) ساختار بلورین NaCl ، که در آن یون‌های سدیم و یون‌های کلرید به صورت یک در میان در گوشه‌های یک مکعب قرار گرفته‌اند.

(ب) ذرات سازنده یک جامد بی‌شکل، مانند شیشه که در طریقی نامنظم در کنار هم قرار گرفته‌اند.



نکته: با توجه به این شکل در شبکه بلوری، هر یون سدیم توسط یون کلرید (و همچنین بالعکس) احاطه شده است. این یون‌ها به صورت یک در میان در گوشه‌های یک (مربع / مکعب) قرار می‌گیرند (در سه بعد).

نکته: همانطور که مشخص است در شبکه بلوری NaCl ، ذرات به صورت صفحه‌های (مرتبط / غیرمرتبط) به هم قرار می‌گیرند.

۲- مایع:

- فاصله ذرات سازنده مایعات تقریباً همانند است و دارای فاصله‌ای در حد هستند.
- نیروهای الکتریکی بین ذرات آن‌ها نسبت به جامدات هستند.
- ذرات به صورت (منظم / نامنظم) در کنار هم آرایش یافته‌اند و تقارن جامدهای بلورین را
- در مایعات همانند جامدات اگر فاصله بین دو مولکول از حدی بیشتر شود همدیگر را، و اگر از حدی کمتر شود همدیگر را می‌کنند (یعنی تراکم ناپذیری و حجم ثابت دارند).
- مایعات حجم ثابت دارند و تراکم ناپذیرند (مثل) اما به دلیل حرکت انتقالی مولکول‌ها، شکل ثابتی (برخلاف).
- جریان می‌یابند و به شکل ظرف خودشان در می‌آیند.
- با افزایش گرما جنب و جوش ذرات آن‌ها شده، نیروهای بین مولکولی می‌شوند و راحت‌تر و سریع‌تر جریان می‌یابند.
- پدیده پخش در آن‌ها رخ می‌دهد. در واقع حرکات نامنظم و (تصادفی) مولکول‌های مایعات باعث می‌شود این مولکول‌ها با ذرات وارد شده به مایع (مثل نمک، شکر و جوهر) برخورد کرده و آن‌ها را در سراسر مایع پخش کنند.



شکل ۲-۵ طرحی از حرکت نامنظم و کاتوره‌ای یک مولکول آب

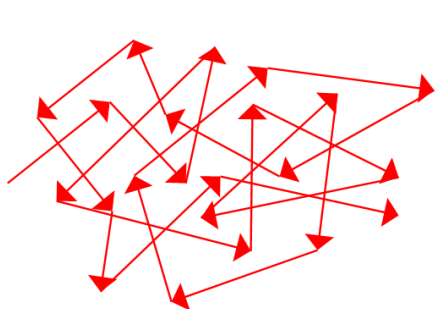
شکل ۲-۴ ذرات سازنده جوهر به تدریج در آب پخش می‌شوند.

۳- گازها:

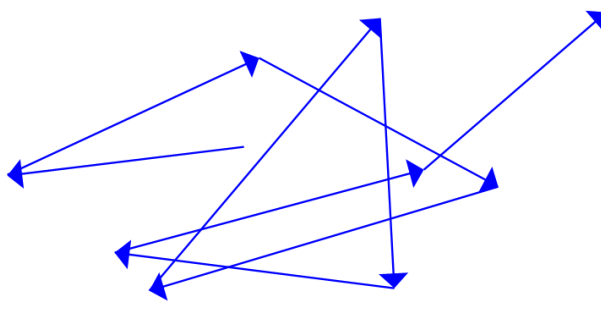
- ذرات سازنده آن‌ها (مولکول‌های گازی) حدود تا آنگستروم هستند در حالی که فاصله میانگین آن‌ها در شرایط معمولی در حدود آنگستروم است (یعنی برابر مایعات و جامدات).
- نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد هستند. یعنی تنها در فاصله اثر می‌کنند. به همین دلیل می‌توان در گازها مایعات و جامدات از آن‌ها صرف نظر کرد.
- شکل مشخصی و تراکم‌پذیر
- گازها در هر فضایی که قرار بگیرند آنقدر منبسط می‌شوند که کل آن فضا را اشغال می‌کنند. پس گازها انبساط‌پذیری زیادی (ندارند / دارند).
- حرکت ذرات آن‌ها به صورت آزادانه، کاتوره‌ای و بسیار است (در یک بادکنک حد m/s ) و با یکدیگر و دیواره ظرف برخورد می‌کنند.
- پدیده پخش در گازها هم رخ می‌دهد و به دو علت از مایعات تر است:
- ۱) فاصله مولکول‌های گاز از مایعات است. این باعث می‌شود بین دو برخورد متوالی و تغییر مسیر، مولکول‌های پخش شونده در گاز نسبت به مایع مسافت طی کنند و سریع‌تر پخش شوند. (علت اصلی)
- ۲) سرعت حرکت آزادانه و کاتوره‌ای ذرات گاز از مایع است. (علت فرعی)



شکل ۲-۴ حرکت نامنظم ذرات گاز درون



حرکت کاتوره‌ای یک مولکول در حالت



حرکت کاتوره‌ای یک مولکول در حالت

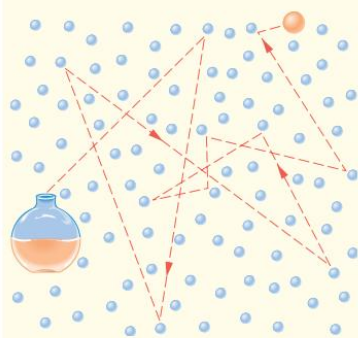
نکته: اگر پدیده پخش نبود، اولاً اکسیژن در سراسر اتمسفر به صورت یکنواخت پخش نمی‌شد؛ دوماً گازها به ترتیب چگالی و به شکل طبقاتی قرار می‌گرفتند (بختی اینه که کربن دی‌اکسید از اکسیژن چگال‌تره)!

فعالیت ۲-۲



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

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



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

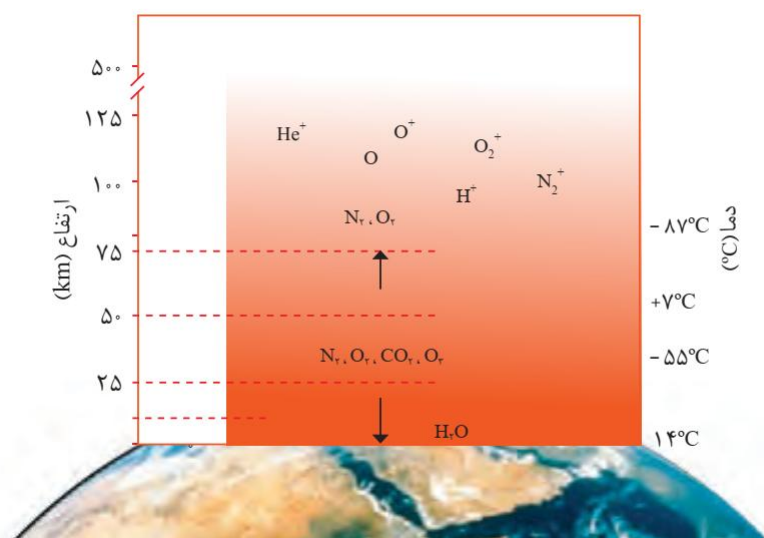
ب) هوای اطراف کره زمین، آمیزه‌ای از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن دی‌اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی‌اثر (کریپتون، نئون و هلیم) است. این مولکول‌ها به طور کاتوره‌ای و با تندی زیاد همواره در حرکت‌اند. برخورد مولکول‌های هوا به یکدیگر سبب پخش آنها می‌شود. اهمیت این پدیده را برای حیات روی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

مقایسه ویژگی‌های سه حالت مهم ماده	جامد	مایع	گاز
فاصله بین ذرات (آنگستروم)			
ثابت بودن حجم			
تراکم پذیری			
انبساط پذیری			
حرکت نوسانی ذرات			
حرکت انتقالی (شارش) ذرات			
شاره بودن			
ماهیت نیروی بین ذرات			
شکل ثابت داشتن			
ترتیب قدرت نیروهای بین مولکولی			
کوتاه‌برد یا دوربرد بودن نیروهای بین ذرات			
سرعت وقوع پدیده پخش			

۴- پلاسما:

- در کتاب درسی ما پلاسما به عنوان حالت ماده شناخته می‌شود.
- خورشید که به زمین نور و گرما می‌بخشد از حالت چهارم ماده به نام پلاسما ساخته شده است.
- اغلب (نه همواره) در دماهای خیلی به وجود می‌آید.
- ماده درون ستارگان، بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.
- پس می‌توان گفت بیشتر عالم هستی از جنس پلاسماست.

نگرش بین رشته‌ای: با توجه به شکل زیر از کتاب شیمی دهم، مشخص است که در لایه چهارم اتمسفر زمین (لایه ترموسفر) تحت تابش‌های پرانرژی نور خورشید، برانگیختگی ذرات و باردار شدن آن‌ها ایجاد شده است. این حالت را پلاسما می‌گویند. پلاسما را می‌توان نوعی گاز گداخته دانست که دارای الکترون‌های آزاد، یون‌های مثبت و مولکول‌های خنثی است و برخلاف گازها رسانای خوبی برای جریان برق است.



سوال: اگر برای یک ماده معین، متوسط اندازه نیروهای بین مولکولی در حالت‌های گازی، مایع و جامد به ترتیب F_g ، F_l و F_s باشد، کدام رابطه زیر درست است؟

$F_s = F_l = F_g$ (۱)
 $F_s > F_l = F_g$ (۳)
 $F_s > F_l > F_g$ (۲)
 $F_s = F_l > F_g$ (۴)

سوال: کدام گزینه صحیح است؟

- جامدهای آمورف (بی‌شکل)، شکل مشخص و ثابتی ندارند.
- ذرات جامد برخلاف مایع و گاز، همواره در جای خود ثابت‌اند.
- همه جامدات بلورین حاصل سرد شدن آهسته مایعات خود هستند.
- ذرات جسم جامد به علت نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند، در کنار یکدیگر می‌مانند.



«تالیفی»

سوال: کدام گزینه عبارت زیر را نسبت به سایر گزینه‌ها به طرزی متفاوت تکمیل می‌کند؟

«جامدات بلورین همانند جامدات آمورف و برخلاف آن‌ها»

(۱) تراکم ناپذیرند- به حالت ذوب، شکل ثابتی ندارند.

(۲) ساختار منظم و متقارن دارند- نقطه ذوب معینی دارند.

(۳) حاصل سرد شدن مایع خود هستند- از طرح‌های تکرار شونده حاصل شده‌اند.

(۴) در برخی جامدات شفاف یافت می‌شوند- ذرات دارای نوسان در مکان‌های معینی هستند.

«تالیفی»

سوال: ویژگی مشترک گازها و مایعات در این است که هر دو

(۱) شکل ظرفی که درون آن ریخته می‌شوند را به خود گرفته و در همه نقاط آن پخش می‌شوند.

(۲) مولکول‌های آن‌ها با آزادی کامل به هر سمتی می‌روند و باعث وقوع پدیده پخش می‌شوند.

(۳) دارای نیروهای بین مولکولی الکتریکی و کوتاه برد هستند و حرکت‌های کاتوره‌ای انتقالی دارند.

(۴) حداکثر اندازه مولکول‌های آن‌ها تقریباً برابر با متوسط اندازه فاصله بین مولکولی مایعات و جامدات است.

«خیلی سبز»

سوال: کدام گزینه عبارت زیر را به درستی کامل می‌کند؟

«مولکول‌های عطر در فضای اتاق، با تندی حرکت می‌کنند و با تندی نسبتاً پخش می‌شوند.»

(۱) زیاد- زیادی (۲) زیاد- کمی

(۳) کم- زیادی (۴) کم- کمی

«تالیفی»

سوال: کدام یک از گزینه‌های زیر از نظر درستی یا نادرستی با سایر گزینه‌ها افتراق دارد؟

(۱) تندی پدیده پخش در مایع > تندی پدیده پخش در گاز

(۲) تندی پدیده پخش در گاز > تندی حرکت کاتوره‌ای ذرات گاز

(۳) تندی پدیده پخش در مایع = تندی حرکت کاتوره‌ای ذرات مایع

(۴) تندی حرکت کاتوره‌ای ذرات مایع > تندی حرکت کاتوره‌ای ذرات گاز



نیروهای بین مولکولی

الف) نیروی هم‌چسبی: طبق تعریف کتاب درسی «به طور کلی، نیروهای بین مولکول‌های (همسان / متفاوت) مانند نیروهای بین مولکول‌های آب را نیروی هم‌چسبی می‌نامیم». غالباً این نیرو از نوع است.

ب) نیروی دگرچسبی: هنگامی که دو ماده در تماس با یکدیگر قرار گیرند، نوعی جاذبه مولکولی بین مولکول‌های آن‌ها ظاهر می‌شود که به آن نیروی دگرچسبی می‌گوییم.

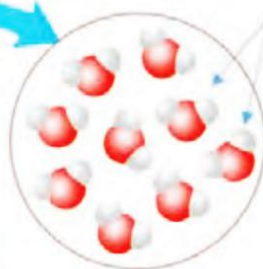
نکته: در شیمی خواهید خواند که نیروهای بین مولکولی انواع مختلف دارند. از جمله: هیدروژنی، واندروالسی، یون-دوقطبی و نیروی بین مولکولی در آب از نوع است که از قوی‌ترین نیروهای بین مولکولی است. همه این نیروها از پیوندهای بین اتم‌ها درون مولکول‌ها بسیار ضعیف‌ترند؛ پیوندهایی مثل کووالانسی (اشتراکی) و یونی!

نکته: رقابت نیروی بین مولکولی هم‌چسبی و دگرچسبی عامل بسیاری از پدیده‌ها هستند. مثلاً اگر بخواهیم ماده‌ای را درون آب حل کنیم، باید نیروی دگرچسبی بین ذرات آب و آن ماده بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب باشد تا بتوان آن ماده را در آب حل کرد.

نکته: هم نیروی هم‌چسبی و هم نیروی دگرچسبی در شرایط معمول نوعی نیروی ربایشی و جاذبه هستند، نه دافعه! این نیروها کوتاه‌بردند. یعنی در فاصله نزدیک عمل می‌کنند. اگر ذرات بیش از حد به هم نزدیک شوند، نیروها دافعه یا رانشی خواهند شد. پس هم‌چسبی و دگرچسبی همیشه هم از نوع جاذبه نیستند.



مولکول‌های آب به یکدیگر نیروی جاذبه وارد می‌کنند.



شکل ۷-۲ قطره‌های شبنمی که روی شاخ و برگ درختان در نور خورشید صبحگاهی می‌درخشند، نشانه‌ای از نیروی جاذبه بین مولکول‌های آب است.

مهم‌ترین اثر نیروی هم‌چسبی

کشش سطحی: هم‌چسبی مولکول‌های مایع در سطح آن باعث ایجاد پدیده **کشش سطحی** می‌شود. این پدیده باعث می‌شود سطح مایع مثل یک پوسته کشسان عمل کند و در برابر ورود عوامل خارجی به درون مایع مقاومت کند.

چند نکته مهم

- به علت وجود کشش سطحی می‌توان یک گیره فلزی را در آب نگه داشت که حتی از آب هم چگال‌تر است. دقت شود در محل تماس، سطح آب مثل یک تشک چار تورفتگی می‌شود.
- حشرات به دلیل نیروی هم‌چسبی، می‌توانند بر روی سطح آب راه بروند یا بایستند.
- **نگرش بین رشته‌ای:** لایه نازک آب سطحی درون حبابک‌های شش‌های انسان، یک کشش سطحی ایجاد می‌کند که در برابر باز شدن حبابک‌ها به هنگام تنفس مقاومت می‌کند. می‌توان با وارد کردن یک ماده یا ناخالصی به اسم کشش سطحی را کاهش داد تا حبابک‌ها راحت تغییر حجم دهند.
- پس مشخص شد که افزودن ناخالصی باعث نیروی هم‌چسبی و کشش سطحی می‌شود. زیرا مولکول‌های هم‌نوع دستشون به هم می‌رسه که بخوان همدیگه رو محکم بگیرن!
- دما باعث جنب و جوش و فاصله ذرات شده و هم‌چسبی و کشش سطحی را می‌دهد.
- پدیده کشش سطحی باعث شدن قطره‌های آب هنگام سقوط می‌شود. چون با یک حجم معین، کره مساحت را در بین سایر اشکال هندسی دارد. به همین علت کشش سطحی باعث می‌شود تا مساحت قطره آب به حد برسد (طبق کتاب درسی، سطح قطره‌ای که آزادانه سقوط می‌کند مانند یک پوسته کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد).
- کشش سطحی به قدرت نیروی بستگی دارد که از مایعی به مایع دیگر است.
- کشش سطحی بالای آب باعث می‌شود در دمای پایین آب به راحتی به الیاف پارچه نفوذ با افزودن شوینده (ناخالصی) یا دمای آب می‌توان کشش سطحی را داد و بر این مشکل فائق آمد.



(ت)



(ب)



(ب)



(الف)

شکل ۸-۲ الف) نشستن حشره روی سطح آب، **ب)** قرار گرفتن گیره فلزی روی سطح آب، **پ)** تشکیل حباب‌های آب و صابون و **ت)** قطره‌های کروی آب در حال سقوط آزاد، جلوه‌هایی از کشش سطحی هستند.

پرسش ۲-۲

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

فعالیت ۲-۳



الف) سعی کنید یک سوزن ته گرد یا گیره کاغذ را مطابق شکل روی سطح آب شناور کنید. برای این منظور می‌توانید از یک تکه دستمال کاغذی استفاده کنید.
 ب) پس از شناور شدن سوزن یا گیره، سطح آب را به دقت مشاهده کنید و مشاهدات خود را به کلاس گزارش دهید.
 پ) اکنون یکی دو قطره مایع شوینده را به آرامی به آب درون ظرف بیفزایید. مشاهدات خود را به کلاس گزارش کنید و دلیلی برای آن ارائه دهید.

اثرات نیروی دگرچسبی

۱) **ترشوندگی:** اگر یک مایع روی یک سطح پخش شود، در اصطلاح می‌گوییم که آن را تر (خیس) کرده است اما اگر به شکل قطرات کوچک و بزرگ بر روی سطح باقی بماند، اصطلاحاً می‌گوییم که آن را تر نکرده است (ترنکنده و ترنکننده).

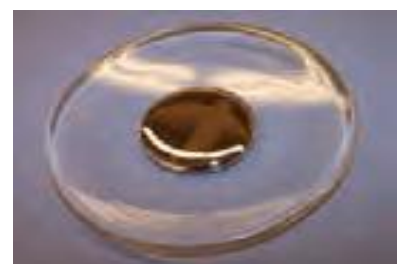
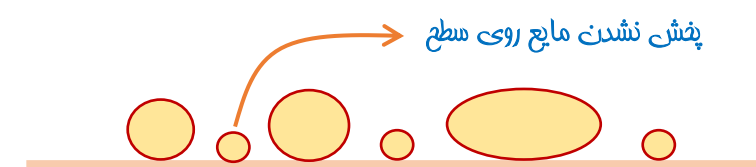
الف) تر شدن: برای تر شدن یک سطح باید:

مثل آب بر روی شیشه پاک → نیروی دگرچسبی نیروی هم‌چسبی



ب) تر نشدن: برای تر نشدن یک سطح باید:

مثل آب بر روی شیشه یا
 نیروی دگرچسبی نیروی هم‌چسبی
 همچنین مثل بر روی هر شیشه‌ای



نکته: هرچه قطرات مایع ترنکننده سطح، باشند، بیشتر از حالت کروی خارج می‌شوند و شکل پهن‌تر به خود می‌گیرند (به دلیل وزن مایع).

نکته: جیوه خودخواه و آب غریب پرست!!

نکته: ماهیت نیروهای هم‌چسبی و دگرچسبی نیز مانند سایر نیروهای بین ذرات از نوع است.

پرسش ۲-۳



شکل روبه‌رو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره‌چکان نشان می‌دهد.
الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کمتر است.
ب) افزایش دما چه تأثیری بر نیروی هم‌چسبی مولکول‌های یک مایع می‌گذارد؟
پ) چرا هنگام شستن ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرف‌شویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟

فعالیت ۲-۴

یک طرف یک تکه شیشه کوچک (با ابعادی حدود 1 cm در 1 cm) را کمی بالاتر از شعله یک شمع بگیرید تا سطح شیشه به طور کامل دوداندود شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطحی افقی قرار دهید و سپس روی سطح دوداندود شده آن چند قطره آب بریزید. آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.
بار دیگر سطح شیشه را به جای دوداندود کردن، با روغن چرب کنید و آزمایش را تکرار کنید. مشاهده خود را توضیح دهید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید. (پس از بحث کافی در خصوص این فعالیت، دوباره به تصویر و پرسش شروع فصل بازگردید و پاسخی قانع‌کننده ارائه دهید.)

فعالیت ۲-۵

این فعالیت به شما کمک می‌کند تا درک بهتری از نیروی دگرچسبی به دست آورید. به این منظور از یک لیوان پر از آب، یک کارت بانکی و تعدادی وزنه چند گرمی یا سکه‌های پول استفاده کنید. ابتدا مطابق شکل الف، کارت را طوری روی لبه لیوان قرار دهید که تنها نیمی از آن با آب در تماس باشد. وزنه‌های چند گرمی را روی قسمتی از کارت قرار دهید که با آب در تماس نیست (ابتدا وزنه ۵ گرمی، سپس ۱ گرمی و ...). نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفاهیمی که تاکنون فرا گرفته‌اید توضیح دهید.
یکی دو قطره مایع شوینده به آب اضافه کنید و آزمایش را تکرار کنید. نتیجه مشاهده خود را در گروه خود به بحث بگذارید.



(پ)



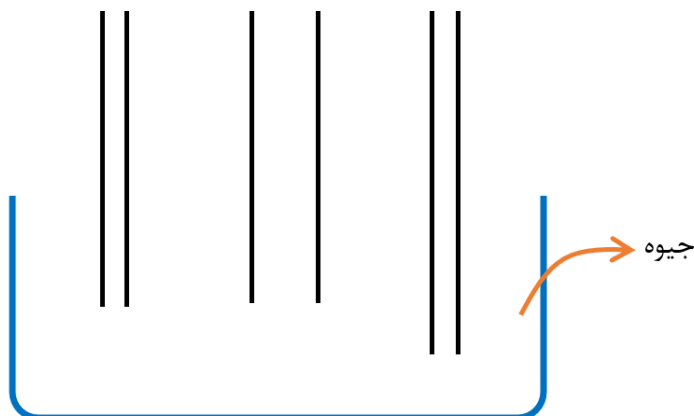
(ب)



(الف)

(۲) **مویینگی:** منظور از لوله‌های مویین لوله‌هایی است که قطر دهانه آن‌ها در حدود یک‌دهم میلی‌متر ($\sim 0.1 \text{ mm}$) باشد. مویین یعنی مومانند!

(الف) لوله مویین در مایع خودخواه مثل جیوه:

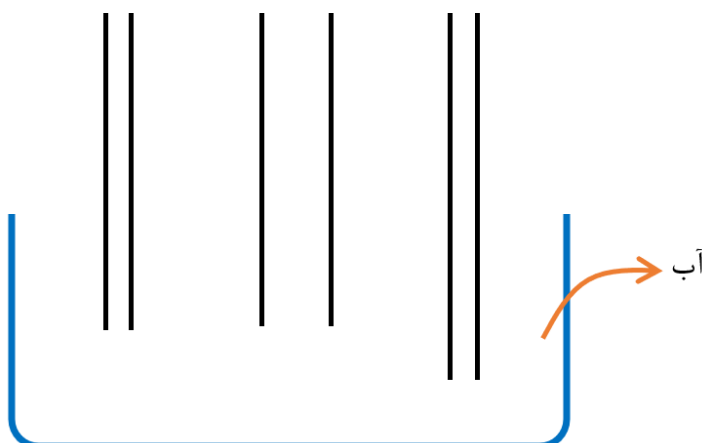


- نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و سطح شیشه‌ای نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه
- سطح مایع در لوله تر از سطح مایع درون ظرف است.
- سطح مایع درون لوله حالت دارد (.....).
- هرچه لوله مویین قطورتر باشد، فاصله سطح مایع درون آن تا سطح مایع درون ظرف است.
- برخورد مایع از بیرون به لوله شیشه‌ای (همانند / برخلاف) درون آن است؛ یعنی شیشه را خیس پس سطح خواهد داشت.

نکته: اینکه بگوییم یک ماده در لوله مویین چقدر جابه‌جا می‌شود، به قطر لوله بستگی اما به اینکه چقدر از لوله را درون مایع فروکنیم وابسته همچنین به فشار هوا هم وابسته!

نکته: اگر لوله را چرب کرده یا دودی کنیم و درون ظرف آب بگذاریم، حالتی شبیه رخ می‌دهد.

(ب) لوله مویین در مایع غریب‌پرست مثل آب:



- نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و ظرف شیشه‌ای نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب
- سطح مایع در لوله تر از سطح مایع درون ظرف است.
- سطح مایع درون لوله حالت (.....) خواهد داشت.
- هرچه لوله موئین قطورتر باشد، فاصله سطح مایع تا سطح مایع درون ظرف است.
- برخورد مایع از بیرون به لوله شیشه‌ای (همانند / برخلاف) درون لوله است؛ یعنی شیشه را خیس پس سطح می‌گیرد.

نکته: آب درون لوله آنقدر بالا می‌رود تا نیروی دگرچسبی با نیروی وزن ستون مایع برابر شود. یعنی نیروی خالصی بر مایع وارد نشود.

سوال: برای هر حالت شکل رسم کنید:

الف) لوله موئین چرب یا دودی را در کنار لوله معمولی درون ظرف جیوه بگذارید:



ب) تنها سطح خارجی لوله موئین را چرب کرده و درون آب بگذارید:



پ) تنها سطح درونی لوله را دودی کرده و درون آب بگذارید:

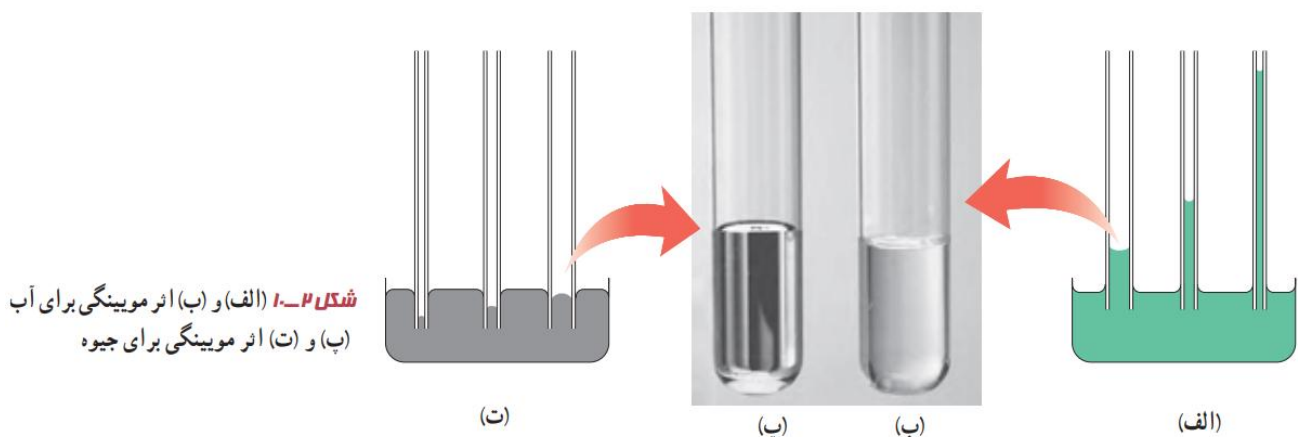


ت) اگر یک لوله قطور موئین را ابتدا به طور کامل به درون روغن وارد کرده سپس در کنار یک لوله تمیز شیشه‌ای و باریک‌تر به درون یک ظرف آب وارد کنیم:



نکته: پس اگر مایع خاصیت ترکندگی لوله را داشته باشد سطح آن در لوله موئین تر از سطح مایع درون ظرف است و حالت (.....) دارد و بالعکس!

نکته: اثر موئینگی در لوله‌های با قطر داخلی بزرگ‌تر از لوله‌های موئین نیز قابل مشاهده است. مطابق موارد ب و پ شکل زیر:



فعالیت ۲-۶



سازه‌های آبی شوشتر که از دوران هخامنشیان تا ساسانیان، جهت بهره‌گیری بیشتر از آب ساخته شده‌اند.

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

سوال: هر کدام از پدیده‌های زیر به علت چه نیروی یا خاصیتی پدید می‌آید؟

- الف) کروی شدن قطره آب به هنگام سقوط:
 ب) گرم کردن تکه‌های شیشه شکسته برای چسباندن آن‌ها به هم:
 پ) نیفتادن سکه‌های روی لبه کارت بانکی روی سطح آب:
 ت) افتادن سکه‌ها در صورت ریختن ماده شوینده در آب:
 ث) راه رفتن حشره روی سطح آب:
 ج) تشکیل حباب‌های آب و صابون:
 چ) نفوذ آب در منافذ بتن، گچ و مصالح ساختمانی:
 ح) قیر اندود و کاه‌گل کردن ساختمان‌های قدیمی برای مقابله با:
 خ) خیس شدن شیشه توسط آب:
 د) به هم چسبیدن موهای قلم‌موی خارج شده از آب:
 ذ) شکار کردن ماهی کمانگیر با پرتاب آب به سوی حشرات:
 ر) تشکیل قطره‌های شبنم:

سوال: اگر نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب را با F_1 ، نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب با سطح شیشه تمیز را با F_2 و نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب با سطح شیشه روغنی را با F_3 نمایش دهیم، کدام رابطه زیر درست است؟

«خیلی سبز»

$$F_1 < F_2 < F_3 \quad (۴)$$

$$F_3 < F_2 < F_1 \quad (۳)$$

$$F_2 < F_1 < F_3 \quad (۲)$$

$$F_3 < F_1 < F_2 \quad (۱)$$

«تالیفی»

سوال: اثرات افزایش دما را بر هر کدام از موارد زیر بنویسید:

- (الف) چگالی ماده:
- (ب) حجم ماده:
- (پ) جرم ماده:
- (ت) فاصله بین ذرات:
- (ث) قدرت نیروهای بین مولکولی:
- (ج) سرعت نوسانات در ذرات جامد:
- (چ) قدرت نیروی دگرچسبی:
- (ح) ارتفاع آب در لوله مویین:
- (خ) احتمال افتادن گیره فلزی روی سطح آب به درون آن:
- (د) میزان حباب‌های کف در آب و صابون:
- (ذ) میزان تشابه شکل قطره آب در حال سقوط به یک کره:
- (را) قطر قطرات خارجی شده از دهانه قطره چکان:
- (زا) سرعت جدا شدن قطرات از قطره چکان:

سوال: سطح مایعاتی که ترکنده‌اند و مایعاتی که ترکنده نیستند، در لوله مویین تمیز به ترتیب چگونه است؟

«خیلی سبز»

(۲) فرورفته، برآمده

(۱) برآمده، فرورفته

(۴) هر دو فرورفته

(۳) هر دو برآمده

نکته: نفوذ و پخش آب در اجسام متخلخل (یعنی اجسامی که دارای منافذ ریز هوا هستند)، در اثر خاصیت است. مثل حبه قند، مصالح ساختمانی نظیر گچ و آجر!

سوال: دو قطره آب به جرم m و $8m$ در حال سقوط آزاد هستند. نسبت مساحت قطره بزرگ‌تر به قطره کوچک‌تر، تقریباً چه اندازه است؟

«نردبام»

(۴) ۸

(۳) ۴

(۲) ۲

(۱) ۱



سوال: یک لوله موئین به قطر دهانه 0.2mm را به طور قائم درون ظرف آبی قرار می دهیم و آب تا ارتفاع 50cm در لوله بالا می رود. نیروی خالص دگرچسبی بین آب و لوله چند نیوتن است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1\text{g/cm}^3$ ، $g = 10\text{N/kg}$) «نردبام»

- (۱) $2\pi \times 10^{-4}$ (۲) $2\pi \times 10^{-5}$ (۳) $5\pi \times 10^{-6}$ (۴) $5\pi \times 10^{-5}$

سوال: روی دو سطح بزرگ از آب، دو قطره کوچک روغن می چکانیم. حجم قطره (۱) برابر 1mm^3 است که روی آب تا مساحت 2000cm^2 پخش می شود. اگر شعاع قطره (۲)، ۲ برابر شعاع قطره (۱) باشد، مساحت لکه روغنی که این قطره بر روی سطح آب ایجاد می کند، چند سانتی متر مربع بیشتر از مساحت لکه روغنی ناشی از قطره (۱) است؟ (قطرات روغن را کروی و با دمای یکسان فرض کنید و نسبت ضخامت لکه ها همان نسبت ضخامت قطره های روغن است)

«آی کیو جامع با تغییر»

- (۱) ۲۰۰۰ (۲) ۴۰۰۰ (۳) ۶۰۰۰ (۴) ۱۴۰۰۰

سوال: چند مورد از گزاره های زیر درست است؟ «تالیفی»

الف) پخش شدن قطره جوهر در آب، نشان دهنده حرکت نامنظم و کاتوره ای ذرات جوهر و برخورد آن ها با یکدیگر است.

ب) جذب رنگ توسط قلم موی نرم و حرکت مرکب در خودنویس، جلوه هایی از پدیده موئینگی هستند.

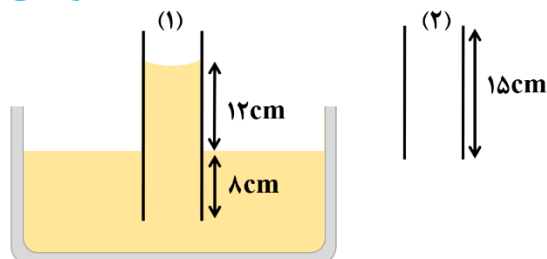
ج) افزایش نیروهای هم چسبی بین مولکول های یک ماده، می تواند باعث افزایش چگالی آن شود.

د) لوله شیشه ای تمیز و روغن اندود درون جیوه حالت های مشابهی ایجاد می کنند.

- (۱) ۴ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳



«آی کیو جامع»



(۱) آب ۸ سانتی متر بالاتر از سطح آزاد مایع قرار می گیرد.

(۲) آب تا انتهای لوله بالا می‌رود، ولی بیرون نمی‌ریزد.

۳) آب تا انتهای لوله بالا می‌رود و مانند فواره از لوله بیرون می‌ریزد.

(۴) آب درون لوله بالا نمی‌رود.

نکات تکمیلی، آزمون‌ها را در این بکس بنویسید.

درسنامه ۲: فشار در جامدات و شاروها

فشار در مواد

فشار در جامدات: برابر است با نیروی وارد بر سطح؛ طبق رابطه زیر:

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

نکته: فشار یک کمیت (اصلی / فرعی) و (نرده‌ای / برداری) است و فقط دارای بزرگی است و جهت ندارد. پس در فرمول فوق به جای بردار نیرو، تنها مقدار یا بزرگی نیرو قرار می‌گیرد. یکای فشار در SI برابر با پاسکال است که می‌توان نوشت:

۱Pa =



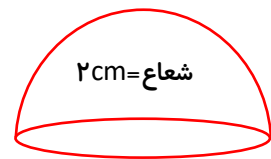
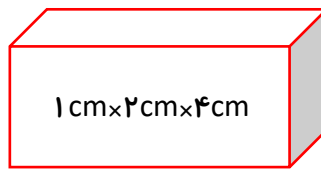
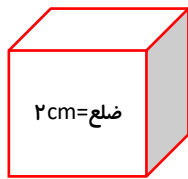
نکته: هرچه یک نیروی معین، بر سطح بزرگ‌تری وارد شود، فشار ایجاد می‌کند. به همین دلیل است که خرس‌های قطبی برای نشکستن پوسته یخ زده رودخانه، به جای راه رفتن معمولی، سینه‌خیز بر روی سطح دریاچه می‌خزند تا با افزایش سطح تماس خود (افزایش A)، فشار وارده را کمتر کرده و یخ را نشکنند.

تذکر: برای محاسبه فشار، در فرمول فوق، به جای A فقط مساحتی از جسم که در تماس با سطح است، قرار می‌گیرد.

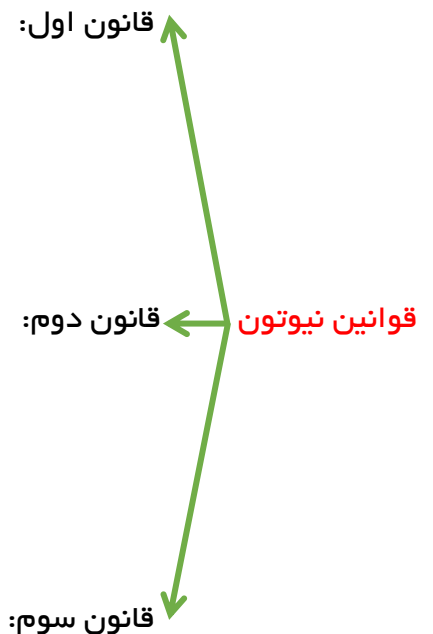
فرمول مساحت در اشکال هندسی مختلف:

مربع (۱)	مستطیل (۲)	مثلث (۳)
دایره (۴)	دوزنقه (۵)	متوازی‌الاضلاع (۶)

مثال: در هر یک از حالات زیر، فشار وارد بر سطح را محاسبه کنید: (جسم 2kg جرم دارد، $g=10\text{N/kg}$ و $\pi=3$)



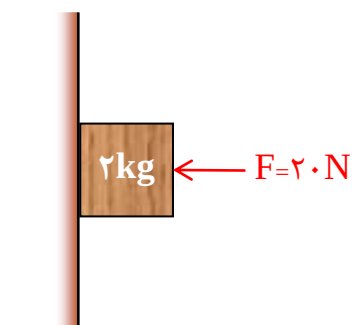
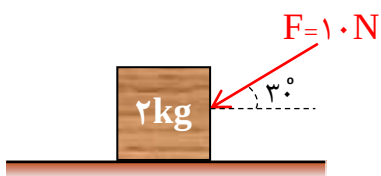
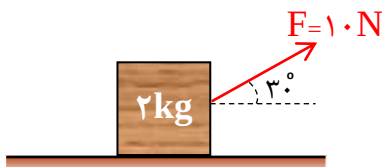
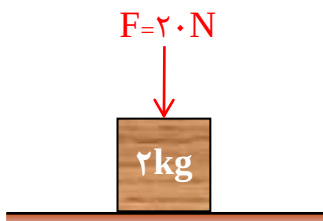
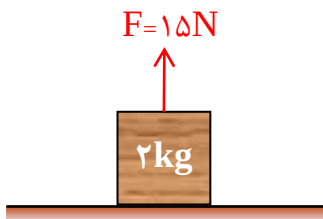
قبل از بررسی تعریف فشار، حتماً باید نیرو و قوانین نیوتون بررسی شود (فصل ۳ هم کلی لازمش داریم).
پس داریم:

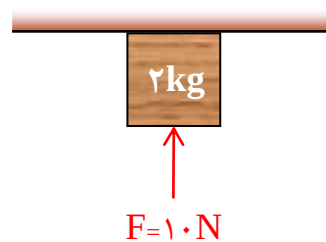
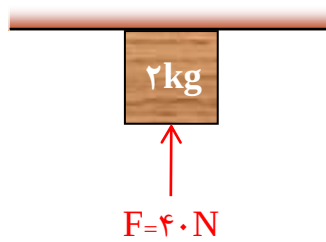


تذکر: توجه کنید که در فرمول فشار، همیشه در صورت کسر، وزن جسم قرار در واقع در این فرمول بزرگی واکنش نیروی عمودی تکیه‌گاه را به جای F قرار می‌دهیم (یعنی همان واکنش F_N را). توجه کنید که این نیرو (همواره / اغلب) عمود بر سطح است. پس داریم:

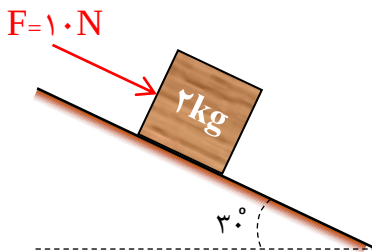
$$P = \frac{F_N}{A}$$

مثال: در هر یک از حالات زیر، ضمن بررسی قوانین نیوتون، فشار وارد بر سطح را محاسبه کنید: (جسم 2 kg جرم دارد، $g=10\text{ N/kg}$ و هر ضلع مکعب، 10 cm است)





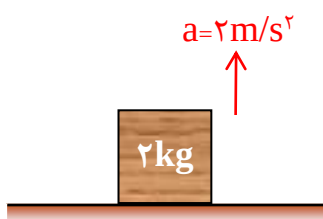
یه تیپ فراتر از کتاب برای تسلط بیشتر هم بررسی می‌کنیم (یعنی سطح شیبدار):



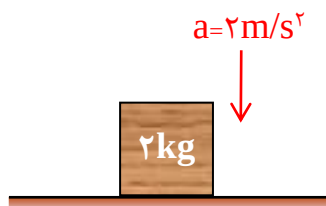
نکته: در همه فرمول‌های مربوط به تعیین فشار جامدات و شاروها، منظور از g در واقع همواره شتاب (ظاهری / گرانش) در راستای قائم است. این یعنی اگر حرکت شتابدار در راستای قائم داشته باشیم، g (ثابت مانده / تغییر کرده) و در نتیجه فشار نیز (ثابت می‌ماند / تغییر می‌کند). شتاب ظاهری در راستای قائم (g') از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$g' = g \pm \pm a$$

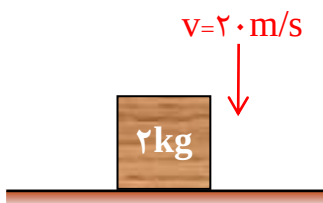
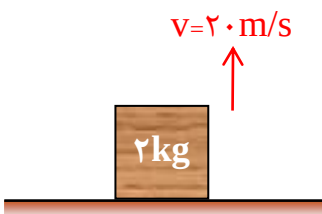
مثال: اگر جسمی مکعبی به جرم ۲kg و ضلع ۱۰cm را درون یک آسانسور قرار دهیم، در حالات زیر فشار وارد شده بر کف آسانسور از طرف جسم را محاسبه کنید: ($g = ۱۰\text{N/kg}$)
الف) آسانسور با شتاب ۲m/s^2 شروع به حرکت به سمت بالا می‌کند:



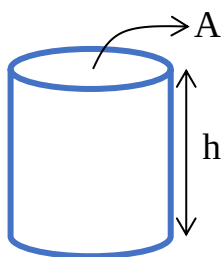
ب) آسانسور با شتاب 2 m/s^2 به سمت پایین شروع به حرکت می کند:



پ) آسانسور با سرعت ثابت 20 m/s در حال حرکت به سمت بالا یا پایین می باشد:



نکته: اگر جسم جامد شکل همگن داشته باشد (یعنی سطح مقطع آن در تمام ارتفاع آن یکسان باشد)، می توان فشار آن را از رابطه زیر نیز محاسبه کرد: (اجسامی مثل مکعب، استوانه، منشور و ...)



تذکر: توجه کنید که تنها در حالتی می توان از این رابطه استفاده کرد، که سطح زیر جسم افقی باشد و تنها عامل ایجاد فشار، نیروی وزن جسم باشد.

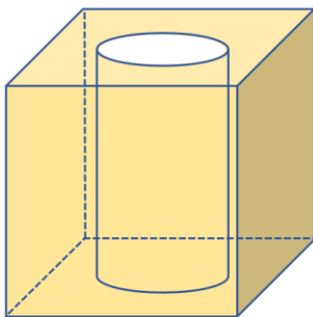
مثال: یک مکعب مستطیل به ابعاد $2\text{cm} \times 3\text{cm} \times 4\text{cm}$ داریم. اگر جرم این مکعب 240g باشد: ($g=10\text{N/kg}$)
الف) به ترتیب بیشترین و کمترین فشار وارد شده از طرف این جسم بر سطح افقی زیر آن را محاسبه کنید:

روش اول:

روش دوم:

ب) نسبت فشار بیشینه به کمینه را محاسبه کنید:

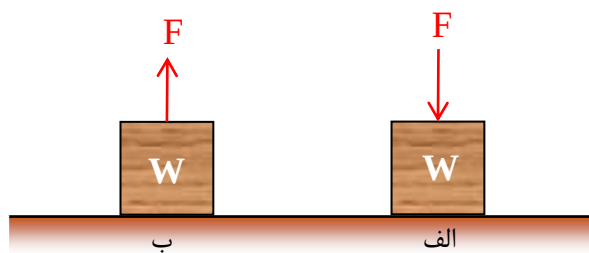
سوال: مطابق شکل، قسمت میانی یک مکعب فلزی توپر و همگن را خالی می‌کنیم. اگر شعاع قسمت داخلی، ۲۰ درصد طول ضلع مکعب باشد، فشار وارد بر سطح افقی ناشی از جسم جامد چند برابر می‌شود؟ ($\pi=3$) «آی کیو جامع»



(۱) ۱

(۲) $\frac{22}{25}$ (۳) $\frac{25}{22}$ (۴) $\frac{3}{25}$

سوال: در شکل‌های مقابل، وزنه‌ها یکسان و نیروهای F هم‌اندازه‌اند ($F < W$). اگر فشار وارد بر سطح افقی در شکل «الف»، ۵ برابر این فشار در شکل «ب» باشد، نسبت $\frac{W}{F}$ کدام است؟ «نردبام»



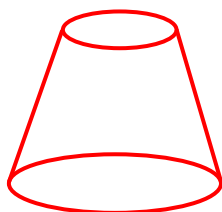
(۱) ۱/۵

(۲) ۲

(۳) ۲/۵

(۴) ۳

سوال: مطابق شکل مخروط ناقصی روی سطح افقی قرار دارد. شعاع قاعده بزرگ مخروط، ۲ برابر شعاع قاعده کوچک آن است. اگر مخروط را روی قاعده کوچک بگذاریم و بخواهیم فشار وارد بر سطح تغییری نکند، نیروی عمودی که باید رو به بالا به مخروط وارد کنیم، چند برابر وزن مخروط است؟ «کنکور قدیمی»

(۱) $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{8}$ (۳) $\frac{3}{4}$ (۴) $\frac{7}{8}$

سوال: یک مکعب فلزی به ضلع ۱۰cm با حفره کروی توخالی به قطر ۸cm، از ماده‌ای به چگالی 4000 kg/m^3 ساخته شده است. فشار وارد بر سطح افقی از طرف این مکعب وقتی نیروی رو به بالای ۴۰N به آن وارد می‌شود، چند پاسکال است؟ ($\pi=3$ و $g=10 \text{ N/kg}$) «تالیفی»

(۴) ۴۰۰۰

(۳) ۲۰۰۰

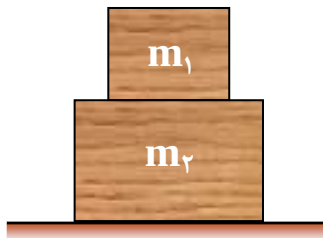
(۲) ۱۰۰۰

(۱) صفر

سوال: یک مکعب فلزی به ضلع 30cm دارای یک حفره بسته است و روی یک سطح افقی قرار دارد. اگر چگالی فلز سازنده مکعب $8\text{ گرم بر سانتی متر مکعب}$ باشد و فشار ناشی از آن روی سطح افقی 20kPa باشد، حجم حفره چند سانتی متر مکعب است؟ ($g=10\text{N/kg}$) «نردبام»

- (۱) 3000 (۲) 4500 (۳) 6000 (۴) 9000

سوال: در شکل زیر طول هر ضلع مکعب بالایی و پایینی به ترتیب 2 و 5 سانتی متر است. اگر $m_1=6\text{kg}$ و $m_2=1\text{kg}$ باشد، فشاری که مکعب‌ها به سطح افقی وارد می‌کنند، چند کیلوپاسکال است و اگر یک ترازو زیر دو جسم قرار دهیم، چند واحد SI را نشان می‌دهد؟ ($g=10\text{N/kg}$) «خیلی سبز باتعیر»



(۱) $40 - 100$

(۲) $124 - 100$

(۳) $40 - 40$

(۴) $124 - 124$

سوال: در سوال بالا فشاری که از طرف مکعب پایینی بر بالایی وارد می‌شود، چند اتمسفر است؟ ($g=10\text{N/kg}$)

فشار در شاره‌ها

شاره‌ها (مایع‌ها و گازها) علاوه بر وزن، دارای خاصیت حرکت انتقالی ذرات نیز هستند و ذرات آن‌ها با برخورد به اجسام بر آن‌ها نیرو و در نتیجه فشار وارد می‌کنند (در حالی که در جامدات فقط وزن عامل فشاره). پس فشار در مایعات و گازها (شاره‌ها) به دو عامل وابسته است:

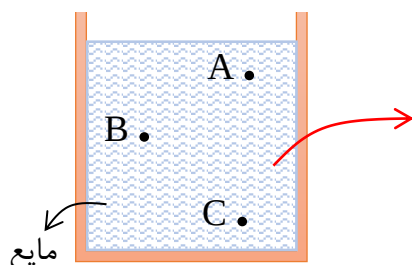
- ۱- وزن شاره
- ۲- برخورد ذرات شاره با اجسام

دو نکته مهم

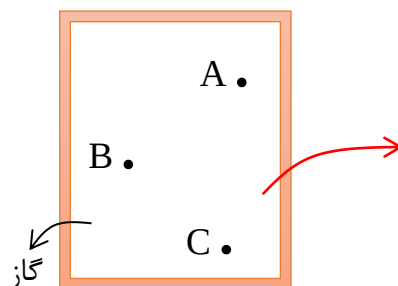
- در بررسی مایعات می‌توان عامل فشار را تنها وزن مایع دانست و از برخوردهای مولکولی صرف نظر کرد (چون در برابر وزن ناچیزه).
- در بررسی گازها می‌توان عامل فشار را تنها برخوردهای مولکولی دانست و از وزن گاز صرف نظر کرد. زیرا چگالی گازها بسیار اندک است.

نکته: البته اگر ارتفاع ستون گاز زیاد باشد، نمی‌توان از وزن آن صرف نظر کرد (جلوتر بررسی میشه).

پس می‌توان چنین نشان داد:



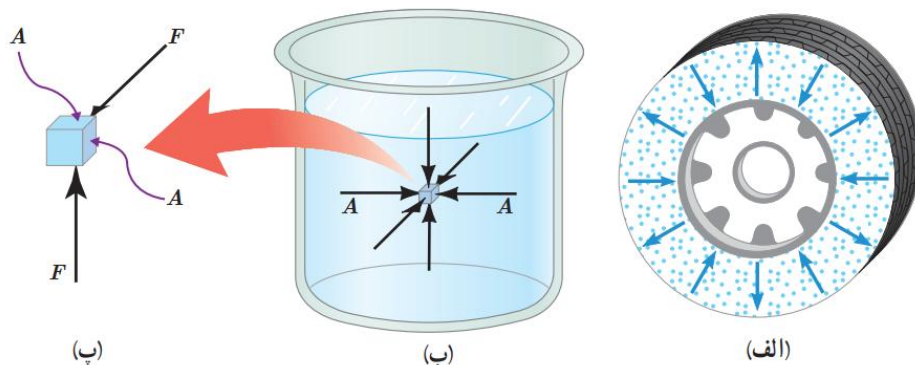
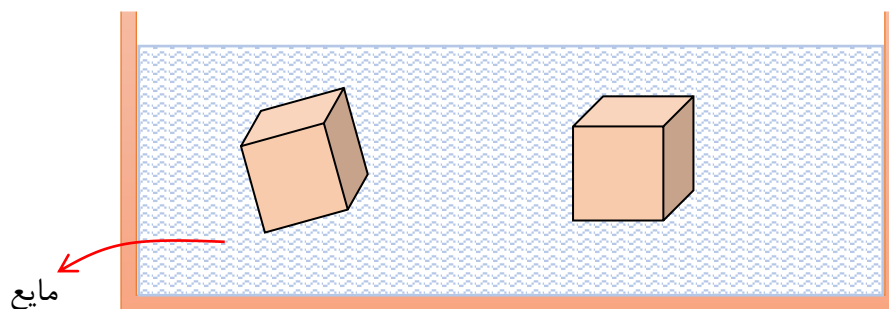
زیرا وزن ستون مایع در بالای این نقاط متفاوت است.



زیرا وزن گاز درون مخزن ناچیز است و برخورد مولکولی و سرعت شارش مولکول‌ها در هر سه نقطه برابر است.

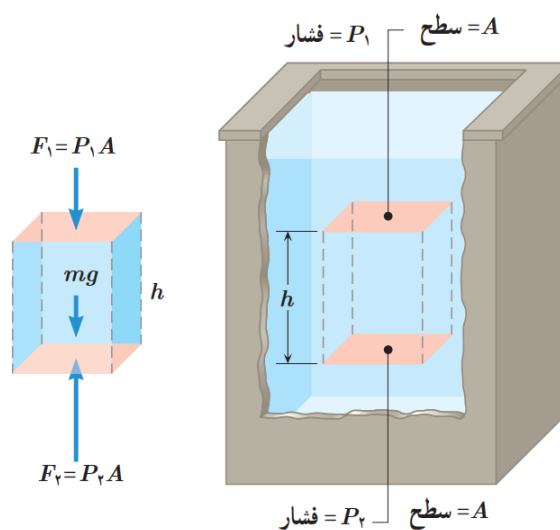
تذکر: تا قبل از معادله پیوستگی و اصل برنولی، منظور از شاره، شاره ساکن است.

نکته: همانند جامدات، فشار در شاره‌ها هم حاصل نسبت نیروی عمود بر سطح، به سطح است. این فشار از طرف شاره در هر سطح درون شاره وارد می‌شود. در شکل زیر نیروی وارد شده از طرف شاره بر سطوح مختلف را بررسی کنید (طول فلش معادل بزرگی نیرو است):



شکل ۱۱-۲ (الف) برخورد مولکول‌های هوای درون لاستیک به سطح داخلی آن سبب ایجاد نیروی عمودی می‌شود.
(ب) به هر نقطه از سطح جسم غوطه‌ور در شاره (آب) نیرویی عمودی وارد می‌شود.
(پ) برای سادگی تنها نیروهای وارد بر دو سطح نشان داده شده است.

نکته: وزن شاره‌ها بر قسمت‌های پایین‌تر فشار وارد می‌کند. به همین دلیل هرچه در یک شاره ساکن پایین‌تر برویم، فشار افزایش می‌یابد:



نکته: اگر سطح (۱) را بر سطح مایع فرض کنیم می‌توانیم بنویسیم:

فشار در عمق h

$$P_2 = P_1 + \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

فشار در سطح مایع (عمق صفر)

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

فشار هوا در سطح مایع

نکته: از این فرمول می‌توان فشار در عمق h از سطح مایع را محاسبه کرد. همچنین این رابطه نشان می‌دهد که فشار در عمق h از سطح شاره، به اندازه ρgh از فشار در سطح شاره (غالباً فشار هوا) بیشتر است.

نکته: بدانید که در رابطه $(P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h)$ به P ، فشار، فشار کل و فشار مطلق گفته می‌شود و به $(P - P_0)$ ، فشار پیمانه‌ای، فشار مایع یا P_g (فشار گاز) می‌گویند.

$$P_g > 0 \leftarrow \text{یعنی فشار کل از فشار هوا است.}$$

$$P_g = P - P_0 = \pm \rho \cdot g \cdot h \leftarrow \text{پس در کل اگر}$$

$$P_g < 0 \leftarrow \text{یعنی فشار کل از فشار هوا است.}$$

در مایعات غالباً فشار پیمانه‌ای مثبت است اما در گازها می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

تذکر: در تست‌ها اگر فشار ناشی از مایع خواسته شود، منظور همان $\rho \cdot g \cdot h$ یا فشار پیمانه‌ای است.

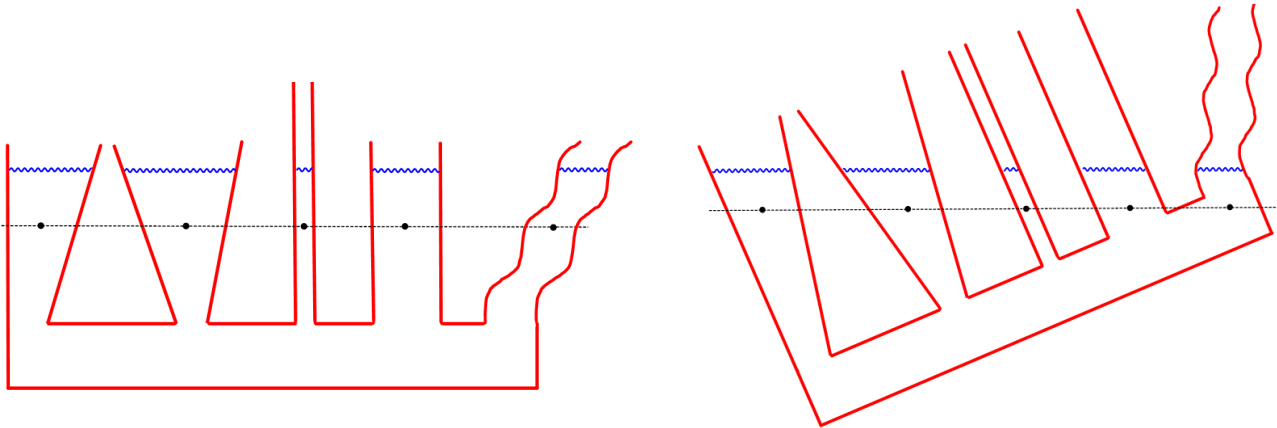
نکته: فشار هوا در سطح دریای آزاد (همان P_0)، $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ است. که دقیقاً معادل 1 atm است (یا 1 جو). برای فشار گازها از واحد bar هم استفاده می‌شود. بدین ترتیب:

$$P_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 1.013 \text{ bar} \rightarrow 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

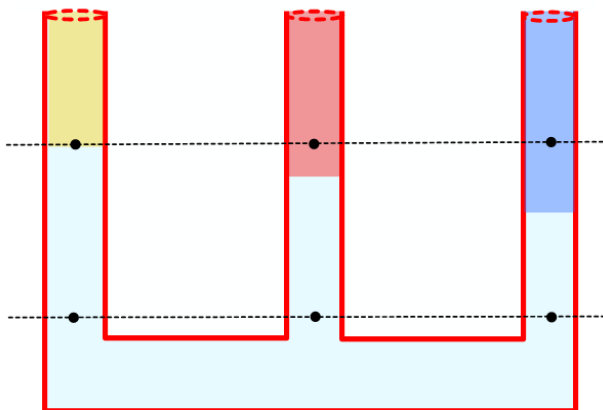
$$1 \text{ atm} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

با تقریب خوبی می‌توان نوشت:

نکته: فشار در شاره‌ها در عمق h به هیچ وجه به **شکل، قطر، زاویه، انحنا و بلندای ظرف** وابسته نیست و **فقط به ارتفاع** از سطح شاره (همان عمق h) وابسته است (نه ارتفاع از کف ظرف). در واقع در نقاط هم‌عمق از سطح مایع (یا نقاط هم‌تراز)، فشار برابر است که به آن اصل «**هم‌فشاری نقاط هم‌تراز**» می‌گویند:



سوال: آیا هر دو نقطه هم‌سطح لزوماً فشار یکسانی دارند؟



پاسخ: پس می‌توان گفت که در شاره‌های ساکن تنها در حالتی فشار در نقاط هم‌تراز برابر است که همهٔ نقاط یک شاره یا بر آن شاره باشند.

سوال: در یک مخزن بزرگ از نوعی مایع با چگالی 2 g/cm^3 ، محاسبه کنید: ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

الف) فشار مطلق در عمق ۲۰ متر، چند اتمسفر است؟

ب) فشار مطلق در عمق ۴۰ متر، چند اتمسفر است؟

پ) فشار مایع در چه عمقی برابر 2 atm است؟

ت) فشار کل در چه عمقی برابر 2 atm است؟

ث) فشار در عمق ۲۰ متری چقدر از فشار در سطح بیشتر است؟ فشار در عمق ۴۰ متری چقدر از فشار در عمق ۲۰ متری بیشتر است؟

سوال: فشار کل در عمق ۲۴ متری از سطح مایعی با چگالی ρ ، $3/4$ اتمسفر است. 25 kg از این مایع، چند لیتر حجم دارد؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

«تالیفی»

(۱) ۲۵ (۲) $12/5$ (۳) $0/25$ (۴) $0/125$

سوال: اگر فشار کل در عمق‌های 1 m و $1/8 \text{ m}$ از یک مایع، به ترتیب برابر 105 kPa و 113 kPa باشد، فشار هوای محیط و چگالی مایع به ترتیب از راست به چپ چند واحد SI است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

«کی‌یو جامع»

(۱) 10^5 و ۸۰۰ (۲) 95000 و ۸۰۰ (۳) 10^5 و ۱۰۰۰ (۴) 95000 و ۱۰۰۰

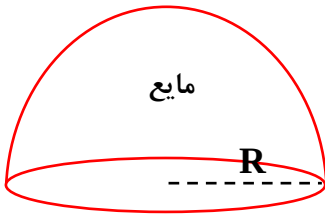
سوال: مطابق شکل، ظرفی نیم کره‌ای به شعاع R ، با مایعی به چگالی ρ پر شده است. فشار ناشی از مایع در کف افقی ظرف کدام است؟

(۱) $\frac{1}{4} \rho \cdot g \cdot R$

(۲) $\frac{2}{3} \rho \cdot g \cdot R$

(۳) $\rho \cdot g \cdot R$

(۴) $\frac{4}{3} \rho \cdot g \cdot R$



سوال: یک بیمار به اسم عسگر شریفی برای پنجمین بار دچار مار گزیدگی شده و پس از رجوع به بیمارستان در شهرستان سروستان استان فارس، به سرعت برای تزریق سرم ضد سم مار (پادتن آماده) به بخش تزریقات آقایان رجوع می‌کند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ آقای شریفی 1360 Pa باشد و پرستار برای تزریق سریع‌تر سرم با سوزن قسمت بالا و خالیه کیسه پلاستیکی حاوی سرم را سوراخ کرده باشد، کمترین ارتفاعی که باید کیسه حاوی سرم را بالاتر از آقا عسگر قرار دهد، تا مایع به درون خون وی وارد شود، تقریباً چند سانتی‌متر است؟

($\rho_{\text{سرم}} = 1.02 \text{ g/cm}^3$ ، $g = 10 \text{ N/kg}$ و $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$. در ضمن فبر رسیده همین الان که در حال تالیف این تست بودیم، یک مار

دیگر به آقا عسگر حمله ور شده است! به راستی مارها از جان عسگر چه می‌فواهند؟)

«تالیفی»

(۴) ۱۷

(۳) ۱۵

(۲) ۱۳/۵

(۱) ۱۰/۵

سوال: سطح مقطع یک ظرف استوانه‌ای 20 cm^2 است و در آن تا ارتفاع 10 cm آب ریخته شده است. روی آب چند گرم روغن با چگالی 0.6 g/cm^3 بریزیم تا فشار حاصل از این دو مایع در کف استوانه برابر 2000 Pa شود؟

«کنکور ریاضی»

($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ و $g = 10 \text{ N/kg}$ ، $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

(۴) ۲۴۰

(۳) ۲۰۰

(۲) ۱۲۰

(۱) ۱۰۰

تذکر: در حل مربوط به فشار، حتماً در SI حل کنید؛ یعنی چگالی را بر حسب kg/m^3 و طول را بر حسب m بزارید. البته اگر چگالی را بر حسب g/cm^3 و طول را بر حسب cm بگذاریم، می‌توان در نهایت حاصل را در ۱۰ ضرب کرد!!

سوال: ظرف مکعب‌شکلی پر از مایع است. اگر ابعاد این مکعب را ۲ برابر کرده و دوباره از همان مایع پر کنیم، فشار حاصل از مایع در ته ظرف چند برابر حالت اول می‌شود؟

«کنکور قدیمی»

- (۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۴ (۴) ۸

سوال: ظرف مکعب‌شکلی پر از مایع است. اگر تمام این مایع را در ظرف مکعب‌شکلی به ابعاد ۲ برابر ظرف اول بریزیم، فشار و نیروی حاصل از مایع در ته ظرف چند برابر حالت اولیه خواهد شد؟

«خیلی سبز با تغییر»

- (۱) $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{8}$ (۲) $\frac{1}{4}$ و ۱ (۳) $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{2}$ (۴) ۱ و ۱

سوال: دراز گودال ماریانا عمیق‌ترین نقطه روی کره زمین است که در کف اقیانوس آرام قرار دارد. عمیق‌ترین قسمت این دراز گودال، گودال چلنجر نام دارد که دارای عمقی حدود $11/5 \text{ km}$ است. زیردریایی مستر جشانی‌پور (که یک پنجره مربعی به قطر $m\sqrt{2}$ دارد و حداکثر اختلاف نیرویی که شیشه ضخیم آن تحمل می‌کند، 130 MN می‌باشد) برای بررسی موجودات ناشناخته عازم این منطقه شده است. با فرض اینکه فشار هوای درون این زیردریایی همان فشار جو و میانگین چگالی آب اقیانوس $1/3 \text{ g/cm}^3$ باشد، ایشان حداکثر تا چه فاصله‌ای از کف گودال چلنجر می‌توانند در آب نفوذ کنند؟ ($g=10 \text{ N/kg}$)

«تالیفی - به سبک کتاب فیزیک هالیدی»

- (۱) 500 m (۲) 1000 m (۳) 1500 m (۴) 2000 m

سوال: اگر فشار در عمق h از سطح دریا برابر P_1 و در عمق $2h$ از سطح دریا برابر P_2 باشد، کدام رابطه زیر درست است؟

«کنکور ریاضی قدیمی»

(۱) $P_2 = P_1$ (۲) $P_1 < P_2 < 2P_1$ (۳) $P_2 = 2P_1$ (۴) $P_1 < P_2 \leq 2P_1$

نکته: اگر ظرف حاوی مایع دارای شکل همگن باشد (مثل استوانه، مکعب و ...)، می‌توان برای محاسبه فشار مایع در کف ظرف به جای استفاده از فرمول $\rho \cdot g \cdot h$ از $\frac{F}{A}$ استفاده کرد.

فرمول‌های فشار در مواد	فشار در جامدات	فشار در مایعات
در همهٔ شکل‌ها		
در شکل‌های همگن (مثل استوانه)		

سوال: قطر داخلی استوانه بلندی 2 cm است. اگر آن را به طور قائم نگه داشته و 157 cm^3 آب درون آن بریزیم، فشار حاصل از آب در ته استوانه، چند پاسکال است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1\text{ g/cm}^3$ و $g = 10\text{ N/kg}$)

«کنکور تجربی»

(۱) ۱۵۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۲۵۰۰ (۴) ۵۰۰۰

روش اول:

روش دوم:

سوال: در یک ظرف استوانه‌ای شکل، مقداری جیوه با دمای 35°C قرار دارد. اگر دمای آن 20°C کاهش یابد و تغییر حجم درونی ظرف در اثر تغییر دما ناچیز باشد، فشار ناشی از جیوه در کف ظرف، نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟

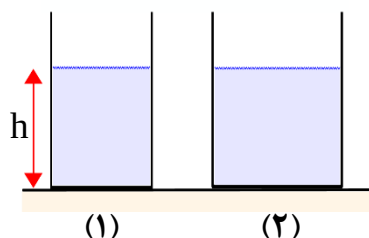
(۱) افزایش می‌یابد.

(۲) ثابت می‌ماند.

(۳) کاهش می‌یابد.

(۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

سوال: مطابق شکل، در دو ظرف استوانه‌ای (۱) و (۲)، تا ارتفاع h از یک مایع می‌ریزیم. مساحت کف ظرف (۲)، دو برابر مساحت کف ظرف (۱) است. چه ارتفاعی از مایع ظرف (۱) را به درون ظرف (۲) بریزیم تا فشار ناشی از مایع در کف ظرف بزرگ‌تر، ۲۵ درصد افزایش یابد؟



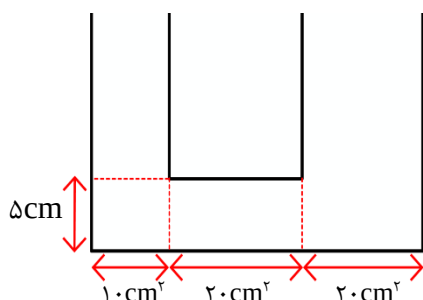
(۱) $\frac{h}{8}$

(۲) $\frac{h}{4}$

(۳) $\frac{h}{2}$

(۴) h

سوال: در ظرفی خالی مطابق شکل، مقدار 400 گرم آب می‌ریزیم. پس از برقراری تعادل، فشار ناشی از آب بر کف ظرف چند پاسکال است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1\text{g/cm}^3$ و $g = 10\text{N/kg}$)



(۱) ۳۰۰

(۲) ۷۰۰

(۳) ۹۰۰

(۴) ۱۰۰۰

سوال: یک ظرف استوانه‌ای بلند به شعاع قاعده ۴cm، تا ارتفاع ۱۲cm از آب پر شده است. استوانه‌ای فلزی به شعاع قاعده ۲cm و ارتفاع ۶cm را به آرامی در آب می‌اندازیم تا به طور قائم روی کف ظرف قرار بگیرد. فشار ناشی از آب بر روی سطح بالایی استوانه فلزی چند پاسکال خواهد شد؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $g = 10 \text{ N/kg}$ و آب از ظرف بیرون نمی‌ریزد)

(۴) ۹۰۰

(۳) ۸۰۰

(۲) ۷۵۰

(۱) ۶۰۰

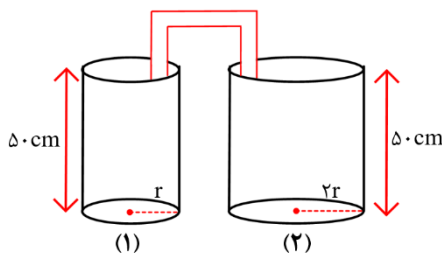
سوال: مطابق شکل، ظرف (۱) خالی و ظرف (۲) پر از آب است. در یک لحظه، جریان آب از ظرف (۲) به ظرف (۱) برقرار و در هر ثانیه ۵g آب به ظرف (۱) ریخته می‌شود. پس از چند ثانیه، فشار ناشی از مایع در کف هر دو ظرف برابر خواهد شد؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $r = 10 \text{ cm}$ و $\pi = 3$)

(۱) ۴۸۰۰

(۲) ۲۴۰۰

(۳) ۱۲۰۰

(۴) نمی‌توان زمانی تعیین کرد.



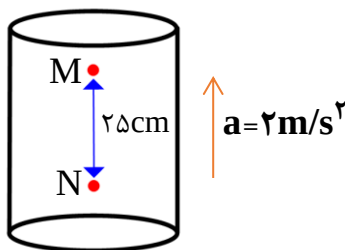
سوال: در شکل زیر، ظرف پر از روغن بدون تلاطم و با شتاب قائم 2 m/s^2 رو به بالا حرکت می‌کند. اندازه اختلاف فشار بین دو نقطه M و N درون مایع در این حالت، چند پاسکال می‌شود؟ ($\rho_{\text{روغن}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$ ، $g = 10 \text{ N/kg}$)

(۱) ۱۸۰۰

(۲) ۲۴۰۰

(۳) ۳۶۰۰

(۴) ۴۸۰۰



سوال: نصف حجم استوانه‌ای از مایع با چگالی ρ_1 و نیمه بالایی از مایعی با چگالی ρ_2 پر شده است و فشار حاصل از دو مایع در کف استوانه برابر P_1 است. اگر این دو مایع را به هم بزنیم و دو مایع در هم حل شود، فشار حاصل از محلول در کف ظرف استوانه‌ای برابر P_2 می‌شود. کدام رابطه درست است؟

«سراسری تجربی ۹۷»

$$P_2 = 2P_1 \quad (۴)$$

$$P_2 > P_1 \quad (۳)$$

$$P_2 < P_1 \quad (۲)$$

$$P_2 = P_1 \quad (۱)$$

سوال: در ظرفی استوانه‌ای، به مقدار $m \text{ kg}$ آب و $8m \text{ kg}$ جیوه ریخته شده است. اگر مجموع ارتفاع این دو مایع 54 cm باشد، فشار ناشی از این دو مایع بر کف ظرف چند پاسکال است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

«نردبام»

$$23800 \quad (۴)$$

$$22000 \quad (۳)$$

$$27200 \quad (۲)$$

$$30600 \quad (۱)$$

روش دوم:

روش اول:

سوال: در یک ظرف استوانه‌ای، مقداری آب به جرم m و مقداری جیوه به جرم $8m$ ریخته شده است، جمع ارتفاع دو مایع 81 cm است. اگر در ظرفی مشابه، مقداری آب به جرم $2m$ و مقداری جیوه به جرم $5m$ ریخته شود، فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف چند کیلوپاسکال می‌شود؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

«نردبام تست پیشرفته»

$$57/3 \quad (۴)$$

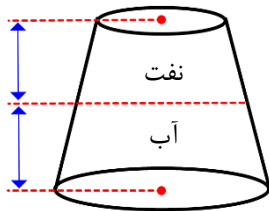
$$52/7 \quad (۳)$$

$$37/5 \quad (۲)$$

$$35/7 \quad (۱)$$

سوال: ظرف در بسته موجود در شکل زیر تا نصف ارتفاع با آب و نصف دیگر با نفت پر شده است. آب و نفت با هم مخلوط نمی‌شوند. اگر ظرف را برگردانیم و روی قاعده کوچک‌تر بر سطح افقی قرار دهیم، پس از برقراری تعادل، فشار ناشی از دو مایع بر کف ظرف در حالت دوم نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟

«کنکور قدیمی»



(۱) افزایش می‌یابد.

(۲) کاهش می‌یابد.

(۳) تغییر نمی‌کند.

(۴) بسته به ابعاد ظرف، هر سه گزینه ممکن است.

سوال: اگر فشار کل در عمق h_1 از سطح دریا برابر P و در عمق h_2 برابر $2P$ باشد، کدام رابطه زیر درست است؟

«کنکور قدیمی»

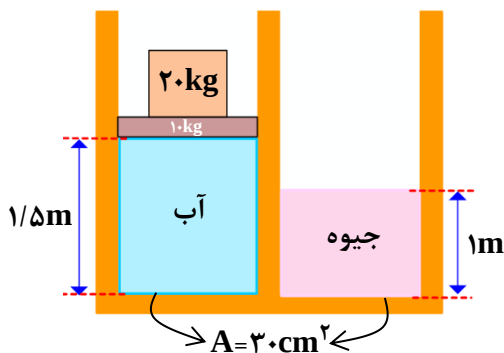
(۴) $h_2 > 2h_1$

(۳) $h_2 = 2h_1$

(۲) $h_1 < h_2 < 2h_1$

(۱) $h_2 = h_1$

سوال: مطابق شکل زیر پیستونی به جرم 10 kg که حامل وزنه 20 کیلوگرمی است، بر سطح آب قرار دارد. در چه فاصله‌ای از کف ظرف فشار در دو سمت برابر خواهد شد؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1\text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5\text{ g/cm}^3$ و $g = 10\text{ N/kg}$) «تالیفی»



(۱) 16 cm

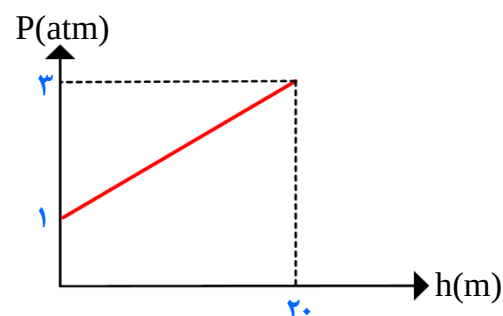
(۲) 24 cm

(۳) 48 cm

(۴) 64 cm

سوال: نمودار فشار مطلق بر حسب عمق از سطح مایع، مطابق شکل زیر است. در عمق ۳۵ متری از این مایع فشار مایع چند اتمسفر (جو) است؟ ($g=10\text{N/kg}$)

«تالیفی»



(۱) ۳/۵

(۲) ۴

(۳) ۴/۵

(۴) ۵

نکته: در نمودار فشار بر حسب عمق در مایع، شیب یا همان $\tan\theta$ برابر با $\rho \times g$ است.

سوال: فشار (P) بر حسب عمق (h) از سطح مایعی مطابق رابطه $P=19/6h+100$ تغییر می کند؛ 2m^3 از این مایع، چند Ton جرم دارد؟ (در این رابطه h بر حسب متر و P بر حسب کیلوپاسکال است)

«تالیفی»

(۴) ۱

(۳) ۲

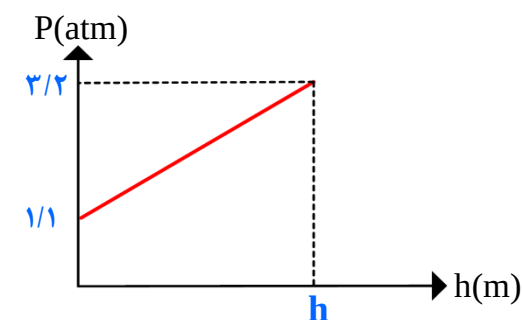
(۲) ۳

(۱) ۴

نکته: در نمودار فوق برای اینکه فشار پیمانه‌ای در عمق h را محاسبه کنید، کافیست عرض از مبدأ نمودار (یعنی P_0) را بی خیال شوید و تفاوت فشار را با P_0 اعلام کنید.

سوال: در نمودار زیر، فشار پیمانه‌ای در عمق h از مایعی به چگالی ρ چند اتمسفر است؟ ($g=10\text{N/kg}$)

«تالیفی»



(۱) ۳/۲

(۲) ۲/۲

(۳) ۲/۱

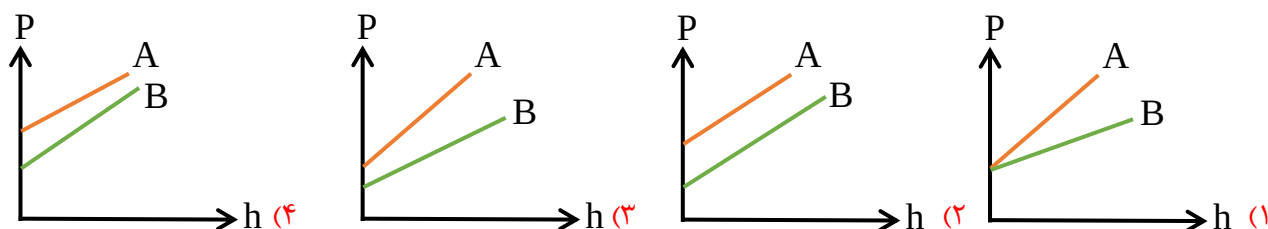
(۴) باید h و ρ مشخص باشند.

نکته: اگر چگالی آب 1000 kg/m^3 و $g=10$ باشد، به ازای هر ۱۰ متری که به عمق آب فرو رویم، به فشار کل افزوده می شود.

سوال: اگر مایعی که درون ظرفی قرار دارد را در نوعی خلاء در آزمایشگاهی روی سطح زمین بررسی کنیم، نمودار فشار کل (P) بر حسب عمق (h) برای آن را رسم کنید:

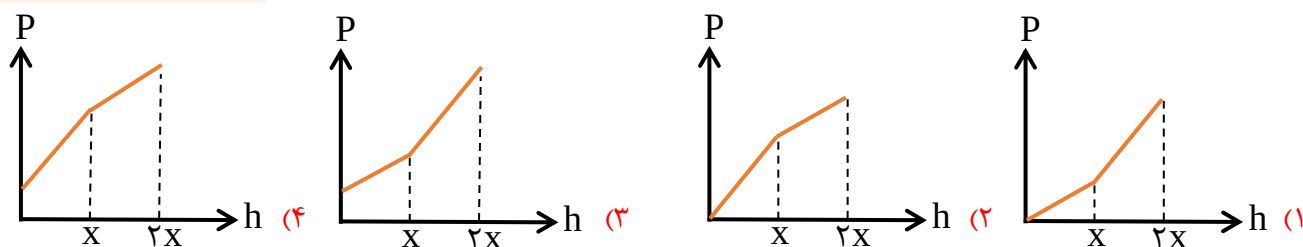
سوال: کدام یک از نمودارهای زیر، می تواند نحوه تغییرات فشار کل بر حسب فاصله از سطح دو مایع متفاوت A و B را که در یک محیط قرار دارند، به درستی نشان دهد؟

«آی کیو جامع»

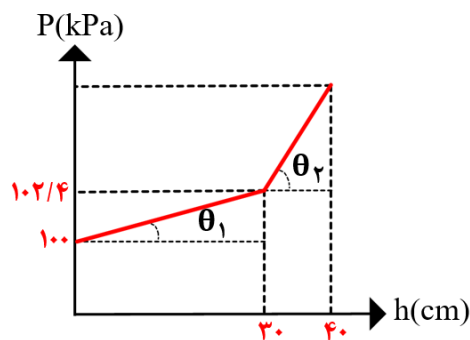
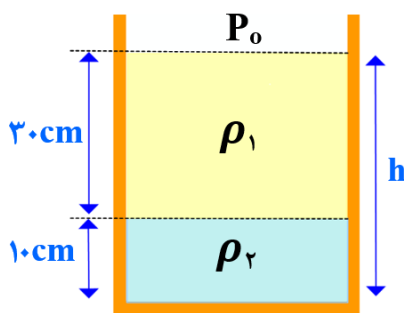


سوال: مطابق شکل، درون ظرف استوانه ای شکل، آب و جیوه وجود دارد. کدام نمودار، تغییرات فشار کل بر حسب عمق از سطح آزاد مایع را به درستی نشان می دهد؟

«آی کیو جامع»



سوال: در ظرفی مطابق شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی وجود دارد. اگر نمودار تغییرات فشار بر حسب عمق دو مایع مطابق شکل زیر باشد و $\tan\theta_2 = 17\tan\theta_1$ باشد، ρ_1 و ρ_2 در SI کدامند؟ ($g=10\text{N/kg}$) «سراسری ریاضی ۹۶ خارج»



(۱) ۱۰۲۰۰ ، ۶۰۰

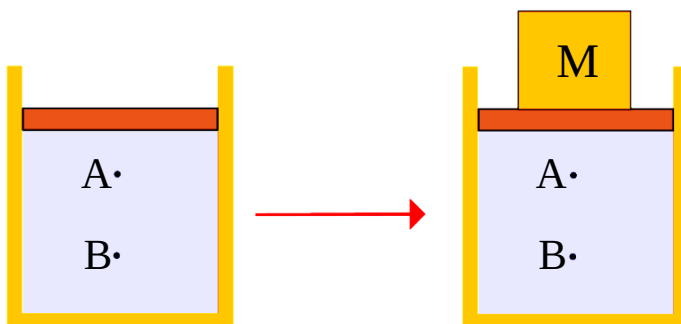
(۲) ۱۲۷۵۰ ، ۷۵۰

(۳) ۱۳۵۰۰ ، ۸۰۰

(۴) ۱۳۶۰۰ ، ۸۰۰

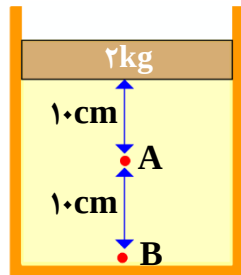
اصل پاسکال

اگر به بخشی از مایع ساکن و محصور در ظرفی، فشار وارد کنیم، این فشار (یا تغییر فشار) بدون هیچ تغییری عیناً به همه بخش‌های دیگر مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود.



تذکر: عمده سوالاتی که در این فصل داریم، با دو اصل یعنی «اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز» و «اصل پاسکال» حل خواهند شد.

سوال: مطابق شکل پیستونی ۲ کیلوگرمی بر روی سطح مایعی به چگالی ۸۰۰ واحد SI در تعادل است. اگر بر سطح این پیستون یک وزنه مکعبی به جرم ۱۰kg با مساحت 10cm^2 قرار گیرد، فشار در نقاط A و B به ترتیب چند پاسکال افزایش می‌یابد؟ ($g=10\text{N/kg}$ و مساحت پیستون 1m^2 است)



(۱) $100 - 100$

(۲) $100 - 50$

(۳) $200 - 100$

(۴) $50 - 50$

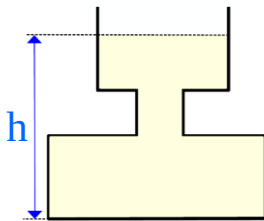
سوال: در شکل زیر، ظرف تا ارتفاع h از آب پر شده و سطح مقطع قسمت‌های مختلف استوانه‌ای شکل آن از بالا به پایین، به ترتیب 0.04m^2 ، 0.01m^2 و 0.08m^2 است. اگر ۲ لیتر آب بر آب درون ظرف اضافه کنیم، فشار در کف ظرف چند پاسکال افزایش می‌یابد؟ ($\rho_{\text{آب}}=1\text{g/cm}^3$ ، $g=10\text{N/kg}$)

(۱) ۲۰۰

(۲) ۳۰۰

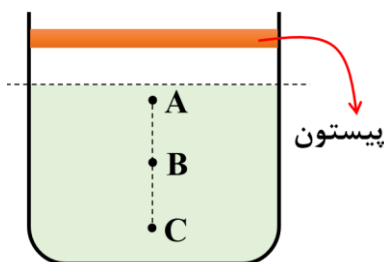
(۳) ۴۰۰

(۴) ۵۰۰



سوال: در ظرف شکل زیر، پیستون را پایین می‌آوریم تا فشار در نقطه B، ۲ برابر شود. فشار در نقاط A و C به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

«خیلی سبز»



(۱) بیشتر از ۲ برابر - کم‌تر از ۲ برابر

(۲) ۲ برابر - ۲ برابر

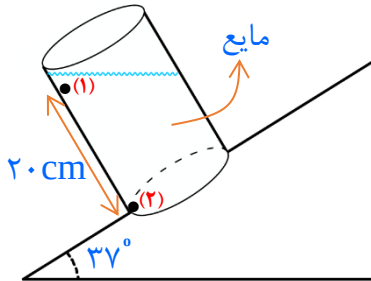
(۳) کم‌تر از ۲ برابر - بیشتر از ۲ برابر

(۴) بیشتر از ۲ برابر - بیشتر از ۲ برابر

سوال: در شکل زیر، درون لیوان استوانه‌ای مایعی با چگالی $\rho = 2 \text{ g/cm}^3$ ریخته شده است. اگر این لیوان با سرعت ثابت در حال سر خوردن به سمت پایین باشد، اختلاف فشار بین دو نقطه (۱) و (۲) برابر چند هکتوپاسکال است؟

$$(P_0 = 10^5 \text{ Pa} \text{ و } \cos 37^\circ = 0.8)$$

«تالیفی»



(۱) ۱۶

(۲) ۳۲

(۳) ۱۶۰

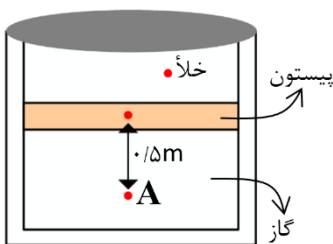
(۴) ۳۲۰

فشار ناشی از گاز و فشار هوا

گفتیم که درون مخازن کوچک گاز می‌توان فشار را فقط به علت گاز تلقی کرد و از ستون گاز صرف نظر کرد. چون چگالی خیلی کم است و ارتفاع مخازن گاز هم غالباً اندک است؛ مثلاً اگر در یک مخزن ۳ متری هوا ذخیره شده باشد و چگالی هوا 1.3 kg/m^3 در نظر گرفته شود، فشار این مخزن گازی طبق رابطه ρgh تنها برابر $39 \text{ Pa} = 1.3 \times 10 \times 3$ است که در برابر فشار ناشی از برخورد مولکول‌های گاز بسیار اندک است.

سوال: در شکل زیر فشار گاز در نقطه A، 2500 Pa است. اگر مساحت پیستون 20 cm^2 باشد، جرم پیستون چند کیلوگرم است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$ و از اصطکاک بین پیستون و سیلندر چشم‌پوشی شود)

«خیلی سب»



(۱) ۵

(۲) ۰/۵

(۳) ۲/۵

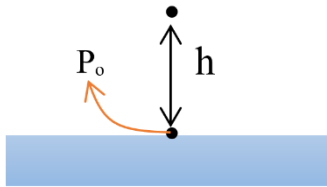
(۴) ۰/۲۵

فشار هوا

به علت ارتفاع بسیار زیاد اتمسفر اطراف زمین نمی‌توان در تعیین فشار هوا از ارتفاع (h) صرف نظر کرد. زیرا ارتفاع آنقدر زیاد است که کوچک بودن چگالی هوا را جبران می‌کند.

نکته: همانطور که قبلاً گفتیم فشار هوا در سطح دریای آزاد (که به اقیانوس‌ها راه دارد) تقریباً 10^5 Pa پاسکال است. هرچه از سطح زمین به ارتفاعات بالاتر برویم، فشار هوا کمتر می‌شود.

سوال: فشار هوا در ارتفاع h از سطح دریا را محاسبه کنید:

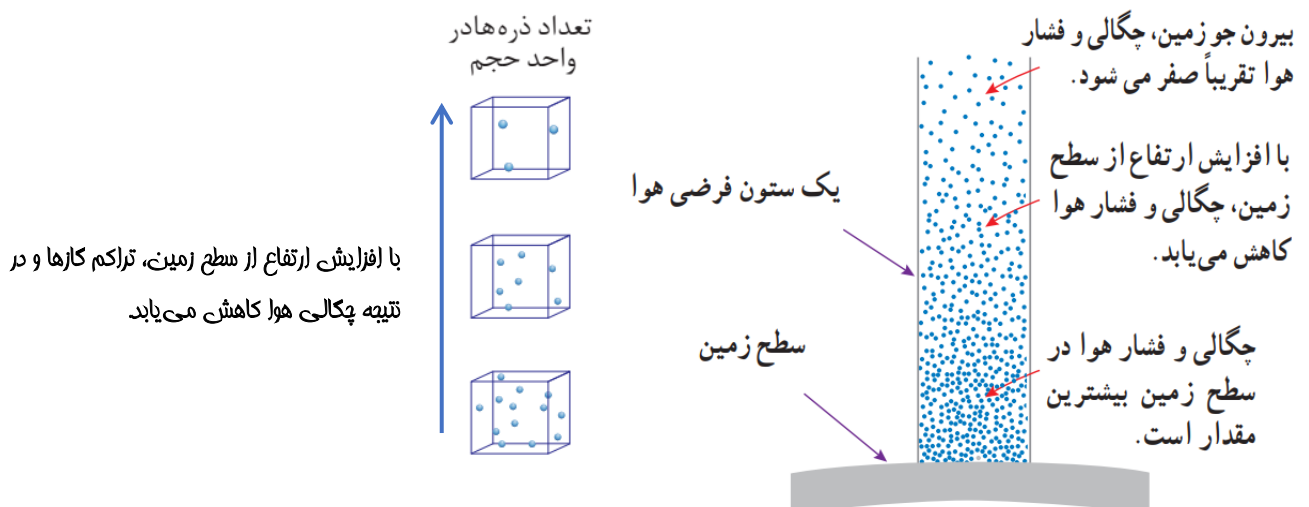


سوال: اگر چگالی هوا در سطح دریای آزاد برابر $1/3 \text{ kg/m}^3$ و فشار هوا در این محل 10^5 Pa باشد، فشار هوا در ارتفاع ۲ کیلومتری از سطح زمین چند کیلوپاسکال است؟ ($g=10 \text{ N/kg}$)

«تالیفی»

- (۱) ۷۴ (۲) بیش‌تر از ۷۴ (۳) کمتر از ۷۴ (۴) بیش‌تر یا کمتر از ۷۴

نکته: به علت زمین، بیشتر مولکول‌های هوا نزدیک سطح زمین قرار می‌گیرند و بنابراین هرچه از سطح زمین بالاتر برویم چگالی هوا می‌شود. پس بهتر است از میانگین چگالی هوا در فرمول‌ها استفاده کنیم.



سوال: یک ستون به مساحت 1m^2 را در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین نقطهٔ اتمسفر زمین ادامه دارد. اگر فشار هوا را در سطح دریا 1bar فرض کنیم، جرم هوا در این ستون فرضی چند تن است؟ ($g=10\text{N/kg}$)

(۱) ۱ (۲) ۱۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۰۰۰۰ «برگرفته از کتاب درسی»

نکته: فشار هوا در سطح دریای آزاد (P_0)، $1.013 \times 10^5\text{Pa}$ است. که دقیقاً معادل 1atm است. برای فشار گازها از واحد bar هم استفاده می‌شود. بدین ترتیب:

$$P_0 = 1.013 \times 10^5\text{Pa} = 1\text{atm} = 1.013\text{bar} \rightarrow 1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$$

$$1\text{atm} = 1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$$

با تقریب خوبی می‌توان نوشت:

سوال: در ارتباط با نمودار فوق به موارد زیر پاسخ دهید:

الف) چند درصد از جرم جو کره زمین تا ارتفاع ۳ کیلومتری است؟

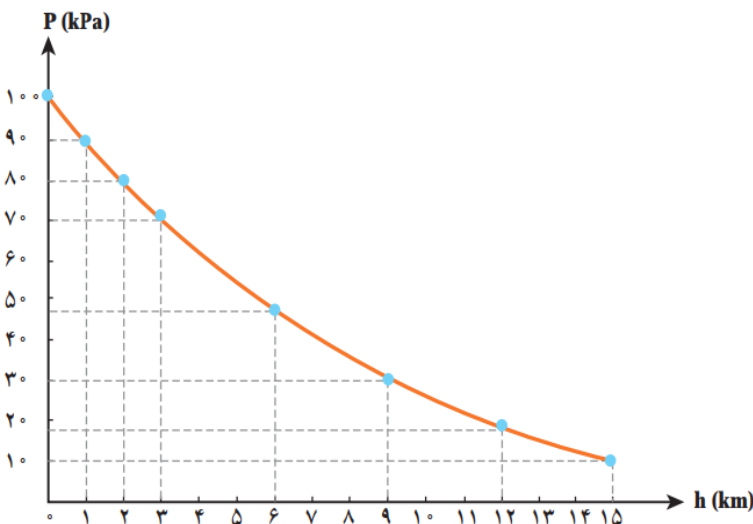
ب) تقریباً چند درصد از جرم جو از ارتفاع ۹ کیلومتری به بعد است؟

پ) آیا تغییرات فشار در ۳ کیلومتر اول و دوم یکسان است؟ چرا؟

ت) آیا می‌توان گفت چگالی هوا در ۳ کیلومتر اول تقریباً یکسان است؟

ث) علت اینکه نمودار فوق خطی نیست و انحنا دارد، چیست؟

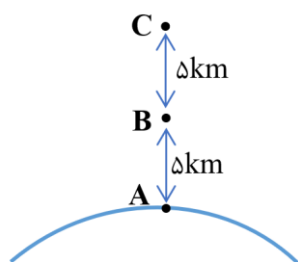
ج) جرم ستون هوای فرضی بین ارتفاعات ۳ تا ۹ کیلومتری از سطح زمین چند کیلوگرم است؟ ($g=10\text{N/kg}$)



نکته: چون چگالی هوا با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد، طبق رابطه $\Delta P = \rho g \Delta h$ ، با دور شدن از سطح زمین به ازای Δh های معین، ΔP یعنی اختلاف فشار دو نقطه هم باید کمتر شود. پس بهتر است از این فرمول استفاده کنیم:

$$\Delta P = \rho_{av} g \Delta h$$

سوال: در شکل مقابل، اگر فشار هوا در نقاط A، B و C به ترتیب با P_A ، P_B و P_C نشان دهیم، کدام گزینه درست است؟



$$P_A - P_B = P_B - P_C \quad (۱)$$

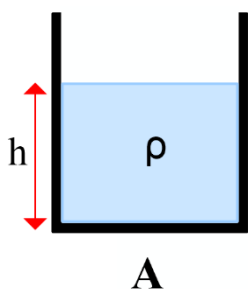
$$P_A - P_B > P_B - P_C \quad (۲)$$

$$P_A - P_B < P_B - P_C \quad (۳)$$

$$P_A - P_C < P_B - P_C \quad (۴)$$

نیروی مایع بر کف ظرف

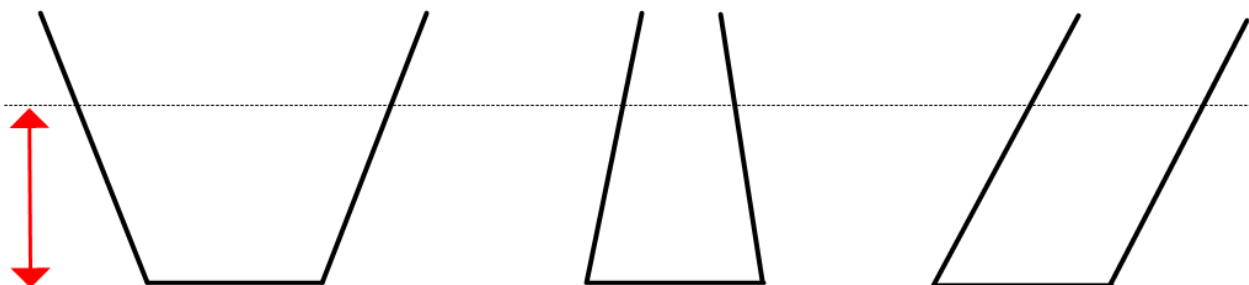
هرگاه پس از اینکه فشار مایع در کف ظرف را محاسبه کردیم، برای محاسبه نیروی وارد شده از مایع بر کف ظرف ناچاریم از فرمول $F = P \times A$ استفاده کنیم که در آن A مساحت کف ظرف است (بدون توجه به شکل ظرف) و P همان ρgh است.



این رابطه اثبات می‌کند که در واقع قراره برای محاسبه نیروی وارد شده از طرف مایع به کف ظرف، وزن ستون آب فرضی بالای آن را محاسبه کنیم. توجه شود که در همه ظرف‌هایی که A و h یکسان دارند، فارغ از هر شکلی، این نیرو برابر است.

نکته: توجه شود که برای محاسبه نیروی وارد شده از طرف مایع، فشار پیمانه‌ای را در فرمول قرار می‌دهیم.

سوال: نیروی وارد شده از طرف مایع بر کف ظرف را در شکل‌های زیر محاسبه کنید: (در هر سه ارتفاع مایع برابر h و سطح مقطع ظرف A است)

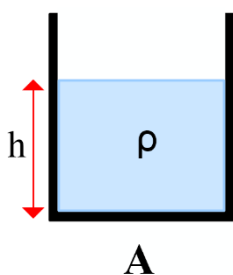


پس می‌توان گفت:

$$F_{\text{مایع بر کف ظرف}} = W_{\text{ستون مایع}}$$

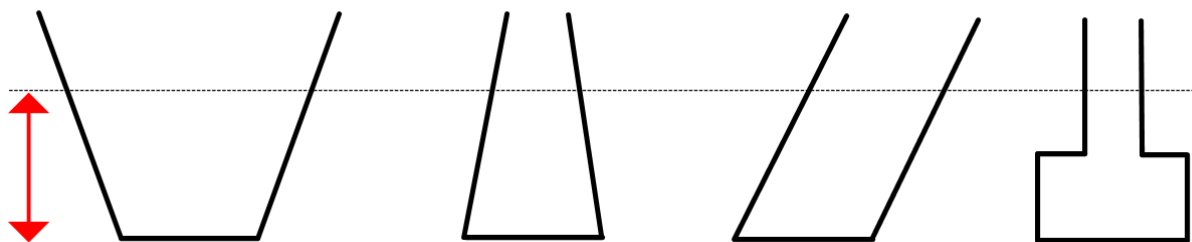
مقایسه نیروی مایع بر کف ظرف و وزن مایع

فقط کافیست بدانیم که نیروی وارد بر کف ظرف، همان وزن ستون مایع (با مساحت A و ارتفاع h) است. پس برای مقایسه با وزن مایع کار سختی نداریم.

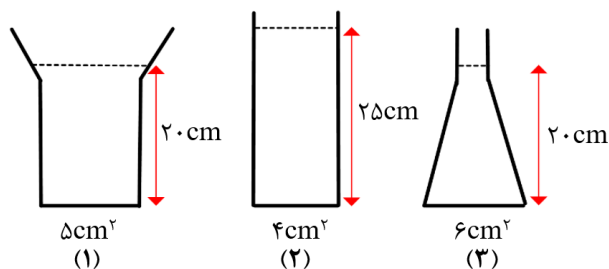


نکته: در شکل‌های همگن (منشوری) وزن مایع با وزن ستون مایع (همان نیروی وارد بر کف) برابر است.

سوال: در هر یک از حالات زیر، وزن مایع و نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع را باهم مقایسه کنید: (در هر چهار شکل، ارتفاع مایع برابر h و سطح مقطع ظرف A است)



سوال: در ظرف‌های شکل روبرو، آب وجود دارد. اگر نیروی وارد بر کف ظرف‌های (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب F_1 ، F_2 و F_3 باشد، کدام رابطه درست است؟



$$F_1 = F_2 > F_3 \quad (۱)$$

$$F_1 = F_2 < F_3 \quad (۲)$$

$$F_1 = F_2 = F_3 \quad (۳)$$

$$F_1 > F_2 > F_3 \quad (۴)$$

سوال: در سه ظرف استوانه‌ای شکل به مساحت A_1 ، A_2 و A_3 ، میزان مساوی از یک مایع می‌ریزیم. اگر $A_3 < A_2 < A_1$ و نیروی وارد شده از طرف مایع بر کف ظرف‌ها، به ترتیب F_1 ، F_2 و F_3 باشد، کدام رابطه درست است؟

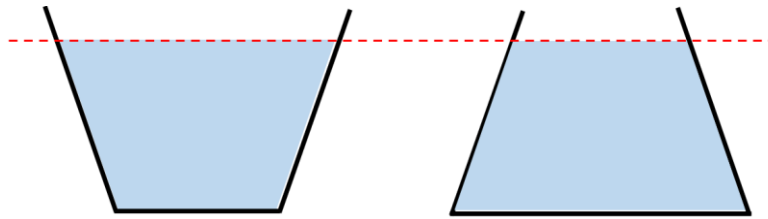
$$F_1 < F_2 < F_3 \quad (۲)$$

$$F_1 > F_2 > F_3 \quad (۱)$$

$$F_1 = F_2 = F_3 \quad (۳)$$

(۴) بسته به چگالی مایع هر سه می‌تواند درست باشد.

سوال: در دو شکل زیر علت تفاوت در نیروی وارد شده از مایع بر کف ظرف (F) و نیروی وزن مایع (W)، نیروی وارد شده از طرف مایع بر دیواره‌های ظرف (F') است. در رابطه با این سه نیرو یک رابطه بنویسید: «تالیفی»



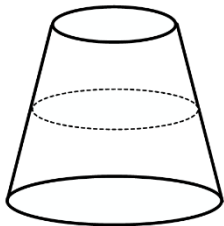
نیروی وارد شده از طرف ظرف بر تکیه‌گاه

دقیقاً مثل اینه که بخواهیم یک ظرف حاوی مایع را روی باسکول (ترازو) بگذاریم و وزن آن را محاسبه کنیم. پس اگر نیروی وارد بر سطح را (F وارد بر سطح) بنامیم، داریم:

$$F_{\text{(وارد بر سطح)}} = (m_{\text{(مایع)}} + M_{\text{(ظرف)}})g'$$

نکته: این همان نیرویی است که کف ظرف به سطح زیر خودش وارد می‌کند اما نیرویی که کف ظرف (نه کل ظرف) به مایع وارد می‌کند، واکنش نیروی مایع بر کف ظرف است و با وزن ستون مایع برابر است.

سوال: مطابق شکل مقداری مایع درون ظرف قرار دارد و فشار مایع در کف ظرف برابر با P_1 و نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع F_1 است. ظرف را برعکس می‌کنیم تا با قاعده کوچک‌تر روی سطح افقی قرار بگیرد. اگر فشار مایع در کف ظرف و نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع در این حالت P_2 و F_2 باشند، کدام گزینه صحیح است؟ «خیلی سبز»



$$(1) F_1 < F_2 \text{ و } P_1 > P_2$$

$$(2) F_1 > F_2 \text{ و } P_1 > P_2$$

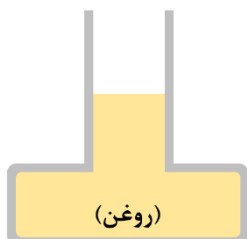
$$(3) F_1 < F_2 \text{ و } P_1 < P_2$$

$$(4) F_1 > F_2 \text{ و } P_1 < P_2$$

سوال: الکل به چگالی 0.8 g/cm^3 و حجم ۱۶ لیتر را در یک ظرف استوانه‌ای بلند به مساحت قاعده 25 cm^2 می‌ریزیم.

نیروی که به سطح داخلی کف ظرف وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ و $g = 10 \text{ N/kg}$) «نردبام»

- (۱) ۱۲۸ (۲) ۲۰۰ (۳) ۳۷۸ (۴) ۴۵۰



سوال: ظرف شکل مقابل از دو بخش استوانه‌ای متصل به هم تشکیل شده است. شعاع

قسمت‌های باریک و پهن ظرف به ترتیب برابر با ۴ mm و ۸ cm است. چند سانتی‌متر مکعب

روغن بر روغن موجود اضافه کنیم تا بر نیروی وارد بر کف ظرف ۱۲ N اضافه شود؟

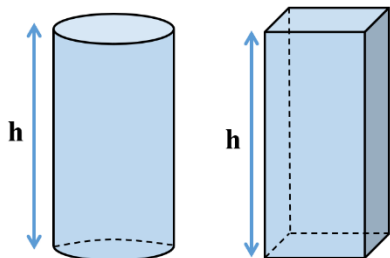
($\rho_{\text{روغن}} = 0.6 \text{ g/cm}^3$, $g = 10 \text{ N/kg}$ و فضای خالی ظرف، کافی است.) «نردبام»

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴) ۶

سوال: در شکل روبرو، مقطع ظرف (۱) دایره‌ای به قطر ۲a و مقطع ظرف (۲) مربعی به قطر ۲a، بوده و ارتفاع هر دو

ظرف h است. اگر تمام مایع ظرف (۲) را در ظرف خالی (۱) بریزیم، نیروی وارد از طرف مایع بر کف ظرف چند برابر

می‌شود؟ (مایع تمام فضای درونی ظرف (۲) را پر کرده است) «خیلی سبز»



- (۱) ۱

(۲) $\frac{1}{\pi}$

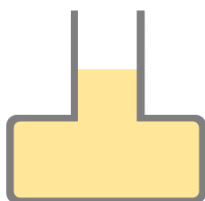
(۳) $\frac{\pi}{2}$

(۴) 2π

سوال: در شکل روبرو، مساحت کف ظرف ۲۰ برابر مساحت سطح آزاد مایع است. مقداری مایع به

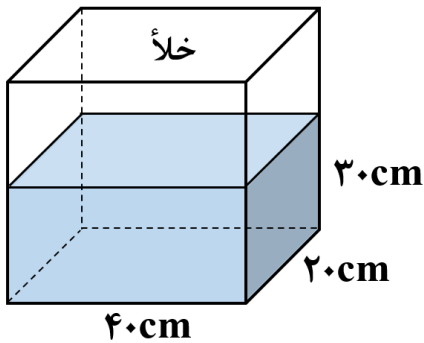
ظرف اضافه می‌کنیم به‌طوری که افزایش نیروی وارد بر کف ظرف، برابر ۱۶ N شود. وزن مایع

اضافه شده چند نیوتون است؟ «خیلی سبز»



- (۱) ۱/۲۵ (۲) ۰/۸ (۳) ۱۶ (۴) ۲۰

سوال: در شکل رسم شده اگر در بالای محفظه، خلأ باشد، متوسط نیروی وارد به سطوح جانبی ظرف توسط مایع با چگالی 2 g/cm^3 برابر چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) «جزوات کنکوری»



(۱) ۱۰۸۰

(۲) ۲۰۲۰

(۳) ۴۰۲۰

(۴) ۸۰۴۰

سوال: در ظرف در بسته شکل زیر، ۳ کیلوگرم آب در حالت تعادل قرار دارد. اگر مساحت کف ظرف 40 cm^2 مربع باشد، برآیند نیروهایی که از طرف دیواره‌های ظرف به آب در راستای قائم وارد می‌شود، چند نیوتون و در چه جهتی است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$ ، $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$) «آی کیو جامع»



(۱) ۱۰، پایین

(۲) ۱۰، بالا

(۳) ۲۰، پایین

(۴) ۲۰، بالا

حل: در واقع می‌توان گفت اگر مایع ساکن باشد، طبق قانون اول نیوتون، برآیند نیروهای وارد بر مایع (نه از مایع به ظرف) برابر صفر است. پس داریم:

$$W_{(\text{مایع})} = F_{(\dots\dots\dots)} + F_{(\dots\dots\dots)}$$

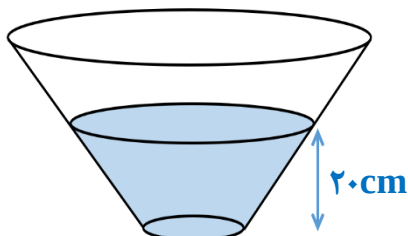
سوال: در مخروط ناقص رسم شده که شعاع سطح کوچک آن برابر ۱۰ سانتی متر است، مطابق شکل تا ارتفاع ۲۰ سانتی متر، ۸ کیلوگرم آب ریخته ایم. بدون در نظر گرفتن فشار هوا، نیروی خالص وارد بر دیواره های ظرف توسط مایع در حال تعادل برابر چند نیوتون است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و $\pi = 3$)

(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳) ۶۰

(۴) ۸۰



فشار بر حسب ارتفاع جیوه

یکی از واحدهای بیان فشار که اتفاقاً خیلی هم در بحث فشار مایعات و گازها (مثل فشار خون) کاربرد دارد، فشار بر حسب سانتی متر یا میلی متر جیوه است. در واقع وقتی می گوییم فشار خون ۱۲ سانتی متر جیوه است، یعنی فشاری معادل ۱۲ سانتی متر جیوه ایجاد می کند. پس داریم:

$$P_{(\text{cmHg})} = H_{(\text{cmHg})}$$

تبدیل سانتی متر جیوه به پاسکال و بالعکس

مثلاً اگر بخواهیم ببینیم فشار خون چند پاسکال است، کافی است فشار ۱۲ سانتی متر جیوه را محاسبه کنیم؛ که می شود:

پس اگر چگالی جیوه برابر با 13600 kg/m^3 و $g = 10 \text{ m/s}^2$ باشد، داریم:

$$\text{cmHg} \longleftrightarrow \text{Pa}$$

نکته: یکی دیگر از واحدهای فشار میلی متر جیوه (mmHg) است. هر میلی متر جیوه را به افتخار آقای توریچلی ۱ تور (torr) می نامند.

نکته: اگر چگالی جیوه را $\rho = 13600 \text{ kg/cm}^3$ بگیریم، این اعداد را حفظ باشیم بهتر است:

سوال: اگر چگالی جیوه 13600 kg/m^3 باشد، ۷۶ سانتی متر جیوه معادل چند پاسکال است؟ جواب خود را با فشار هوا مقایسه کنید: ($g=9.8 \text{ m/s}^2$)

سوال: با تناسب پاسخ دهید که ۱۹ cmHg معادل چند پاسکال است؟

نکته: بدانید که هر ۷۶ سانتی متر جیوه تقریباً فشاری معادل ۱۰/۳۴ متر آب ایجاد می کند. این اختلاف ارتفاع فاحش به دلیل اختلاف زیاد چگالی هاست.

سوال: اگر فشار هوا بر روی یک مخزن جیوه ۷۶ cmHg باشد، فشار در عمق ۱۲۴ سانتی متری این مخزن، چند bar است؟ ($g=10 \text{ N/kg}$ و $\rho_{\text{جیوه}}=13.6 \text{ g/cm}^3$)

«تلفی»

۰/۲۷۲ (۴)

۲/۷۲ (۳)

۲۷/۲ (۲)

۲۷۲ (۱)

سوال: در یک مخزن استوانه‌ای، آب و جیوه به جرم‌های برابر ریخته شده است. مجموع ارتفاع دو لایه مایع ۷۳ سانتی متر است. فشاری که از این دو مایع بر کف مخزن ایجاد می شود، چند torr است؟ ($P_0=76 \text{ cmHg}$, $g=10 \text{ N/kg}$ و $\rho_{\text{جیوه}}=13.6 \text{ g/cm}^3$)

«کنکور قدیمی»

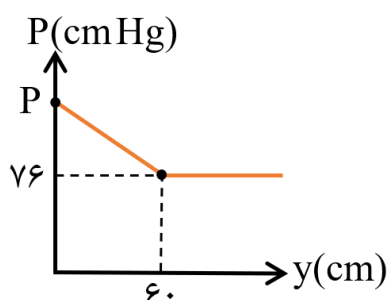
۲۰۰ (۴)

۱۵۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

سوال: نمودار فشار کل بر حسب ارتفاع از کف یک ظرف جیوه به شکل روبرو است. P چند سانتی متر جیوه است؟



۱۰۶ (۱)

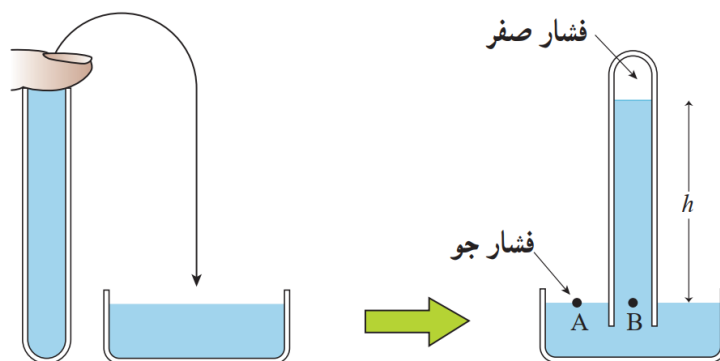
۱۱۶ (۲)

۱۲۶ (۳)

۱۳۶ (۴)

آزمایش توریحلی

آقای ایوانجلیستا توریحلی برای اندازه‌گیری فشار هوا، یک لوله شیشه‌ای بلند بن‌بست را از پر کرد و درون یک ظرف پر از برگرداند. جیوه در لوله تا ارتفاع معینی پایین می‌آید. این ارتفاع بیانگر فشار هوا بر حسب است و فضای خالی بالای لوله را توریحلی می‌نامند.



$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = 0 + \rho gh \Rightarrow P_0 = \rho gh$$

نکته: آزمایش توریحلی به این موارد بستگی ندارد: قطر، شکل، زیبایی، صیقلی و جنس لوله، طول لوله و طولی از لوله که درون مایع قرار می‌گیرد.

سوال: اگر در منطقه‌ای که فشار هوا برابر 1.013 bar است، آزمایش توریحلی را انجام دهیم، به موارد زیر پاسخ دهید:
الف) اگر طول لوله ۲ متر باشد، جیوه چند سانتی متر در آن بالا می‌رود؟ اگر طول لوله ۱ متر باشد چطور؟

ب) اگر یک لوله ۲ متری داشته باشیم که یک بار ۲۰ و بار دیگر ۵۰ سانتی متر از آن را درون ظرف جیوه قرار دهیم، در هر بار جیوه چند سانتی متر در آن بالا می‌رود؟

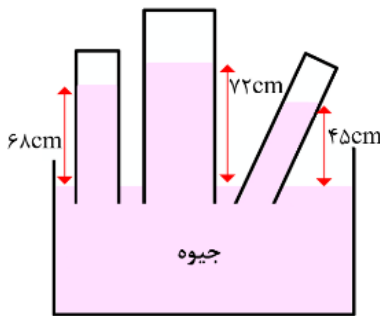
پ) اگر لوله‌ای که ۱ متر از آن از سطح جیوه بیرون است را ۵۳ درجه بچرخانیم، فشار وارد بر انتهای لوله چند سانتی متر جیوه است؟

ت) اگر فشار گاز محبوس شده در انتهای لوله معادل 4 cmHg باشد، سطح جیوه درون این لوله چند سانتی متر بالاتر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد؟

ث) چرا آقای توریچلی در آزمایش خود به جای جیوه از آب استفاده نکرد؟

نکته: به دستگاهی که آقای توریچلی با آن فشار هوا را اندازه گیری کرد، فشارسنج جیوه‌ای، جوسنج یا بارومتر گفته می‌شود.

سوال: شکل روبرو وسیله‌ای برای اندازه‌گیری فشار هوای محیط است. کدام نتیجه زیر همواره درست است؟



(۱) فشار هوای محیط ۷۲cmHg است.

(۲) فشار هوای محیط حداقل ۴۵ cmHg است.

(۳) فشار هوای محیط حداکثر ۷۲ cmHg است.

(۴) فشار هوای محیط حداقل ۷۲ cmHg است.

سوال: یک لوله موئین، یک لوله قطور و یک لوله قطور بن‌بست را از انتهای باز به درون ظرف آب وارد می‌کنیم، به

«تالیفی»

ترتیب آب درون این لوله‌ها چگونه حرکت می‌کند؟

(۲) بالا می‌رود - بالا می‌رود - بالا نمی‌رود

(۱) بالا می‌رود - بالا نمی‌رود - بالا می‌رود

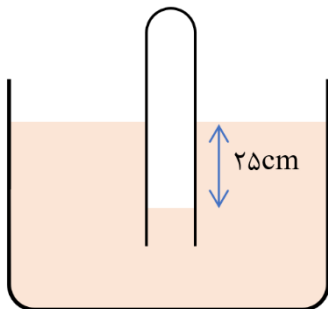
(۴) بالا می‌رود - بالا نمی‌رود - بالا نمی‌رود

(۳) بالا نمی‌رود - بالا نمی‌رود - بالا می‌رود

سوال: در شکل مقابل، اگر چگالی مایع 2g/cm^3 باشد، فشار گاز محبوس درون لوله چند کیلوپاسکال است؟

«کنکور ریاضی ۹۹»

($P_0 = 10^5\text{Pa}$ و $g = 10\text{N/kg}$)



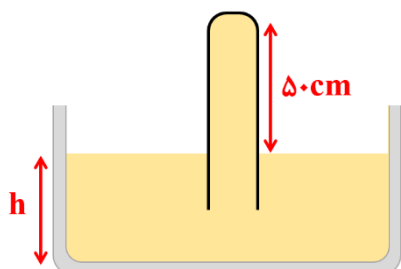
(۱) ۸۵

(۲) ۹۵

(۳) ۱۰۵

(۴) ۱۲۵

سوال: در شکل زیر، بیشینه فشار قابل تحمل در انتهای لوله بسته برابر ۳۰ سانتی متر جیوه است. اگر ۱۰ سانتی متر از ارتفاع h کم کنیم، لوله همچنان پر از جیوه باقی می ماند. همچنین اگر ۱۰ سانتی متر به ارتفاع اضافه کنیم، انتهای لوله همچنان سالم باقی می ماند. فشار هوای محیط بر حسب سانتی متر جیوه، در کدام محدوده است؟ «آی کیو جامع»



$$(۱) \quad 65 < P_o < 75$$

$$(۲) \quad 55 < P_o < 65$$

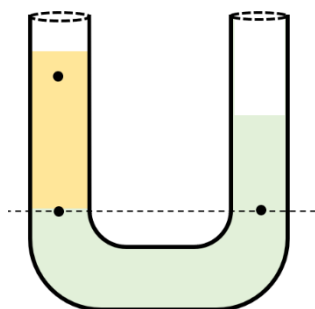
$$(۳) \quad 50 < P_o < 70$$

$$(۴) \quad 60 < P_o < 70$$

لوله های U شکل

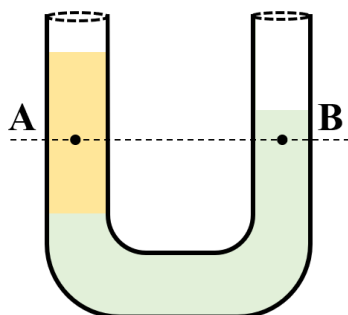
برای حل سوالات مربوط به این مبحث تنها از اصل «هم فشاری نقاط هم تراز» استفاده می کنیم. دقت کنید که طبق این اصل در مایعات ساکن، نقاطی که درون یک مایع یا بر سطح آن باشند و هم تراز باشند، هم فشارند!

سوال: در شکل زیر، فشار در نقطه های مشخص شده را با هم مقایسه کنید:



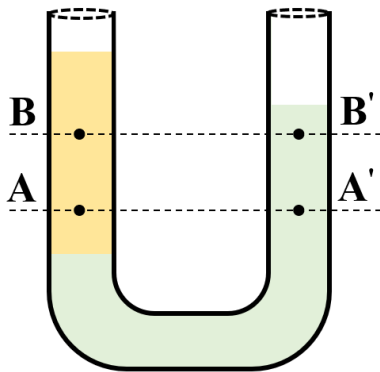
نکته: در لوله های U شکل هر مایعی که سطح آزاد آن (بالاترین نقطه آن) از سایرین در ارتفاع باشد، چگال تر است.

سوال: در شکل زیر فشار در دو نقطه A و B را با هم مقایسه کنید:



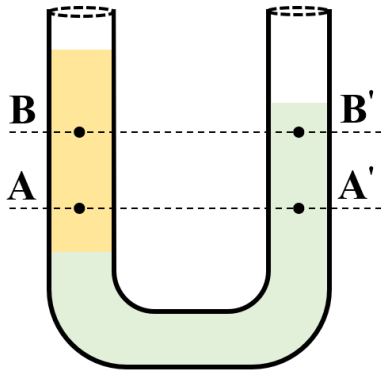
نتیجه: در دو نقطه هم سطح در دو مایع مختلف، هر نقطه ای که مایع بالای سر خودش ببیند، فشار بیشتری دارد.

سوال: در شکل زیر ΔP_1 مربوط به اختلاف فشار بین A و A' و ΔP_2 مربوط به اختلاف فشار بین B و B' است. ΔP_1 و ΔP_2 نسبت به هم چگونه اند؟

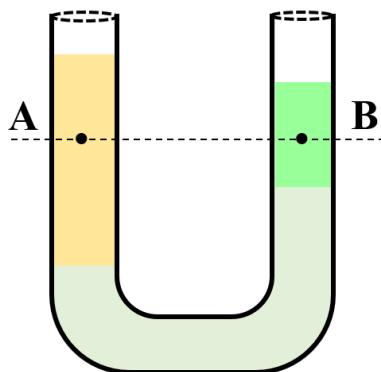


نتیجه: می توان گفت در لوله های U شکل، هر چه از دو نقطه هم تراز در یک مایع دورتر شویم، ΔP می یابد.

سوال: در سوال قبل، اگر ΔP_3 اختلاف فشار بین A و B و ΔP_4 اختلاف فشار بین A' و B' را نشان دهد، آن ها را با هم مقایسه کنید:

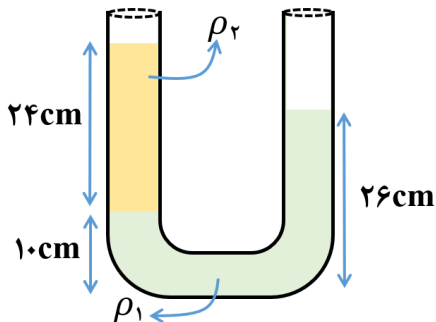


سوال: در لوله U شکل زیر سه مایع مخلوط نشده ریخته شده اند. اگر نقاط A و B هم سطح باشند، فشار در آن ها را با هم مقایسه کنید:



سوال: در یک لوله U شکل مطابق شکل دو مایع مخلوط نشدنی ریخته شده است. اگر $\rho_1 = 3 \text{ g/cm}^3$ باشد، ρ_2 چند واحد SI است و اگر دو مایع مخلوط شدنی بودند، پس از تعادل، اختلاف سطح مایع در دو طرف لوله چند سانتی متر می شد؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

«تالیفی»



(۱) $2000 - 8$

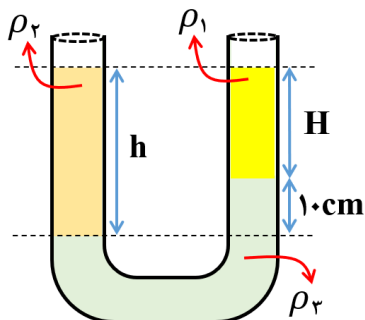
(۲) $2300 - \text{صفر}$

(۳) $2000 - \text{صفر}$

(۴) $2300 - 8$

سوال: مطابق شکل سه مایع مخلوط نشدنی را درون لوله ای شکل ریخته ایم. پس از تعادل h برابر چند سانتی متر خواهد شد؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ و $g = 10 \text{ N/kg}$ ، $\rho_3 = 3 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_2 = 2 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_1 = 1 \text{ g/cm}^3$)

«تالیفی»



(۱) 10

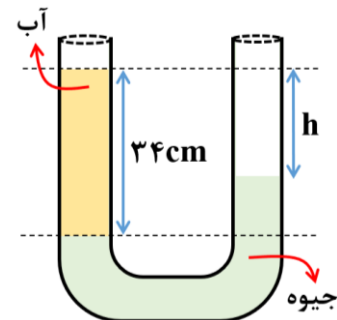
(۲) 20

(۳) 30

(۴) 40

سوال: در شکل روبرو اختلاف ارتفاع آب و جیوه چند سانتی متر است؟ (چگالی جیوه $13/6$ برابر چگالی آب است)

«کنکور ریاضی»



(۱) $27/5$

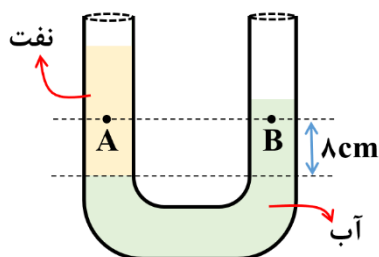
(۲) 29

(۳) 30

(۴) $31/5$

سوال: با توجه به شکل زیر، اگر چگالی آب و نفت به ترتیب ۱۰۰۰ و ۸۰۰ واحد SI باشند، $P_A - P_B$ چند پاسکال است؟

«تالیفی»



(فشار هوا ۱ atm و $g = 10 \text{ N/kg}$)

(۱) +۱۶۰

(۲) -۱۶۰

(۳) +۸۰

(۴) -۸۰

حل: در لوله‌های U شکل، در صورتی که اختلاف فشار بین دو نقطه هم سطح موجود در دو مایع مختلف را بخواهیم، می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$P_{\text{(بیشتر)}} - P_{\text{(کمتر)}} = \Delta \rho \times g \times \Delta h$$

سوال: مایعی به چگالی 900 kg/m^3 که با آب مخلوط نمی‌شود، درون لوله‌ای U شکل با آب در تعادل است. اختلاف

ارتفاع آب در دو شاخه لوله برابر 27 cm است. اگر این سامانه درون آسانسوری که با شتاب $3/2 \text{ m/s}^2$ به بالای

حرکت می‌کند قرار داشته باشد، سطح آزاد مایع چند سانتی‌متر بالاتر از سطح آزاد آب قرار می‌گیرد؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

($g = 9/8 \text{ N/kg}$)

«تالیفی»

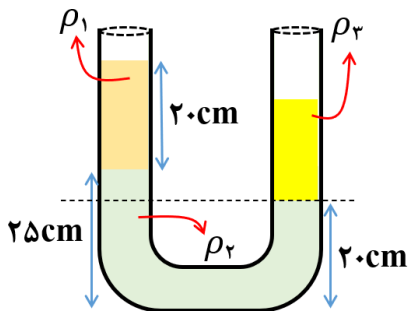
(۴) ۲

(۳) ۴

(۲) ۳

(۱) ۶

سوال: در شکل مقابل، سه مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $\rho_1 = 0.8 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_2 = 2.4 \text{ g/cm}^3$ و مایع سوم با چگالی ρ_3 به حال تعادل قرار دارند. اگر سطح مقطع لوله 2 cm^2 باشد، جرم مایع سوم چند گرم است؟ «تجربی خارج ۱۴۰۰»



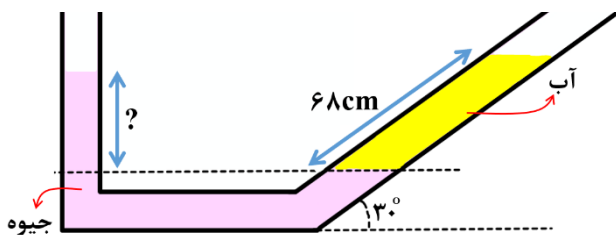
(۱) ۵۶

(۲) ۴۸

(۳) ۴۲

(۴) ۳۵

سوال: در شکل روبرو، سطح مقطع ظرف در همه جا یکسان و آب و جیوه در حال تعادل هستند. اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف چند سانتی‌متر است؟ (چگالی جیوه 13.6 برابر چگالی آب است) «خیلی سبز»



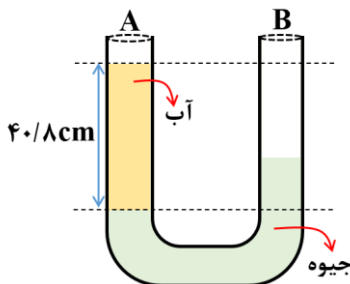
(۱) ۲/۵

(۲) ۵

(۳) ۴

(۴) ۸

سوال: در شکل مقابل، تا چه ارتفاعی بر حسب سانتی‌متر، در شاخه B الکل بریزیم تا ارتفاع جیوه در دو طرف لوله برابر شود؟ (الکل $\rho_{\text{الکل}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$ ، آب $\rho_{\text{آب}} = 1.0 \text{ g/cm}^3$ ، جیوه $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$) «خیلی سبز»



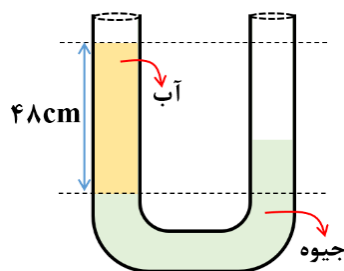
(۱) ۵۱

(۲) ۳

(۳) ۱۳/۶

(۴) ۴۸

سوال: در شاخه سمت چپ لوله در حال تعادل زیر، تا چه ارتفاعی بر حسب سانتی متر الکل بریزیم تا ارتفاع مایعات مخلوط نشدنی در دو طرف لوله برابر شود؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_{\text{الکل}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$) «تالیفی»



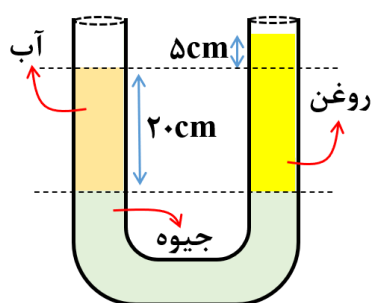
(۱) ۶۰

(۲) ۴۷/۲۵

(۳) ۴۲/۵

(۴) چنین حالتی امکان ندارد.

سوال: در شکل روبرو، دو سطح جیوه در یک تراز قرار دارد و سیستم به حال تعادل است. تقریباً چند سانتی متر به ارتفاع ستون آب اضافه کنیم تا سطح آزاد آب و روغن در یک تراز قرار گیرند؟ «کنکور تجربی»



($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$)

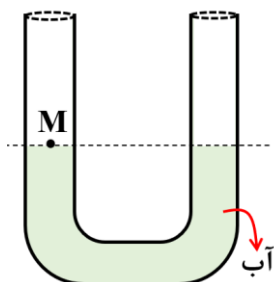
(۱) ۴/۵

(۲) ۴/۹

(۳) ۵/۴

(۴) ۹/۴

سوال: در شکل روبرو، در لوله U شکل آب ریخته شده و نقطه M روی لوله نشانه گذاری شده است. اگر در قسمت راست لوله، روی آب، به ارتفاع ۵ cm نفت بریزیم، لوله مقابل سطح آب چند سانتی متر از نقطه M بالاتر می رود؟ (چگالی آب و نفت به ترتیب ۱ و ۰/۸ گرم بر سانتی متر مکعب است و قطر لوله در دو سمت برابر است) «کنکور ریاضی»



(۱) ۱

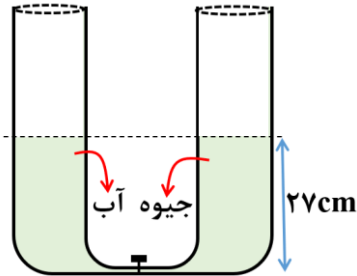
(۲) ۲

(۳) ۲/۵

(۴) ۴

سوال: دو ظرف استوانه‌ای مشابه به وسیله لوله‌ای بسیار باریک با حجم ناچیز به هم مرتبط شده‌اند و مطابق شکل روبرو در یک استوانه آب و در دیگری جیوه قرار دارد. اگر شیر ارتباطی بین دو ظرف را باز کنیم، سطح جیوه در لوله چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_{\text{جیوه}} = 13.5 \text{ g/cm}^3$)

«تجربی خارج ۹۸»



(۱) ۲

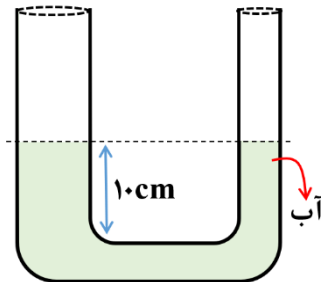
(۲) ۵

(۳) ۱۲/۵

(۴) ۲۵

سوال: در دو لوله استوانه‌ای مرتبط به هم تا سطح مشخص شده آب وجود دارد و قطر قاعده یکی از استوانه‌ها ۳ برابر قطر قاعده استوانه دیگر است. اگر از لوله سمت چپ تا ارتفاع ۵ cm نفت اضافه کنیم، آب در لوله باریک چند سانتی‌متر نسبت به حالت اول بالا می‌رود؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $g = 10 \text{ N/kg}$ و $\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$)

«کنکور تجربی ۹۸»



(۱) ۱/۲

(۲) ۳/۶

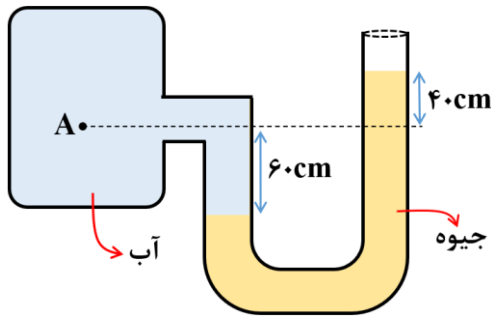
(۳) ۴

(۴) ۵

نکته: وقتی در لوله‌های U شکل حرفی از مساحت مطرح نیست، یعنی مساحت در تمام طول لوله ثابت است.

«کنکور ریاضی ۹۴»

سوال: در شکل روبرو، اختلاف فشار نقطه A و فشار هوا چند کیلوپاسکال است؟

 $(\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3, g = 10 \text{ N/kg})$ 

(۱) ۱۳/۶

(۲) ۱۳۶

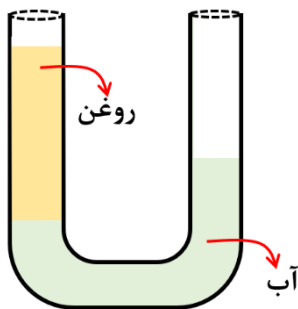
(۳) ۱۳۰

(۴) ۶۰

سوال: در شکل مقابل، آب و روغن در حال تعادل قرار دارند. اگر به شاخه سمت چپ روغن اضافه کنیم، اختلاف سطح

«آی کیو جامع»

آزاد روغن و آب در دو شاخه چگونه تغییر می کند؟ (شاخه ها به حد کافی بلند هستند)



(۱) افزایش می یابد.

(۲) کاهش می یابد.

(۳) ثابت می ماند.

(۴) بستگی به مقدار روغن اضافه شده دارد.

سوال: در سوال قبل، اگر به شاخه سمت راست آب اضافه کنیم، اختلاف سطح آزاد روغن و آب چگونه تغییر می کند؟

«آی کیو جامع»

(۱) افزایش می یابد.

(۲) کاهش می یابد.

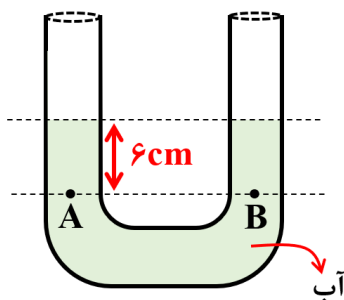
(۳) ثابت می ماند.

(۴) بستگی به مقدار روغن اضافه شده دارد.

نکته طلایی: در سوالاتی که به یک ظرف با مایعات در حال تعادل، مایع اضافه تر می‌ریزند، اگر به مایع سبک‌تر اضافه کنند که باید بریم حساب کنیم؛ اما اگر به مایع سنگین‌تر بریزند باز هم اختلاف سطح آزاد همان قبلی خواهد ماند. چون مایع سبک تغییر نکرده است! مثلاً اگر در ظرف حاوی آب و روغن، ۱۰ سانتی‌متر ارتفاع آب را افزایش دهیم در هر دو سمت ۵ سانتی‌متر ستون آب حرکت کرده و در نهایت سطح آزاد آب و روغن در همان فاصله قبل خواهد ماند (این نکته در صورتی درست است که اولاً سطح مقطع لوله در تمام طول آن یکسان باشد و ثانیاً درون لوله تنها یک مایع داشته باشیم).

سوال: در لوله U شکل مقابل، آب در حال تعادل است و سطح مقطع دو لوله برابر ۲۰ سانتی‌متر مربع می‌باشد. چند میلی‌لیتر روغن را به کدام لوله اضافه کنیم تا فشار نقطه B، ۱۰۰ پاسکال بیشتر از فشار نقطه A شود؟
($\rho_{\text{روغن}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

«آی کیو جامع»



(۱) ۵۰۰ میلی‌لیتر به شاخه چپ

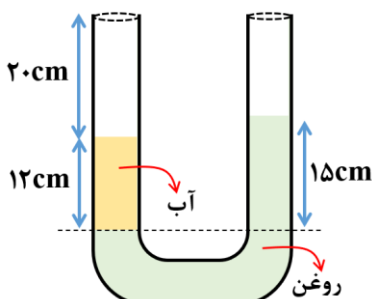
(۲) ۵۰۰ میلی‌لیتر به شاخه راست

(۳) ۵۵۰ میلی‌لیتر به شاخه چپ

(۴) ۵۵۰ میلی‌لیتر به شاخه راست

سوال: در لوله مقابل، آب و روغن در حال تعادل هستند و یک ورقه بسیار نازک بین دو مایع قرار گرفته است. برای آنکه اختلاف سطح آزاد دو مایع برابر ۵ سانتی‌متر شود، کدام راه حل مناسب است؟ (سطح مقطع لوله در تمام طول آن ۱ cm^۲ است)

«آی کیو جامع»



(۱) اضافه کردن ۸ سانتی‌متر مکعب روغن به شاخه راست

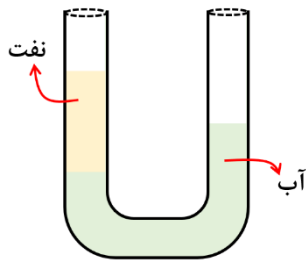
(۲) اضافه کردن ۱۲ سانتی‌متر مکعب روغن به شاخه راست

(۳) اضافه کردن ۸ سانتی‌متر مکعب آب به شاخه چپ

(۴) اضافه کردن ۱۲ سانتی‌متر مکعب آب به شاخه چپ

سوال: در شکل مقابل، اگر به شاخه سمت راست ۵cm نفت به آرامی اضافه کنیم، سطح آزاد نفت در شاخه چپ چند سانتی متر بالا می‌رود؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$)

«نردبام»



۲ (۱)

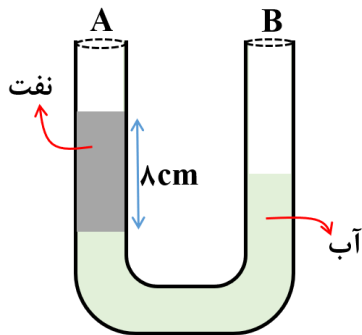
۲/۵ (۲)

۴ (۳)

۵ (۴)

سوال: در شکل مقابل، دو مایع آب و نفت در حال تعادل اند. اگر در شاخه چپ، ۵cm را از ارتفاع نفت به آرامی خارج کنیم، در پایان، سطح آزاد نفت در شاخه چپ چند سانتی متر پایین تر از وضعیت اولیه می‌ایستد؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

«نردبام»



$\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$ و قطر لوله در همه جا یکسان است.)

۲ (۱)

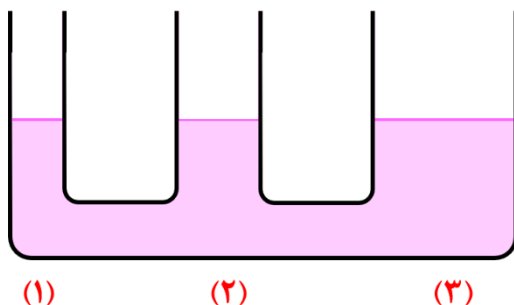
۳ (۲)

۴ (۳)

۶ (۴)

سوال: در لوله شکل مقابل، آب در حال تعادل و سطح مقطع شاخه‌های (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب برابر ۲، ۴ و ۶ سانتی متر مربع است. اگر ۶۰ سانتی متر مکعب روغن به شاخه (۱) اضافه کنیم، سطح آب در لوله (۳) چند سانتی متر بالا می‌رود؟ ($\rho_{\text{روغن}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و لوله‌ها به اندازه کافی بلند هستند)

«آی کیو جامع»



۱ (۱)

۲ (۲)

۴ (۳)

۱۲ (۴)

(۱)

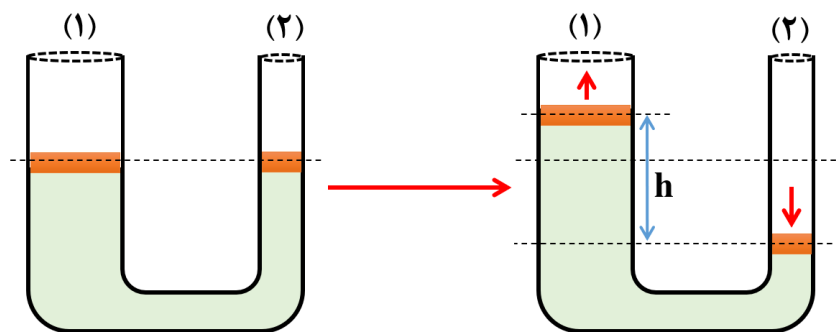
(۲)

(۳)

بالابر هیدرولیکی

وسیله‌ای است برگرفته از لوله‌های U شکل با قطر مقطع متفاوت برای ساده‌تر کردن جابجایی وسایل سنگین مثل خودرو. بدین ترتیب که بر روی مایع در دو طرف آن دو پیستون قرار می‌گیرد. اگر بر پیستون کوچک (A) کمتر)، نیروی کوچکی را وارد کنیم، این نیرو در سمت پیستون بزرگتر (A بیشتر)، نیروی بزرگتری را ایجاد می‌کند که می‌توان با آن وسایل سنگین را بالا برد. عملکرد این وسیله دقیقاً بر مبنای «اصل پاسکال» استوار است.

نکته: برای حل سوالات آن کافایت به نقاط هم‌تراز توجه کرده و مسئله را حل کنیم. البته حتماً باید توجه کنید که جابجایی در سمت پیستون کوچک‌تر، بیشتر است.



سوال: در یک بالابر هیدرولیکی سطح مقطع پیستون بزرگ، ۱۰ برابر سطح مقطع پیستون کوچک است. اگر وزن پیستون بزرگ ۵۰N و وزن پیستون کوچک ۱۰N باشد، برای بالا بردن جسمی به جرم ۱۰۰kg توسط این بالابر، حداقل چند نیوتن باید بر پیستون کوچک نیرو وارد کرد؟ ($g=10\text{N/kg}$ و پیستون‌ها بدون اصطکاک‌اند) «خیلی سبز»

(۴) ۱۰۵

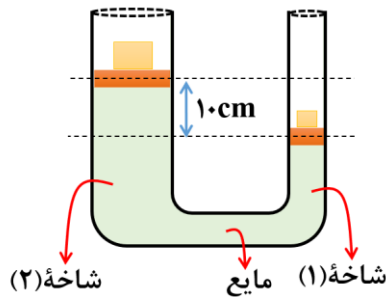
(۳) ۱۰۰

(۲) ۹۵

(۱) ۱۰

سوال: یک بالابر هیدرولیکی مطابق شکل در تعادل است. جرم پیستون کوچک و وزنه روی آن m و جرم پیستون بزرگ و وزنه روی آن M و قطر پیستون بزرگ ۳ برابر قطر پیستون کوچک است. اگر جرم پیستون کوچک و وزنه روی آن را ۵۰ درصد کاهش دهیم، پیستون بزرگ 2 cm بالاتر از پیستون کوچک متوقف می شود. M چند m برابر است؟ (مایع موجود در بالابر دارای چگالی 2 g/cm^3 است و از اصطکاک صرف نظر شود)

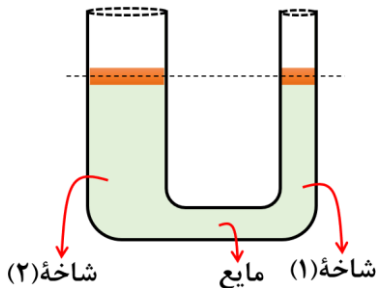
«تالیفی پیشرفته»



- (۱) $\frac{8}{27}$
 (۲) $\frac{27}{8}$
 (۳) $\frac{3}{2}$
 (۴) $\frac{9}{4}$

سوال: مطابق شکل یک بالابر هیدرولیکی بدون اصطکاک در حال تعادل است. جرم پیستون کوچک m کیلوگرم و جرم پیستون بزرگ $(300 + m)$ کیلوگرم و سطح مقطع پیستون های بزرگ و کوچک به ترتیب ۴ و ۱ مترمربع است. اگر وزنه m کیلوگرمی بر روی پیستون بزرگ قرار دهیم، این پیستون چند میلی متر پایین می رود؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)

«تالیفی پیشرفته»



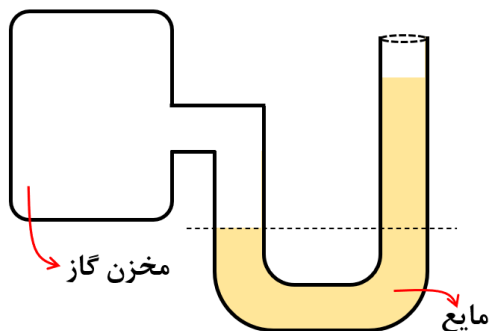
- (۱) $2/5$
 (۲) $12/5$
 (۳) 25
 (۴) 125

فشارسنج U شکل (مانومتر)

برای اندازه‌گیری فشار گاز درون یک مخزن می‌توان از لوله‌های U شکل استفاده کرد. توجه شود که هرچه مایع استفاده شده در این فشارسنج چگالی بیشتری داشته باشد و ارتفاع لوله‌های آن بیشتر باشد، می‌توان از آن برای اندازه‌گیری فشار گاز در مخازن پرفشارتری استفاده کرد.

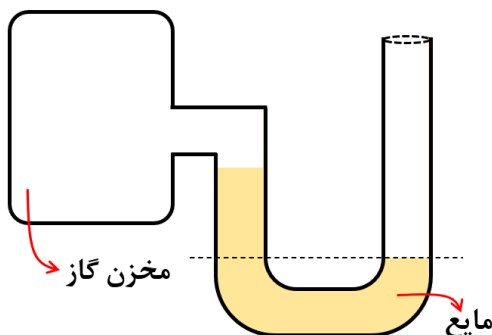
دو حالت مهم:

الف) اگر فشار مخزن گاز از فشار هوا بیشتر باشد:



در این صورت فشار پیمانه‌ای یا P_g مثبت خواهد شد.

ب) فشار هوا از فشار مخزن گاز بیشتر باشد:



در این صورت فشار پیمانه‌ای یا P_g منفی خواهد شد.

$P_g > 0$ ← یعنی فشار مخزن از فشار هوا است.

$$P_g = P - P_0 = \pm \rho \cdot g \cdot h$$

پس در کل اگر

$P_g < 0$ ← یعنی فشار مخزن از فشار هوا است.

نکته: توجه شود که اکثر فشارسنج‌ها از جمله فشارسنج بوردون، فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهند. یعنی نشان می‌دهند که فشار مخزن مربوطه چقدر از فشار هوا بیشتر یا کمتر است.

سوال: اگر یک فشارسنج، فشار گاز درون لاستیک یک خودرو را $2/1 \text{ bar}$ اعلام کند:

الف) فشار گاز درون لاستیک خودرو چند bar با فشار هوا تفاوت دارد؟

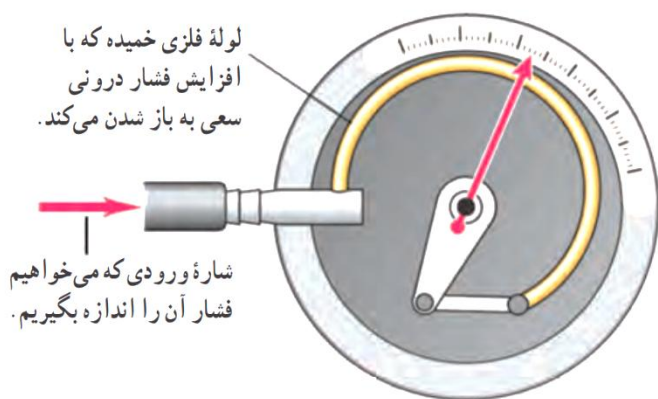
ب) فشار مطلق هوای درون لاستیک چند است؟

سوال: اگر فشار هوای محیط ۷۶cmHg باشد:

الف) حداقل و حداکثر فشار خون درون سرخرگ آئورت چند سانتی‌متر جیوه است؟ این فشار، فشار کل است یا پیمانه‌ای؟

ب) فشار مطلق خون در این رگ حداقل و حداکثر چند سانتی‌متر جیوه است؟

فشارسنج بوردون

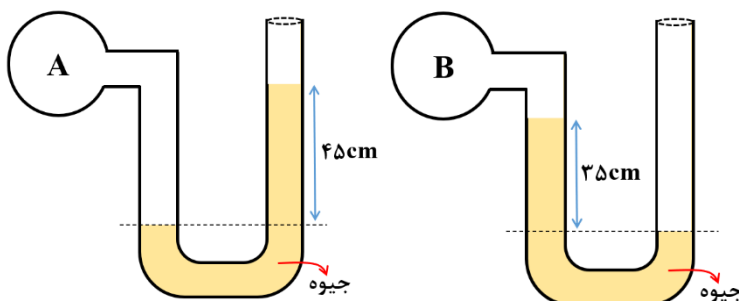


این فشارسنج همانند سایر فشارسنج‌ها، اختلاف فشار مخزن گاز با فشار هوا (همان فشار) را نشان می‌دهد. اکثر فشارسنج‌ها از این نوع‌اند.

طرز کار: مطابق شکل از یک لوله، فشارسنج به صورت محکم به مخزن گاز متصل شده و گاز به درون فشارسنج وارد می‌شود. یک لوله درون این فشارسنج دیده می‌شود که با افزایش فشار گاز (شاره) سعی به باز شدن می‌کند و خمیده شده و باعث می‌شود تا عقربه بچرخد و عدد بزرگتری را نشان دهد.

سوال: اگر فشار هوا در محل آزمایش ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار گاز درون مخزن A چند برابر فشار گاز درون مخزن B است؟

«کنکور ریاضی ۹۸»

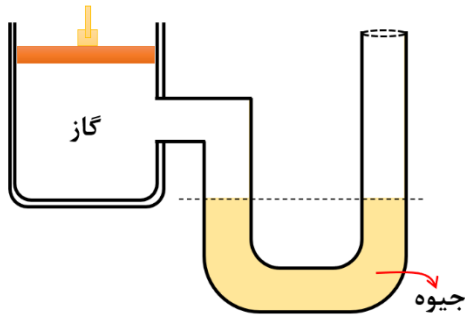


- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)

سوال: در شکل روبرو، وزن و اصطکاک پیستون ناچیز است. وزنه چند کیلوگرمی را به آرامی روی پیستون قرار دهیم تا در حالت تعادل، اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه در لوله، به $7/5 \text{ cm}$ برسد؟ $g = 10 \text{ N/kg}$ ، مساحت قاعده پیستون

50 cm^2 و $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$ است)

«کنکور ریاضی»



(۱) $2/2$

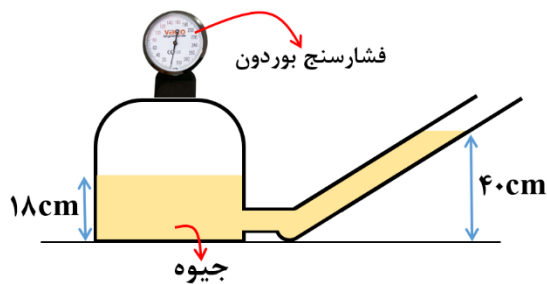
(۲) $4/3$

(۳) $5/1$

(۴) $6/4$

سوال: در شکل روبرو، اگر فشار هوای محیط 75 cmHg باشد، فشارسنج بوردون فشار گاز درون مخزن را چند تور (torr) نشان می‌دهد؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$)

«خیلی سبز»



(۱) ۸۷

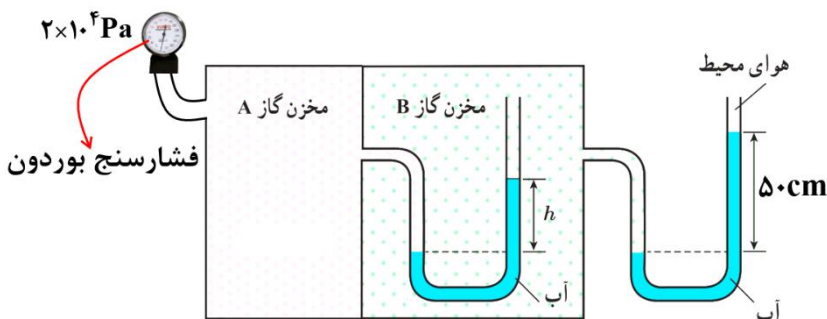
(۲) ۱۲۰

(۳) ۸۷۰

(۴) ۲۲۰

سوال: در شکل روبرو، مقدار h چند سانتی‌متر است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $g = 10 \text{ N/kg}$)

«کتاب درسی پیشرفته»



(۱) ۱۵۰

(۲) ۲۵۰

(۳) ۱۰۰

(۴) ۶۰

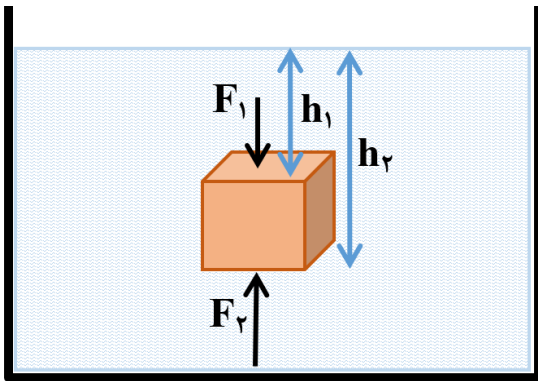
درسنامه ۳: نیروی شناوری و شارهای غیرساکن

نیروی شناوری

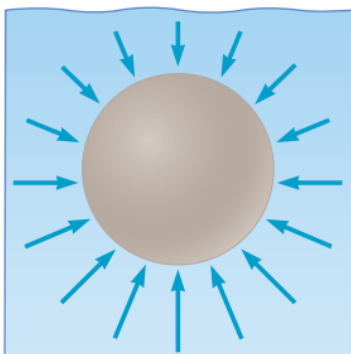
هرچند که کتاب درسی در رابطه با «اصل ارشمیدس» اطلاعات مستقیمی نیاورده است اما برای حل تست‌های این مبحث بهتر است آن را بدانید.

اصل ارشمیدس: می‌گه که نیروی شناوری (F_b) که از طرف شاره بر جسم درون آن وارد می‌شود، همواره برابر با وزن همان شاره بوده که توسط آن جسم جابه‌جا می‌شود (یعنی در واقع وزن شاره با ابعادی از همان جسم که درون شاره است!!)

اثبات اصل ارشمیدس:



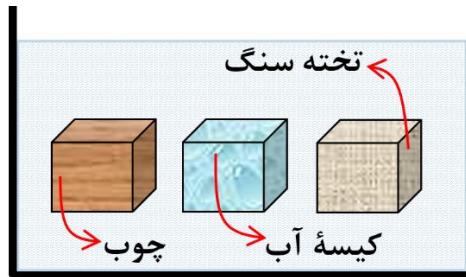
$$F_b = W_{\text{(جابه‌جا شده توسط جسم)}}$$



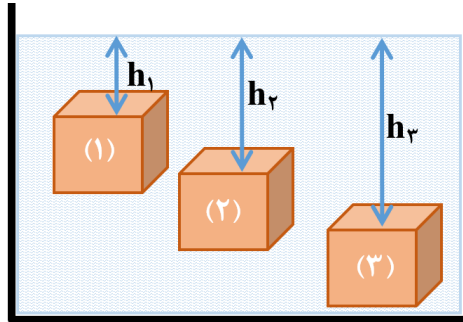
نکته: طبق فرمول مشخص است که نیروی شناوری به چگالی و جرم جسم درون آن و عمق لحظه‌ای آن وابسته و فقط به چگالی و ابعاد جسم درون شاره وابسته است. پس:

۱- کیسه آب، تخته سنگ و چوب اگر ابعاد یکسان داشته باشند، درون شاره نیروی شناوری وارد بر آن‌ها است.

شکل ۲-۱: پیکان‌ها نشان می‌دهند که نیروهای ناشی از فشار وارده بر جسم، به دلیل افزایش عمق، در زیر آن بزرگ‌ترند.



۲- یک جسم با ابعاد معین در تمام عمق‌های یک شاره، F_b را متحمل می‌شود؛ چون Δh و حجم آن یکسان است.



نکته: برای مقایسه چگالی شاره و جسم داریم:

سوال: یک قطعه سنگ مکعبی با حجم 1m^3 را بر سطح آب به چگالی 1000kg/m^3 رها می‌کنیم. اگر جرم این قطعه سنگ 10t باشد، پس از 20 ثانیه از رها شدن قطعه سنگ چه تندی‌ای خواهد داشت؟ ($g=10\text{N/kg}$ و عمق آب زیاد فرض شود)

نکات تکمیلی در مورد شناوری:

۱- نیروی شناوری در تمام اعماق شاره بر یک جسم یکسان است و به چگالی جسم و عمق شاره وابسته نیست.

۲- وزن جسم در سراسر عمق مایع (با فرض ثابت بودن g) یکسان است.

انواع حالات جسم در شار

اگر جسمی را درون شار فرو ببریم و سپس رها کنیم، اگر:

۱- حالت فرورفتن یا ته نشین شدن ($F_b < W$): جسم به درون شار فرو رفته و در ته آن ته نشین می شود:

۲- حالت غوطه ور یا معلق شدن ($F_b = W$): جسم را در هر مکانی که رها کنیم، همان جا باقی می ماند (نه اینکه حتماً به وسط عمق شار رسیده و سپس متوقف شود). چون برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است پس بدون حرکت می ماند:

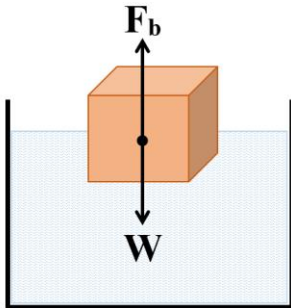
۳ و ۴- حالت بالارفتن و شناور شدن ($F_b > W$): جسم به سمت بالا حرکت می کند و در سطح آب شناور می شود:

نکته: دقت کنید در حالت شناوری در نهایت باید نیروی وزن با نیروی شناوری برابر شود تا جسم در سطح آب شناور بماند و بالاتر نرود. چون نیروی وزن جسم تغییر نمی کند باید نیروی شناوری یابد تا به اندازه نیروی وزن برسد. به همین دلیل شاره قسمتی از جسم را از سطح خود بیرون می اندازد تا ابعاد آن درون آب کم شده و نیروی شناوری یابد.

نکته: دقت کنید که هرچه چگالی جسم کمتر باشد، درصد بیشتری از ارتفاع جسم از مایع خارج می شود:

سوال: یک قطعه چوب توپر به صورت مکعبی با ضلع ۲۰cm را درون آب می‌اندازیم. اگر چگالی چوب 0.8 g/cm^3 باشد، پس از تعادل سطح چوب چند سانتی‌متر بالاتر از سطح آب متوقف می‌شود؟ ($g=10 \text{ N/kg}$ ، $\rho_{\text{آب}}=1 \text{ g/cm}^3$)

«تالیفی - برگرفته از هالیدی»



انواع حالات	مقایسه W و F_b	مقایسه چگالی جسم و چگالی شاره	حرکت جسم شتابدار است؟ به چه سمتی؟
فرورفتن یا			
غوطه‌ور شدن یا ماندن			
بالارفتن			
..... شدن			



(ب)



(ب)



(الف)

شکل ۲-۲ (الف) وارد کردن توپ داخل آب، (ب) کشتیرانی در دریای خزر (بندر امیرآباد)، (پ) جابه‌جا کردن یک غواص غوطه‌ور با یک دست

نکته: در بررسی حالت‌های مختلف شناوری، غوطه‌وری و ته‌نشینی، جرم جسم اهمیت ندارد؛ بلکه تنها چگالی و ابعاد آن مهم است.

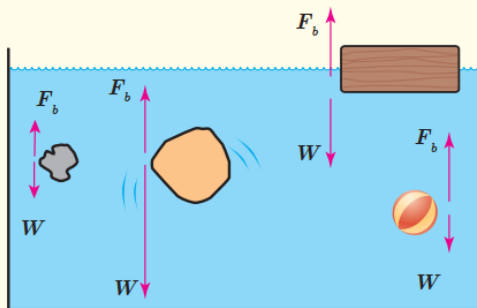
فعالیت ۲-۸



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 مجاله کنید. پیش‌بینی کنید با قرار دادن پوش برگ مجاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید.

پوش برگ 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 پوش برگ چند لایه را، روی سطح آب قرار دهید، پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید. پیش‌بینی‌ها و نتایج مشاهده (آزمایش) خود را در گروهتان به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پرسش ۲-۶



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

سوال: جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم در عمق ۱m یک شاره با چگالی ρ ساکن و در تعادل است. اگر این جسم را به عمق

«تألیفی»

۵ متری شاره ببریم، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

(۱) به سمت بالا حرکت کرده و مجدداً در عمق یک متری ساکن می‌ماند.

(۲) به سمت بالا حرکت کرده و در عمق ۳ متری ساکن باقی می‌ماند.

(۳) در همان عمق ۵ متری ساکن باقی می‌ماند.

(۴) چون نیروی شناوری افزایش می‌یابد، جسم حتماً به سمت بالا حرکت کرده و در سطح مایع متوقف می‌شود.

وزن ظاهری جسم در شاره

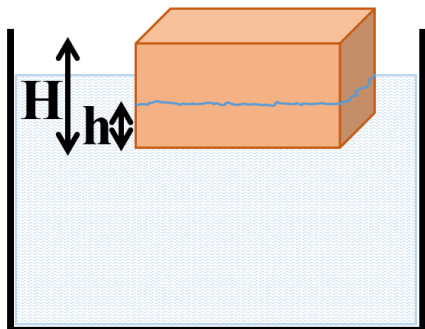
وزن جسم W و نیروی شناوری وارد بر آن در یک شاره F_b است. اگر بخواهیم وزن یک جسم را درون یک شاره اندازه‌گیری کنیم (مثلاً با کمک ترازو) باید وزن ظاهری آن را (W') طبق رابطه زیر محاسبه کنیم کاربرد:

$$W' = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots$$

کاربرد: پس چون نیروی شناوری باعث کاهش وزن یک جسم در شاره می‌شود، جابه‌جایی اجسام سنگین در آب خیلی راحت‌تر است تا بیرون آب!

سوال: مطابق شکل، سطح پایین قطعه‌ای با چگالی 800 kg/m^3 در شاره‌ای با چگالی 1200 kg/m^3 شناور شده است. بلندی قطعه $H = 6 \text{ cm}$ است:

«کتاب فیزیک هالیدی»

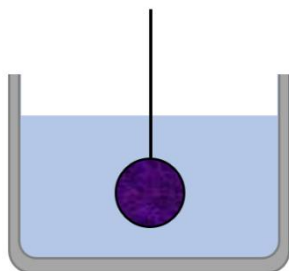


الف) تا چه عمقی قطعه در آب فرو می‌رود؟

ب) اگر قطعه را به طور کامل در شاره فرو برده و سپس رها کنیم، بزرگی شتاب آن چقدر خواهد شد؟

سوال: مطابق شکل به کمک یک طناب گوی فلزی توپری با چگالی ρ را درون ظرفی محتوی مایع با چگالی ρ' نگه داشته‌ایم. اگر $\rho > \rho'$ باشد، کدام گزینه درباره اندازه و جهت نیروی شناوری وارد بر گلوله درست است؟

«خیلی سبز»



(۱) هم اندازه با وزن گلوله و رو به بالاست.

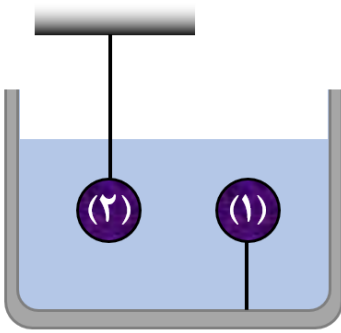
(۲) کوچک‌تر از وزن گلوله و رو به پایین است.

(۳) هم اندازه با وزن گلوله و رو به پایین است.

(۴) کوچک‌تر از وزن گلوله و رو به بالاست.

سوال: مطابق شکل دو جسم (۱) و (۲) درون ظرفی محتوی مایعی قرار دارند. نیرویی که جسم‌های (۱) و (۲) به مایع وارد می‌کنند، به ترتیب از راست به چپ در چه جهتی است؟

«خیلی سبز»



(۱) بالا - بالا

(۲) بالا - پایین

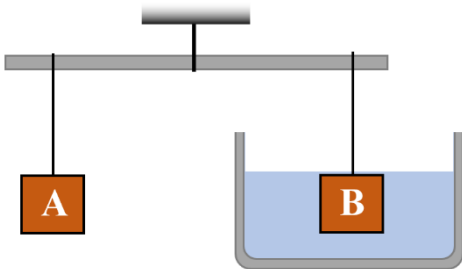
(۳) پایین - بالا

(۴) پایین - پایین

سوال: در سوال قبل، اگر دو جسم هم حجم باشند، وزن جسم‌ها و نیروی شناوری وارد بر آن‌ها را با هم مقایسه کنید:

سوال: در شکل مقابل دستگاه در حال تعادل است. اگر وزنه A را هم داخل آب ببریم، کدام حالت رخ می‌دهد؟

«قلم‌چی»



(۱) دستگاه در تعادل باقی می‌ماند.

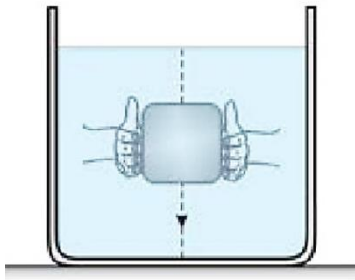
(۲) دستگاه از تعادل خارج شده و وزنه B پایین‌تر می‌رود.

(۳) دستگاه از حالت تعادل خارج شده و وزنه A پایین‌تر می‌رود.

(۴) بسته به شرایط ممکن است هر کدام از گزینه‌ها درست باشد.

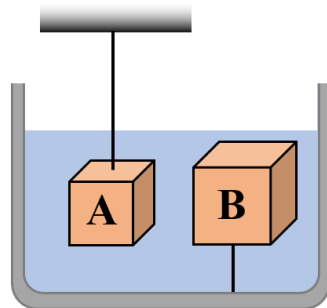
سوال: مطابق شکل توپ فوتبالی را در داخل آب فرو می‌کنیم سپس آن را رها می‌کنیم. در بازه زمانی که قسمتی از توپ در حال خارج شدن از آب است، اندازه نیروی شناوری چگونه تغییر می‌کند؟





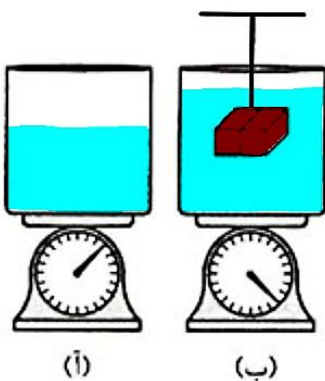
سوال: مطابق شکل مکعب فلزی توپری را درون آب نگه داشته سپس آن را رها می‌کنیم تا در راستای قائم در آن فرو رود. در حین حرکت این مکعب به ترتیب از راست به چپ نیرویی که مایع به سطح زیرین آن وارد می‌کند و نیروی شناوری وارد بر آن چگونه تغییر می‌کند؟

سوال: مطابق شکل زیر دو جسم A و B درون ظرف محتوی مایع قرار دارند. اگر کل مایع درون ظرف را با حجم یکسان از مایعی با چگالی کمتر جایگزین کنیم، اندازه نیروی شناوری وارد بر اجسام به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

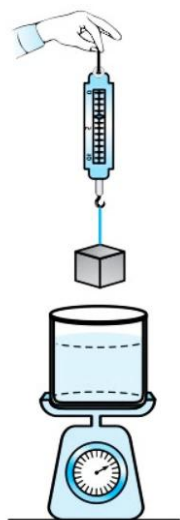


- (۱) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد
- (۲) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد
- (۳) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد
- (۴) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد

نکته: شاره به جسم درون آن نیروی شناوری رو به وارد می‌کند؛ بنابراین طبق قانون سوم نیوتون، جسم نیز به همان اندازه نیرو رو به به شاره وارد می‌کند. بنابراین وقتی جسم در داخل شاره قرار می‌گیرد، وزن جسم به اندازه F_b و وزن شاره به همان اندازه می‌یابد.

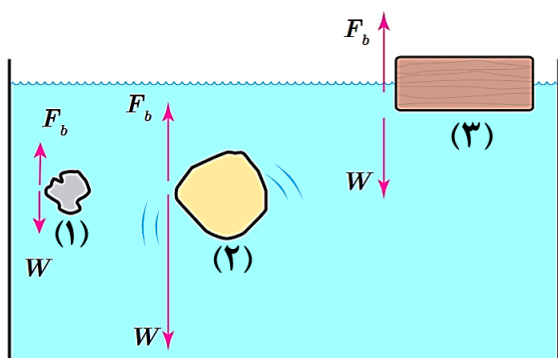


نکته: در شکل (آ) ترازو وزن مایع و ظرف را نشان می‌دهد. اگر مطابق شکل (ب) بدون آنکه جسم با کف ظرف تماس داشته باشد، جسمی را در داخل مایع غوطه‌ور کنیم، عددی که ترازو نشان می‌دهد، به اندازه افزایش می‌یابد (توجه شود که اگر جسم را به‌طور کامل در آب رها کنیم، در هر حالتی (ته‌نشینی، غوطه‌وری و ...)، عدد نشان داده‌شده توسط ترازو به اندازه وزن جسم افزایش می‌یابد).



سوال: مطابق شکل روبرو جسم متصل به نیروسنج فنری را به درون ظرف مایعی که روی ترازوی عقربه‌ای قرار دارد وارد می‌کنیم. با وارد شدن جسم به داخل مایع، عددی که نیروسنج فنری و ترازوی عقربه‌ای نشان می‌دهند نسبت به حالت قبل چگونه تغییر می‌کند؟ (به ترتیب از راست به چپ)

سوال: در شکل مقابل نیروی شناوری (F_b) و نیروی وزن (W) وارد بر سه جسم (۱)، (۲) و (۳) نشان داده شده است.



«مایع سبز»

کدام گزینه لزوماً درست است؟

(۱) جرم جسم (۲) بیشتر از جرم جسم (۱) است.

(۲) چگالی دو جسم (۱) و (۳) برابر است.

(۳) دو جسم (۱) و (۲) در حال فرو رفتن در مایع هستند.

(۴) چگالی جسم (۱) برابر با چگالی مایع است.

سوال: جسم A بر سطح آب شناور است، جسم B در عمق ۲۰ سانتی‌متری و جسم C در عمق ۲ متری غوطه‌ور و جسم D در آب ته نشین شده است. کدام گزینه درباره چگالی آن‌ها درست است؟ (چگالی آب در تمام عمق‌ها یکسان است)

$$\rho_D > \rho_C = \rho_B > \rho_A \quad (۲)$$

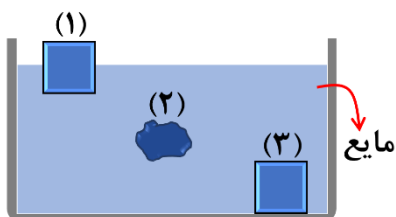
$$\rho_D > \rho_C > \rho_B > \rho_A \quad (۱)$$

$$\rho_D < \rho_C = \rho_B < \rho_A \quad (۴)$$

$$\rho_D < \rho_C < \rho_B < \rho_A \quad (۳)$$

سوال: مطابق شکل، سه جسم متفاوت با وزن‌های برابر W ، درون یک مایع در حال تعادل قرار دارند و نیروی شناوری F_{b1} ، F_{b2} و F_{b3} به ترتیب به آن‌ها وارد می‌شود. کدام مقایسه بین این نیروها

صحیح است؟



«میکروکال»

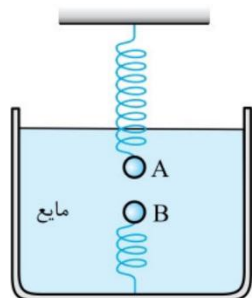
$$F_{b3} < F_{b2} < F_{b1} = W \quad (۲)$$

$$F_{b1} = F_{b2} = F_{b3} = W \quad (۱)$$

$$F_{b1} < F_{b2} < F_{b3} = W \quad (۴)$$

$$F_{b3} < F_{b2} = F_{b1} = W \quad (۳)$$

سوال: در شکل روبرو هر دو فنر کشیده شده‌اند. کدام گزیننه درباره چگالی کره A و کره B و چگالی مایع درست است؟



«خیلی سبز»

$$(1) \rho_A > \rho_B > \rho_{\text{مایع}}$$

$$(2) \rho_A > \rho_{\text{مایع}} > \rho_B$$

$$(3) \rho_B > \rho_{\text{مایع}} > \rho_A$$

$$(4) \rho_B > \rho_A > \rho_{\text{مایع}}$$

سوال: درون ظرفی محتوی مایع، جسم A بر سطح مایع شناور و جسم B درون مایع غوطه‌ور است. اگر جرم دو جسم برابر باشد، کدام یک از عبارات‌های زیر درست است؟

«خیلی سبز»

الف) حجم جسم A کمتر از حجم جسم B است.

ب) نیروی شناوری وارد بر جسم A بزرگتر از نیروی شناوری وارد بر جسم B است.

پ) چگالی جسم B بزرگتر از چگالی جسم A است.

ت) نیروی شناوری وارد بر دو جسم برابر است.

(1) الف و ت (2) ب و پ (3) الف و ب (4) پ و ت

سوال: یک گلوله فولادی بر سطح جیوه شناور می‌شود اما درون آب فرو می‌رود. نیروی شناوری وارد بر گلوله در کدام مایع بزرگ‌تر است؟

«خیلی سبز»

(1) جیوه (2) آب (3) برابر است. (4) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

سوال: دو کره A و B هم‌جنس و هم‌اندازه هستند. درون کره A یک حفره بسته وجود دارد، در حالی که کره B توپر است. این دو کره را درون آب می‌اندازیم و این دو کره بر روی سطح آب شناور می‌شوند؛ کدام مقایسه در رابطه با نیروی شناوری وارد بر آن‌ها صحیح است؟

«آی کیو جامع»

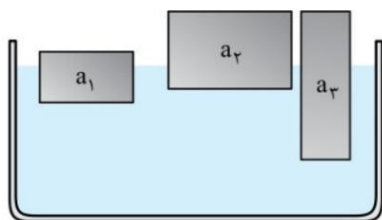
(4) نمی‌توان اظهار نظر کرد.

$$(3) F_{bA} = F_{bB}$$

$$(2) F_{bA} < F_{bB}$$

$$(1) F_{bA} > F_{bB}$$

سوال: سه جسم a_1 ، a_2 و a_3 با چگالی‌های متفاوت روی سطح آب شناورند. کدام رابطه بین چگالی‌های آن‌ها درست است؟



«تجربی ۹۹ و خیلی سبز- سری Z»

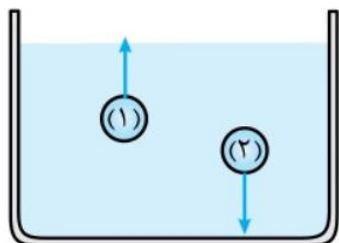
$$\rho_1 > \rho_3 > \rho_2 \quad (2)$$

$$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 \quad (1)$$

$$\rho_3 > \rho_2 > \rho_1 \quad (4)$$

$$\rho_3 > \rho_1 > \rho_2 \quad (3)$$

سوال: مطابق شکل دو جسم هم جرم (۱) و (۲) درون مایعی به حالت غوطه‌ور نگه داشته شده‌اند. اگر این دو جسم را رها کنیم، جسم (۱) به طرف بالا و جسم (۲) به طرف پایین شروع به حرکت می‌کنند. چگالی و بزرگی نیروی شناوری وارد بر این دو جسم در لحظه نشان داده شده در شکل، در کدام گزینه به درستی مقایسه شده است؟ «خیلی سبز»



$$F_{b(2)} = F_{b(1)}, \rho_1 > \rho_2 \quad (1)$$

$$F_{b(2)} < F_{b(1)}, \rho_1 > \rho_2 \quad (2)$$

$$F_{b(2)} = F_{b(1)}, \rho_1 < \rho_2 \quad (3)$$

$$F_{b(2)} < F_{b(1)}, \rho_1 < \rho_2 \quad (4)$$

فلز	آلومینیوم	آهن	نقره	پلاتین
چگالی (SI)	۲۷۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۱۰۰۰

سوال: آلیاژی از طلا به چگالی ۱۹ gr/cm^3 و فلز A، با حجم‌های یکسان از آن‌ها ساخته شده است. اگر این آلیاژ درون جیوه با چگالی $۱۳/۵ \text{ gr/cm}^3$ غوطه‌ور شود، فلز A کدام است؟ «آی کیو جامع»

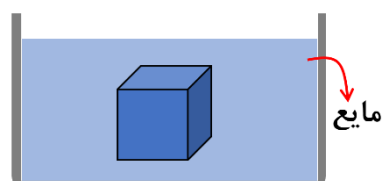
(۴) پلاتین

(۳) نقره

(۲) آهن

(۱) آلومینیوم

سوال: مطابق شکل، جسمی درون یک مایع غوطه‌ور است. اگر مایع را گرم کنیم تا دمای آن از ۲۰ درجه سلسیوس به ۴۰ درجه سلسیوس برسد، جسم چگونه حرکت خواهد کرد؟ (انبساط جسم در اثر تغییر دما ناچیز فرض شود) «گاج»



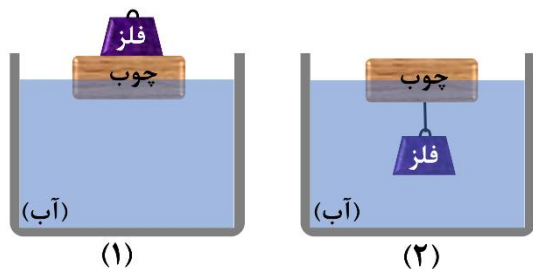
می‌شود.

(۲) حرکت نمی‌کند و همچنان غوطه‌ور می‌ماند.

(۳) درون مایع بالا و پایین می‌رود و نوسان می‌کند.

(۴) به سمت پایین حرکت می‌کند تا در نهایت در کف ظرف ته‌نشین شود.

سوال: مطابق شکل (۱)، قطعه چوبی بر روی آب و قطعه فلز کوچکی روی آن قرار دارد و در شکل (۲)، همان قطعه فلز را با نخ سبک و نازکی به چوب بسته‌ایم. نیروی شناوری که آب به مجموعه چوب و فلز وارد می‌کند، در شکل (۱) است. شکل (۲) است. همچنین نیروی شناوری وارد بر چوب در

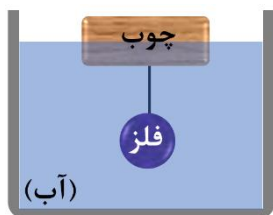


«آی کیو جمع»

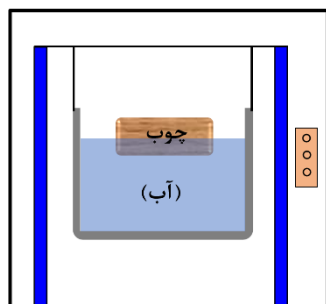
شکل (۱) شکل (۲) است.

- (۱) برابر - برابر
(۲) کمتر از - برابر
(۳) کمتر از - بیشتر از
(۴) برابر - بیشتر از

سوال: مطابق شکل، گلوله فلزی کوچکی با یک نخ سبک و نازک به یک قطعه چوب متصل شده و قطعه چوب بر سطح آب شناور است. اگر نخ پاره شود و گلوله فلزی در ته ظرف قرار گیرد، نیروی شناوری وارد بر قطعه چوب نسبت به حالت قبل چگونه تغییر می‌کند؟ «آی کیو»
(۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد. (۳) ثابت می‌ماند. (۴) هر سه حالت امکان پذیر است.

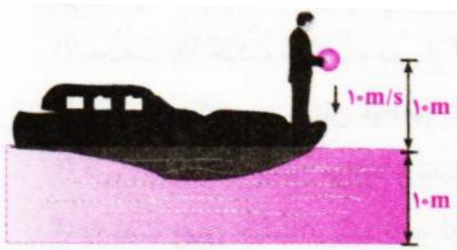


سوال: در شکل زیر، قطعه چوبی بر روی سطح آب شناور است و ظرف درون یک آسانسور ساکن قرار دارد. اگر آسانسور با شتاب 2 m/s^2 به سمت پایین شروع به حرکت کند، نیروی شناوری که از طرف آب بر قطعه چوب وارد می‌شود، چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



«آزمون‌های گاج»

- (۱) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
(۲) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
(۳) ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.
(۴) ۱۰ درصد افزایش می‌یابد.



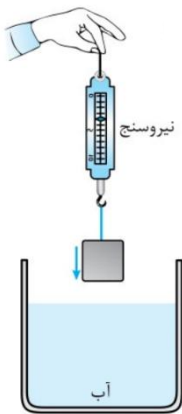
سوال: مطابق شکل، فردی از درون قایق گلوله کوچکی به جرم ۲ کیلوگرم را با تندی 1.0 m/s به درون آب می‌اندازد. اگر تندی گلوله هنگام رسیدن به کف دریاچه برابر 2.0 m/s باشد، نیروی شناوری وارد بر گلوله در داخل آب چند نیوتن است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) و از کلیه اصطکاک‌ها و نیروی شناوری در هوا صرف نظر شود.

(۴) ۱۰

(۳) ۸

(۲) ۵

(۱) ۴



سوال: مطابق شکل جسمی به جرم 3 kg به انتهای نیروسنجی متصل است. جسم را به داخل آب فرو می‌بریم. اگر در این حالت عددی که نیروسنج نشان می‌دهد ۲۵ درصد کاهش یابد، نیروی شناوری وارد بر جسم چند نیوتن و در چه جهتی است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

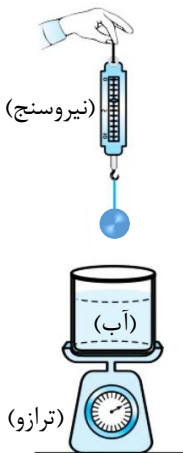
«خیلی سبز-سری Z»

(۱) ۷/۵ ، بالا

(۲) ۷/۵ ، پایین

(۳) ۲۲/۵ ، بالا

(۴) ۲۲/۵ ، پایین



سوال: در شکل مقابل، ترازو عدد 1200 g و نیروسنج عدد 20 N را نشان می‌دهد. گلوله متصل به نیروسنج را به آرامی وارد آب می‌کنیم به طوری که حجم آب روی کفه ترازو تغییر نمی‌کند. اگر نیروسنج در این حالت عدد 16 N را نشان دهد، ترازو چند گرم را نشان می‌دهد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

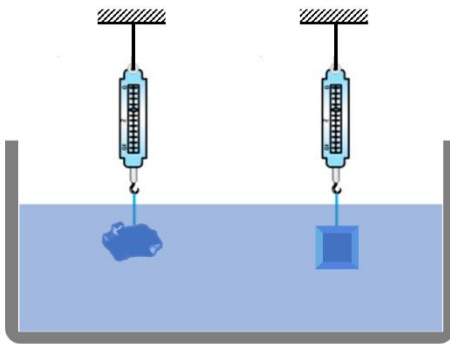
«نردبام»

(۱) ۸۰۰

(۲) ۱۱۶۰

(۳) ۱۲۴۰

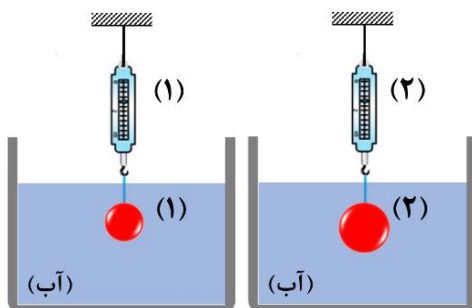
(۴) ۱۶۰۰



سوال: مطابق شکل روبرو، دو جسم متصل به نیروسنج درون یک مایع فرو برده شده‌اند. اگر عدد نیروسنج‌ها هم اندازه باشند، تفاوت اندازه نیروهای شناوری وارد بر دو جسم تفاوت اندازه وزن دو جسم است؟

- (۱) کوچک‌تر از
(۲) برابر با
(۳) بزرگ‌تر از
(۴) بی ارتباط با

«نردبام»

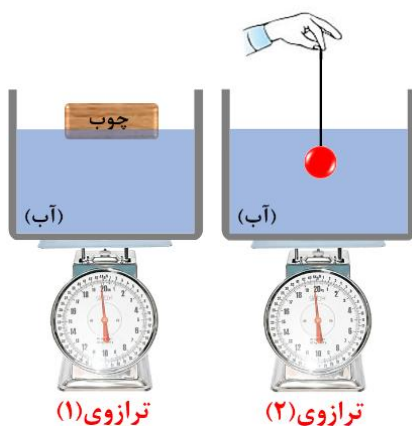


سوال: در شکل مقابل دو کره توپر و هم‌جنس را به دو نیروسنج متصل کرده و در آب فرو برده‌ایم. وزن کره (۱) برابر ۸ نیوتن است. اگر شعاع کره (۲)، ۲ برابر شعاع کره (۱) و نیروی شناوری وارد بر آن، ۸ برابر نیروی شناوری وارد بر کره (۱) باشد و نیروسنج (۲)، ۲۸ نیوتن بیشتر از نیروسنج (۱) را اندازه‌گیری کند، نیروی شناوری وارد بر کره (۱) چند نیوتن است؟

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۲۸

«گاج»

سوال: مطابق شکل، یک قطعه چوب را بر روی سطح آب شناور می‌کنیم و یک گلوله آهنی را با استفاده از یک نخ سبک و نازک به‌طور کامل درون آب فرو می‌بریم. چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد این دو شکل صحیح است؟ «گاج»

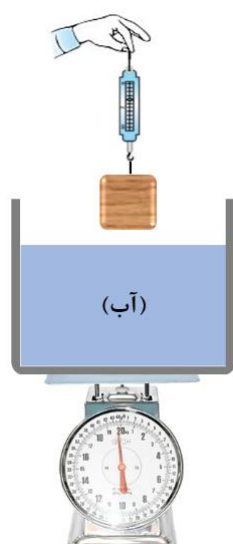


- (الف) افزایش نیروی اندازه‌گیری شده توسط ترازوی (۱)، برابر وزن چوب است.
(ب) افزایش نیروی اندازه‌گیری شده توسط ترازوی (۱)، برابر نیروی شناوری وارد بر چوب است.
(ج) افزایش نیروی اندازه‌گیری شده توسط ترازوی (۲)، برابر وزن گلوله آهنی است.
(د) افزایش نیروی اندازه‌گیری شده توسط ترازوی (۲)، برابر نیروی شناوری وارد بر گلوله آهنی است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

ترازوی (۱)

ترازوی (۲)



سوال: مطابق شکل جسمی متصل به یک نیروسنج را به آرامی وارد آب می‌کنیم. اگر جرم ظرف ناچیز و وزن آب درون ظرف برابر ۸۰ نیوتون باشد و با وارد کردن تدریجی جسم به درون آب، نیرویی که نیروسنج اندازه می‌گیرد از ۳۰ نیوتون به ۲۰ نیوتون برسد، نیرویی که ترازو اندازه می‌گیرد، به چه عددی بر حسب نیوتن خواهد رسید؟

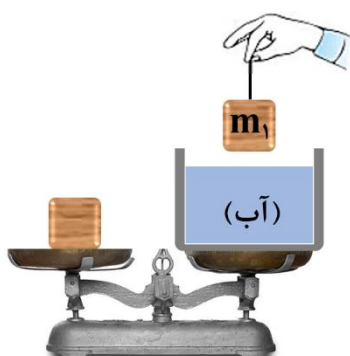
«میکروگاج»

(۱) ۷۰

(۲) ۸۰

(۳) ۹۰

(۴) ۱۱۰



سوال: در شکل زیر، ترازو متعادل است. یک قطعه آهنی توپر با جرم m_1 را به انتهای نخ سبک و نازکی می‌بندیم و به طور کامل در آب فرو می‌بریم. برای آن که ترازو همچنان متعادل بماند، باید:

«آزمون‌های گاج»

(۱) وزنه‌ای به جرم m_1 را از سمت چپ ترازو کم کنیم.

(۲) وزنه‌ای به جرم m_1 را به سمت چپ ترازو اضافه کنیم.

(۳) وزنه‌ای با جرم کمتر از m_1 را از سمت چپ ترازو کم کنیم.

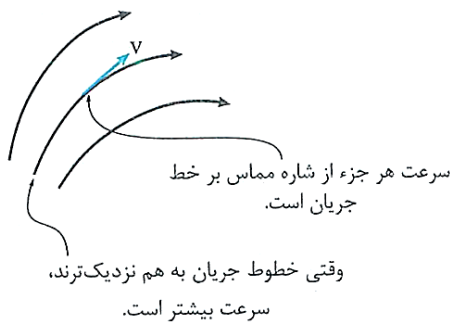
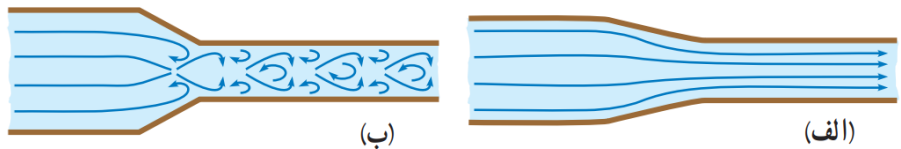
(۴) وزنه‌ای به جرم کمتر از m_1 را به سمت چپ ترازو اضافه کنیم.

نکات این بخشو برا خودت بنویس و مرور کن:

شاره‌های غیرساکن (حرکت در شاره‌ها)

حرکت در شاره‌ها به دو صورت **لایه‌ای** (.....) و **متلاطم** (.....) صورت می‌گیرد. درست مانند هوا که گاه به صورت نسیمی ملایم و گاه به صورت طوفانی پر انرژی می‌وزد.

شکل ۲-۲۲ (الف) حرکت لایه‌ای شاره. نقش کلی جریان شاره، با گذر زمان تغییر نمی‌کند. (ب) حرکت تلاطمی شاره. نقش کلی جریان شاره و مسیر حرکت ذرات آن، به طور مداوم تغییر می‌کند.



خطوط جریان: حرکت شاره‌ها را با یک سری خطوط به نام **خطوط**

جریان نشان می‌دهیم به‌طوری که هر جزیی از شاره روی یکی از این خطوط حرکت می‌کند.

سوال: صحیح یا غلط بودن عبارات زیر را مشخص کنید:

- (الف) هرچه خطوط جریان شاره به هم نزدیک‌تر باشد، حرکت شاره در آن محل سریع‌تر است.
- (ب) حتی در حرکت متلاطم هم در برخی نقاط حرکت شاره به صورت لایه‌ای دیده می‌شود.
- (پ) در حرکت متلاطم، برخی از ذرات ممکن است در خلاف جهت جریان شاره حرکت کنند.
- (ت) در حرکت لایه‌ای، هم نقش کلی جریان و هم فاصله خطوط جریان در نقاط مختلف همواره ثابت است.
- (ث) در حرکت متلاطم، مسیر حرکت ذرات و نقش کلی حرکت تنها در برخی لحظات تغییر می‌کند.
- (ج) جهت حرکت ذرات در هر دو نوع حرکت شاره‌ها، همواره بر خطوط جریان عمود است.



(ب)



(الف)

شکل ۲-۲۳ (الف) پل زمان خان (شهر سامان، استان چهارمحال و بختیاری) هنگام عبور آب از مجاری زیر پل. جریان آب در برخی نواحی آشوبناک می‌شود. (ب) جریان لایه‌ای و تلاطم دود. جریان دود از سر چوب عود، در ابتدا لایه‌ای است و سپس در بالا متلاطم می‌شود.

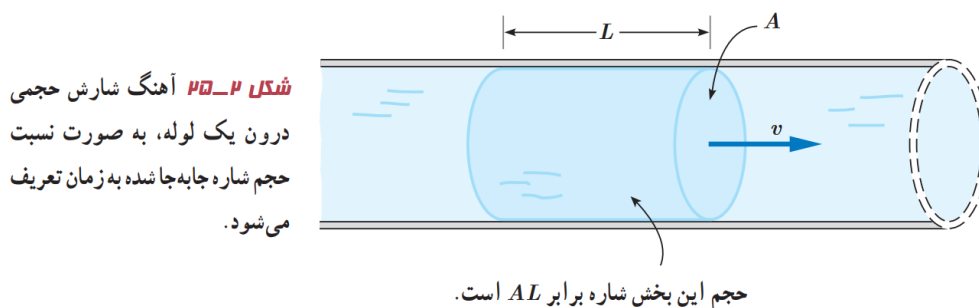
شاره آرمانی: حرکت شارها اغلب بسیار پیچیده است؛ به همین دلیل برای پرهیز از این پیچیدگی‌ها، شاره در حال حرکت را یک **شاره آرمانی** فرض می‌کنیم. در این مدل‌سازی:

- ۱- حرکت شاره یکنواخت (لایه‌ای) و بدون تلاطم فرض می‌شود.
- ۲- حرکت شاره پایا فرض می‌شود (یعنی سرعت در هر نقطه از شاره در گذر زمان ثابت است و همه‌جای لوله پر از شاره است و جریان شاره قطع و وصل نمی‌شود!!).
- ۳- شاره تراکم‌ناپذیر فرض می‌شود (یعنی چگالی آن در همه‌حال ثابت است).
- ۴- شاره اصطکاک داخلی (گران‌روی یا ویسکوزیته) ندارد و حرکت ذرات آن غیرچرخشی است.

تذکر: دقت کنید که در شاره آرمانی، در یک قسمت مشخص از لوله همواره تندی حرکت شاره فرض می‌شود (حرکت پایا) نه اینکه تندی شاره در همه نقاط لوله ثابت باشد. چون ممکنه سطح مقطع لوله متفاوت باشد.

آهنگ شارش حجمی

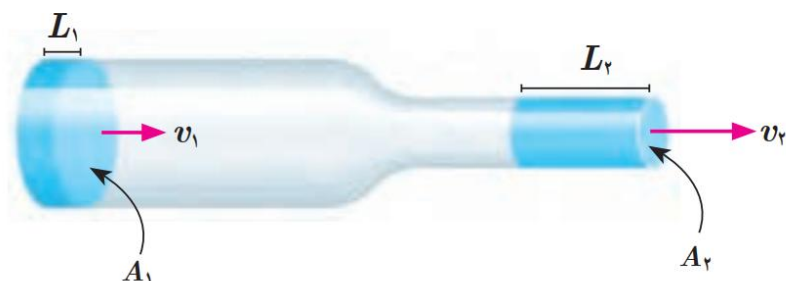
در یک شاره **پایا** و **آرمانی**، مقدار شارهای که در یک زمان معین از یک مقطع لوله عبور می‌کند با مقداری که از هر مقطع دیگر لوله در همان مدت زمان عبور می‌کند، است. در نتیجه با توجه به اندازه سطح مقطع لوله، جریان شاره **تند** یا **کند** می‌شود.



بررسی فرمول‌های آهنگ شارش حجمی و واحد SI آن:

معادله پیوستگی

اگر شارهای با جریان لایه‌ای در لوله‌ای با دو سطح مقطع متفاوت در حرکت باشد، در حرکت پایا و در مدت زمان یکسان، جرم از شاره از هر سطح مقطع دلخواه لوله عبور می‌کند.



شکل ۲-۳۷ در حالت پایا، جرم شارهای که در بازه زمانی Δt از سطح مقطع A_1 می‌گذرد درست برابر جرم شارهای است که در همین بازه زمانی از سطح مقطع A_2 می‌گذرد.

فرمول معادله پیوستگی برای شارهای تراکم‌ناپذیر:

کلیک تستی: چون این فرمول نوعی فرمول مقایسه‌ای است، در حل آن می‌توان

معادله پیوستگی در صورتی که شعاع (R) ها یا قطر (D) ها را بدهند (اگر لوله‌ها هم شکل باشند):

نکته: هر چه سطح مقطع عبور شاره در یک محل بیشتر باشد، تندی عبور شاره از آن مقطع خواهد بود.

نکته: معادله پیوستگی برای شارهای تراکم‌ناپذیر، بدون چسبندگی و با جریان لایه‌ای تعریف می‌شود.

سوال: از یک شلنگ آب در هر دقیقه ۱۲۰ لیتر آب عبور می کند. مطلوب است:
الف) آهنگ شارش حجمی در SI :

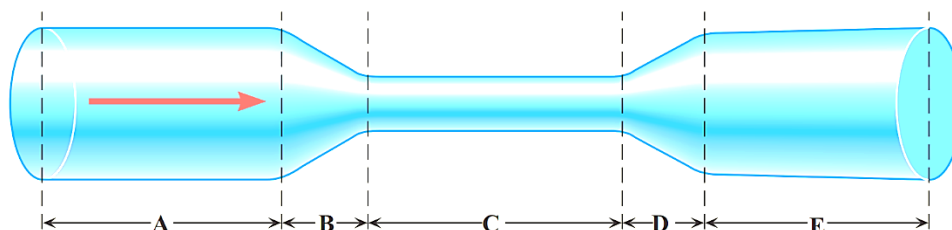
ب) اگر سطح مقطع این لوله 2cm^2 باشد، تندی آب در این شلنگ چند واحد SI است؟

سوال: آهنگ شارش حجمی آب در یک لوله فلزی استوانه‌ای برابر با 0.48 واحد SI است. اگر قطر این لوله 8cm باشد. (حرکت شاره لایه‌ای است و شاره تراکم‌ناپذیر است) ($\rho_{\text{آب}} = 1\text{g/cm}^3$ و $\pi = 3$)
الف) در مدت زمان ۱۰ ثانیه، آب در این لوله چه مسافتی را طی می کند؟

ب) در همین مدت، چند گرم آب از سطح مقطع لوله عبور می کند؟

پ) اگر لوله‌ای با قطری نصف قطر این لوله به آن وصل شود، در همین مدت چند گرم آب از سطح مقطع آن عبور می کند؟ (بررسی آهنگ شارش جرمی)

سوال: در لوله شکل مقابل که پر از آب است و حرکت شاره پایاست:



الف) در کدام نقاط تندی آب در حال افزایش است؟

(ب) در کدام نقاط تندی آب در حال کاهش است؟

(پ) در کدام نقاط تندی آب ثابت است؟

(ت) ترتیب تندی حرکت آب را بنویسید.

(ث) حرکت شاره در کدام محل شتاب دار است؟ تندشونده یا کندشونده بودن حرکت را نیز مشخص کنید.

(ج) برای افزایش شتاب حرکت شاره در محل B چکار باید کرد؟

(چ) اگر یک حباب هوا در این لوله از چپ به راست حرکت کند، قطر این حباب را در نقاط مختلف لوله مقایسه کنید.
(در صورت نترکیدن حباب)

(ح) آیا «اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز» و «اصل پاسکال» در همهٔ سطح مقطعه‌های این لوله نسبت به هم صدق می‌کند؟

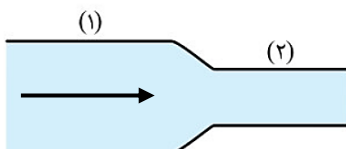
سوال: داشتن کدام یک از ویژگی‌های زیر برای یک شارهٔ آرمانی الزامی نیست؟

«آزمون‌های تاج»

- (۱) حرکت نامتلاطم (۲) تندی ثابت در همه نقاط (۳) تراکم ناپذیری (۴) گرانروی صفر

سوال: در شکل مقابل، آهنگ عبور آب در لوله‌های (۱) و (۲) به ترتیب برابر J_1 و J_2 و تندی حرکت آب در لوله‌های (۱)

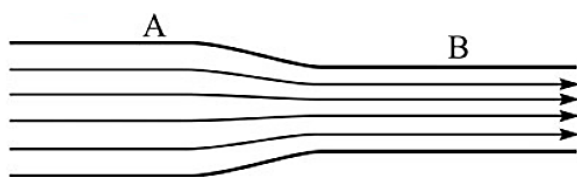
و (۲) به ترتیب برابر v_1 و v_2 است. آن‌ها را مقایسه کنید.



سوال: در شکل زیر، سیال تراکم ناپذیری که حجم لوله را پر کرده است، در راستای افقی جاری است و شعاع مقطع لوله در قسمت A دو برابر شعاع مقطع لوله در قسمت B است. آهنگ شارش سیال در مقطع A چند برابر آهنگ

شارش در مقطع B است؟

«ریاضی خاج ۱۴۰۰»



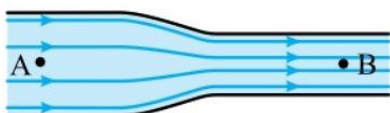
$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

$$1 \quad (4)$$

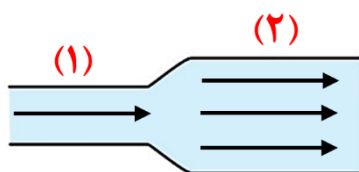
$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$2 \quad (3)$$

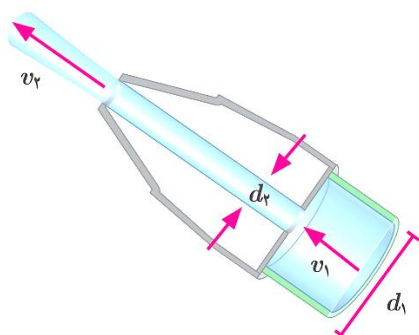
سوال: در شکل مقابل، آب به صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطه A چند برابر تندی آن در نقطه B است؟ «تجربی ۹۸»



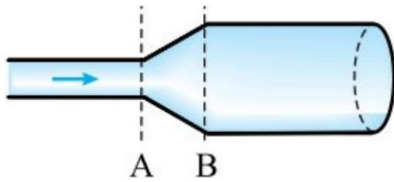
سوال: در شکل مقابل، سطح مقطع لوله (۱) برابر ۲۰ سانتی متر مربع و سطح مقطع لوله (۲) برابر ۴۰ سانتی متر مربع است. اگر آهنگ متوسط عبور آب از هر مقطع لوله (۱) برابر ۲ Lit/s باشد، حجم آب خروجی از لوله (۲) در طی یک دقیقه و تندی حرکت آب در این لوله، به ترتیب از راست به چپ برابر چند واحد SI است؟



سوال: در شکل مقابل، نمایی بزرگ شده از شیر بسته شده به انتهای لوله آتش نشانی نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_1 = 1/5 \text{ m/s}$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1 = 10 \text{ cm}$ و قطر قسمت خروجی آن $d_2 = 1/25 \text{ cm}$ باشد، تندی خروج آب چند متر بر ثانیه است؟ «آزمون قلمچی - برگرفته از کتاب درسی»



سوال: مطابق شکل زیر، جریان آب به صورت پایا و لایه‌ای در لوله از چپ به راست برقرار است. اگر هنگام عبور آب از مقطع A تا مقطع B تندی آن ۹۶ درصد تغییر کند، قطر لوله در مقطع A ، درصد کمتر از قطر لوله در مقطع B است.



«خیلی سبز»

۲۰ (۲)

۱۴ (۱)

۸۰ (۴)

۴۰ (۳)

سوال: از انتهای یک شلنگ، آب با تندی 0.5 m/s خارج می‌شود. اگر با انگشت شستمان ۸۰ درصد سطح مجرای خروج آب شلنگ را ببندیم، تندی خروج آب چند متر بر ثانیه می‌شود؟

«آزمون قلم‌چی»

۲/۵ (۴)

۴ (۳)

۱ (۲)

۰/۶ (۱)

سوال: گنجایش مخزن سوخت یک اتومبیل برابر ۵۱ لیتر است. قطر مقطع شلنگ یک پمپ بنزین برابر ۵ سانتی‌متر و قطر مقطع نازل بنزین برابر ۲ سانتی‌متر است و بنزین با تندی متوسط 16 cm/s درون شلنگ حرکت می‌کند. چند ثانیه طول می‌کشد تا مخزن اتومبیل را در این پمپ بنزین پر کنیم؟ ($\pi=3$)

«IQ جامع»

۳۶ (۴)

۲۷/۲ (۳)

۱۸۰ (۲)

۱۷۰ (۱)

پرسش ۲-۷



سطح مقطع بیشتر

سطح مقطع کمتر

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

سوال: مطابق شکل روبرو، شیر آبی در ارتفاع ۸۰ سانتی متری سطح زمین قرار دارد. سطح مقطع خروجی شیر آب 1 cm^2 و تندی خروج آب از شیر 3 m/s است. سطح مقطع جریان آب در لحظه برخورد به زمین چند سانتی متر مربع

«پیشرفته-خیلی سبز»

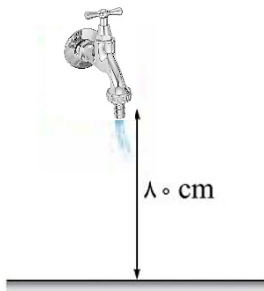
است؟ ($g=10\text{ N/kg}$ و از اتلاف انرژی صرف نظر کنید).

(۲) ۰/۶

(۱) ۰/۸

(۴) ۰/۴

(۳) ۰/۵



سوال: فواره بسیار بلندی، آب را از سطح زمین تا ارتفاع ۸۰ متری سطح زمین بالا می فرستد. اگر این فواره آب را با آهنگ ۱۸۰۰۰ لیتر در دقیقه بیرون دهد، قطر لوله خروجی این فواره چند سانتی متر است؟ ($g=10\text{ N/kg}$ و $\pi=3$ و از اتلاف انرژی صرف نظر شود).

«پیشرفته- IQ جامع»

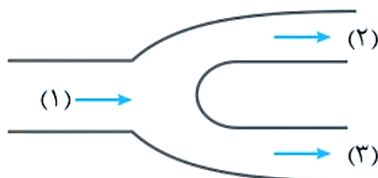
(۴) ۵

(۳) ۱۰

(۲) ۱۵

(۱) ۲۰

سوال: در لوله دو شاخه پر از آب شکل روبرو، جریان آب به صورت پایا و لایه ای از چپ به راست برقرار و مساحت سطح مقطع لوله در شاخه های (۲) و (۳) به ترتیب $\frac{1}{4}$ و $\frac{2}{3}$ برابر مساحت سطح مقطع لوله در شاخه (۱) است. اگر تندی حرکت آب در شاخه (۳) نصف تندی آب در شاخه (۱) باشد، تندی حرکت آب در شاخه (۲) چند برابر تندی آب در شاخه (۳) است؟ «خیلی سبز- سری Z»



(۲) $\frac{8}{3}$

(۴) $\frac{3}{16}$

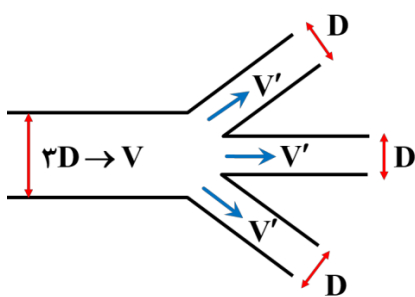
(۱) $\frac{16}{3}$

(۳) $\frac{4}{3}$

سوال: لوله آبی به قطر ۲cm به سر یک دوش که دارای ۲۰ سوراخ برای خروج آب است، وصل می‌باشد. قطر هر سوراخ ۱mm و تندی آب در لوله اصلی ۱/۲m/s است. تندی آب در هنگام خروج از هر سوراخ دوش چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۰/۰۶ (۲) ۱/۲ (۳) ۱۲ (۴) ۲۴ «نردبام»

سوال: جریان شاره‌ای تراکم‌ناپذیر به صورت لایه‌ای و مطابق شکل از یک لوله استوانه‌ای شکل به قطر ۳D وارد سه لوله استوانه‌ای شکل یکسان با قطرهای D می‌شود. در حالت پایا اگر تندی شاره در لوله اول v و در هر کدام از لوله‌های دیگر v' باشد، کدام گزینه درست است؟



«آزمون قلم‌چی»

$$v' = v \quad (1)$$

$$v = 3v' \quad (2)$$

$$v' = 3v \quad (3)$$

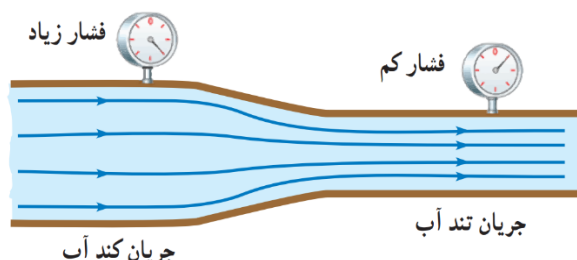
$$v' = 9v \quad (4)$$

اصل برنولی

فرض کنیم آب به صورت **لایه‌ای و پایا** در یک لوله افقی با سطح مقطع متفاوت در جریان باشد. دنیل برنولی فیزیک‌دان و ریاضی‌دان سوئیسی متوجه شد که در جاهایی از لوله که جریان آب تندتر است، فشار است. برنولی همچنین متوجه شد که این بیان علاوه بر مایعات، در مورد نیز برقرار است. بیان ساده اصل برنولی برای شاره‌ای که به صورت لایه‌ای و در امتداد حرکت می‌کند، به صورت زیر است:

در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

شکل ۲-۴ آب با جریان لایه‌ای، در لوله‌ای با دو سطح مقطع متفاوت حرکت می‌کند. با کاهش سطح مقطع لوله، جریان آب تندتر می‌شود (خطوط جریان به هم نزدیک‌تر می‌شوند) و فشار آن کاهش می‌یابد.



سوال: با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید:

الف) دمیدن بالای کاغذ:



شکل ۲-۲۷: تندی جریان هوا در بالای کاغذ بیشتر از زیر آن است. با توجه به اصل برنولی، فشار هوا در بالای کاغذ کمتر از زیر آن است.

ب) پف کردن پوشش برزنتی کامیون در حال حرکت:

پوشش برزنتی صاف و تخت است.

کامیون در حال توقف



پوشش برزنتی پُف کرده است.

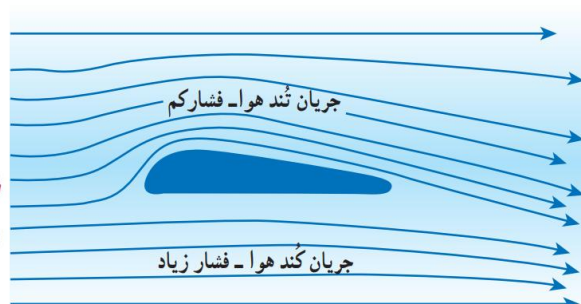
کامیون در حال حرکت



پ) بلندتر شدن امواج دریاها و اقیانوس ها به هنگام وزش باد:

ت) بلندتر ساختن باند هواپیما در نقاط مرتفع تر:

ث) نحوه طراحی بال هواپیما:

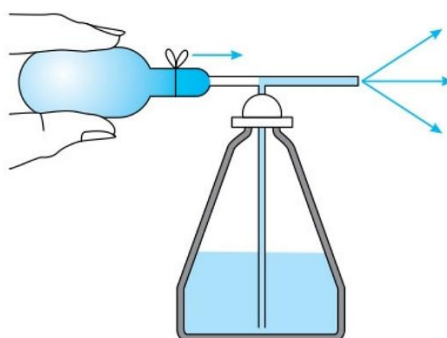


شکل ۲-۲۸: کاربرد اصل برنولی در بال هواپیما برای ایجاد نیروی رو به بالا.

ج) حرکت در خلاف جهت وزش باد، توسط هواپیما در باند پرواز:

چ) حرکت کاتدار توپ فوتبال:

ح) نحوه کار اسپری ها (افشانه ها):



خ) به سمت هم نزدیک شدن دو قطار که در مجاورت هم و در خلاف جهت هم در حال حرکتند:

سوال: در شکل زیر، آب حجم لوله ها را پر کرده و به صورت پیوسته و پایدار در لوله هایی افقی با سطح مقطع متفاوت جاری است. تندی آب (v) و فشار آب (P) را در نقاط A و B با هم مقایسه کنید. «تجربی خارج ۹۸»



سوال: عامل هر کدام را بنویسید:

الف) حرکت رو به بالای بادکنک در هوا:

ب) حرکت رو به بالای هواپیمای در حال حرکت:

پ) باریک شدن باریکه آب در نزدیک سطح زمین:

ت) کروی شدن قطرات آب هنگام سقوط:

ث) شناور شدن گیره فلزی بر سطح آب:

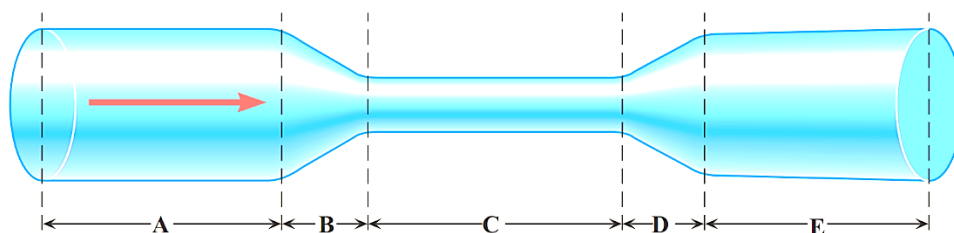
ج) شناور شدن کشتی فولادی بر سطح آب:

نکته: هرچه خون از آئورت به محل بافت (مویرگ) نزدیک‌تر می‌شود، تندی آن و فشار آن

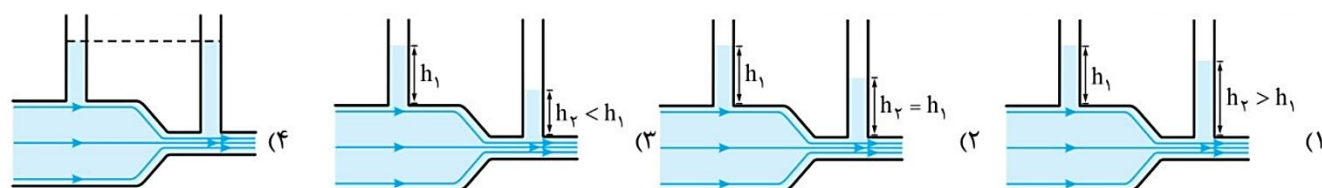
سوال: یک قایق از رودخانه وارد دریا می‌شود. ارتفاعی از قایق که در آب قرار می‌گیرد را در دو حالت بررسی و تفسیر کنید.

سوال: بهتر است قایق را در رودخانه بسازیم یا در دریا تا احتمال غرق شدن آن کمتر شود؟

سوال: در هر کدام از نقاط مشخص شده، تغییرات فشار شاره را مشخص کنید.

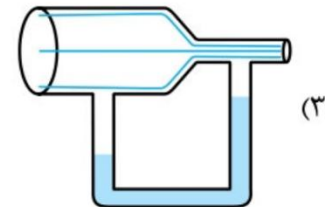
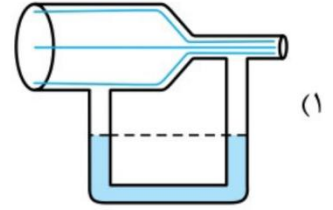
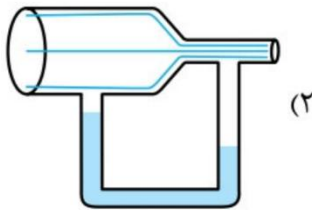


سوال: در شکل‌های زیر آب به طور پیوسته در لوله‌های افقی جاری است. کدام گزینه نحوه استقرار آب در لوله‌های قائم را به درستی نشان می‌دهد؟



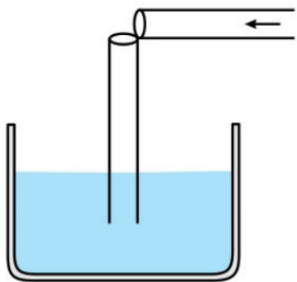
سوال: در شکل‌های زیر دو انتهای لوله U شکلی که حاوی جیوه است به لوله‌های افقی‌ای که در آن‌ها هوا جریان دارد متصل است. کدام گزینه نحوه استقرار جیوه را درست نشان می‌دهد؟

«خیلی سبز»



(۴) به جهت جریان هوا وابسته است.

سوال: یک نی پلاستیکی را مطابق شکل از وسط می‌بریم و بدون اینکه دو قسمت آن کاملاً از هم جدا شوند، آن را ۹۰ درجه تا کرده و درون آب قرار می‌دهیم. حال اگر از قسمت افقی آن در جهت نشان داده شده بدمیم، فشار هوای داخل نی قائم، چگونه تغییر می‌کند و سطح آب داخل آن چگونه جابه‌جا می‌شود؟



«ریاضی داخل ۹۹»

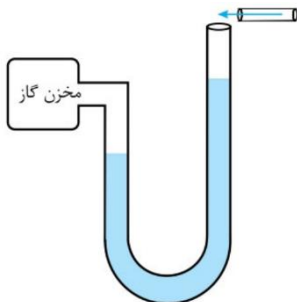
(۲) کاهش می‌یابد - پایین می‌رود

(۱) افزایش می‌یابد - پایین می‌رود

(۴) کاهش می‌یابد - بالا می‌آید

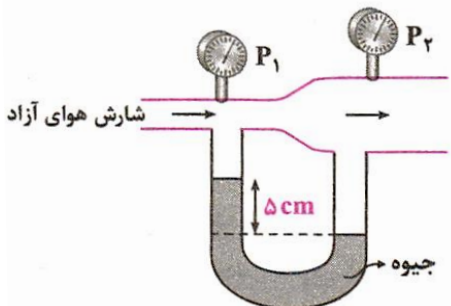
(۳) افزایش می‌یابد - بالا می‌آید

سوال: شکل مقابل مانومتری را نشان می‌دهد که برای اندازه‌گیری فشار پیمانه‌ای مخزن گاز استفاده می‌شود. اگر به وسیله یک نی و به‌طور افقی در بالای لوله این مانومتر بدمیم، اختلاف ارتفاع مایع در دو شاخه مانومتر یافته و مانومتر فشار پیمانه‌ای گاز را از مقدار قبلی نشان می‌دهد. «خیلی سبز»



(۱) افزایش - بیشتر (۲) افزایش - کمتر (۳) کاهش - بیشتر (۴) کاهش - کمتر

سوال: در شکل مقابل، اختلاف فشار نشان داده شده توسط فشارسنج‌ها ($P_1 - P_2$) در هنگام شارش هوای آزاد در لوله‌ها برابر چند پاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$ و $\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \text{ g/cm}^3$) «آزمون‌های گاج»



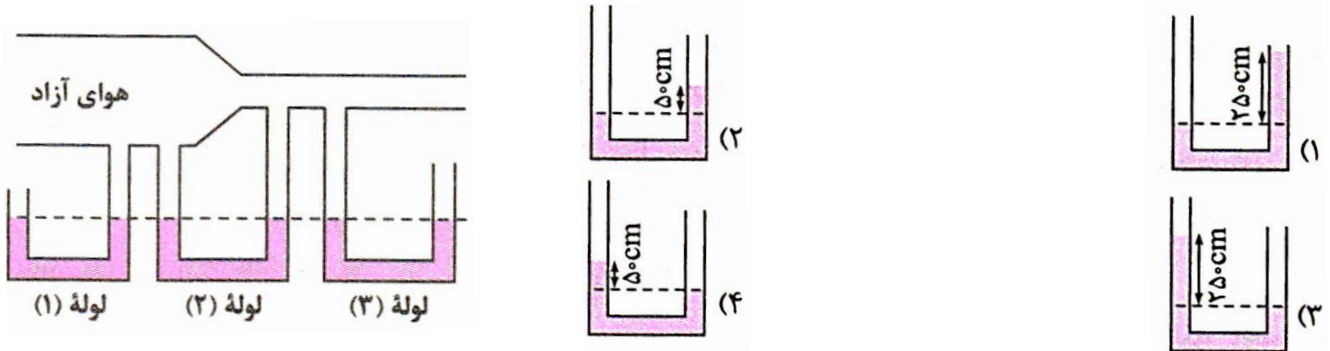
(۱) ۶۸۰۰

(۲) -۶۸۰۰

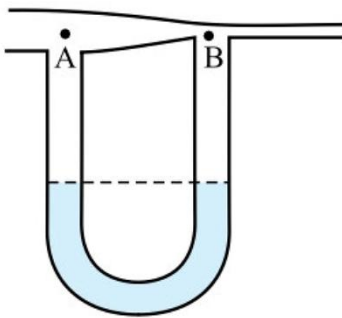
(۳) ۱۳۶۰۰

(۴) -۱۳۶۰۰

سوال: مطابق شکل، درون هر سه لوله U شکل، مایع یکسانی قرار دارد. با دمیدن هوا در لوله افقی، اختلاف سطح آزاد مایع در لوله‌های U شکل (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ 100 cm و 150 cm خواهد شد. در این حالت وضعیت مایع در لوله (۳)، در کدام گزینه درست ترسیم شده است؟



سوال: در شکل زیر، ارتفاع آب درون شاخه‌های لوله U شکل برابر است. اگر در لوله افقی جریان پیوسته و لایه‌ای هوا از چپ به راست ایجاد شود، اختلاف فشار بین نقاط A و B برابر 5 kPa می‌شود. ارتفاع مایع در شاخه سمت راست چند سانتی‌متر و چگونه تغییر می‌کند؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1\text{ g/cm}^3$ ، $g = 10\text{ N/kg}$ و سطح مقطع لوله U شکل در تمام قسمت‌های آن برابر است.)



«خیلی سبز- سری Z»

(۱) $2/5$ ، کاهش می‌یابد.

(۲) $2/5$ ، افزایش می‌یابد.

(۳) 5 ، کاهش می‌یابد.

(۴) 5 ، افزایش می‌یابد.

این جزوه و تدریس‌های ویدئویی آن تنها مربوط به سایت جشان آکادمی (jashan-academy.ir) و تیم تدریس آن است؛ برای دسترسی به تدریس سایر دروس تخصصی به همین سایت مراجعه بفرمایید یا به آیدی تلگرام [@jashani121212](https://t.me/jashani121212) پیام دهید.

در صفحات تلگرام و روبیکا با آدرس [@tajrobi10jashani](https://t.me/tajrobi10jashani) با ما همراه باشید و از صفحه آپارات‌مون نیز دیدن فرمایید.

ارادتمند شما؛ امیررضا جشانی‌پور