بخش اول: حالت‌های مختلف ماده و نیروهای بین مولکولی

۱- حالت‌های مختلف ماده
۲- نیروهای بین مولکولی
۳- خاصیت مویینگی

زیرشاخه‌های بخش اول A

1-A حالت‌های مختلف ماده

این بحث را با یک مثال ساده شروع می‌کنیم، حتماً دیده‌اید که آب در حالت عادی به‌صورت مایع بوده و با گرم کردن آن، معمولاً در دمای صد درجهٔ سلسیوس جوشیده و فرایند تبدیل شدن مایع به بخار در آن مشاهده می‌شود. با توجه به این مثال ساده می‌توان گفت که حالت ماده، بستگی به دما و فشار محیط دارد و با تغییر این شرایط، ممکن است حالت ماده عوض شود. در حالت کلی مواد دارای چهار حالت **گاز**، **مایع**، **جامد** و **پلاسما** می‌باشند که در ادامه می‌خواهیم برخی از ویژگی‌های این حالت‌ها را دقیق‌تر بررسی کنیم.

شکل ببین حالش ببر و یه دید خیلی قشنگ ازش بگیر، تو این شکل همزمان یخ (جامد)، آب (مایع)، هوا (گاز) و خورشید (پلاسما) حضور دارن و یه عکس افتخاری کنار همدیگه انداختن ...

به طور کلی در مورد انواع مواد، می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

۱ سال‌های قبل در درس علوم دیدید که به هر چیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد) **ماده** می‌گوییم.

۲ مواد از ذره‌های ریزی به نام **اتم** یا **مولکول** ساخته شده‌اند.

۳ اندازهٔ اتم‌ها حدود یک تا چند آنگستروم $(1\mathring{A} = 10^{-10}m)$ است و اندازهٔ مولکول‌ها به این بستگی دارد که از چند اتم ساخته شده باشند.

۴ اندازهٔ برخی از درشت مولکول‌ها، مانند بَسپارها (پلیمرها)، می‌تواند تا ۱۰۰۰ آنگستروم نیز باشد.

۵ ذره‌های سازندهٔ مواد همواره در حرکت‌اند و به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره‌ها و اندازهٔ نیروی بین آن‌ها بستگی دارد که در ادامه آن‌ها را بیشتر بررسی خواهیم کرد.

حالت گازی

احتمالاً شنیدید که انسان گاز اکسیژن موجود در هوا رو تنفس میکنه و گازهای دیگه رو دفع میکنه. باید بدونید که بسیاری از مواد به‌طور عادی حالت گازی دارن و تو این بخش در مورد اون بحث می‌کنیم ...

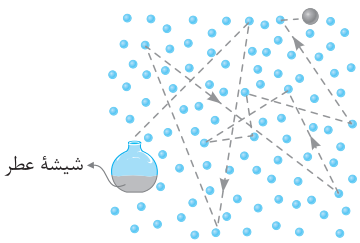
در حالت **گازی** مواد، نکات زیر حائز اهمیت است:

۱ گاز، ماده‌ای است که شکل مشخصی ندارد. در این حالت از ماده، فاصلهٔ میانگین مولکول‌ها از هم، نسبت به اندازهٔ مولکول‌ها بسیار بیشتر است و مولکول‌ها می‌توانند آزادانه به اطراف حرکت کنند. این موضوع سبب می‌شود که مولکول‌ها با تندی زیاد به یکدیگر و یا به دیواره‌های ظرف برخورد کنند.

۲ برای درک بهتر نکتهٔ (۱)، بد نیست بدانید اندازهٔ مولکول‌های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم $(1\mathring{A} = 10^{-10}m)$ است، در حالی‌که فاصلهٔ میانگین بین آن‌ها در شرایط معمولی $35\mathring{A}$ است.

۳ در اثر برخوردهای متوالی مولکول‌ها به یکدیگر و به دیوارهٔ ظرف، مولکول‌ها مرتباً تغییر جهت می‌دهند و یک حرکت نامنظم یا **کاتوره‌ای** برای آن‌ها رخ می‌دهد.

۴ گازها در محیط پخش می‌شوند. به‌عنوان مثال اگر درِ یک شیشهٔ عطر مطابق شکل مقابل، در گوشه‌ای از اتاق باز شود، بعد از مدتی در اثر برخورد مولکول‌های هوا و عطر به یکدیگر، بوی عطر در همهٔ اتاق احساس می‌شود، به این پدیده **پخش** می‌گویند.



۵ به دلیل وجود فاصلهٔ زیاد بین مولکول‌ها، گازها تراکم‌پذیر هستند، یعنی می‌توان آن‌ها را به مقدار زیاد فشرده کرد و حجم گاز را کاهش داد.

۶ هوای اطراف کرهٔ زمین، ترکیبی از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن‌دی‌اکسید، 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 مولکول‌های اکسیژن در محیط می‌شود. این پدیده برای حیات روی کرهٔ زمین اهمیت زیادی دارد.

نگاهی مفهومی‌تر به حرکت کاتوره‌ای مولکول‌ها در گازها

اگر با میکروسکوپ، درون یک ظرف محتوی دود را مشاهده کنید، مشاهده می‌شود که ذره‌های دود به‌طور نامنظم و درهم و برهم و در یک مسیر زیگزاگی حرکت می‌کنند.

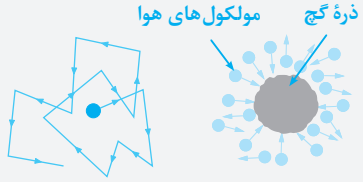
مشاهدهٔ بیشتر توسط میکروسکوپ نشان می‌دهد که ذره‌های دود برخوردهای اندکی با یکدیگر دارند و می‌توان نتیجه گرفت که ذرات دیگری که قابل مشاهده نیستند با آن‌ها برخورد کرده و مسیر حرکت آن‌ها را تغییر می‌دهند. این ذره‌های مشاهده‌ناپذیر، همان مولکول‌های هوا هستند.

نتیجه: حرکت زیگزاگی و نامنظم ذره‌های دود نشانگر این موضوع است که مولکول‌های هوا به‌صورت کاتوره‌ای و نامنظم در حرکت‌اند.

حالا بریم با یه تمرین، این پدیدهٔ پخش رو بهتر بفهمیم ...

تمرین ۱: در هنگام پاک کردن تخته سیاه، ذرات گچ به طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و مطابق شکل حرکت می‌کنند. این حرکت نامنظم به دلیل ..... می‌باشد و در صورت عدم وجود مولکول‌های هوا، .....

(کتاب درسی)



۱) برخورد زیاد مولکول‌های هوا به ذرات درشت گچ ـ ذرات گچ در زمان کوتاهی سقوط می‌کردند.

۲) برخورد زیاد مولکول‌های هوا به ذرات درشت گچ ـ ذرات گچ معلق باقی می‌ماندند.

۳) وزن زیاد ذرات گچ ـ ذرات گچ در زمان کوتاهی سقوط می‌کردند.

۴) وزن زیاد ذرات گچ ـ ذرات گچ معلق باقی می‌ماندند.

پاسخ: در دمای اتاق مولکول‌های هوای زیادی در حرکت هستند و با برخورد زیاد به ذرات درشت گچ، سبب حرکت نامنظم و کاتوره‌ای آن‌ها می‌شوند. از سوی دیگر، اگر برخورد مولکول‌های هوا با ذرات گچ وجود نداشت، ذرات گچ در مدت زمان کوتاهی به سمت زمین سقوط می‌کردند. بنابراین گزینهٔ (۱) صحیح است.

تذکر: عدم سقوط سریع ذرات گچ، نشان‌دهندهٔ وجود مولکول‌های هوا در محیط است که البته توسط میکروسکوپ مشاهده نمی‌شوند.

حالت مایع

شاید شنا کردن تو آب استخر یکی از تفریحات جذاب برای شما باشه، شاید دیدن رنگ زیبای بنزین اتومبیل برای شما جالب باشه. همون‌طور که میدونید، این حالت از مواد مایع نام داره ...

در مورد حالت مایع، نکات زیر حائز اهمیت است:

۱ در مایع‌ها نیز مانند گازها، مولکول‌ها نظم معینی ندارند ولی به دلیل این‌که بسیار به هم نزدیک هستند، به جای حرکت آزادانه، فقط روی هم می‌لغزند و این موضوع سبب می‌شود که مایع به راحتی جاری شود (*مثل حالتی که یک لیوان آب را کج میکنی و آب روی زمین میریزه*). این خاصیت سبب می‌شود که مایع به شکل ظرف خودش درآید.

۲ فاصلهٔ ذرات سازندهٔ مایعات تقریباً یکسان و در حدود 1Å است.

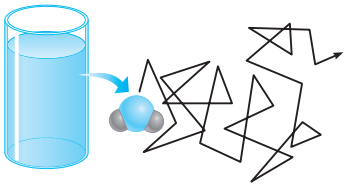
۳ احتمالاً با ما موافق هستید که مولکول‌ها در مایعات نیز به آسانی جابه‌جا می‌شوند، ولی تندی حرکت آن‌ها کم‌تر از حالت گازی است. از طرفی پدیدهٔ پخش نیز در آن‌ها رخ می‌دهد (مانند پخش شدن جوهر در آب). به‌عنوان یک نکتهٔ بسیار مهم باید بدانید که به‌دلیل تندی بیشتر مولکول‌ها در حالت گازی، پدیدهٔ پخش در گازها نسبت به مایعات سریع‌تر انجام می‌شود.

۴ نکتهٔ بسیار جالبی که در مایعات مشاهده می‌شود آن است که مولکول‌های مایع در فاصله‌های زیاد (در حد مولکولی) یکدیگر را جذب می‌کنند و در فاصله‌های کم یکدیگر را دفع می‌کنند، این موضوع نشان‌دهندهٔ وجود نیروهای بین مولکولی بین آن‌ها می‌باشد. به‌همین دلیل است که مایعات تراکم‌ناپذیر محسوب می‌شوند (زیرا در فرایند متراکم کردن مایع، فاصلهٔ بین مولکول‌ها می‌خواهد کم‌تر از حالت عادی شود و مولکول‌ها نسبت به این موضوع عکس‌العمل نشان داده و یکدیگر را دفع می‌کنند).

۵ یک سرنگ مطابق شکل را در نظر گرفته و پیستون آن را بکشید تا هوا وارد سرنگ شود. انگشت خود را محکم روی دهانهٔ خروجی سرنگ قرار دهید و تا جایی که می‌توانید پیستون را حرکت دهید تا هوای درون سرنگ متراکم شود. این موضوع نشان‌دهندهٔ تراکم‌پذیر بودن گازها می‌باشد.

۶ 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. در این حالت تراکم ناچیزی در مایع رخ می‌دهد که به دلیل وجود نیروهای بین مولکولی قوی‌تر در این حالت است.

نگاهی مفهومی‌تر به پدیدهٔ پخش در مایعات



دلیل پخش ذرات نمک و هم‌چنین جوهر در آب، به حرکت مولکول‌های آب مربوط می‌شود. در واقع مشابه با گازها، به دلیل **حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های آب** و برخورد آن‌ها با ذرات سازندهٔ نمک و جوهر، این گونه مواد در آب پخش می‌شوند. در شکل مقابل طرحی از حرکت نامنظم و کاتوره‌ای یک مولکول آب نشان داده شده است.

حالا بریم یه تمرین خوب هم از این بحث با هم ببینیم ...

تمرین ۲: **کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟** (کتاب درسی)

۱) فاصلهٔ بین مولکول‌های آب از یکدیگر، حدود ۱Å است.

۲) در هنگام متراکم کردن مایعات، نیرویی از نوع دافعه بین مولکول‌های آن ایجاد می‌شود.

۳) نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های آب، در فاصلهٔ ۲۰۰۰Å خود را نشان می‌دهد.

۴) نیروی جاذبه در قطرهٔ آب آویزان از درخت، نمونه‌ای از جاذبهٔ بین مولکولی است.

پاسخ: در مورد این تمرین، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) وقتی سعی می‌کنیم فاصلهٔ بین مولکول‌های مایع را کم کنیم، نیروی دافعهٔ بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند.

۲) همین‌طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبهٔ بین آن‌ها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطرهٔ آب آویزان از شاخهٔ درخت نیز دیده می‌شود.

۳) نیروهای بین مولکولی کوتاه‌بُرد هستند، یعنی وقتی فاصلهٔ بین مولکول‌ها چندین برابر فاصلهٔ بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد و گزینهٔ (۳) عبارت نادرستی است.

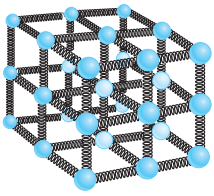
حالت جامد

آیا تا حالا به سنگ‌های موجود تو کنار دریا دقت کردید، به ظرف‌های شیشه‌ای موجود تو خونهٔ خودتون چه‌طور؟ این مواد به‌طور عادی حالت جامد دارن ...

در حالت **جامد** از مواد، نکات زیر حائز اهمیت است:

۱) فاصلهٔ بین مولکول‌های جامد نسبتاً ثابت است و جالب است بدانید این فاصله در جامدات نیز تقریباً مشابه مایعات و برابر ۱Å است.

۲) موقعیت مولکول‌ها در جامدات به دلیل وجود نیروهای الکتریکی که به هم وارد می‌کنند، ثابت است و این مواد نمی‌توانند آزادانه حرکت کنند. جالب است بدانید که در جامدات، مولکول‌ها تنها می‌توانند سر جای خود حرکت‌های نوسانی کوچکی انجام دهند.



۳) جامدات نیز تراکم‌ناپذیر بوده و قابل فشرده شدن نیستند، بنابراین حجم و شکل معینی دارند.

۴) برای درک بهتر ساختار جامدات، شکل مقابل را درنظر بگیرید:

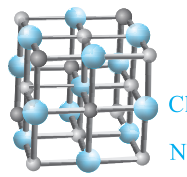
در این شکل، ذرات توسط فنرهایی به یکدیگر متصل‌اند. با کمی درک فیزیکی می‌توان گفت **اگر این ذرات نسبت به وضعیت تعادل، به هم نزدیک‌تر یا از هم دورتر شوند، نیروی کشسانی بین فنرها آن‌ها را به وضع تعادل** برمی‌گرداند و جسم جامد، شکل و اندازهٔ اولیه‌اش را حفظ می‌کند.

شکل نشون داده شده، عملاً یه جور مدلسازی هست که تو فصل اول روش کار کردیم. مثلاً تو این جور مدلسازی، الکترون‌های موجود توی جسم جامد اصلاً دیده نشده و این مدلسازی نمیتونه در مورد موضوعی مثل رسانا بودن جسم جامد در مقابل جریان الکتریکی، حرفی برای گفتن داشته باشه ...

بررسی بیشتر جامدات

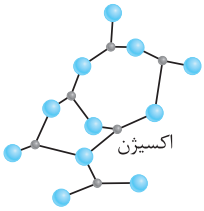
جامدات خود به دو دستهٔ بلورین و بی‌شکل تقسیم می‌شوند:

الف) جامدهای بلورین: اگر در اجسام جامد، مولکول‌ها به‌صورت طرح‌های منظم تکرارشونده در کنار هم قرار بگیرند، **جامدهای بلورین** تشکیل می‌شود. جامدهای بلورین اغلب هنگامی ایجاد می‌شوند که مایع را به آهستگی سرد کنیم. در این فرایند ذرات مایع فرصت کافی دارند که در طرح‌های منظم، خود را مرتب کنند. فلزها، نمک‌ها، اغلب مواد معدنی، الماس و یخ از جمله جامدهای بلورین هستند. به عنوان مثال، شکل مقابل ساختار بلورین NaCl را نشان می‌دهد که در آن، یون‌های سدیم و کلرید به صورت یک در میان در گوشه‌های مکعب قرار دارند.



نمونه‌ای از جامدهای بلورین

سیلیسیم



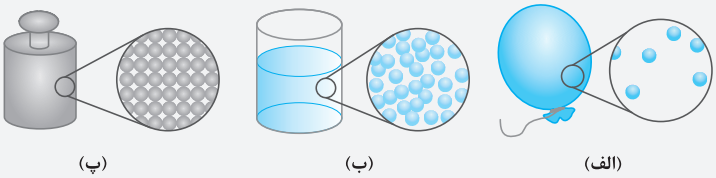
ب) جامدهای بی‌شکل (آمورف): در جامدهای بی‌شکل مانند شیشه، برخلاف جامدهای بلورین، مولکول‌ها در طرح‌های منظمی کنار هم قرار نمی‌گیرند. این جامدها اغلب از سرد کردن سریع یک مایع به‌دست می‌آیند. جالب است بدانید که در این شرایط، مولکول‌ها فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم مرتب شوند و به این ترتیب تا حد زیادی در وضعیت نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند.

حالت پلاسما

این حالت از ماده که احتمالاً کم‌تر اسم آن را شنیده‌اید، اغلب در دماهای خیلی بالا به‌وجود می‌آید. مادهٔ درون ستارگان، بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و مادهٔ داخل لولهٔ تابان لامپ‌های مهتابی از **پلاسما** تشکیل شده است.

حالا بریم با چندتا تمرین، روی این بحث مسلط‌تر بشیم ...

تمرین ۳: در مقایسهٔ کلی ویژگی‌های حالت‌های جامد، مایع و گاز، با توجه به شکل‌های زیر چه می‌توان گفت؟



(پ) (ب) (الف)

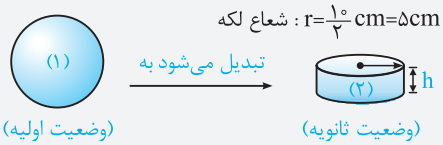
پاسخ: اگر بخواهیم یک مقایسهٔ کلی بین حالت‌های جامد، مایع و گاز انجام دهیم، با توجه به شکل‌های نشان داده شده، می‌توان به جدول زیر اشاره کرد:

	تراکم‌پذیری	فاصلهٔ ذره‌ها	نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌ها	شکل	حرکت و انرژی
گاز	تراکم‌پذیر است.	بسیار بیشتر از ابعاد مولکول‌ها	ناچیز است.	فاقد شکل مشخص	زیاد
مایع	با تقریب خوبی تراکم‌ناپذیر است.	تقریباً برابر 1Å	نیروی اندکی وجود دارد.	به شکل ظرف در می‌آیند.	متوسط
جامد	تراکم ناپذیر است.	حدود 1Å	نیروی زیادی وجود دارد.	دارای شکل مشخص	کم

تمرین ۴: یک قطرهٔ روغن با حجم $7/5\times10^{-5}\,cm^3$ را بر روی سطحی چکانده و یک لکهٔ روغن با قطر $10\,cm$ بر روی سطح ایجاد شده است. ضخامت این لکه برابر چند آنگستروم است؟ ($\pi\simeq3$) (تألیفی)

۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۳۰ ۴) ۳۰۰

پاسخ: فرض کنید که قطرهٔ روغن پس از چکیدن بر روی سطح، از شکل (۱) به شکل (۲) تغییر شکل داده است. با توجه به این‌که حجم قطرهٔ روغن با حجم لکهٔ روغن برابر است، می‌توان نوشت:



$V_1=7/5\times10^{-5}\,cm^3$ قطرهٔ روغن به حجم ، $V_2=\pi r^2h\simeq3\times5^2\times h$

$V_1=V_2\Rightarrow7/5\times10^{-5}=75\times h\Rightarrow h=10^{-6}\,cm=10^{-6}\times(10^{-2}\,m)=10^{-8}\times10^{+10}\,\text{Å}=100\,\text{Å}$ (گزینهٔ ۲)

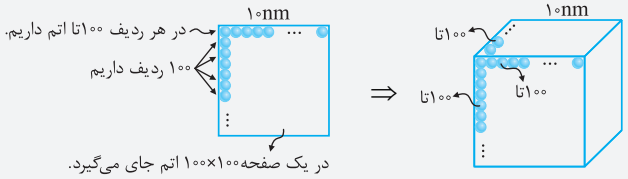
تذکر: دقت کنید که آنگستروم یک واحد بسیار کوچک برای اندازه‌گیری قطر ذرات، طول موج و ... است. ارتباط بین این واحدِ طول با متر به‌صورت زیر است:

$$1\text{Å}=10^{-10}\,m\Leftrightarrow1\,m=10^{10}\,\text{Å}$$

تمرین ۵: مکعبی فرضی با ابعاد ۱۰ نانومتر را درنظر بگیرید. اگر قطر هر اتم را $10^{-10}\,m$ درنظر بگیریم، در درون این مکعب، چه تعداد اتم جای می‌گیرد؟ (تألیفی)

۱) 10^2 ۲) 10^4 ۳) 10^6 ۴) 10^8

پاسخ: ابتدا دقت شود که $10\,nm$ (طول ضلع مکعب) ۱۰۰ برابر قطر هر اتم است $(10^{-10}\,m)$. با توجه به این موضوع و شکل زیر، در مجموع 10^6 اتم در مکعب جای می‌گیرد.



(گزینهٔ ۳) $10^4\times100=10^6$ اتم

۱۰۰ گویی ۱۰۰ صفحه در مکعب فوق در کنار هم قرار دارد.

2-A نیروهای بین مولکولی

حالا می‌خوایم یه کم نیوتون بازی درباریم و ببینیم یه سری موضوعات که توی طبیعت رخ میده، دلیلش چیه؟! ...

آیا تاکنون به چسبیدن قطرات آب به برگ گیاهان دقت کرده و علت آن را از خود پرسیده‌اید؟ برای پاسخ دادن به این سؤال باید گفت که بین مولکول‌های یک مایع با هم (مولکول‌های همسان) و یا بین مولکول‌های یک ماده در تماس با یک مادهٔ دیگر (مولکول‌های ناهمسان)، نیروی جاذبه وجود دارد. در فیزیک به حالت اول **هم‌چسبی** و به حالت دوم **دگرچسبی** می‌گوییم.

تذکر: در مورد نیروهای بین مولکولی به دو ویژگی مهم زیر می‌توان اشاره کرد:

۱ نیروهای بین مولکولی در فاصله‌های کوچک ظاهر می‌شوند و هرگاه بخواهیم فاصلهٔ بین مولکول‌ها را از وضعیت عادی (تعادلی) تغییر دهیم، این نیروها مشاهده می‌شوند.

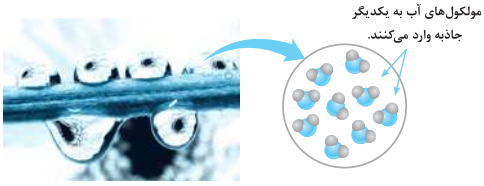
۲ نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند و در فاصله‌های بزرگ در مقیاس مولکولی مشاهده نمی‌شوند.

در ادامه به بررسی ویژگی‌ها و آثار ناشی از هریک می‌پردازیم.

نیروی هم‌چسبی

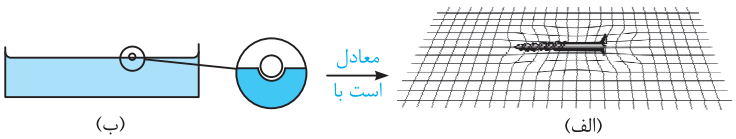
به‌طور کلی بین مولکول‌های همسان مانند مولکول‌های یک مایع یک نیروی رباشی وجود دارد که به آن نیروی **هم‌چسبی** می‌گویند. در ادامه با مثال‌هایی مفهومی و متنوع، این نیرو را بیشتر درک خواهید کرد.

مثال مفهومی ۱: متراکم کردن آب درون سرنگ عملاً امکان‌پذیر نیست. برای توجیه پدیده‌هایی مشابه این، باید به نیروهای بین مولکولی در یک مایع توجه کنیم. به طور کلی، نیروهای بین مولکول‌های همسان مانند نیروهای بین مولکول‌های آب را نیروی هم‌چسبی می‌نامند. وقتی سعی می‌کنیم فاصلهٔ بین مولکول‌های مایع را کم کنیم، نیروی دافعهٔ بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند. همین‌طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبهٔ بین آن‌ها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطرهٔ آب آویزان از شاخهٔ درخت دیده می‌شود. نیروهای بین مولکولی کوتاه‌بُرد هستند، یعنی وقتی فاصلهٔ بین مولکول‌ها چند برابر فاصلهٔ بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد.



مثال مفهومی ۲: پدیده‌هایی مانند نشستن و راه رفتن حشرات بر روی سطح آب و یا فرو نرفتن یک گیرهٔ فلزی در آب نشانه‌ای از وجود پدیده‌ای به نام **کشش سطحی** می‌باشد. کشش سطحی در واقع ناشی از هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع است و آن را می‌توان با نیروهای بین مولکولی توجیه کرد. در سطح مایع افزایش فاصلهٔ بین مولکول‌ها کمی بیشتر از حالت عادی است و همان‌طور که می‌دانید در این حالت نیروهای بین مولکولی به‌صورت جاذبه ظاهر می‌شود. این موضوع باعث می‌شود که رفتار مولکول‌ها در سطح مایع چنان باشد که گویی سطح مایع شبیه یک پوستهٔ تحت کشش رفتار می‌کند.

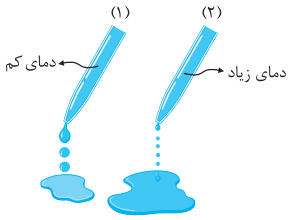
به‌طور مثال اگر یک میخ کوچک را بر روی سطح آب قرار دهید، در سطح آب یک فرورفتگی ایجاد می‌شود و کشش سطحی بین مولکول‌های آب مانع از فرورفتن میخ در آب می‌شود. این پدیده مانند نگه‌داری یک میخ کوچک توسط یک پارچهٔ توری است:



احتمالاً با ما موافق هستید که علت فرونرفتن حشرات در آب را نیز می‌توان با همین استدلال توجیه کرد.

مثال مفهومی ۳: اگر به یک قطرهٔ آب که از شیر می‌چکد توجه کرده باشید، مشاهده می‌کنید که قطره پس از جدا شدن از شیر، در تمام طول مسیر به‌صورت قطره باقی‌می‌ماند (به بیان ساده‌تر یعنی مولکول‌های این قطره در حین سقوط از یکدیگر دور نمی‌شوند و متصل به یکدیگر باقی می‌مانند). برای توجیه این پدیده می‌توان گفت که بین مولکول‌های مایع، یک نیروی رباشی وجود دارد که همان **نیروی هم‌چسبی** و یا به عبارتی کشش سطحی است. تشکیل حباب‌های صابون نیز با همین استدلال قابل توجیه است.

کتاب درسی برای توجیه کروی بودن قطرات سقوط کرده، گفته که به‌ازای یک حجم معین، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگه‌ای، کوچک‌ترین مساحت جانبی را داره!! به این‌ترتیب سطح کره‌ای که آزادانه سقوط میکنه، مانند یک پوستهٔ کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش رو داره. باور کنید خود نیوتون هم از پیچیدگی این استدلال، قلبش به تپش میفته ☺.



مثال مفهومی ۴: شکل روبه‌رو، خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانهٔ دو قطره‌چکان نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که با افزایش دما، ذرات روغن راحت‌تر جاری می‌شوند (آیا خودتان این موضوع را حس نمی‌کنید) و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آن کاهش می‌یابد. از طرفی به همین دلیل است که شستن ظروف با آب گرم راحت‌تر از آب سرد انجام می‌شود.

حالا که موافق باشین با دو تا تمرین، یه کم این مفاهیم رو بیشتر مرور کنیم ...

تمرین ۶: وقتی شیشه می‌شکند، با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛ ولی اگر قطعه‌های شیشه را آن‌قدر گرم کنیم که نرم شوند، می‌توان آن‌ها را بهم چسباند. این پدیده را با توجه به کوتاه‌بُرد بودن نیروهای بین مولکولی توجیه کنید.

پاسخ: نیروهای بین مولکولی، در محدودهٔ چندین مولکول مجاور عمل می‌کنند. وقتی قطعه‌های یک شیشهٔ شکسته را به یک‌دیگر نزدیک می‌کنیم، در واقع فاصله بین مولکول‌های قسمت شکسته شدهٔ مربوط به هر قطعه با قطعهٔ دیگر، بسیار بیشتر از ابعاد یک مولکول شیشه است. هر چند با چشمان خود تصور می‌کنیم که قطعه‌های شکسته شده به هم نزدیک‌اند ولی از نظر مولکولی، فاصلهٔ بین قسمت‌های شکسته شده بسیار بیشتر از ابعاد یک مولکول است و چون نیروهای بین مولکولی در این ابعاد فاصله، عمل نمی‌کنند، لذا دو قطعهٔ شیشه به هم نمی‌چسبند. با گرم کردن دو قطعهٔ شیشه‌ای، نوسان مولکول‌های دو قطعهٔ شیشه‌ای که مجاور هم قرار گرفته‌اند افزایش می‌یابد و همین سبب می‌شود تا فاصلهٔ بین مولکول‌های مجاور کاهش یافته و به چندین مولکول برسد و نیروهای بین مولکولی عمل کنند و قطعه‌ها به یک‌دیگر بچسبند.

تمرین ۷: سوزن کوچکی بر روی سطح آب شناور است. اگر به آرامی یک قطره مایع ظرف‌شویی در آب اضافه کنیم، سوزن بلافاصله به ته آب می‌رود. علت این موضوع چیست؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) کم شدن خاصیت دگرچسبی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی
۲) زیاد شدن خاصیت دگرچسبی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی
۳) کم شدن خاصیت کشش سطحی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی
۴) زیاد شدن خاصیت کشش سطحی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی

پاسخ: می‌دانیم علت شناور ماندن سوزن روی سطح آب، وجود کشش سطحی بین مولکول‌های سطح آب است. با اضافه کردن مایع ظرف‌شویی، مولکول‌های مایع ظرف‌شویی در بین مولکول‌های آب قرار گرفته و نیروی بین مولکول‌های آب را ضعیف می‌کنند، در نتیجه سوزن در آب فرومی‌رود و گزینهٔ (۳) صحیح است.

نیروی دگرچسبی و ترشوندگی

دیدیم که نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های یک ماده، سبب بروز پدیده‌های جالبی می‌شود. اتفاق جالب دیگر آن است که هنگامی‌که دو مادهٔ مختلف در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند، نیز جاذبهٔ مولکولی در بین مولکول‌های آن‌ها ظاهر می‌شود که به آن نیروی **دگرچسبی** می‌گوییم.

تذکر: اگر درک خوبی از تعاریفی که ارائه کرده‌ایم پیدا کرده باشید، احتمالاً فهمیده‌اید که هم‌چسبی و دگرچسبی هر دو نیروهای بین مولکولی‌اند و تفاوت آن‌ها در این است که هم‌چسبی، جاذبهٔ بین مولکول‌های مشابه (همسان) است و دگرچسبی، جاذبهٔ بین مولکول‌های نامشابه (ناهمسان).

مفهوم دگرچسبی، شما رو به یه موضوعی به نام ترشوندگی میرسونه که خیلی موضوع جالبی هست. بریم ببینیم این موضوع چیه ...

به‌طور کلی هرگاه مایعی در تماس با یک جسم جامد قرار گیرد، دو حالت زیر می‌تواند رخ دهد:

پخش آب روی سطح شیشه

۱ اگر نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد از هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع **بیشتر** باشد، در این صورت می‌گوییم مایع، جامد را تر می‌کند. مثلاً در شکل مقابل می‌بینیم که آب سطح شیشهٔ تمیز را تر کرده و روی آن پهن شده است، به زبان ساده می‌توان گفت در این حالت، مولکول‌های شیشه با شدت بیشتری مولکول‌های آب را جذب کرده است.

مایع جامد رو تر میکنه، فورمونیش اینه که مایع خودش رو ول میکنه روی سطح جامد و ریلکس میکنه ...

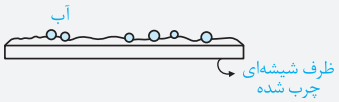
قطره‌های جیوه روی شیشه

۲ اگر نیروهای هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع از دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد بیشتر باشد، می‌گوییم مایع جامد را تر نمی‌کند. با توجه به این موضوع در شکل مقابل می‌بینیم که سطح شیشه با جیوه تر نشده و جیوه به شکل قطره روی سطح شیشه باقی مانده است. جالب است بدانید در این حالت هر چه قطر جیوه بزرگ‌تر باشد، قطره تخت‌تر می‌شود.

تذکر: اضافه شدن یک لایهٔ دوده یا روغن به سطح شیشه، سبب می‌شود که ارتباط بین مولکول‌های آب با مولکول‌های شیشه قطع شود و به یک‌دیگر نیرویی وارد نکنند (توجه کنید ضخامت لایهٔ روغن یا لایهٔ دود، ده‌ها برابر ابعاد یک مولکول آب یا شیشه است). از آن‌جا که نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد هستند، همین امر سبب می‌شود رفتار مولکول‌های آب روی سطح دوده یا روغن نسبت به حالتی که روی سطح شیشه ریخته می‌شود، تغییر کند.

حالا با دوتا تمرین، این موضوع رو بیشتر بررسی کنیم ...

تمرین ۸: **در مقایسهٔ نیروهای هم‌چسبی و دگرچسبی در فرایند پخش شدن آب بر روی ظرف شیشه‌ای چرب‌شده، چه اظهارنظری می‌توان کرد؟**



پاسخ: آب بر روی یک ظرف شیشه‌ای چرب پخش نمی‌شود (به شکل قطره باقی می‌ماند)، زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و روغن است. این موضوع در شکل مقابل نشان داده شده است.

تمرین ۹: **یک قطره از مایع A را روی ظرف مسطح B می‌ریزیم. اگر نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های A و B بیشتر از نیروی هم‌چسبی مولکول‌های A باشد، مایع A .....** (سراسری ریاضی ۸۶ خارج از کشور)

۱) ظرف B را تر نمی‌کند.
۲) دیگر از ظرف B جدا نمی‌شود.
۳) به‌صورت گلوله در ظرف B باقی می‌ماند.
۴) به‌صورت لایهٔ نازکی در ظرف B پخش می‌شود.

پاسخ: طبق صورت سؤال نیروی دگرچسبی بین دو مادهٔ B و A بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مادهٔ A است. بنابراین همان‌طور که قبلاً بیان کردیم، قطرهٔ A وضعیت اولیهٔ خود را حفظ نکرده و بر روی ظرف مسطح B پخش می‌شود. در این حالت، مادهٔ A مطابق شکل مقابل به‌صورت لایهٔ نازکی روی ظرف B پخش می‌شود و گزینهٔ (۴) صحیح است.

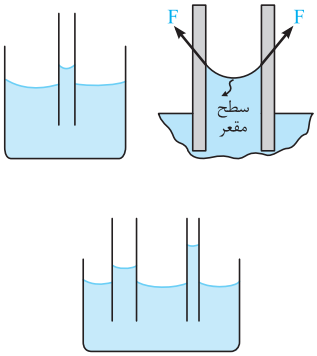
3-A خاصیت مویینگی

لولهٔ مویین و خاصیت مویینگی، از اون بحثای جالب این فصله که فکرتون رو حسابی کار میندازه ...

یکی دیگر از اثرات نیروهای دگرچسبی بین دو ماده، **خاصیت مویینگی** است. برای درک بهتر این موضوع، آن را در مورد آب و جیوه بررسی خواهیم کرد. شایان ذکر است که **لولهٔ مویین** یا به زبان خودمانی مومانند، به لوله‌هایی گفته می‌شود که قطر داخلی کوچک و حدود یک دهم میلی‌متر (۰/۱mm) دارند.

آب در لولهٔ مویین

در بحث ترشوندگی اشاره کردیم که نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های شیشه و آب، بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است. حال فرض کنید که یک لولهٔ نازک را در آب فرو کرده‌ایم، در اثر این موضوع، همان‌طور که در شکل مقابل نیز مشاهده می‌کنید، سطح شیشه‌ای داخلی لولهٔ مویین (*که بیشتر از ذرات آب، علاقه‌مندند اونا رو جذب کنه*) نیروی F را به آبی که با لوله در تماس است، وارد می‌کند و این نیرو باعث بالا رفتن آب در لولهٔ مویین می‌شود. در این حالت سطح آب به شکل مقعر (فرورفته) درمی‌آید و عملاً آب شیشه را تر می‌کند.



دقت: اگر چند لولهٔ مویین شیشه‌ای با قطرهای متفاوت را درون یک ظرف آب قرار دهیم، مولکول‌های آب به طرف سطح داخلی لولهٔ مویین کشیده می‌شوند و مشاهده می‌کنیم که:

۱) آب در لوله‌های مویین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد.

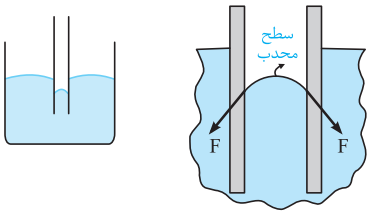
شکل آب در لوله‌های مویین با قطرهای مختلف

۲) با توجه به شکل فوق، اتفاق جالب‌تر آن است که هر چه قطر لولهٔ مویین کوچک‌تر باشد (لوله باریک‌تر باشد)، ارتفاع ستون آب در آن بیشتر است. شایان ذکر است که اثر مویینگی، در لوله‌های با قطر داخلی بزرگ، قابل صرف‌نظر کردن است.

تذکر: اگر کمی فکر کنید، متوجه می‌شوید که قیراندود کردن دیوار ساختمان‌ها، عملاً برای جلوگیری از نفوذ آب در اثر خاصیت مویینگی به داخل ساختمان است.

جیوه در لولهٔ مویین

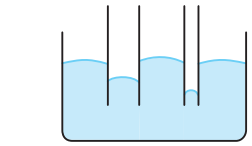
در بحث ترشوندگی اشاره کردیم که نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه، بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است. اگر مطابق شکل یک لولهٔ مویین را در درون جیوه قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که نیروی وارد شده از طرف لولهٔ مویین بر جیوه‌ای که با لوله در تماس است، به‌صورت روبه‌رو است و این موضوع باعث می‌شود سطح جیوهٔ درون لولهٔ مویین، پایین‌تر از سطح جیوهٔ داخل ظرف قرار گیرد و سطح جیوه در داخل لولهٔ مویین به شکل برآمده یا محدب باشد.



دقت: با توجه به شکل مقابل می‌توان گفت:

۱) جیوه در لوله‌های مویین مقداری بالا می‌آید ولی سطح آن، پایین‌تر از سطح جیوهٔ داخل ظرف قرار می‌گیرد.

۲) مشاهده می‌شود که هر چه قطر لولهٔ مویین کوچک‌تر باشد، ارتفاع ستون جیوه در آن نسبت به سطح ظرف پایین‌تر قرار می‌گیرد و خاصیت مویینگی تشدید می‌یابد.

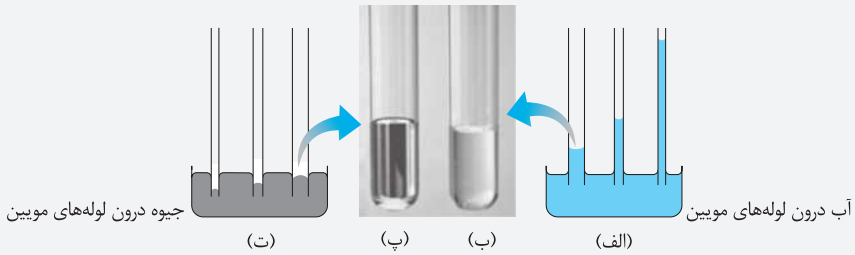


شکل جیوه در لوله‌های مویین با قطرهای مختلف

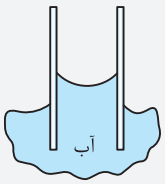
تو ادامه برای درک بهتر، به دو تا تمرین جالب توجه کنید ...

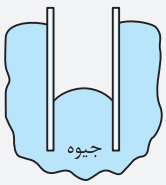
تمرین ۱۰: **سه لولهٔ مویین با قطرهای ۰/۱mm، ۰/۲mm و ۰/۳mm را یک بار درون آب و یک بار درون جیوه وارد می‌کنیم. مایع درون لوله‌های مویین چه وضعیتی به خود می‌گیرند؟**

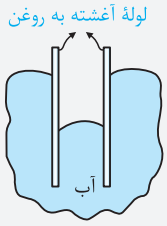
پاسخ: با توجه به توضیحات ارائه شده، وضعیت این سه لولهٔ مویین درون آب و جیوه به‌صورت شکل زیر است:

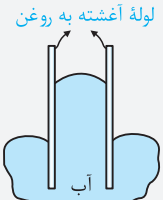


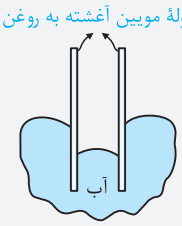
تمرین ۱۱: **در شکل‌های زیر، لوله‌های نشان داده‌شده به‌صورت مویین است. کدام‌یک از شکل‌های نشان داده‌شده، صحیح نیست؟ (در گزینه‌های ۳ و ۴، سطح داخلی و خارجی لوله به روغن آغشته است.)** (تألیفی)

۱)


۲)


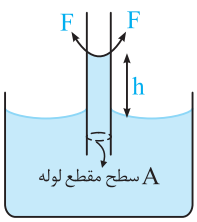
۳)


۴)




پاسخ: با یک سؤال نسبتاً مفهومی روبه‌رو شده‌ایم که گزینهٔ (۴) شکل نادرست را نشان می‌دهد، زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب، بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و لولهٔ آغشته به روغن است. با توجه به این موضوع، سطح آب در لولهٔ مویین آغشته به روغن پایین‌تر از سطح آب در درون ظرف قرار گرفته و این موضوع یعنی سطح آب در داخل لولهٔ مویین دارای برآمدگی است، درست مانند شکل گزینهٔ (۲) که جیوه در درون لولهٔ مویین نشان داده شده است.

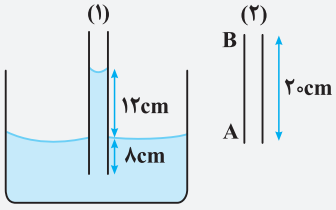
نکته: آب در لولهٔ مویین تا جایی بالا می‌آید که نیروی دگرچسبی بین لولهٔ مویین و آب بالا رفته، برابر با نیروی وزن آب جابه‌جا شده باشد. به‌عنوان مثال در لولهٔ مقابل داریم:



$F_{\text{برایند}} = mg$: برایند نیروهای دگرچسبی در راستای قائم

حالا بریم با یه تمرین خیلی مفهومی، بحث رو جمع‌بندی کنیم ...

تمرین ۱۲: **مطابق شکل، لولهٔ مویین شیشه‌ای (۱) درون آب قرار گرفته است. اگر لولهٔ مویین شیشه‌ای (۲) با همان سطح مقطع لولهٔ (۱) را به گونه‌ای در آب قرار دهیم که انتهای A، به اندازهٔ ۴ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح آب قرار بگیرد، .....**



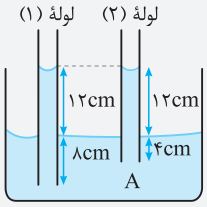
۱) آب ۱۰ سانتی‌متر در لوله نسبت به انتهای A بالا می‌رود.

۲) آب ۱۲ سانتی‌متر در لوله نسبت به انتهای A بالا می‌رود.

۳) آب ۱۶ سانتی‌متر در لوله نسبت به انتهای A بالا می‌رود.

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

پاسخ: با توجه به شکل نشان داده شده، آب درون لولهٔ مویین باید $12\,cm$ بالا بیاید. دقت شود که ارتفاع آب بالا آمده درون لوله نسبت به سطح آزاد مایع درون ظرف، به طول قسمتی از لوله که درون آب قرار گرفته است، بستگی ندارد و به گونه‌ای است که برایند نیروهای دگرچسبی با وزن مایع خنثی شود.



بنابراین آب درون لولهٔ (۲) نیز به گونه‌ای بالا می‌آید که سطح مایع درون لوله نسبت به سطح مایع درون ظرف $12\,cm$ بالاتر قرار گیرد. بنابراین آب درون لولهٔ (۲)، به اندازهٔ $12 + 4 = 16\,cm$ نسبت به انتهای A بالا می‌رود و گزینهٔ (۳) صحیح است.

تکالیف دانش‌آموزان عزیز

پس از مطالعهٔ این بخش از فصل، باید برید و تست‌های زیر رو تو دو فاز حل کنید.

فاز اول (تست‌های کسب مهارت): تست‌های ۱ تا ۳۷

فاز دوم (تست‌های قوی‌تر شویم): تست‌های ۱۶۴ تا ۱۶۹

فاز اول
تست‌های کسب مهارت

در تست‌های این فاز که به صورت میکروطبقه‌بندی ارائه‌شده است، اولاً به‌خوبی می‌توانید بر روی درسنامه‌ها مسلط شوید و ثانیاً مهارت‌های زیادی را در هنگام تست‌زنی کسب کنید. این موضوع سبب می‌شود به بهترین شکل خود را برای تست‌های فاز دوم آماده کنید.

شاخهٔ ۱ آشنایی با حالت‌های مختلف ماده و نیروهای بین مولکولی

حالت‌های مختلف ماده

تو شروع کار می‌خوایم ویژگی‌های حالت‌های مختلف ماده رو بررسی کنیم و اونا رو بیشتر بشناسیم ...

۱- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، در مورد حالت‌های مختلف ماده نادرست است؟ (کتاب درسی)

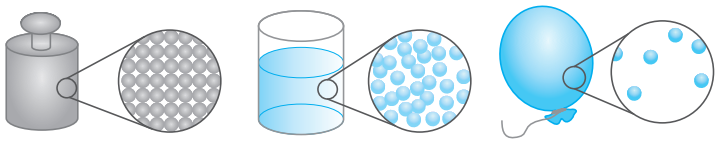
۱) اندازهٔ مولکول‌ها در فاز مایع، جامد و گاز، به تعداد اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ آن بستگی دارد.

۲) بزرگی اندازهٔ مولکول‌ها از حدود 1Å برای مولکول‌های کوچک، تا 1000Å برای مولکول‌های خیلی بزرگ متغیر است.

۳) مقدار نیروی بین مولکولی در حالت‌های مختلف ماده با هم یکسان است.

۴) در حالت‌های جامد و مایع، فاصلهٔ بین ذره‌های ماده نسبتاً ثابت است.

۲- با توجه به شکل‌های زیر، در کدام حالت از ماده، مولکول‌های اطراف یک مولکول معین، ثابت نیستند و پیوسته جا عوض می‌کنند؟ (سؤالات امتحانی)



(الف) (ب) (پ)

۱) فقط مایع ۲) فقط گاز ۳) مایع و گاز ۴) مایع و جامد

۳- قطر مولکول در جسم جامدی برابر $3\times10^{-10}\ \text{m}$ است. چه تعداد از این مولکول را در کنار هم قرار دهیم تا طول آن $6\ \text{cm}$ شود؟ (سؤالات امتحانی)

۱) ۲۰ میلیون مولکول ۲) ۲ میلیارد مولکول ۳) ۲۰ میلیارد مولکول ۴) ۲۰۰ میلیون مولکول

۴- یک قطرهٔ روغن با حجم $7/5\times10^{-5}\ \text{cm}^3$ را بر روی سطحی چکانده و یک لکهٔ روغن با قطر $10\ \text{cm}$ بر روی سطح ایجاد شده است. ضخامت این لکه برابر چند آنگستروم است؟ $(\pi\simeq3)$ (تألیفی)

۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۳۰ ۴) ۳۰۰

۵- در جامدهای ..... مولکول‌ها در طرح نامنظمی قرار دارند و این جامدها، از سرد کردن ..... یک مایع به‌دست می‌آیند. (کتاب درسی)

۱) بلورین ـ آهسته ۲) بی‌شکل ـ آهسته ۳) بلورین ـ سریع ۴) بی‌شکل ـ سریع

۶- هر یک از جامدهای نمک طعام، شیشه و الماس به‌ترتیب چه نوع جامدی محسوب می‌شوند؟ (کتاب درسی)

۱) بلورین ـ بی‌شکل ـ بی‌شکل ۲) بلورین ـ بلورین ـ بلورین ۳) بی‌شکل ـ بی‌شکل ـ بلورین ۴) بلورین ـ بی‌شکل ـ بلورین

۷- پخش شدن بوی عطر در فضای یک اتاق و پخش شدن چند قطره جوهر در یک لیوان آب، نشان‌دهندهٔ چیست؟ (کتاب درسی)

۱) برخورد مولکول‌های هوا و آب به ذرات عطر و جوهر ۲) فاصلهٔ کم بین مولکول‌های هوا و آب

۳) برخورد زیاد مولکول‌های عطر و جوهر به یک‌دیگر ۴) دمای کم هوا و آب

۸- پدیدهٔ پخش، در کدام دسته از مواد با سرعت بیشتری انجام می‌شود؟ (کتاب درسی)

۱) گاز ۲) مایع

۳) جامد ۴) در هر سه فاز جامد، مایع و گاز با سرعت یکسانی انجام می‌شود.

۹- کلمات مناسب برای پر کردن محل‌های خالی عبارت زیر، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

دلیل پخش شدن ذرات نمک در آب، به حرکت زیاد مولکول‌های ..... مربوط می‌شود که به‌صورت ..... انجام شده و در نهایت، با برخورد آن‌ها با ذرات ..... رخ می‌دهد. (کتاب درسی)

۱) نمک ـ کاتوره‌ای و نامنظم ـ آب ۲) آب ـ کاتوره‌ای و نامنظم ـ نمک

۳) نمک ـ منظم ـ آب ۴) آب ـ منظم ـ نمک

☆ ۱۰- هنگامی‌که یک لیوان پر از آب را کج می‌کنیم، آب به‌راحتی از آن می‌ریزد. این مشاهده ما را به این نتیجه می‌رساند که مولکول‌های مایع: (سراسری تجربی ۸۸)

۱) بر روی هم می‌لغزند.
۲) با آزادی کامل به هر سمتی حرکت می‌کنند.
۳) در اطراف مکان خود حرکت نوسانی دارند.
۴) در شبکهٔ منظم با اتم‌های مجاور جایگاه ثابتی دارند.

☆ ۱۱- اگر برای یک مادهٔ معین، متوسط اندازهٔ نیروی بین مولکولی را در حالت گازی با F_g، در حالت مایع با F_l و در حالت جامد با F_s نشان دهیم، کدام رابطهٔ زیر معمولاً صحیح است؟ (سراسری قبل از ۸۰)

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

☆ ۱۲- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟ (سؤالات امتحانی)

۱) نیروهای بین مولکولی در شرایطی ظاهر می‌شوند که مولکول‌های ماده قصد تغییر فاز داشته باشند.
۲) هنگامی‌که مولکول‌ها را نسبت به شرایط عادی از هم دور می‌کنیم، نیروی جاذبه بین آن‌ها وجود دارد.
۳) هنگامی‌که مولکول‌ها را نسبت به شرایط عادی به هم نزدیک می‌کنیم، نیروی دافعه بین آن‌ها وجود دارد.
۴) علت نچسبیدن دو شیشهٔ شکسته به هم، کوتاه برد بودن نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های شیشه است.

☆ ۱۳- بین دو مولکول از یک ماده، به‌ترتیب در فاصلهٔ خیلی کم چه نیرویی ایجاد می‌شود و در فاصلهٔ زیادتر از هم چه نیرویی ایجاد می‌شود؟ (فاصله‌های ذکرشده در حد مولکولی است.) (سراسری ریاضی ۸۶ و ۹۰ خارج از کشور)

۱) پیوسته رانشی
۲) پیوسته ربایشی
۳) رانشی و ربایشی
۴) ربایشی و رانشی

۱۴- کدام عامل مایع‌ها را تقریباً تراکم‌ناپذیر می‌کند؟ (سراسری ریاضی ۸۳)

۱) وجود پیوندهای یونی بین مولکولی
۲) نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌ها در فواصل نزدیک
۳) نیروی رانشی بین مولکول‌ها در فواصل خیلی نزدیک
۴) آزاد بودن مولکول‌های مایع در جابه‌جایی بین مولکولی

تو ادامهٔ کار، چند تا سؤال براتون اُوردیم که توشون یه سری بحثای جالب مطرح شده که توی کتاب درسیتون هست ...

۱۵- کدام‌یک از گزینه‌های زیر، حالات ماده را نادرست بیان کرده است؟ (کتاب درسی)

۱) شیشه (جامد آمورف)، جیوه (مایع)، مادهٔ درون خورشید (پلاسما)
۲) مادهٔ داخل مهتابی در حالت تابان (مایع)، شفق قطبی (پلاسما)، نمک طعام (جامد بلورین)
۳) نمک طعام (جامد بلورین)، یخ (جامد بلورین)، الماس (جامد بلورین)
۴) آتش (پلاسما)، آب (مایع)، بیشتر فضای بین ستاره‌ای (پلاسما)

☆ ۱۶- حالت پلاسما ..... در دماهای ..... به‌وجود می‌آید و ..... نمونه‌ای از آن می‌باشد. (کتاب درسی)

۱) همواره ـ خیلی بالا ـ آتش
۲) همواره ـ خیلی پایین ـ آذرخش
۳) اغلب ـ خیلی بالا ـ آذرخش
۴) اغلب ـ خیلی پایین ـ آتش

☆ ۱۷- با توجه به شکل مقابل که وضعیت روغن را در دمای مختلف نشان می‌دهد، کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) در شکل (۱) دمای روغن کم‌تر و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها بیشتر است.
۲) در شکل (۱) دمای روغن بیشتر و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها کم‌تر است.
۳) در شکل (۲) دمای روغن کم‌تر و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها کم‌تر است.
۴) در شکل (۲) دمای روغن بیشتر و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها بیشتر است.

نگاه دقیق‌تر به نیروهای بین مولکولی (هم‌چسبی، دگرچسبی، کشش سطحی و ...)

تو این زیرشاخه، سؤالای مربوط به نیروهای هم‌چسبی، دگرچسبی و کشش سطحی رو اُوردیم ...

۱۸- منظور از دگرچسبی، کدام‌یک از نیروهای زیر است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) همان نیروی کشش سطحی است.
۲) نیرویی است که مولکول‌های بعضی از مواد دارند مانند انواع چسب‌ها.
۳) نیرویی که سطح ماده را به سوی داخل می‌کشد و شکل کروی به آن می‌دهد.
۴) نیرویی است که مولکول‌های یک ماده را به سوی مولکول‌های مادهٔ مجاور می‌کشد.

☆ **۱۹- کشش سطحی در مایع‌ها، حاصل کدام است؟** (سراسری ریاضی ۸۷، با تغییر)

۱) نیروهای ایجاد شده از نوع هم‌چسبی بین مولکول‌ها
۲) تأثیر نیروی گرانش زمین بر مایع
۳) فشاری است که از طرف هوا بر مایع وارد می‌شود.
۴) نیروی رانشی بین مولکول‌هایی است که خیلی به هم نزدیک شده‌اند.

☆ **۲۰- عامل نگهدارندهٔ سوزن فولادی کوچک روی آب نیروی ..... و ماهیت آن نیروی ..... می‌باشد که به دلیل ..... بودن فاصلهٔ مولکول‌ها در سطح آب نسبت به درون آب، ایجاد می‌شود.** (سؤالات امتحانی)

۱) کشش سطحی ـ گرانشی ـ کم‌تر
۲) اصطکاک ـ الکتریکی ـ کم‌تر
۳) کشش سطحی ـ الکتریکی ـ بیشتر
۴) اصطکاک ـ گرانشی ـ بیشتر

☆ **۲۱- یک تیغ از پهنا می‌تواند روی آب شناور شود زیرا .....** (سراسری ریاضی ۸۵)

۱) حجم تیغ بسیار کم است.
۲) جرم تیغ بسیار کم است.
۳) چگالی تیغ کم‌تر از چگالی آب است.
۴) در سطح آب کشش سطحی وجود دارد.

☆ **۲۲- با بزرگ‌تر شدن جرم قطرهٔ آب چسبیده شده به یک برگ، سرانجام این قطرهٔ آب، از آب موجود بر روی برگ جدا می‌شود. کدام‌یک از گزینه‌های زیر، در مورد این رخداد درست است؟** (سؤالات امتحانی)

۱) در لحظهٔ جدا شدن قطره، نیروی دافعهٔ بین مولکولی ایجاد می‌شود.
۲) در لحظهٔ جدا شدن قطره، نیروی وزن قطره از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها بیشتر می‌شود.
۳) در لحظهٔ جدا شدن قطره، نیروی وزن قطره از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌ها بیشتر می‌شود.
۴) در لحظهٔ جدا شدن قطره، چگالی آن افزایش زیادی می‌یابد.

☆ **۲۳- یک قطره از مایع A را روی ظرف مسطح B می‌ریزیم. اگر نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های A و B بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های A باشد، مایع A .....** (سراسری ریاضی ۸۶ خارج از کشور، با تغییر)

۱) ظرف B را تر نمی‌کند.
۲) دیگر از ظرف B جدا نمی‌شود.
۳) به صورت گلوله در ظرف B باقی می‌ماند.
۴) به صورت لایهٔ نازکی در ظرف B پخش می‌شود.

☆ **۲۴- وقتی یک قطرهٔ آب را روی شیشهٔ تمیزی می‌ریزیم، آب روی سطح شیشه پخش شده و شیشه را تر می‌کند. علت کدام است؟** (سراسری قبل از ۸۰)

۱) مایعات تمایل دارند که سطح تماس بزرگ‌تری داشته باشند.
۲) جاذبهٔ زمین مولکول‌های آب را کشیده و پخش می‌کند.
۳) نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب، بزرگ‌تر از نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های آب و شیشه است.
۴) نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه، بزرگ‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است.

☆ **۲۵- مقداری جیوه را روی سطح افقی شیشه‌ای می‌ریزیم و ملاحظه می‌شود با آن‌که جیوه مایع است، ولی روی شیشه پخش نمی‌شود (شیشه را تر نمی‌کند). علت چیست؟** (سراسری قبل از ۸۰)

۱) بین مولکول‌های جیوه و شیشه نیروی دافعه ایجاد می‌شود.
۲) نیروی پیوستگی بین مولکول‌های جیوه بیشتر از نیروی پیوستگی بین مولکول‌های شیشه است.
۳) نیروی جاذبه بین مولکول‌های جیوه و شیشه کوچک‌تر از نیروی جاذبه بین مولکول‌های آب و شیشه است.
۴) نیروی جاذبه بین مولکول‌های جیوه بزرگ‌تر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است.

۲۶- اگر چند قطرهٔ کوچک آب روی سطح شیشه‌ای چرب شده بریزیم، آب ..... زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و روغن ..... از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است. (برگرفته از کتاب درسی)

۱) به‌صورت کروی درمی‌آید ـ بیشتر از
۲) به‌صورت کروی درمی‌آید ـ کم‌تر از
۳) روی سطح پهن می‌شود ـ بیشتر از
۴) روی سطح پهن می‌شود ـ کم‌تر از

☆ **۲۷- سوزن کوچکی بر روی سطح آب شناور است. اگر به آرامی یک قطره مایع ظرف‌شویی در آب اضافه کنیم، سوزن بلافاصله به ته آب می‌رود. علت این موضوع چیست؟** (برگرفته از کتاب درسی)

۱) کم شدن خاصیت دگرچسبی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی
۲) زیاد شدن خاصیت هم‌چسبی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی
۳) کم شدن خاصیت کشش سطحی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی
۴) زیاد شدن خاصیت کشش سطحی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی

۲۸- وقتی قلم مویی را مطابق شکل از آب بیرون می‌کشیم، موهای آن به هم می‌چسبد، زیرا نیروهای ..... بین مولکول‌هـای آب، ..... از نیروهای ..... بین مولکول‌های آب و قلم مو است. (برگرفته از کتاب درسی)

۱) دگرچسبی ـ بیشتر ـ هم‌چسبی

۲) دگرچسبی ـ کم‌تر ـ هم‌چسبی

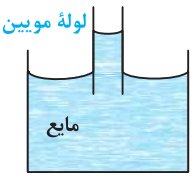
۳) هم‌چسبی ـ بیشتر ـ دگرچسبی

۴) هم‌چسبی ـ کم‌تر ـ دگرچسبی

خاصیت مویینگی و لولهٔ مویین

حالا تو ادامهٔ کار، می‌خوایم خاصیت‌های هم‌چسبی و دگرچسبی رو ربط بدیم به بحث لوله‌های مویین و بالا رفتن آب و جیوه توی اون ...

☆ **۲۹- از مشاهدهٔ آزمایش روبه‌رو، به کدام نتیجه می‌توان دست یافت؟** (سراسری ریاضی ۸۵ خارج از کشور)



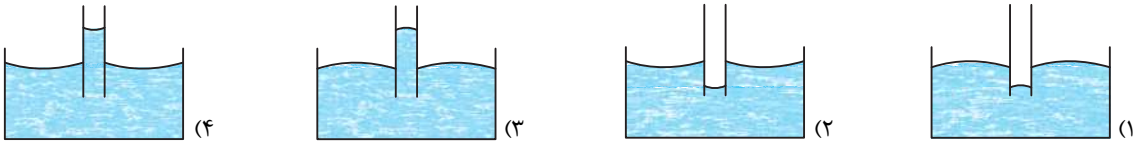
۱) در سطح مایعات کشش سطحی وجود دارد.

۲) چگالی لولهٔ مویین کم‌تر از چگالی مایع است.

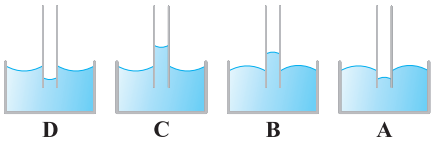
۳) بزرگی نیروی هم‌چسبی مولکول‌های مایع، بیشتر از بزرگی نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله است.

۴) بزرگی نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله، بیشتر از بزرگی نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع است.

۳۰- کدام شکل، وضعیت آب را در لولهٔ شیشه‌ای مویین درست نشان می‌دهد؟ (سراسری تجربی ۸۳)



☆ **۳۱- اگر یک لولهٔ مویین را که دو طرف آن باز است، به‌طور قائم در جیوه فرو ببریم، به صورت کدام‌یک از شکل‌های زیر درمی‌آید؟** (سراسری تجربی ۹۹ خارج از کشور)



۱) A

۲) B

۳) C

۴) D

۳۲- چند لولهٔ خیلی باریک با قطرهای داخلی متفاوت را به‌طور عمود وارد ظرف آبی می‌کنیم. سطح آب درون این لوله‌ها چگونه است؟ (کتاب درسی)

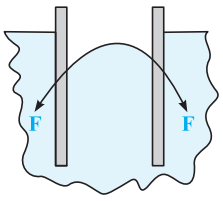
۱) در سطوح مختلف و همه بالاتر از سطح آب ظرف به گونه‌ای که در لولهٔ نازک‌تر بیشتر بالا می‌رود.

۲) در سطوح مختلف و همه پایین‌تر از سطح آب ظرف به گونه‌ای که در لولهٔ نازک‌تر بیشتر پایین می‌رود.

۳) در یک سطح و بالاتر از سطح آب ظرف است.

۴) در سطوح مختلف و همه بالاتر از سطح آب ظرف به گونه‌ای که در لولهٔ ضخیم‌تر بیشتر بالا می‌رود.

☆ **۳۳- شکل روبه‌رو، می‌تواند نشان‌دهندهٔ لولهٔ شیشه‌ای تمیز در درون ..... باشد که در آن نیروی هم‌چسبی ..... از نیروی دگرچسبی است و مایع سطح شیشه را .....** (سراسری ریاضی ۹۲ خارج از کشور)



۱) جیوه ـ کم‌تر ـ تر نمی‌کند

۲) آب ـ کم‌تر ـ تر می‌کند

۳) جیوه ـ بیشتر ـ تر نمی‌کند

۴) آب ـ بیشتر ـ تر می‌کند

۳۴- لولهٔ شیشه‌ای باریکی را که دو انتهای آن باز است، به‌طور عمودی تا نیمه وارد مایع درون ظرفی می‌کنیم. اگر نیروی دگرچسبی بیشتر از نیروی هم‌چسبی باشد، سطح مایع درون لوله ..... از سطح مایع درون ظرف قرار می‌گیرد و سطح مایع در لوله به‌صورت ..... درمی‌آید. (سراسری تجربی ۹۴ خارج از کشور)

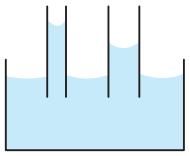
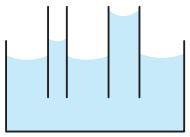
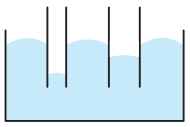
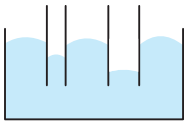
۱) پایین‌تر ـ فرو رفته

۲) پایین‌تر ـ برآمده

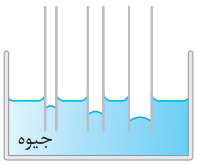
۳) بالاتر ـ فرو رفته

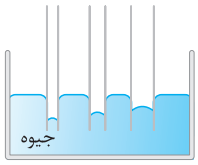
۴) بالاتر ـ برآمده

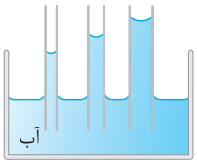
☆ **۳۵- کدام‌یک از شکل‌های زیر، نحوهٔ قرارگیری آب در درون لولهٔ مویین را درست نمایش می‌دهد؟** (سؤالات امتحانی)

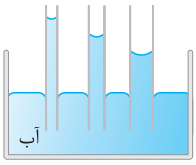
۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

☆ **۳۶- کدام‌یک از شکل‌های زیر، خاصیت مویینگی در لوله‌های شیشه‌ای را درست نشان داده است؟** (سراسری تجربی ۹۹)

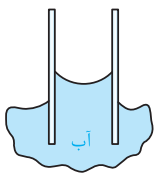
۱) 

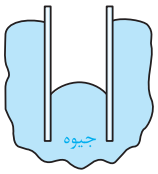
۲) 

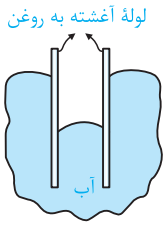
۳) 

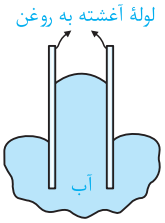
۴) 

☆ **۳۷- در شکل‌های زیر، لوله‌های نشان داده‌شده به‌صورت مویین است. کدام‌یک از شکل‌های نشان داده‌شده، صحیح نیست؟ (در شکل‌های گزینه‌های ۳ و ۴، سطح داخلی و خارجی لوله به روغن آغشته است.)** (تألیفی)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

شاخهٔ ۲ آشنایی با نحوهٔ محاسبهٔ فشار و نیرو در جامدات و مایعات

محاسبهٔ فشار در جامدات (مروری بر علوم نهم)

تو این زیرشاخه می‌خوایم این موضوع رو بهتون یاد بدیم که وقتی یه جسم رو روی یه سطحی میذاریم، چه فشاری به سطح وارد میشه ...

۳۸- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟ (کتاب درسی)

۱) فشار وارد بر یک سطح، معادل با اندازهٔ نیروی عمودی وارد بر واحد آن سطح است.

۲) فشار یک کمیت نرده‌ای بوده و واحد آن در SI، N/m^2 است.

۳) اگر مساحت یک سطح و نیروی عمودی وارد بر آن سطح را دو برابر کنیم، فشار وارد بر سطح تغییر نمی‌کند.

۴) یک کفش با پاشنهٔ نوک‌تیز فشار و نیروی بیشتری نسبت به یک کفش با پاشنهٔ پهن بر کف چوبی یک اتاق وارد می‌کند.

☆ **۳۹- یکای فرعی فشار کدام است؟** (سراسری ریاضی ۱۴۰۰ خارج از کشور)

۱) Pa
۲) $\frac{kg}{m.s^2}$
۳) $\frac{kg.m}{s^2}$
۴) $\frac{N}{m.s}$

۴۰- نیروی عمودی یک نیوتون بر سطحی با مساحت یک سانتی‌متر مربع، فشار چند مگاپاسکال را وارد می‌کند؟ (سؤالات امتحانی)

۱) ۱۰
۲) 10^2
۳) 10^{-1}
۴) 10^{-2}

☆ **۴۱- مکعبی چوبی به ضلع ۲۰cm روی کف اتاق قرار دارد. هنگامی‌که شخصی به وزن ۸۰۰N روی مکعب می‌ایستد، فشاری که از طرف شخص بر کف اتاق وارد می‌شود، چند کیلوپاسکال است؟** (سراسری ریاضی ۸۶)

۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۲۰۰۰
۴) ۴۰۰۰

۴۲- اتومبیلی با چهار چرخ به جرم یک تن بر سطح افقی ایستاده است. اگر سطح تماس هر چرخ با زمین مربعی به ابعاد ۱۰cm در ۱۰cm باشد، فشار وارد بر سطح افقی توسط اتومبیل چند پاسکال است؟ ($g = 10 N/kg$) (سؤالات امتحانی)

۱) $1/56 \times 10^4$
۲) 25×10^4
۳) $6/25 \times 10^4$
۴) $2/5 \times 10^4$

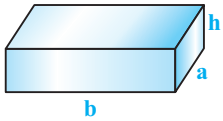
☆۴۳- دو استوانهٔ توپر و هم‌وزن A و B روی سطح افقی کنار هم قرار دارند. اگر شعاع قاعدهٔ استوانهٔ B، دو برابر شعاع قاعدهٔ استوانهٔ A باشد، فشار حاصل از استوانهٔ A چند برابر فشار حاصل از استوانهٔ B است؟ (سراسری ریاضی ۹۳)

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۴

☆۴۴- دو استوانهٔ فلزی همگن یکی از مس با شعاع r، ارتفاع h و جرم حجمی ρ و دیگری از آهن با شعاع r'، ارتفاع h' و جرم حجمی ρ' به‌طور قائم روی سطح افقی قرار دارند. اگر فشار وارد بر سطح به ترتیب P و P' باشد، نسبت $\frac{P}{P'}$ کدام است؟ (سراسری ریاضی ۸۳ خارج از کشور، با تغییر)

۱) $\frac{\rho h'}{\rho' h}$ ۲) $\frac{\rho r'^{۲}}{\rho' r^{۲}}$ ۳) $\frac{\rho h}{\rho' h'}$ ۴) $\frac{\rho r^{۲}}{\rho' r'^{۲}}$

۴۵- در شکل مقابل مکعب مستطیلی با چگالی ρ و با ابعاد نشان داده‌شده، بر روی یک سطح افقی قرار دارد. فشار وارد شده از طرف مکعب مستطیل بر سطح افقی کدام است؟ (تألیفی)

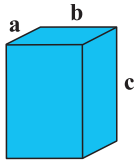


۱) ρga ۲) ρgb ۳) ρgh ۴) $\rho g\frac{h}{ab}$

☆۴۶- مکعب فلزی توپری به ابعاد $۵cm \times ۴cm \times ۲cm$ و چگالی $۸ gr/cm^{۳}$ از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب می‌تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰ N/kg)$ (سراسری ریاضی ۹۸)

۱) $۱/۶ \times ۱۰^{۲}$ ۲) ۴×۱۰^{۲} ۳) $۱/۶ \times ۱۰^{۳}$ ۴) ۴×۱۰^{۳}

☆۴۷- در مکعب مستطیل نشان داده شده، اگر ابعاد a، b و c به نسبت ۱، ۲ و ۳ باشد و مکعب را روی وجوه مختلف روی سطح افقی قرار دهیم، بیشترین فشاری که به سطح وارد می‌کند، چند برابر کم‌ترین فشار است؟ (سراسری ریاضی ۹۷ خارج از کشور)



۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۶

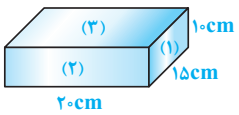
۴۸- یک قطعه فلز به شکل مکعب مستطیل به ابعاد ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر و چگالی $۲۷۰۰ kg/m^{۳}$ از کوچک‌ترین وجه روی سطح افقی قرار دارد. فشار وارد بر سطح در اثر وزن مکعب مستطیل چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰ N/kg)$ (سراسری قبل از ۸۰)

۱) ۵۴۰۰۰ ۲) ۲۷۰۰ ۳) ۵۴۰۰ ۴) ۲۷۰۰۰

☆۴۹- ابعاد یک مکعب مستطیل به‌ترتیب ۴cm، ۵cm و ۱۰cm است. این جسم را یک بار از بزرگ‌ترین سطح و بار دیگر از کوچک‌ترین سطح آن بر روی سطح افقی قرار داده‌ایم. اختلاف فشاری که جسم در این دو حالت ایجاد کرده برابر ۳×۱۰^{۴} پاسکال است، جرم جسم برابر است با: $(g = ۱۰ m/s^{۲})$ (سؤالات امتحانی)

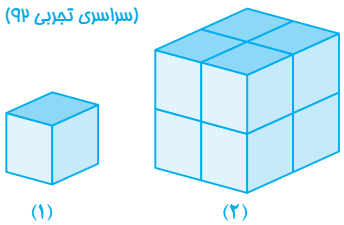
۱) ۱۰ کیلوگرم ۲) ۱۲ کیلوگرم ۳) ۱۲/۵ کیلوگرم ۴) ۱۰۰ کیلوگرم

۵۰- آجری به ابعاد ۱۰cm و ۱۵cm و ۲۰cm مطابق شکل در اختیار داریم. سطح مقداری ماسهٔ نرم را صاف کرده و آجر را یک‌بار از وجه (۱) $۱۵cm^{۲} \times ۱۰$، یک بار از وجه (۲) $۲۰cm^{۲} \times ۱۰$ و بار دیگر از وجه (۳) $۲۰ \times ۱۵cm^{۲}$ بر روی ماسه قرار می‌دهیم. کدام رابطه در مقایسهٔ مقدار فرورفتگی آجر در ماسه درست است؟ (تألیفی)



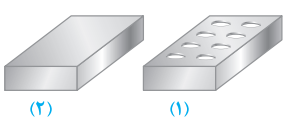
۱) (۳) < (۲) < (۱) ۲) (۱) < (۲) < (۳) ۳) (۱) = (۲) = (۳) ۴) نمی‌توان اظهارنظر کرد.

☆۵۱- در شکل زیر، مکعب شکل (۱) مشابه هر یک از مکعب‌های شکل (۲) است. فشاری که مکعب‌های شکل (۲) بر سطح افقی وارد می‌کنند، چند برابر فشار حاصل از مکعب شکل (۱) است؟ (سراسری تجربی ۹۲)



۱) ۴
۲) ۸
۳) ۲
۴) ۱

☆۵۲- مطابق شکل دو آجر با ابعاد و جنس مشابه، بر روی یک سطح افقی قرار گرفته‌اند و در آجر سمت راست ۸ سوراخ ایجاد شده است. اگر فشار متوسط وارد بر سطح توسط این دو آجر به‌ترتیب $P_۱$ و $P_۲$ باشد، کدام گزینه صحیح است؟ (تألیفی)

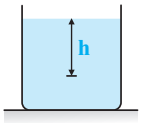


۱) $P_۲ > P_۱$ ۲) $P_۲ < P_۱$ ۳) $P_۱ = P_۲$ ۴) به مساحت سوراخ‌ها بستگی دارد.

فشار در مایعات

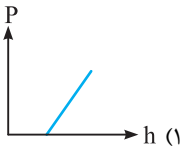
تا حالا فشاری که یه جسم جامد وارد میکنه رو به‌درست اُوردیم، حالا بریم سراغ فشاری که یه مایع وارد میکنه و عوامل مؤثر بر روی اون ...

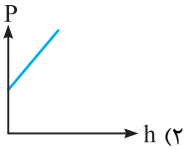
☆۵۳- در شکل روبه‌رو فشار در عمق h درون مایع به کدام عامل بستگی ندارد؟ (کتاب درسی)

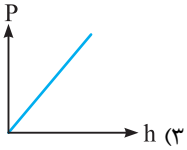


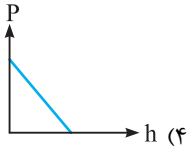
۱) اندازهٔ h
۲) فشار هوا
۳) چگالی مایع
۴) سطح مقطع ظرف

۵۴- در سؤال قبل، نمودار فشار کل برای نقاط درون مایع کدام است؟ (h فاصلهٔ نقطهٔ مورد نظر از سطح آزاد مایع است.) (تألیفی)

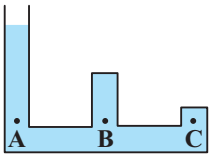
۱) 

۲) 

۳) 

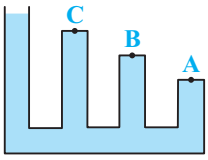
۴) 

۵۵- در ظرفی مطابق شکل، آب ریخته شده است. فشار در نقاط A، B و C را به‌ترتیب با P_A، P_B و P_C نشان می‌دهیم. کدام رابطهٔ زیر صحیح است؟ (سراسری قبل از ۸۰)



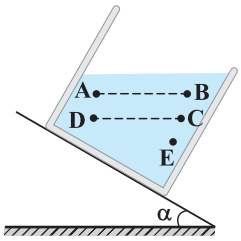
۱) $P_A = P_B = P_C$
۲) $P_A > P_B > P_C$
۳) $P_A < P_B < P_C$
۴) $P_A > P_B = P_C$

☆۵۶- در ظرفی مطابق شکل، آب ریخته شده است. در مقایسهٔ فشار در نقاط A، B و C، کدام گزینه صحیح است؟ (تألیفی)



۱) $P_A > P_B > P_C$
۲) $P_A < P_B < P_C$
۳) $P_A = P_B = P_C$
۴) $P_A > P_B = P_C$

☆۵۷- در شکل مقابل، یک ظرف آب بر روی سطح شیب‌داری قرار گرفته و آب در حالت تعادل قرار دارد. کدام مقایسه بین فشار نقاط مشخص شده صحیح است؟

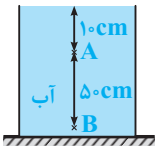


۱) $P_B < P_A < P_C = P_D < P_E$
۲) $P_A = P_B < P_C = P_D < P_E$
۳) $P_B < P_A = P_C < P_D = P_E$
۴) $P_B = P_A = P_C < P_D = P_E$

۵۸- فشار کل در عمق ۶۰ متری آب دریا تقریباً چند اتمسفر است؟ (چگالی آب دریا 10^3 کیلوگرم بر مترمکعب، $g = 10\,N/kg$ و فشار هوا در محل $10^5\,Pa$ است.) (سؤالات امتحانی)

۱) ۶
۲) ۷
۳) ۵
۴) ۰/۷

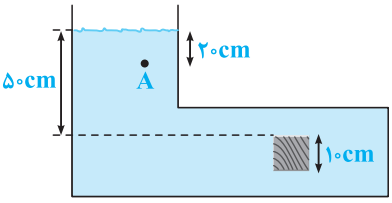
☆۵۹- در شکل مقابل، فشار در نقطهٔ B چند برابر فشار در نقطهٔ A است؟ (سراسری تجربی ۸۹)



$(P_0 = 9/9 \times 10^4\,Pa\ ,\ \rho_{آب} = 1\,gr/cm^3\ ,\ g = 10\,m/s^2)$

۱) $\frac{5}{4}$
۲) $\frac{6}{5}$
۳) $\frac{20}{19}$
۴) $\frac{21}{20}$

☆۶۰- مطابق شکل، مکعبی به طول ضلع $10\,cm$ درون مایعی در حال تعادل است. اگر فشار در بالا و پایین مکعب به ترتیب برابر $110\,kPa$ و $112\,kPa$ باشد، فشار در نقطهٔ A برابر چند کیلوپاسکال است؟ $(g \simeq 10\,m/s^2)$ (تألیفی)



۱) 104×10^3
۲) 102×10^3
۳) ۱۰۴
۴) ۱۰۲

☆ ۶۱- در داخل ظرفی تا ارتفاع ۲ متری آب ریخته‌ایم. فشار ناشی از مایع در ته ظرف، چه کسری از فشار کل در ته ظرف است؟ (چگالی آب $1000\,kg/m^3$ و $g=10\,N/kg$ است، فشار هوا $10^5\,Pa$ است.) (سؤالات امتحانی)

۱) $\frac{1}{5}$ ۲) $\frac{1}{6}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) $\frac{1}{10}$

۶۲- در چه عمقی از سطح دریا (برحسب متر)، فشار دو برابر فشار جو است؟ (فشار جو را $10^5\,Pa$ بگیرید، $g=10\,m/s^2$ و $1000\,kg/m^3$ = چگالی آب دریا) (سراسری قبل از ۸۰)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۶۳- فشار وارد بر کف دریاچه‌ای $2/4\times10^5$ پاسکال و فشار هوا در این محل 9×10^4 پاسکال می‌باشد. اگر جرم حجمی آب دریاچه $1000\,kg/m^3$ و $g=10\,N/kg$ فرض شود، عمق دریاچه چند متر است؟ (سراسری قبل از ۸۰)

۱) ۹ ۲) ۱۵ ۳) ۲۴ ۴) ۳۳

☆ ۶۴- در عمق ۸ متری مایعی، فشار کل ۱/۷۶ اتمسفر است. چگالی این مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ (فشار هوا در محل $1atm\simeq10^5\,Pa$ و $g=10\,m/s^2$ است.) (سراسری ریاضی ۸۹)

۱) ۰/۹۵ ۲) ۷/۲ ۳) ۹/۵ ۴) ۰/۷۲

☆ ۶۵- در مکانی که فشار هوا $1/026\times10^5\,Pa$ است، اگر از عمق ۱۰ سانتی‌متری مایعی، به عمق ۵۳ سانتی‌متری برویم، فشار ۱/۵ برابر می‌شود. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(g=10\,m/s^2)$ (سراسری تجربی ۱۴۰۰)

۱) ۲/۵ ۲) ۲/۶ ۳) ۱۳/۵ ۴) ۱۳/۸

☆ ۶۶- اگر در عمق ۵ سانتی‌متری مایعی، فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال و در عمق ۲۰ سانتی‌متری آن، فشار ۱۰۶ کیلوپاسکال باشد، فشار هوا در محیط چند کیلوپاسکال است؟ $\left(g=10\frac{m}{s^2}\right)$ (سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

۱) ۹۶ ۲) ۹۷ ۳) ۹۸ ۴) ۹۹

☆ ۶۷- دو مایع A و B را که چگالی آن‌ها $\rho_A=1/2\,gr/cm^3$ و $\rho_B=0/6\,gr/cm^3$ است، با یکدیگر مخلوط کرده و در یک ظرف استوانه‌ای می‌ریزیم. اگر $\frac{1}{3}$ حجم مخلوط از مایع A و بقیهٔ آن از مایع B و ارتفاع مخلوط در ظرف ۷۵ سانتی‌متر باشد، فشار وارد از طرف مخلوط بر کف ظرف چند پاسکال است؟ $(g=10\,m/s^2)$ (سراسری ریاضی ۹۵)

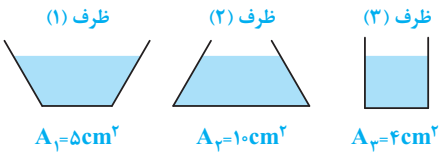
۱) ۶۰۰۰ ۲) ۶۷۵۰ ۳) ۹۰۰۰ ۴) ۹۷۵۰

۶۸- اختلاف فشار هیدرواستاتیکی ناشی از اختلاف ارتفاع بین مغز و پای شخصی با قد ۱/۹m با فرض این‌که چگالی خون $1/6\times10^3\,kg/m^3$ باشد، تقریباً چند پاسکال است؟ $(g=10\,N/kg)$ (کتاب درسی)

۱) $1/8\times10^4$ ۲) $1/8\times10^5$ ۳) 3×10^4 ۴) 3×10^5

تو ادامهٔ کار، چند تا سؤال اُوردیم که تو اونا فشاری که مایعات به کف ظرف‌ها وارد میکنن رو مقایسه کردیم ...

۶۹- در شکل زیر، در هر سه ظرف تا ارتفاع یکسان آب ریخته شده است. فشار اعمال شده بر کف کدام ظرف بزرگ‌تر است؟ (تألیفی)



۱) ظرف (۱)
۲) ظرف (۲)
۳) ظرف (۳)
۴) در هر سه ظرف یکسان است.

☆ ۷۰- در چند ظرف، مقداری آب ریخته‌ایم. در کدام ظرف الزاماً فشار وارد بر کف ظرف بیشتر است؟ (آزمون‌های سراسری گاج)

۱) ظرفی که مقدار آب بیشتری در آن ریخته‌ایم.
۲) ظرفی که مساحت کف آن بزرگ‌تر است.
۳) ظرفی که ارتفاع سطح آب از کف آن بیشتر است.
۴) ظرفی که مساحت کف آن کوچک‌تر است.

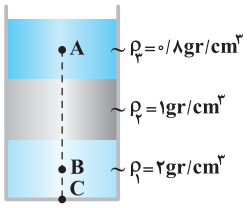
۷۱- دو ظرف استوانه‌ای شکل را که ارتفاع و سطح قاعدهٔ یکی از دو ظرف دو برابر ارتفاع و سطح قاعدهٔ دیگری است را از یک مایع پر می‌کنیم. اگر P_1 فشار ناشی از مایع وارد بر ته ظرف استوانه‌ای بزرگ‌تر و P_2 فشار ناشی از مایع وارد بر ته ظرف استوانه‌ای کوچک‌تر باشد، نسبت $\frac{P_1}{P_2}$ برابر است با: (سؤالات امتحانی)

۱) ۱ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۴ ۴) ۲

۷۲- در ظرف A تا ارتفاع h مایعی به چگالی ρ و در ظرف B تا ارتفاع $\frac{۵}{۴}h$، مایعی به چگالی $\frac{۴}{۵}\rho$ موجود است. نسبت فشار کل وارد بر کف ظرف‌ها $\left(\frac{P_A}{P_B}\right)$ کدام است؟ (سراسری قبل از ۸۰)

۱) ۱ ۲) $\frac{۴}{۵}$ ۳) $\frac{۲۵}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱۶}{۲۵}$

☆ ۷۳- در شکل زیر، سه مایع مخلوط‌نشدنی با چگالی‌های مشخص، قرار دارد و ارتفاع هر لایه از مایع‌ها ۲۰cm است. اگر $AB = ۴۰cm$ و $BC = ۱۰cm$ باشد، اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$ (سراسری تجربی ۹۹ خارج از کشور)



۱) ۱۶۰۰
۲) ۲۶۰۰
۳) ۳۸۰۰
۴) ۴۸۰۰

مسائل مربوط به فشار معادل دو مایع و بحث در مورد سانتی‌متر جیوه

۷۴- چه ارتفاعی از آب برحسب متر، فشاری برابر با ۱۵۰ میلی‌متر جیوه دارد؟ (چگالی آب و جیوه به‌ترتیب $۱۰۰۰ kg/m^۳$ و $۱۳۶۰۰ kg/m^۳$ است.) (سراسری ریاضی ۸۸)

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵۰ ۳) ۲/۰۴ ۴) ۸/۰۲

۷۵- یک حوض آب تا چه ارتفاعی پر شود تا فشار حاصل از آب در کف حوض برابر با فشار یک سانتی‌متر جیوه شود؟ (چگالی جیوه برابر با $۱۳/۶ gr/cm^۳$ است.) (تألیفی)

۱) ۱۳/۶ cm ۲) ۱/۳۶ cm
۳) ۱cm ۴) بستگی به سطح کف حوض دارد.

۷۶- فشار ناشی از مایعی برابر ۸۱/۶ کیلو پاسکال اندازه‌گیری شده است. این فشار معادل با چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی جیوه $= ۱۳/۶ gr/cm^۳, g = ۱۰ m/s^۲$) (سؤالات امتحانی)

۱) ۵۰ ۲) ۶۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

☆ ۷۷- اگر در مکانی، فشار هوا برابر ۷۶ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار در عمق ۱۳۶ سانتی‌متری آب رودخانه چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(\rho_{آب} = ۱۰۰۰ kg/m^۳$ و $\rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰ kg/m^۳)$ (سراسری ریاضی ۹۳ و ۸۹ خارج از کشور)

۱) ۸۲ ۲) ۸۶ ۳) ۹۲ ۴) ۹۶

۷۸- عمق یک مایع در مخزنی ۵ متر و فشار هوا برابر ۷۵ سانتی‌متر جیوه است. فشار کلی که بر کف مخزن وارد می‌شود چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی مایع و جیوه به‌ترتیب ۳/۴ و ۱۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است، $g = ۱۰ m/s^۲$) (سراسری قبل از ۸۰)

۱) ۱۲۵ ۲) ۱۷۵ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۲۵

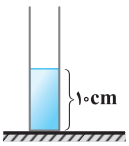
☆ ۷۹- در عمق ۲ متری یک ظرف فشار کل ۱۰۰ سانتی‌متر جیوه است. اگر فشار هوا در محل آزمایش ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، در عمق ۸ متری این ظرف فشار کل چند سانتی‌متر جیوه خواهد بود؟ (تألیفی)

۱) ۳۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۷۵ ۴) ۲۰۰

☆ ۸۰- در یک لولهٔ استوانه‌ای که مساحت قاعدهٔ آن $۵cm^۲$ است، ۱۳۶گرم جیوه و ۱۳۶گرم آب می‌ریزیم. اگر چگالی جیوه و چگالی آب به‌ترتیب $۱۳/۶ gr/cm^۳$ و $۱gr/cm^۳$ باشد، فشار در ته لوله چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰m/s^۲ , P_۰ = ۷۶cmHg)$ (سراسری ریاضی ۹۹)

۱) ۵۴/۴ ۲) ۵۴۴۰۰ ۳) ۱۰۸/۸ ۴) ۱۰۸۸۰۰

☆ ۸۱- مطابق شکل، در یک استوانهٔ بلند به سطح مقطع $۲۰cm^۲$ تا ارتفاع ۱۰cm از یک مایع به چگالی ۱۲۵۰گرم بر لیتر قرار دارد و فشار در ته لوله $P_۱$ است. چند سانتی‌متر مکعب از مایع دیگری به چگالی ۸۰۰ گرم بر لیتر به مایع داخل لوله اضافه کنیم، تا فشار در ته لوله به $۱/۰۲P_۱$ برسد؟ $(P_۰ = ۷۵cmHg$، $\rho_{جیوه} = ۱۳/۵ gr/cm^۳$ و $g = ۱۰N/kg)$ (سراسری تجربی ۹۹)



۱) ۵۱/۲۵ ۲) ۲۵۶/۲۵
۳) ۵۱۲/۵ ۴) ۲۵۶۲/۵

نیروی وارد بر کف ظرف

تا اینجای کار فشاری که یه مایع بر ته ظرف وارد میکنه رو حساب کردیم، حالا ببینیم این مایع چه نیرویی رو به کف ظرف وارد میکنه ...

۸۲- مقدار نیرویی که از طرف مایع بر کف یک ظرف وارد می‌شود، به کدام عامل بستگی ندارد؟ (کتاب درسی)

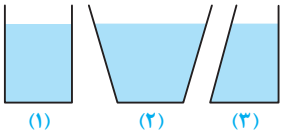
۱) مساحت کف ظرف ۲) شکل ظرف ۳) چگالی مایع ۴) ارتفاع مایع

☆۸۳- ابعاد کف ظرف آبی ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متر و فشار وارد از طرف آب بر کف ظرف برابر ۲ مگاپاسکال است. نیرویی که آب بر کف ظرف وارد می‌کند، به‌صورت نمادگذاری علمی چند میلی نیوتون است؟ (آزمون‌های سراسری گاج)

۱) $۱/۶ \times ۱۰^{۸}$ ۲) $۱/۶ \times ۱۰^{۹}$

۳) $۳/۲ \times ۱۰^{۹}$ ۴) $۳/۲ \times ۱۰^{۸}$

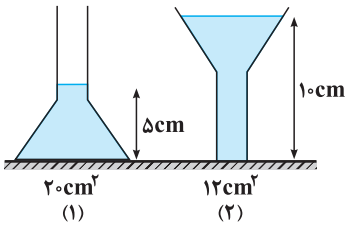
☆۸۴- در شکل‌های مقابل، جنس مایعات درون ظرف‌ها، ارتفاع آن‌ها و سطح قاعدهٔ کف ظرف‌ها یکسان و نیروی وارد از طرف مایع بر کف ظرف‌ها به‌ترتیب $F_۱$ و $F_۲$ و $F_۳$ می‌باشد. کدام رابطه صحیح است؟ (سراسری قبل از ۸۰)



۱) $F_۲ > F_۱ > F_۳$ ۲) $F_۱ = F_۲ = F_۳$

۳) $F_۲ > F_۳ > F_۱$ ۴) $F_۳ > F_۲ > F_۱$

☆۸۵- در ظرف‌های شکل مقابل، آب وجود دارد. اگر اندازهٔ نیروی وارد بر کف ظرف‌های (۱) و (۲) از طرف آب به ترتیب $F_۱$ و $F_۲$ باشد و وزن آب درون ظرف‌های (۱) و (۲) به ترتیب $W_۱$ و $W_۲$ باشد، کدام مقایسه صحیح است؟ (تألیفی)



۱) $F_۱ < F_۲ < W_۱ < W_۲$ ۲) $W_۱ < W_۲ < F_۲ < F_۱$

۳) $W_۲ < F_۲ < F_۱ < W_۱$ ۴) $W_۱ < F_۱ < F_۲ < W_۲$

☆۸۶- استوانهٔ A پُر از آب است. نیرویی که آب بر کف استوانه وارد می‌کند برابر F_A و فشار حاصل از آب در کف استوانه P_A است. اگر ابعاد استوانهٔ B نصف ابعاد استوانهٔ A باشد و آن را هم پر از آب کنیم، نیرو و فشار موردنظر به‌ترتیب F_B و P_B می‌شود، نسبت‌های $\frac{F_A}{F_B}$ و $\frac{P_A}{P_B}$ به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (سراسری ریاضی ۹۴)

۱) ۲ و ۲ ۲) ۴ و ۲ ۳) ۸ و ۸ ۴) ۸ و ۲

☆۸۷- مکعبی به ضلع ۶۰cm پر از آب است. اگر همهٔ آب این مکعب را درون استوانه‌ای که مساحت قاعدهٔ آن ۰/۳۶ مترمربع است بریزیم، فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می‌کند، چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می‌کند؟ (سراسری تجربی ۹۶)

۱) π ۲) $\frac{\pi}{۲}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۱

☆۸۸- ابعاد ظرف استوانه‌ای B، دو برابر ابعاد ظرف استوانه‌ای A است. ظرف A را پر از آب می‌کنیم و هم جرم با آب در استوانهٔ B جیوه می‌ریزیم. فشاری که آب بر کف ظرف A وارد می‌کند، چند برابر فشاری است که جیوه بر کف ظرف B وارد می‌کند؟ ($\rho_{جیوه} = ۱۳/۶\rho_{آب}$)

۱) $\frac{۱}{۱۳/۶}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۱۳/۶ ۴) ۴ (سراسری تجربی ۹۶ خارج از کشور)

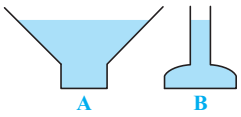
☆۸۹- یک لولهٔ استوانه‌ای قائم تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از جیوه پر شده است. اگر قطر داخلی لوله ۲cm باشد، نیرویی که از طرف جیوه بر ته لوله وارد می‌شود، تقریباً چند نیوتون است؟ ($\pi \simeq ۳, g = ۱۰ m/s^۲, \rho = ۱۳/۶ gr/cm^۳$) (سراسری ریاضی ۸۸ خارج از کشور)

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۴

۹۰- قطر داخلی استوانهٔ بلندی ۲cm است. اگر آن را به‌طور قائم نگه‌داشته و $۱۵۷ cm^۳$ آب در آن بریزیم، نیروی وارد بر کف ظرف و فشار حاصل از آب در ته استوانه به‌ترتیب از راست به چپ چند واحد SI است؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$, $\rho_{آب} = ۱۰۰۰ kg/m^۳$) (سراسری تجربی ۸۷)

۱) ۲۵۰۰ ،۳/۱۴ ۲) ۵۰۰۰ ،۳/۱۴ ۳) ۲۵۰۰ ،۱/۵۷ ۴) ۵۰۰۰ ،۱/۵۷

۹۱- در دو ظرف A و B که مساحت کف آن‌ها به‌ترتیب ۸ سانتی‌متر مربع و ۱۲ سانتی‌متر مربع است، تا ارتفاع مساوی از یک مایع می‌ریزیم. اگر وزن مایع ظرف A سه برابر وزن مایع ظرف B باشد، نسبت نیرویی که مایع بر کف دو ظرف وارد می‌کند، $\frac{F_A}{F_B}$ چه‌قدر است؟ (سراسری قبل از ۸۰)



۱) $\frac{۹}{۴}$ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) $\frac{۲}{۳}$

☆۹۲- یک ظرف استوانه‌ای پر از مایعی به چگالی ρ است. اگر مساحت قاعدهٔ ظرف دو برابر و ارتفاع مایع نصف شود، فشار حاصل از مایع در کف ظرف و نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟ (سراسری تجربی ۸۵ خارج از کشور)

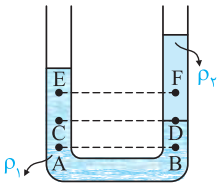
۱) نصف ـ نصف ۲) بدون تغییر ـ نصف ۳) نصف ـ بدون تغییر ۴) بدون تغییر ـ بدون تغییر

شاخهٔ ۳ کاربردهای بیشتر محاسبهٔ فشار در مایعات

بررسی تعادل دو یا چند مایع مخلوط نشدنی در لولهٔ U شکل

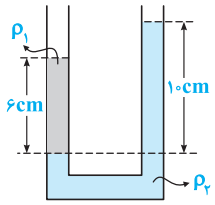
خوب اینم یه مبحث مهم که جدیداً ازش خیلی سؤال میدن، یعنی لولهٔ U شکل.

☆۹۳- در لولهٔ U شکل مقابل که دو مایع نشان داده‌شده درون آن در حالت تعادل قرار دارند، کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟ (تألیفی)



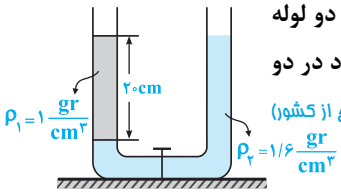
۱) فشار نقاط A و B با یکدیگر برابر است.
۲) فشار نقاط C و D با یکدیگر برابر است.
۳) فشار نقاط E و F با یکدیگر برابر است.
۴) فشار نقطهٔ A، از نقاط C و E بیشتر است.

۹۴- در شکل روبه‌رو، دو مایع مخلوط‌نشدنی در لولهٔ U شکل در حال تعادل هستند. اگر $\rho_۲ = ۱۰۰۰ kg/m^۳$ باشد، $\rho_۱$ چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ (سراسری ریاضی ۸۵ خارج از کشور)



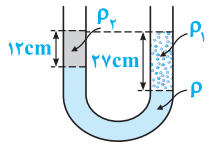
۱) ۶۰۰ ۲) ۵۰۰۰ ۳) $\frac{۵۰۰۰}{۳}$ ۴) $\frac{۱۰۰۰۰}{۳}$

☆۹۵- شکل مقابل دو مایع مخلوط نشدنی را نشان می‌دهد و شیر رابط بسته است و سطح آزاد مایع در دو لوله در یک ارتفاع قرار دارند. اگر شیر را باز کنیم، بعد از رسیدن به تعادل، اختلاف ارتفاع سطح آزاد در دو لوله چند سانتی‌متر می‌شود؟ (سراسری تجربی ۸۴ خارج از کشور)



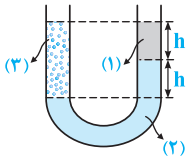
۱) ۶ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۴

☆۹۶- در شکل روبه‌رو، سه مایع با چگالی‌های ρ، $\rho_۱$ و $\rho_۲$ در حال تعادل‌اند. اگر چگالی $\rho = ۱/۲۴ gr/cm^۳$ و $\rho_۱ = ۱ gr/cm^۳$ باشند، چگالی $\rho_۲$ با توجه به اعداد داده‌شده چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ (سراسری قبل از ۸۰)



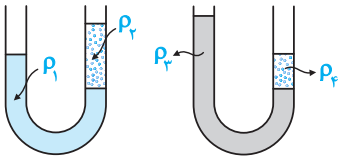
۱) ۰/۷ ۲) ۱ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۷

۹۷- در شکل روبه‌رو در مورد چگالی سه مایع (۱)، (۲) و (۳) کدام صحیح است؟ (آزمون‌های سراسری گاج)



۱) $\rho_۳ = \rho_۱ + \rho_۲$ ۲) $\rho_۳ = \rho_۲ - \rho_۱$ ۳) $\rho_۱ - \rho_۳ = \rho_۳ - \rho_۲$ ۴) بستگی به مقطع دو لوله دارد.

☆۹۸- در دو لولهٔ U شکل، چهار مایع مخلوط‌نشدنی به جرم حجمی $\rho_۱$، $\rho_۲$، $\rho_۳$ و $\rho_۴$ در حالت تعادل وجود دارد. کدام گزینه درست است؟ (سراسری قبل از ۸۰)



۱) $\rho_۳ < \rho_۴ ، \rho_۱ > \rho_۲$
۲) $\rho_۴ \leq \rho_۳ ، \rho_۲ \geq \rho_۱$
۳) $\rho_۳ \leq \rho_۴ ، \rho_۱ \geq \rho_۲$
۴) $\rho_۴ < \rho_۳ ، \rho_۲ > \rho_۱$

۱ ۳ عبارت‌های مطرح‌شده در گزینه‌های (۱) و (۲) با توجه به متن کتاب درسی، درست است. حال به بررسی گزینه‌های (۳) و (۴) می‌پردازیم:

۳) مقدار نیروی بین مولکولی در حالت‌های مختلف ماده با هم متفاوت است. در یک مقایسهٔ کلی می‌توان گفت که نیروی بین مولکولی در حالت جامد بیش‌تر از نیروی بین مولکولی در حالت مایع و در حالت مایع، بیش‌تر از حالت گازی است. بنابراین گزینهٔ (۳) نادرست است.

۴) در مایعات، با آن‌که مولکول‌ها می‌توانند روی هم بلغزند و جابه‌جا شوند، به دلیل وجود نیروهای بین مولکولی، فاصلهٔ بین مولکول‌های مجاور هم نسبتاً ثابت می‌ماند. از طرف دیگر در جامدات نیز این فاصله نسبتاً ثابت است.

در گازها به دلیل حرکت بسیار آزادانهٔ مولکول‌ها، فاصلهٔ بین ذره‌ها در حالت گازی ثابت نیست.

تذکر: در یک مقایسهٔ کلی می‌توان گفت که فاصلهٔ مولکول‌ها از هم، با نیروی بین مولکولی بین آن‌ها رابطه‌ای معکوس دارد.

۲ ۳ برای پاسخ دادن به این سؤال، به نکات زیر توجه کنید:

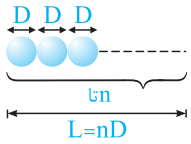
۱) مولکول‌ها در حالت گازی فاصلهٔ زیادی از هم دارند و آزادانه به اطراف حرکت می‌کنند.

۲) مولکول‌ها در حالت مایع، از حالت گازی به هم نزدیک‌ترند و فقط روی هم می‌لغزند.

۳) مولکول‌ها در حالت جامد در جای خود تقریباً ثابت‌اند و تنها نوسان بسیار اندکی نسبت به وضعیت تعادل خود دارند.

بنابراین در حالت مایع و گاز، مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ ماده در جای خود ثابت نیستند و پیوسته حرکت می‌کنند.

۳ ۳ فرض کنید که قطر مولکول D و n مولکول از آن را کنار هم قرار داده‌ایم، در این صورت طول حاصل‌شده برابر nD می‌شود (چرا؟). با توجه به این موضوع می‌توان نوشت:



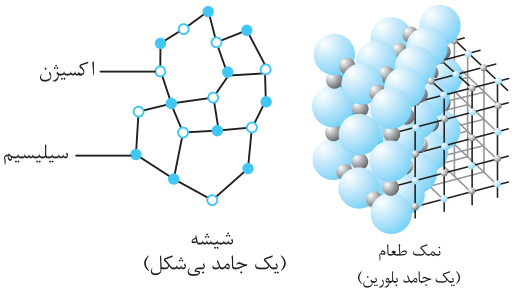
$$L = nD \Rightarrow ۶ \times ۱۰^{-۲} = n \times ۳ \times ۱۰^{-۱۰} \Rightarrow n = ۲ \times ۱۰^{۸} = ۲۰۰ \times ۱۰^{۶} = ۲۰۰ \text{ میلیون مولکول}$$

۴ ۲ با توجه به تمرین (۴) در درسنامه، گزینهٔ (۲) صحیح است.

۵ ۴ با توجه به توضیحات درسنامه، گزینهٔ (۴) صحیح است.

۶ ۴ نمک طعام و الماس هر دو جامد بلورین هستند، بدین‌معنی که در ساختار آن‌ها مولکول‌ها در طرح‌های منظمی در کنار یک‌دیگر قرار می‌گیرند. ولی شیشه یک جامد بی‌شکل است، زیرا مولکول‌های آن در طرح منظمی در کنار هم قرار ندارند.

برای درک بهتر، دو شکل مقابل که مربوط به ساختار نمک طعام و شیشه است را ملاحظه کنید:



شیشه
(یک جامد بی‌شکل)

نمک طعام
(یک جامد بلورین)

۷ ۱ مولکول‌های هوا آزادانه در همهٔ جهت‌ها به اطراف حرکت می‌کنند و وقتی به مولکول‌های عطر برخورد می‌کنند، مسیر حرکت مولکول‌های عطر را تغییر می‌دهند و با توجه به این‌که مولکول‌های عطر نیز گاز هستند، در محیط پخش می‌شوند و بوی آن‌ها در تمام اتاق احساس می‌شود. این موضوع در هنگام پخش شدن قطرهٔ جوهر در آب نیز مشاهده می‌شود.

تذکر: عواملی مانند افزایش دما و هم‌زدن یک مایع، باعث می‌شود تا پدیدهٔ پخش با سرعت بیشتری انجام شود.

۸ ۱ پدیدهٔ پخش در جامدات رخ نداده و تنها در گازها و مایعات مشاهده می‌شود. از سوی دیگر سرعت این پدیده در مایعات کمتر از گازها است. به همین دلیل است که حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد تا چند قطره جوهر در یک لیوان آب پخش شود، اما بوی عطر بسیار سریع‌تر در تمام یک اتاق کوچک احساس می‌شود. علت این امر حرکت آزادانه‌تر مولکول‌های گاز نسبت به مایع است.

۹ ۲ با توجه به توضیحات ارائه‌شده در درسنامه، کلمه‌های ارائه‌شده در گزینهٔ (۲) عبارت را به‌درستی کامل می‌کند.

۱۰ ۱ ریختن آب هنگامی‌که لیوان را کج می‌کنیم، به‌دلیل امکان لغزیدن مولکول‌های آب بر روی یک‌دیگر است و گزینهٔ (۱) صحیح است.

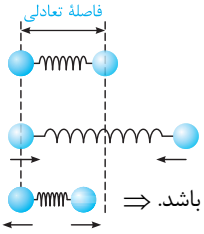
۱۱ ۲ در یک نگاه کلی، میزان حرکت مولکول‌ها با نیروی بین مولکولی آن‌ها **نسبت عکس** دارد، بنابراین با توجه به این‌که حرکت مولکول‌ها در گازها بیشتر از مایعات و در مایعات نیز بیش‌تر از جامدات است، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \text{جابه‌جایی مولکول‌های جامد} < \text{جابه‌جایی مولکول‌های مایع} < \text{جابه‌جایی مولکول‌های گاز} \\ \text{نیروی بین مولکولی در جامدات} > \text{نیروی بین مولکولی در مایعات} > \text{نیروی بین مولکولی در گازها} \end{cases} \Rightarrow F_g < F_l < F_s \quad \text{یا} \quad F_s > F_l > F_g$$

۱۲ **۱** نیروهای بین مولکولی در فاصله‌های کوچک ظاهر می‌شوند و هرگاه بخواهیم فاصلهٔ بین مولکول‌ها را از وضعیت عادی (تعادلی) تغییر دهیم، این نیروها مشاهده می‌شوند و عبارت مطرح‌شده در گزینهٔ (۱) نادرست است.

از سوی دیگر توجه شود که نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند و به همین دلیل دو شیشهٔ شکسته با کنار هم قرار دادن، مجدداً به‌صورت پیوسته تبدیل نمی‌شوند.

۱۳ **۳** مولکول‌ها در فاصله‌های زیاد (در حد فضای بین مولکولی) همدیگر را جذب و در فاصلهٔ خیلی کم همدیگر را دفع می‌کنند. برای درک بهتر این موضوع دو گلولهٔ مقابل را درنظر بگیرید که با یک فنر به هم متصل هستند:



نیرو ربایشی است. ⇒ فاصله بیشتر از فاصلهٔ تعادلی باشد. ⇒

نیرو رانشی است. ⇒ فاصله کم‌تر از فاصلهٔ تعادلی باشد. ⇒

۱۴ **۳** در مایعات در فاصلهٔ بین مولکولی، در صورت فشرده شدن مایع، بین مولکول‌های آن نیروی دافعه به‌وجود می‌آید و مایع در برابر متراکم شدن مقاومت می‌کند.

۱۵ **۲** با توجه به توضیحات ارائه‌شده در درسنامه، مادهٔ داخل مهتابی در حالت تابان از نوع پلاسما بوده و در گزینهٔ (۲)، حالات ماده درست معرفی نشده است.

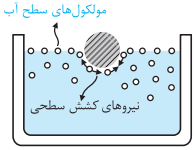
۱۶ **۳** با توجه به توضیحات ارائه‌شده در درسنامه، گزینهٔ (۳) صحیح می‌باشد.

۱۷ **۲** با توجه به توضیحات درسنامه، در شکل (۱) دمای روغن بیشتر بوده و در دمای بیشتر، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها کاهش یافته و مولکول‌های روغن راحت‌تر جاری می‌شوند.

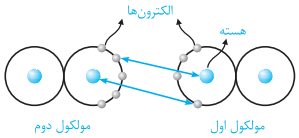
۱۸ **۴** با توجه به درسنامه، نیروی دگرچسبی، نیرویی است که مولکول‌های یک ماده را به سوی مولکول‌های مادهٔ مجاور می‌کشد و در نتیجه گزینهٔ (۴) صحیح است.

۱۹ **۱** کشش سطحی در مایعات، در واقع همان نیروی ربایشی از نوع هم‌چسبی میان مولکول‌های موجود در سطح مایع (لایهٔ بیرونی مولکول‌ها) است.

۲۰ **۳** با توجه به شکل روبه‌رو، اگر سوزن فولادی بخواهد در آب فرو برود، باید از بین مولکول‌های سطح آب عبور کند. از طرفی می‌دانیم بین مولکول‌های سطح آب، نیرویی موسوم به نیروی کشش سطحی وجود دارد که مانع از گسستن مولکول‌های سطح می‌شود (البته برای نیروهای در مقیاس کوچک).



وجود این نیرو در بین مولکول‌ها، به علت نیروی حاصل از جاذبهٔ هستهٔ اتم‌های یک مولکول بر الکترون‌های اتم‌های مولکول مجاور است، بنابراین ماهیت نیروهای بین مولکولی، از نوع الکتریکی بوده و گزینهٔ (۳) صحیح است.



تذکر: در سطح مایع، به دلیل وجود پتانسیل تغییر از وضعیت مایع به بخار، فاصلهٔ مولکول‌ها از یک‌دیگر به‌طور متوسط بیشتر از فاصلهٔ مولکول‌های درون مایع است. از طرفی همان‌طور که می‌دانیم با افزایش فاصلهٔ بین مولکول‌ها، نیروهای بین مولکول‌ها به صورت جاذبه ظاهر می‌شوند و این باعث می‌شود که رفتار مولکول‌ها در سطح مایع چنان باشد که گویی در سطح مایع یک کشش سطحی ایجاد شده است.

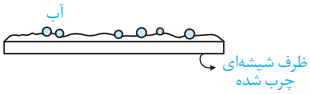
۲۱ **۴** مشابه با سؤال قبل، علت شناور ماندن یک تیغ روی سطح آب، وجود نیروهای کشش سطحی در سطح آب است.

۲۲ **۲** با بزرگ شدن قطرهٔ آب، مولکول‌های آب روی سطح قطره از بقیهٔ مولکول‌های آب موجود بر روی برگ کمی دور می‌شوند و نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های آب (هم‌چسبی) در برابر نیروی وزن مقاومت کرده و مانع از سقوط قطره می‌شود. با ادامه داشتن این روند، سرانجام نیروی وزن قطره از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب موجود بر روی قطره بیشتر می‌شود و قطره به شکل کُره سقوط می‌کند.

۲۳ **۴** با توجه به توضیحات مطرح شده در درسنامه، نیروی دگرچسبی سطحی بین دو مادهٔ B و A بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مادهٔ A بوده و باعث پخش شدن مادهٔ A روی B می‌شود. در این حالت، مادهٔ A مطابق شکل، به‌صورت لایهٔ نازکی روی B پخش می‌شود.

۲۴ **۴** مشابه با سؤال قبل، علت تر شدن شیشه توسط آب این است که نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه، بزرگ‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است.

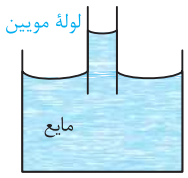
۲۵ **۴** نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های جیوه بزرگ‌تر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است، بنابراین جیوه روی شیشه پخش نمی‌شود و به‌صورت گلوله‌های کوچک روی شیشه باقی می‌ماند.



۲۶ **۲** از آن‌جا که نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و روغن است، آب بر روی یک ظرف شیشه‌ای چرب‌شده پخش نمی‌شود و به‌صورت قطره بر روی ظرف باقی می‌ماند.

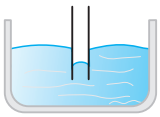
۲۷ **۳** می‌دانیم علت شناور ماندن سوزن روی سطح آب، وجود کشش سطحی بین مولکول‌های سطح آب است. با اضافه کردن مایع ظرف‌شویی، مولکول‌های مایع ظرف‌شویی در بین مولکول‌های آب قرار گرفته و نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب را ضعیف می‌کنند، در نتیجه سوزن در آب فرومی‌رود.

۲۸ **۳** نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب، بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و موهای قلم‌مو است. بنابراین وقتی که قلم‌مو را از آب بیرون می‌کشیم، نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب، سبب می‌شود تا لایه‌ای از آب در اطراف موهای قلم تشکیل شود و موهای قلم به یک‌دیگر بچسبند.

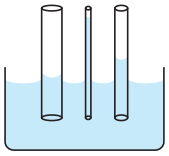


۲۹ **۴** با توجه به درسنامه، پدیدهٔ مویینگی یکی از اثرات اختلاف در بزرگی نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های یک ماده و بزرگی نیروی دگرچسبی در بین دو ماده است. با توجه به این‌که در شکل داده‌شده، ارتفاع مایع در لوله بالاتر از سطح مایع است و تقعر مایع در لوله رو به بالا است، نتیجه می‌گیریم که بزرگی نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله، بیشتر از بزرگی نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع است.

۳۰ **۴** آب در لولهٔ مویین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد. سطح آب در لولهٔ مویین دارای فرورفتگی است، بنابراین گزینهٔ (۴) صحیح است.



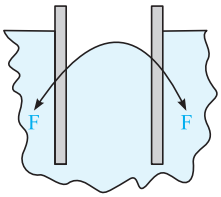
۳۱ **۱** از آن‌جایی که نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه، بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است، هنگامی که لولهٔ مویین را وارد ظرف جیوه می‌کنیم، سطح جیوه در لولهٔ مویین، پایین‌تر از سطح جیوه در ظرف قرار می‌گیرد و به صورت محدب مطابق شکل A خواهد بود.



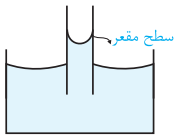
۳۲ **۱** برای پاسخ دادن به این سؤال، به موارد زیر توجه کنید:

۱) آب در لولهٔ مویین، همیشه بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد.

۲) ارتفاع آب در درون لوله، با سطح مقطع لوله نسبت عکس دارد، بنابراین در لولهٔ نازک‌تر، ارتفاع آب بیشتر است (به شکل روبه‌رو دقت کنید.).



۳۳ **۳** همان‌طور که می‌دانیم اگر لولهٔ شیشه‌ای تمیز وارد یک ظرف جیوه شود، سطح جیوهٔ درون لولهٔ شیشه‌ای پایین‌تر از سطح جیوهٔ درون ظرف خواهد بود. دلیل این پدیده آن است که نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است، بنابراین جیوه سطح شیشه را تر نمی‌کند و گزینهٔ (۳) صحیح است.

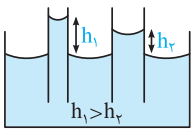


۳۴ **۳** با توجه به این‌که نیروی دگرچسبی بین مایع و شیشه بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع است، بنابراین مایع در داخل لوله بالا آمده و سطح مایع در درون لوله به‌صورت مقعر (فرورفته) می‌باشد.

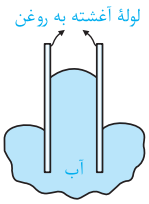
۳۵ **۱** برای پاسخ دادن به این سؤال، به موارد زیر توجه کنید:

۱) آب در لولهٔ مویین، در سطح بالاتری از سطح آب درون ظرف قرار می‌گیرد (گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست هستند).

۲) اختلاف ارتفاع آب درون لوله و آب بیرون از لوله، در لولهٔ نازک‌تر، بیشتر است (گزینهٔ (۲) نادرست است) و با توجه به توضیحات فوق، شکل صحیح گزینهٔ (۱) می‌باشد.



۳۶ **۲** در داخل لولهٔ شیشه‌ای، جیوه پایین‌تر از سطح جیوهٔ داخل ظرف قرار می‌گیرد، به طوری که سطح آن در داخل لوله، محدب (بالا آمده) می‌باشد. از طرفی هر چه لوله نازک‌تر باشد، اختلاف ارتفاع مایع داخل آن تا سطح آزاد مایع داخل ظرف، بیشتر است. بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است. دقت کنید سطح آب در داخل ظرف و لوله باید به صورت مقعر باشد و گزینهٔ (۴) تصویر درستی نمی‌باشد.



۳۷ **۴** با یک سؤال نسبتاً مفهومی روبه‌رو شده‌ایم که گزینهٔ (۴) شکل نادرست را نشان می‌دهد، زیرا نیروهای هم‌چسبی بین مولکول‌های آب، بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و لولهٔ آغشته به روغن است. با توجه به این موضوع، سطح آب در لولهٔ مویین آغشته به روغن پایین‌تر از سطح آب در درون ظرف قرار گرفته و این موضوع یعنی سطح آب در داخل لولهٔ مویین دارای برآمدگی است، درست مانند شکل گزینهٔ (۲) که جیوه در درون لولهٔ مویین نشان داده شده است.

۳۸ **۴** در هر دو حالت کفش نوک‌تیز و یا پهن، نیروی واردشده بر کف اتاق برابر وزن شخص می‌باشد $(F = mg)$. طبق رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$، فشار ناشی از یک نیرو در یک سطح با مساحت آن سطح رابطهٔ معکوس دارد، بنابراین یک کفش با پاشنهٔ نوک‌تیز فشار بیشتری نسبت به یک کفش با پاشنهٔ پهن بر کف اتاق وارد می‌کند. بنابراین گزینهٔ (۴) نادرست است.

نتیجهٔ مهم: نیروی واردشده بر کف اتاق از طرف کفش یک شخص، به مساحت سطح مقطع آن ارتباطی ندارد و برابر وزن شخص است.

۳۹ **۲** طراح سؤال، یکای کمیت فرعی فشار را برحسب یکاهای اصلی می‌خواهد. به کمک رابطهٔ $P = \rho gh$ داریم:

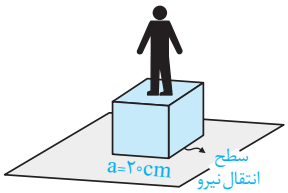
$$P = \rho gh \Rightarrow [P] \equiv \frac{kg}{m^3} \times \frac{m}{s^2} \times m = \frac{kg}{m.s^2}$$

۴۰ **۴** با توجه به اطلاعات مسئله، فشار وارد شده بر سطح برابر است با:

$$F = 1N \ , \ A = 1cm^2 = 1 \times 10^{-4} m^2 \ , \ P = ?$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{1}{1 \times 10^{-4}} = 10^4 Pa = 10^4 \times 10^{-6} MPa = 10^{-2} MPa$$

۴۱ **۱** نیرویی که شخص به‌صورت عمود بر سطح وارد می‌کند، برابر وزنش می‌باشد. بنابراین فشاری که از طرف شخص بر کف اتاق وارد می‌شود، معادل است با حاصل تقسیم نیروی وزن شخص بر سطح انتقال نیرو:



سطح انتقال نیرو: $A = a^2 = 0/2 \times 0/2 = 0/04 m^2$ ، نیروی وزن شخص: $F = W = 800N$

فشار وارد بر کف: $P = \frac{F}{A} = \frac{800}{0/04} = 2 \times 10^4 Pa = 20kPa$

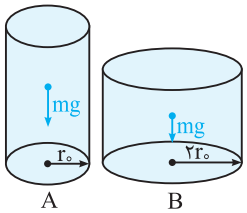
* فشار محاسبه‌شده در فوق، فشار ناشی از وزن شخص بر روی کف اتاق است و فشار ناشی از وزن خود بسته را لحاظ نکرده‌ایم.

۴۲ **۲** مساحتی از اتومبیل که بر روی زمین قرار داشته و بر آن نیرو وارد می‌شود برابر مجموع مساحت سطح تماس چهار چرخ اتومبیل با زمین است. بنابراین فشاری که از طرف اتومبیل به سطح افقی وارد می‌شود، برابر است با:

$$\begin{cases} m = 1ton = 1000kg \\ A_{کل} = 4A_{یک\ چرخ} = 4 \times 10 \times 10 = 400cm^2 = 400 \times 10^{-4} m^2 = 4 \times 10^{-2} m^2 \end{cases}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow P = \frac{1000 \times 10}{4 \times 10^{-2}} = 25 \times 10^4 Pa$$

۴۳ **۴** با توجه به رابطهٔ $A = \pi r^2$ و دو برابر بودن شعاع قاعدهٔ B نسبت به A، مساحت قاعدهٔ استوانهٔ B چهار برابر مساحت قاعدهٔ استوانهٔ A است. بنابراین می‌توان نوشت:



$$A = \pi r^2 \xrightarrow{r_B = 2r_A} A_B = 4A_A$$

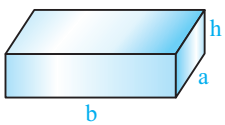
$$\text{برابر } \frac{1}{4} \downarrow P = \frac{F = mg \ (\text{یکسان})}{A \uparrow \text{برابر } 4} \xrightarrow{A_B = 4A_A} P_B = \frac{1}{4} P_A \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 4$$

تذکر: دو استوانه هم‌وزن هستند و سطح مقطع استوانهٔ A کوچکتر از B است (چرا؟)، بنابراین با توجه به رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$، فشار با عکس سطح مقطع متناسب بوده و در نتیجه فشار ناشی از استوانهٔ A بزرگ‌تر است. پس گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست‌اند.

۴۴ **۳** با توجه به درسنامه، در یک استوانهٔ همگن با سطح مقطع ثابت که روی قاعده‌اش ایستاده است، فشار ناشی از وزن استوانه از رابطهٔ $P = \rho gh$ به‌دست می‌آید، بنابراین در مقایسهٔ دو استوانه می‌توان نوشت:

$$P = \rho gh \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{\rho h}{\rho' h'}$$

۴۵ **۳** با توجه به این‌که جرم مکعب مستطیل داده نشده و فقط چگالی و اندازهٔ ابعاد مکعب مستطیل را داریم، می‌توان به‌صورت زیر عمل کرد:



$$\begin{cases} \text{نیروی عمودی وارد بر سطح}: F = W = mg \\ m = \rho V \\ V = \text{مساحت قاعده} \times \text{ارتفاع} = Ah \end{cases} \Rightarrow F = \rho(Ah)g$$

در ادامه با داشتن نیروی عمودی وارد بر سطح، فشار ناشی از این نیرو برابر است با:

$$P=\frac{F}{A}\xrightarrow{F=\rho Ahg}P=\frac{\rho Ahg}{A}=\rho gh$$

تذکر: همان‌طور که در درسنامه نیز بیان کردیم، چون جسم موردنظر همگن بوده و سطح مقطع آن نیز در تمام ارتفاع جسم یکسان است، فشار وارد از طرف جسم بر سطح از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

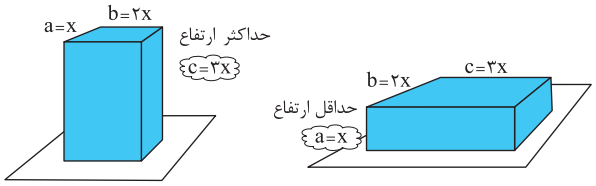
$P=\rho gh$

* روند فوق، در واقع اثبات این فرمول می‌باشد.

۴۶ **۴** با توجه به این که سطح مقطع مکعب در تمام ارتفاعش ثابت است، بنابراین می‌توان برای محاسبهٔ فشار آن از رابطهٔ $P=\rho gh$ استفاده کرد. در این‌جا بیشترین فشار وارد شده از طرف مکعب بر سطح، در حالتی اتفاق می‌افتد که ارتفاع مکعب بیشینه باشد، بنابراین داریم:

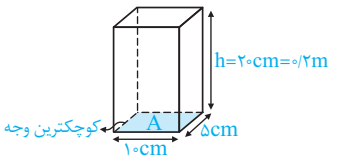
$$P_{max}=\rho gh_{max}=۸\times۱۰^{۳}\times۱۰\times۵\times۱۰^{-۲}=۴\times۱۰^{۳}Pa$$

۴۷ **۳** با توجه به این‌که سطح مقطع یک مکعب مستطیل در کل ارتفاع آن ثابت است، بنابراین می‌توان برای محاسبهٔ فشار واردشده از طرف آن بر سطح از رابطهٔ $P=\rho gh$ استفاده کرد. در نتیجه حداکثر فشار مکعب مستطیل متناظر با حداکثر ارتفاع آن و حداقل فشار مکعب مستطیل متناسب با حداقل ارتفاع آن است و با توجه به نسبت‌های داده شده داریم:



$$P_{max}=\rho gh_{max}=\rho g(۳x)\quad,\quad P_{min}=\rho gh_{min}=\rho gx\Rightarrow\frac{P_{max}}{P_{min}}=۳$$

۴۸ **۳** با مشخص بودن چگالی و ارتفاع مکعب مستطیل، از رابطهٔ $P=\rho gh$ استفاده می‌کنیم. با توجه به شکل زیر ارتفاع مکعب مستطیل در این حالت که از کوچک‌ترین وجه بر روی زمین قرار دارد، برابر $h=۲۰cm$ می‌باشد:



$$\rho=۲۷۰۰kg/m^{۳}\ ,\ g=۱۰N/kg\ ,\ h=۰/۲m$$

$$P=\rho gh=۲۷۰۰\times۱۰\times۰/۲=۵۴۰۰Pa$$

۴۹ **۱** با توجه به تمرین (۱۵) در درسنامه، گزینهٔ (۱) صحیح است.

۵۰ **۲** با توجه به رابطهٔ $P=\frac{F}{A}=\frac{W}{A}$، چون وزن جسم در هر سه حالت ثابت است، فشار ناشی از طرف آجر با مساحت وجه قرارگرفته بر روی ماسه رابطهٔ عکس دارد، یعنی هرچه مساحت وجه قرارگرفته بیشتر باشد، فشار ناشی از طرف آجر بر سطح کم‌تر بوده و در واقع مقدار فرورفتگی آجر در ماسه کم‌تر است (در واقع مقدار فرورفتگی آجر در ماسه را فشار وارد بر سطح تعیین می‌کند و نه نیروی عمودی وارد بر سطح). بنابراین داریم:

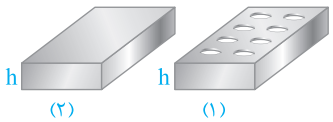
$$\begin{cases}(۱)\text{ مساحت وجه}: A_۱=۱۰\times۱۵=۱۵۰cm^{۲}\\(۲)\text{ مساحت وجه}: A_۲=۱۰\times۲۰=۲۰۰cm^{۲}\\(۳)\text{ مساحت وجه}: A_۳=۲۰\times۱۵=۳۰۰cm^{۲}\end{cases}\Rightarrow A_۱<A_۲<A_۳\xrightarrow{P=\frac{F}{A}}P_۱>P_۲>P_۳$$

روش دیگر: با استفاده از رابطهٔ $P=\rho gh$ و با توجه به این‌که $h_۱=۲۰cm$، $h_۲=۱۵cm$ و $h_۳=۱۰cm$ است نیز به همین جواب می‌رسیم.

۵۱ **۳** با توجه به تمرین (۱۳) در درسنامه، گزینهٔ (۳) صحیح است.

سؤال: **آیا با کمک رابطهٔ ρgh نیز می‌توان به این تمرین پاسخ داد؟**

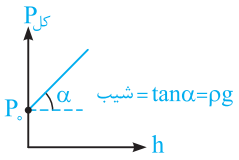
۵۲ **۳** با یک سؤال جالب و مفهومی روبه‌رو شده‌ایم. با توجه به این‌که مساحت مقطع دو آجر در تمام ارتفاع آن‌ها تغییر نمی‌کند، برای محاسبهٔ فشار حاصل از دو آجر می‌توان از رابطهٔ $P=\rho gh$ استفاده کرد. از آن‌جا که ارتفاع دو آجر یکسان است، بنابراین فشار متوسط ناشی از آن‌ها نیز یکسان خواهد بود.



$$P_۱=P_۲=\rho gh$$

۵۳ **۴** فشار در عمق h از سطح آزاد مایع از رابطهٔ $P=P_۰+\rho gh$ به‌دست می‌آید. با دقت در این رابطه، فشار کل در عمق h از سطح آزاد مایع، به اندازهٔ ارتفاع از سطح آزاد مایع (h)، فشار هوا $(P_۰)$ و چگالی مایع (ρ) بستگی دارد و مستقل از سطح مقطع ظرف است.

۵۴ **۲** با توجه به رابطهٔ $P_{کل}=P_{\circ}+\rho gh$، نمودار فشار کل وارد بر کف ظرف برحسب عمق مایع (h)، به‌صورت یک خط راست با عرض از مبدأ $P_{\circ}$ می‌باشد.



فرم کلی معادلهٔ خط: $y=ax+b$

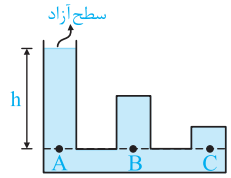
$$P_{کل}=\underbrace{\rho g}_{\text{شیب}}h+\underbrace{P_{\circ}}_{\text{عرض از مبدأ}}$$

تذکر (۱): هنگامی‌که ارتفاع مایع صفر است $(h=\circ)$ تنها فشار هوا بر کف ظرف وارد می‌شود $(P=P_{\circ})$ و گزینه‌های (۱) و (۳) نمی‌توانند صحیح باشند (چرا؟).

تذکر (۲): با افزایش ارتفاع (عمق) مایع، فشار نیز افزایش می‌یابد و شیب خط مثبت است (بنابراین گزینهٔ (۴) نیز نمی‌تواند پاسخ صحیح باشد).

۵۵ **۱** در شکل روبه‌رو سه نقطهٔ هم‌ارتفاع A، B و C دو شرط زیر را دارا هستند:

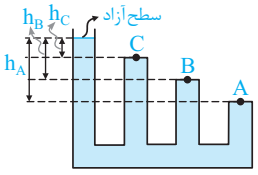
۱- در یک مایع هستند. ۲- در یک فاصله از سطح آزاد مایع قرار دارند.



بنابراین فشار آن‌ها با یک‌دیگر برابر است.

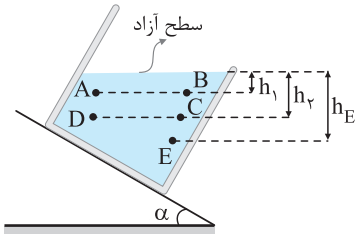
$$P_A=P_B=P_C=\rho gh+P_{\circ}$$

۵۶ **۱** در شکل روبه‌رو نقاط A، B و C در ارتفاع‌های (عمق‌های) متفاوت نسبت به سطح آزاد مایع قرار دارند. با توجه به رابطهٔ $P=P_{\circ}+\rho gh$، هرچه فاصله (ارتفاع) از سطح آزاد مایع بیشتر شود، فشار افزایش خواهد یافت. بنابراین داریم:



$$h_A>h_B>h_C \xrightarrow{P=\rho gh+P_{\circ}} P_A>P_B>P_C$$

۵۷ **۲** برای مقایسهٔ فشار مایعات در نقاط مختلف، باید عمق به صورت عمودی و قائم از سطح آزاد مایع سنجیده شود. در این صورت در مقایسهٔ عمق نقاط مختلف در شکل مقابل می‌توان نوشت:

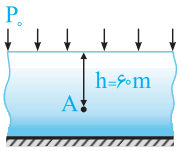


$$\underbrace{h_A=h_B}_{\text{برابر } h_۱} < \underbrace{h_C=h_D}_{\text{برابر } h_۲} < h_E$$

در ادامه با توجه به رابطهٔ $P=\rho gh+P_{\circ}$، فشار متناسب با عمق است، بنابراین داریم:

$$P_A=P_B<P_C=P_D<P_E$$

۵۸ **۲** فشار کل در عمق ۶۰ متری آب دریا، برابر مجموع فشار هوا و فشار ناشی از ارتفاع ۶۰ متر آب است و داریم:

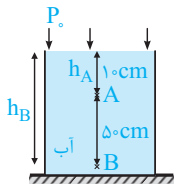


$$P_{\circ}=۱۰^۵\,Pa \quad , \quad h=۶۰m \quad , \quad \rho=۱۰^۳\,kg/m^۳ \quad , \quad g=۱۰m/s^۲$$

$$P_{کل}=\rho gh+P_{\circ} \Rightarrow P_{کل}=۱۰^۳\times۱۰\times۶۰+۱۰^۵=۷\times۱۰^۵\,Pa\simeq ۷\,atm$$

تذکر: هر $۱۰^۵\,Pa$، تقریباً برابر ۱atm است. از سوی دیگر، هر ۱۰m آب نیز تقریباً فشاری برابر $P_{\circ}$ تولید می‌کند.

۵۹ **۴** فشار کل در نقطهٔ A، برابر مجموع فشار هوا و فشار ناشی از ۱۰ سانتی‌متر آب است، هم‌چنین فشار در نقطهٔ B، برابر مجموع فشار هوا و فشار ناشی از ۶۰ سانتی‌متر (۵۰+۱۰) آب می‌باشد:



$$\begin{cases}P_B=P_{\circ}+\rho_{آب}gh_B\\ P_A=P_{\circ}+\rho_{آب}gh_A\end{cases}$$

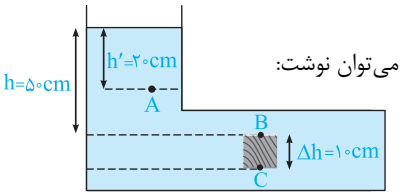
در نتیجه داریم:

$$P_{\circ}=۹/۹\times۱۰^۴\,Pa \;,\; \rho_{آب}=۱gr/cm^۳=۱۰۰۰kg/m^۳ \;,\; g=۱۰m/s^۲ \;,\; h_A=\circ/۱m \;,\; h_B=\circ/۶m$$

$$\frac{P_B}{P_A}=\frac{P_{\circ}+\rho_{آب}gh_B}{P_{\circ}+\rho_{آب}gh_A}=\frac{۹/۹\times۱۰^۴+۱۰۰۰\times۱۰\times\circ/۶}{۹/۹\times۱۰^۴+۱۰۰۰\times۱۰\times\circ/۱}=\frac{۱\circ/۵\times۱۰^۴}{۱۰\times۱۰^۴}=\frac{۱\circ/۵}{۱\circ}=\frac{۲۱}{۲\circ}$$

۶۰ **۳** برای پاسخ دادن به این سؤال، سه گام زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: اختلاف فشار بین نقاط بالا و پایین مکعب، برابر فشار ناشی از ارتفاع ۱۰cm از مایع است، بنابراین می‌توان نوشت:



$$P_C-P_B=\rho g\Delta h \xrightarrow[P_B=۱۱۰kPa]{P_C=۱۱۲kPa} (۱۱۲-۱۱۰)\times۱۰^۳=\rho\times۱۰\times\frac{۱\circ}{۱\circ\circ}\Rightarrow\rho=۲\times۱۰^۳\,kg/m^۳$$

گام دوم: فشار در نقطهٔ B ناشی از مایع بالای سر آن و فشار هواست، پس داریم:

$$P_B=P_{\circ}+\rho gh \Rightarrow ۱۱\circ\times۱۰^۳=P_{\circ}+۲\times۱۰^۳\times۱۰\times\frac{۵\circ}{۱\circ\circ}\Rightarrow P_{\circ}=۱\circ\circ\times۱۰^۳=۱۰^۵\,Pa$$

گام سوم: حال باید فشار در نقطهٔ A را حساب کنیم که ناشی از فشار مایع بالای سر آن و فشار هوا است:

$$P_A = P_\circ + \rho g h' \Rightarrow P_A = ۱۰^۵ + ۲\times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times \frac{۲۰}{۱۰۰} = ۱۰^۵ + ۴\times ۱۰^۳ = ۱۰۴\,kPa$$

خلاقیت حرفه‌ای‌ها: اختلاف فشار بین نقطهٔ B و A ناشی از اختلاف ارتفاع مایع بین آن‌ها است، بنابراین بدون انجام گام دوم و سوم می‌توان نوشت:

$$P_B - P_A = \rho g \Delta h_{BA} \Rightarrow P_A = P_B - \rho g \Delta h_{BA} = ۱۱۰\times ۱۰^۳ - ۲\times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times \frac{۳۰}{۱۰۰} = ۱۰۴\times ۱۰^۳\,Pa = ۱۰۴\,kPa$$

۶۱ **۲** فشار ناشی از وزن مایع با چگالی ρ در عمق h از سطح آزاد مایع، از رابطهٔ $P = \rho g h$ به‌دست می‌آید و می‌توان نوشت:

$$\rho = ۱۰۰۰\,kg/m^۳ \;,\; g = ۱۰\,N/kg \;,\; h = ۲\,m$$

فشار ناشی از آب در ته ظرف: $P = \rho g h = ۱۰۰۰\times ۱۰\times ۲ = ۲\times ۱۰^۴\,Pa$ ، $P_{کل} = \rho g h + P_\circ = ۱۲\times ۱۰^۴\,Pa \Rightarrow \frac{P}{P_{کل}} = \frac{۱}{۶}$

۶۲ **۱** فرض کنید در عمق h متر از سطح دریا فشار دو برابر فشار جو ($P_{کل} = ۲P_\circ$) باشد، در این‌صورت داریم:

$$P_{کل} = P_\circ + \rho g h \;,\; P_\circ = ۱۰^۵\,Pa \;,\; \rho = ۱۰۰۰\,kg/m^۳ \;,\; g = ۱۰\,m/s^۲$$

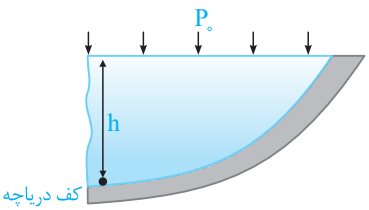
$$۲P_\circ = P_\circ + \rho g h \Rightarrow P_\circ = \rho g h \Rightarrow ۱۰^۵ = ۱۰۰۰\times ۱۰\times h \Rightarrow h = ۱۰\,m$$

خلاقیت حرفه‌ای‌ها: فشار کل در عمق h از سطح آب برابر $۲\times ۱۰^۵\,Pa$ است. با توجه به این‌که $P_\circ$ برابر $۱۰^۵\,Pa$ است، فشار ناشی از مایع نیز برابر $۱۰^۵\,Pa$ است.

$P_{کل} = P_\circ +$ فشار ناشی از آب $\Rightarrow ۲\times ۱۰^۵ = ۱۰^۵ +$ فشار ناشی از آب $= ۱۰^۵\,Pa$

از طرفی می‌دانیم که هر $۱۰\,m$ آب فشار $۱۰^۵\,Pa$ را ایجاد می‌کند و در نتیجه ارتفاع h برابر $۱۰\,m$ است.

۶۳ **۲** فشار کل در کف دریاچه‌ای به عمق h، برابر مجموع فشار هوا و فشار ناشی از h متر آب است، بنابراین داریم:



$$P_{کل} = ۲/۴\times ۱۰^۵\,Pa \;,\; P_\circ = ۹\times ۱۰^۴\,Pa \;,\; \rho = ۱۰۰۰\,kg/m^۳ \;,\; g = ۱۰\,N/kg$$

$$P_{کل} = P_\circ + \rho g h \Rightarrow ۲/۴\times ۱۰^۵ = ۹\times ۱۰^۴ + ۱۰۰۰\times ۱۰\times h$$

$$\Rightarrow ۲/۴\times ۱۰^۵ = ۰/۹\times ۱۰^۵ + ۱۰۰۰۰h \Rightarrow ۱/۵\times ۱۰^۵ = ۱۰^۴ h \Rightarrow h = ۱۵\,m$$: عمق دریاچه

۶۴ **۱** فشار کل در عمق h از سطح آزاد یک مایع، از رابطهٔ $P_{کل} = P_\circ + \rho g h$ به‌دست می‌آید و داریم:

اطلاعات سؤال: $P_{کل} = ۱/۷۶\,atm \simeq ۱/۷۶\times ۱۰^۵\,Pa \;,\; P_\circ = ۱atm \simeq ۱۰^۵\,Pa \;,\; h = ۸\,m \;,\; g = ۱۰\,m/s^۲$

$$P_{کل} = P_\circ + \rho g h \Rightarrow ۱/۷۶\times ۱۰^۵ = ۱۰^۵ + \rho\times ۱۰\times ۸ \Rightarrow ۰/۷۶\times ۱۰^۵ = ۸۰\rho \Rightarrow \rho = \frac{۰/۷۶\times ۱۰^۵}{۸۰} = ۹۵۰\,kg/m^۳$$

$$\Rightarrow \text{چگالی مایع} = ۹۵۰\,kg/m^۳ \xrightarrow[(gr/cm^۳ \text{ تبدیل به})]{\div ۱۰۰۰} \rho = \frac{۹۵۰}{۱۰۰۰}\,gr/cm^۳ = ۰/۹۵\,gr/cm^۳$$

۶۵ **۳** با توجه به تمرین (۱۸) در درسنامه، گزینهٔ (۳) صحیح است.

۶۶ **۳** فشار در عمق‌های $۵\,cm$ و $۲۰\,cm$ برابر است با:

$$\begin{cases} h_۱ = ۵\,cm \Rightarrow P_۱ = P_\circ + \rho g h_۱ \Rightarrow ۱۰۰\times ۱۰^۳ = P_\circ + \rho g \times ۰/۰۵ \\ h_۲ = ۲۰\,cm \Rightarrow P_۲ = P_\circ + \rho g h_۲ \Rightarrow ۱۰۶\times ۱۰^۳ = P_\circ + \rho g \times ۰/۲ \end{cases}$$

با کم کردن طرفین دو رابطهٔ فوق از هم می‌توان نوشت:

$$\Rightarrow ۶\times ۱۰^۳ = \underbrace{\rho g}_{۱۰} \times (۰/۲ - ۰/۰۵) \Rightarrow \rho = ۴۰۰۰\,kg/m^۳$$

با جای‌گذاری ρ در یکی از معادلات فوق، مقدار $P_\circ$ نیز به‌دست می‌آید:

$$۱۰۰\times ۱۰^۳ = P_\circ + \rho g \times ۰/۰۵ \Rightarrow ۱۰۰\times ۱۰^۳ = P_\circ + ۴۰۰۰\times ۱۰\times ۰/۰۵ \Rightarrow P_\circ = ۹۸۰۰۰\,Pa = ۹۸\,kPa$$

۶۷ **۱** این تست، یک سؤال ترکیبی و زیبا می‌باشد. برای پاسخ دادن به آن، گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: ابتدا چگالی مخلوط را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{۱۲۰۰\times \frac{۱}{۳}V + ۶۰۰\times \frac{۲}{۳}V}{\frac{۱}{۳}V + \frac{۲}{۳}V} = ۸۰۰\,kg/m^۳$$

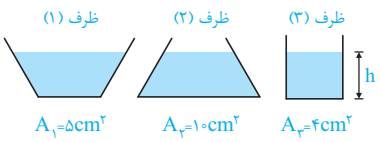
گام دوم: در ادامه فشار مخلوط در کف ظرف برابر است با:

$$P_{\text{مایع}} = \rho_{\text{مخلوط}}\, gh = ۸۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۷۵}{۱۰۰} = ۶۰۰۰\,Pa$$ فشار مایع: P

۶۸ **۳** با توجه به رابطهٔ اختلاف فشار $(\Delta P = \rho g \Delta h)$، داریم:

$$\begin{cases} \Delta h = \text{قد شخص} = ۱/۹\,m \\ \text{اختلاف ارتفاع بین مغز و پای شخص} : \Delta h \\ \text{چگالی خون} : \rho = ۱/۶ \times ۱۰^{۳}\ kg/m^{۳} \end{cases} \Rightarrow \Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = ۱/۶ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times ۱/۹ \simeq ۳ \times ۱۰^{۴}\ Pa$$

۶۹ **۴** با توجه به رابطهٔ $P = P_{۰} + \rho gh$، فشار کل وارد بر کف یک ظرف، به ارتفاع مایع درون ظرف بستگی داشته و مستقل از شکل ظرف و یا مساحت کف ظرف می‌باشد، بنابراین چون ارتفاع آب درون سه ظرف یکسان است، فشار اعمال شده بر کف آن‌ها نیز یکسان است.



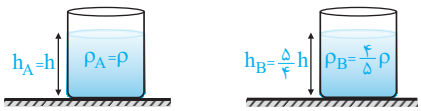
$$\Rightarrow P_۱ = P_۲ = P_۳ = P_{۰} + \rho gh$$

۷۰ **۳** همان‌طور که در سؤال قبل نیز گفته شد، فشار وارد بر کف یک ظرف مستقل از شکل ظرف و یا مساحت کف ظرف بوده و فقط به ارتفاع مایع درون آن بستگی دارد، بنابراین با توجه به رابطهٔ $P = P_{۰} + \rho gh$، در کف ظرفی که آب ارتفاع بیشتری داشته باشد، فشار وارده نیز بیشتر است.

۷۱ **۴** با توجه به تمرین (۲۰) در درسنامه، گزینهٔ (۴) صحیح است.

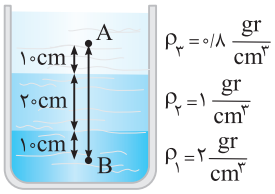
سؤال: **آیا با استفاده از رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$ نیز می‌توان به این سؤال پاسخ داد؟**

۷۲ **۱** فشار کل وارد بر کف دو ظرف A و B به‌صورت زیر قابل محاسبه است:



$$\begin{cases} P_A = \rho_A gh_A + P_{۰} = \rho gh + P_{۰} \\ P_B = \rho_B gh_B + P_{۰} = \frac{۴}{۵}\rho g \times \frac{۵}{۴}h + P_{۰} = \rho gh + P_{۰} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = ۱$$

۷۳ **۴** **گام اول:** به کمک اطلاعات مسئله، ارتفاع قسمت‌های مختلف سه مایع را به صورت زیر مشخص می‌کنیم:



گام دوم: در ادامه با حرکت از A به سمت B، اختلاف فشار بین نقاط A و B را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$P_A + \rho_۳ gh_۳ + \rho_۲ gh_۲ + \rho_۱ gh_۱ = P_B \Rightarrow P_B - P_A = ۸۰۰(۱۰)(۰/۱) + ۱۰۰۰(۱۰)(۰/۲) + ۲۰۰۰(۱۰)(۰/۱) \Rightarrow P_B - P_A = ۴۸۰۰\,Pa$$

۷۴ **۳** در این سؤال برای برابر شدن فشار ناشی از دو مایع آب و جیوه داریم:

$$\text{جیوه}: \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰\,kg/m^۳ ,\ h_{\text{جیوه}} = ۱۵۰mm = ۰/۱۵\,m \quad , \quad \text{آب}: \rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰\,kg/m^۳ ,\ h_{\text{آب}} = ?$$

$$P_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱۰۰۰ \times h_{\text{آب}} = ۱۳۶۰۰ \times ۰/۱۵ \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۱۳/۶ \times ۰/۱۵ = ۲/۰۴\,m$$

۷۵ **۱** مشابه با سؤال قبل می‌توان نوشت:

$$\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\,gr/cm^۳ ,\ \rho_{\text{آب}} = ۱\,gr/cm^۳ ,\ h_{\text{جیوه}} = ۱cm$$

$$P_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱ \times h_{\text{آب}} = ۱۳/۶ \times ۱ \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۱۳/۶\,cm$$

نتیجه: همان‌گونه که در بالا نیز اثبات شد، به‌طور کلی فشار ۱۳/۶ سانتی‌متر آب، برابر فشار ۱ سانتی‌متر جیوه است. همچنین فشار یک متر جیوه معادل فشار ۱۳/۶ متر آب است و فشار ۷۶ cm جیوه، تقریباً برابر ۱atm یا $۱۰^۵$ Pa است.

۷۶ **۲** برای تبدیل فشار برحسب پاسکال به سانتی‌متر جیوه، با توجه به رابطهٔ $P = \rho gh$ می‌توان نوشت:

$$P = ۸۱/۶\,kPa = ۸۱۶۰۰\,Pa \ , \ \rho = ۱۳۶۰۰\,kg/m^۳ \ , \ g = ۱۰\,m/s^۲ \ , \ h_{\text{جیوه}} = ?$$

$$P = \rho gh \Rightarrow ۸۱۶۰۰ = \rho gh_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۸۱۶۰۰ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{۸۱۶}{۱۳۶۰} = ۰/۶\,m \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۶۰cm$$

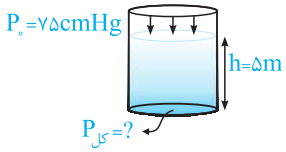
۷۷ **۲** ابتدا فشار حاصل از ارتفاع ۱۳۶ cm آب را برحسب cmHg محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱۰۰۰ \times ۱۳۶ = ۱۳۶۰۰ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۱۰cm$$

با توجه به این‌که فشار هوا برابر ۷۶ cmHg است، فشار در عمق ۱۳۶ سانتی‌متری آب در مجموع برابر ۸۶ = ۱۰ + ۷۶ cmHg به‌دست می‌آید.

خلاقیت حرفه‌ای‌ها: با توجه به نتیجه‌ای که در تست (۷۵) به‌دست آوردیم، هر $۱۳/۶\,cm$ آب، فشاری معادل با یک سانتی‌متر جیوه ایجاد می‌کند. بنابراین با یک تناسب ساده می‌توان گفت که $۱۳۶\,cm$ آب رودخانه فشاری معادل ۱۰ سانتی‌متر جیوه ایجاد می‌کند و فشار در عمق موردنظر برابر $۸۶\,(=۷۶+۱۰)$ سانتی‌متر جیوه می‌باشد.

۷۸ **۳** ابتدا فشار معادل با ۵ متر از مایع را بر حسب سانتی‌متر جیوه محاسبه می‌کنیم:



$$\rho_{جیوه}=۱۳/۶\,gr/cm^۳\ ,\ \rho_{مایع}=۳/۴\,gr/cm^۳$$

$$\rho_{مایع}h_{مایع}=\rho_{جیوه}h_{جیوه}\Rightarrow ۵\times \overset{۱}{\cancel{۳/۴}}=\overset{۴}{\cancel{۱۳/۶}}\times h_{جیوه}\Rightarrow h_{جیوه}=۱/۲۵\,m=۱۲۵\,cm$$

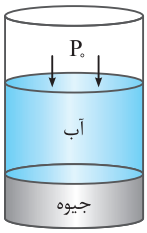
بنابراین فشار کلی که بر کف مخزن وارد می‌شود برابر است با:

$$P_{کل}=\text{فشار هوا}+\text{فشار مایع}=۷۵+۱۲۵=۲۰۰\,cmHg$$

۷۹ **۳** سؤال جالب و مفهومی است. فشار کلی در عمق ۲ متری ظرف برابر $۱۰۰cmHg$ است، با توجه به این‌که فشار هوا برابر $۷۵\,cmHg$ است، یعنی فشار ناشی از ۲ متر مایع برابر $۲۵\,cmHg\,(=۱۰۰-۷۵)$ می‌باشد. در نتیجه فشار ناشی از ۸ متر مایع، ۴ برابر آن یعنی برابر $\left(\frac{۸}{۲}\times ۲۵=\right)۱۰۰cmHg$ است. با توجه به توضیحات ذکر شده، فشار کل در عمق ۸ متری این ظرف برابر است با:

$$P_{کل}=\overbrace{۷۵}^{\text{فشار هوا}}+\underbrace{۱۰۰}_{\text{فشار مایع}}=۱۷۵\,cmHg$$

۸۰ **۴** با توجه به داشتن جرم آب و جیوه و استوانه‌ای بودن لوله، برای محاسبهٔ فشار در کف لوله، به صورت زیر عمل می‌کنیم:



$$P=P_{جیوه}+P_{آب}+P_۰=\frac{m_{جیوه}g}{A}+\frac{m_{آب}g}{A}+P_۰$$

$$\Rightarrow P=\frac{۱۳۶\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰}{۵\times ۱۰^{-۴}}+\frac{۱۳۶\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰}{۵\times ۱۰^{-۴}}+۱۳۶۰۰\times ۱۰\times ۷۶\times ۱۰^{-۲}$$

$$\Rightarrow P=۲۷۲۰+۲۷۲۰+۱۰۳۳۶۰=۱۰۸۸۰۰Pa$$

خلاقیت حرفه‌ای‌ها: همان‌طور که می‌دانیم، فشار هوا حدوداً $۱۰^۵\,Pa$ است و فشار در کف ظرف باید از این مقدار بیشتر باشد. این موضوع تنها در گزینهٔ (۴) رعایت شده است و بدون حل کردن، گزینهٔ (۴) صحیح است.

۸۱ **۳** با توجه به تمرین (۲۵) در درسنامه، گزینهٔ (۳) صحیح است.

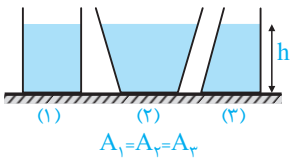
۸۲ **۲** همان‌طور که در درسنامه مطرح شد، مقدار نیرویی که از طرف مایع بر کف ظرف وارد می‌شود، از رابطه $F=\rho ghA$ به‌دست می‌آید. بنابراین این نیرو به شکل ظرف بستگی نداشته و گزینهٔ (۲) پاسخ این سؤال است.

۸۳ **۱** با توجه به رابطهٔ $P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA$، می‌توان نوشت:

$$\text{فشار وارد بر کف ظرف}: P=۲MPa=۲\times ۱۰^۶\,Pa\ ,\ \text{مساحت کف ظرف}: A=۲۰cm\times ۴۰cm=۰/۲\times ۰/۴\,m^۲=۰/۰۸\,m^۲$$

$$\text{نیروی وارد بر کف ظرف از طرف آب}: F=PA=۲\times ۱۰^۶\times ۰/۰۸=۰/۱۶\times ۱۰^۶\,N=۰/۱۶\times ۱۰^۹\,mN=۱۶\times ۱۰^۸\,mN$$

۸۴ **۲** جنس و ارتفاع مایع درون ظرف‌ها با یک‌دیگر یکسان است، بنابراین فشار ناشی از مایع در کف ظرف‌ها با یک‌دیگر یکسان است $(P_۱=P_۲=P_۳=\rho gh)$ و هم‌چنین سطح قاعدهٔ آن‌ها نیز یکسان است، بنابراین با توجه به رابطهٔ $F=PA$، نیروی وارد از طرف مایع بر کف سه ظرف با یک‌دیگر یکسان است.



$$F_۱=F_۲=F_۳$$

۸۵ **۴** ابتدا دقت کنید که چون ظرف (۱) به تدریج باریک می‌شود (سطح مقطع آن با افزایش ارتفاع کم شده است)، حجم مایع مجازی از حجم مایع درون ظرف بیشتر بوده و نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند، بزرگ‌تر از وزن مایع درون آن است، بنابراین داریم:

$$F_۱>W_۱$$

همچنین چون در ظرف (۲) به تدریج با افزایش ارتفاع، سطح مقطع ظرف بزرگ‌تر می‌شود، حجم مایع مجازی از حجم مایع درون ظرف کم‌تر بوده و نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند، کوچک‌تر از وزن مایع است، بنابراین داریم:

$$F_۲<W_۲$$

در ادامه برای مقایسهٔ $F_۱$ و $F_۲$ داریم:

$$F=\rho ghA\Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱}=\frac{h_۲}{h_۱}\times\frac{A_۲}{A_۱}=\frac{۱۰}{۵}\times\frac{۱۲}{۲۰}=۱/۲>۱$$

بنابراین $F_۲$ بزرگ‌تر از $F_۱$ است و داریم:

$$\begin{cases} F_۲ > F_۱ \\ F_۱ > W_۱ \end{cases} \Rightarrow W_۱ < F_۱ < F_۲ < W_۲$$
$$F_۲ < W_۲$$

۸۶ ۴ با توجه به تمرین (۲۷) در درسنامه، گزینهٔ (۴) صحیح است.

۸۷ ۴ فشار ناشی از آب در یک ظرف با سطح مقطع ثابت، از رابطهٔ $\frac{W}{A}$ نیز به‌دست می‌آید. با توجه به این‌که جرم آب و سطح مقطع کف دو ظرف یکسان است، بنابراین فشار آن‌ها نیز یکسان است.

۸۸ ۴ اگر ابعاد ظرف B، دو برابر ظرف A باشد، مساحت مقطع آن ۴ برابر است.

در ادامه باتوجه به ثابت بودن مقطع ظرف، برای محاسبهٔ فشار ناشی از مایع به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_A = \frac{F_A}{A_A} = \frac{mg}{a^۲} \\ P_B = \frac{F_B}{A_B} = \frac{mg}{۴a^۲} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = ۴$$

۸۹ ۱ **روش اول:** (استفاده از رابطهٔ $F = PA$):

$$\pi \simeq ۳ \ , \ \rho = ۱۳/۶ \, gr/cm^۳ = ۱۳۶۰۰ kg/m^۳ \ , \ D = ۲cm \Rightarrow r = ۱cm = ۰/۰۱m \ , \ h = ۱۰cm = ۰/۱m$$

سطح مقطع استوانه: $A = \pi r^۲ \simeq ۳ \times ۰/۰۱^۲ = ۳ \times ۱۰^{-۴} m^۲$

فشار ناشی از جیوه: $P = \rho gh = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱ = ۱۳۶۰۰ Pa$

نیروی وارد بر کف استوانه از طرف جیوه: $F = PA = ۱۳۶۰۰ \times ۳ \times ۱۰^{-۴} = ۴/۰۸ N \simeq ۴ N$

روش دوم: نیروی وارد بر کف استوانه از طرف جیوه، برابر نیروی وزن جیوهٔ درون آن $(W = mg)$ می‌باشد، بنابراین کافی است جرم جیوه را محاسبه کنیم:

$$m = \rho V = \rho Ah = ۱۳۶۰۰ \times ۳ \times ۱۰^{-۴} \times ۰/۱ \simeq ۰/۴ kg \Rightarrow F = W = mg = ۴ N$$

تذکر: دقت شود که تساوی نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع با وزن مایع، تنها در ظرف‌هایی برقرار است که سطح مقطع آن در تمام ارتفاع ظرف ثابت است (مانند استوانه).

۹۰ ۴ **روش اول:** فشار حاصل از آب در کف استوانه به ارتفاع آب درون آن بستگی دارد و برای محاسبهٔ آن، کافی است ارتفاع آب درون استوانه را محاسبه کنیم:

سطح مقطع استوانه: $D = ۲cm \Rightarrow r = ۱cm \Rightarrow A = \pi r^۲ = \pi \times ۱^۲ = ۳/۱۴ cm^۲$

حجم آب: $V = Ah = ۱۵۷ cm^۳ \Rightarrow ۳/۱۴ \times h = ۱۵۷ \Rightarrow h = ۵۰cm = ۰/۵m$

فشار ناشی از ستون ۰/۵ متر آب: $P = \rho gh = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵ = ۵۰۰۰ Pa$

نیروی وارد بر کف ظرف از طرف آب: $F = PA = ۵۰۰۰ \times ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۴} = ۱/۵۷ N$

سطح مقطع $= A = \pi r^۲$

روش دوم: با توجه به این‌که سطح مقطع این ظرف در کل ارتفاع آن یکسان است، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف آب، برابر وزن آن می‌باشد. با توجه به رابطهٔ $P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A}$، کافی است نیروی وزن آب را محاسبه کنیم:

حجم آب: $V = ۱۵۷ cm^۳ = ۱۵۷ \times ۱۰^{-۶} \ m^۳$

نیروی وزن: $W = mg = (\rho V) \times g = (۱۰۰۰ \times ۱۵۷ \times ۱۰^{-۶}) \times ۱۰ = ۱/۵۷ N \Rightarrow F = ۱/۵۷ N$

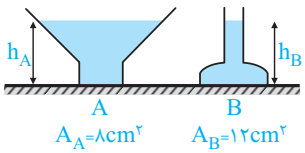
سطح مقطع استوانه: $A = \pi r^۲ = \pi \times ۰/۰۱^۲ = ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{۱/۵۷}{۳/۱۴ \times ۱۰^{-۴}} = ۵۰۰۰ Pa$

نکته: استفاده از رابطهٔ $P = \frac{W}{A}$ جهت محاسبهٔ فشار ناشی از مایع در کف ظرف، تنها در مواردی که سطح مقطع ظرف در کل ارتفاع آن یکسان است، صحیح می‌باشد (چرا؟).

همچنین دقت شود که در این تست، فشار ناشی از مایع در کف ظرف را خواسته است.

فشار وارد بر کف ظرف ناشی از مایع: $P = \frac{W}{A}$ — $P \neq \frac{W}{A}$

۹۱ **۴** ارتفاع و جنس مایع در دو ظرف زیر یکسان بوده و در نتیجه فشار ناشی از مایع داخل ظرف وارد بر ته آن‌ها نیز برابر است. در ادامه با توجه به رابطهٔ $F = PA$، در مقایسهٔ نیروی وارد شده بر کف دو ظرف می‌توان نوشت:



$$P_A = P_B = \rho gh$$

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{P_A A_A}{P_B A_B} = \frac{A_A}{A_B} = \frac{۸}{۱۲} = \frac{۲}{۳}$$

تذکر : برای محاسبهٔ نیروی وارد بر کف ظرف، کافی است تا فشار در کف ظرف را در سطح مقطع قاعدهٔ کف ظرف ضرب کنیم: $F = P \times A$

۹۲ **۳** **روش اول:** برای مقایسهٔ فشار حاصل از مایع در کف ظرف با توجه به رابطهٔ $P = \rho gh$، داریم:

$$P = \rho gh \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{h_۲}{h_۱} \xrightarrow{h_۲ = \frac{۱}{۲}h_۱} \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow$$ فشار نصف شده است.

برای مقایسهٔ نیروی واردشده از طرف مایع بر کف ظرف، داریم:

$$F = PA = \rho ghA \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{h_۲}{h_۱} \times \frac{A_۲}{A_۱} \xrightarrow[A_۲ = ۲A_۱]{h_۲ = \frac{۱}{۲}h_۱} \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{۱}{۲} \times ۲ = ۱ \Rightarrow$$ نیرو تغییر نکرده است.

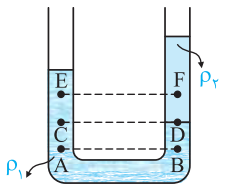
روش دوم: با نصف شدن ارتفاع مایع درون ظرف، فشار حاصل از مایع نیز در کف ظرف نصف می‌شود.

$$P = \rho g h \downarrow$$ (ρ ثابت) — برابر $\frac{۱}{۲}$ ↓ — برابر $\frac{۱}{۲}$

از طرفی نیرویی که از طرف مایع بر کف ظرف وارد می‌شود، برابر است با $F = PA$ و می‌توان نوشت:

$$F = PA = \rho gh A \Rightarrow F = \rho g h A$$ (ρ ثابت، g ثابت) — برابر $\frac{۱}{۲}$ ↓ — نیرویی که از طرف مایع به کف ظرف وارد می‌شود، ثابت می‌ماند. ⇒ برابر ۲ ↑

۹۳ **۳** با توجه به درسنامه، می‌دانیم فشار در نقاطی که در یک سطح هم‌تراز قرار گیرند، یکسان است. با توجه به این مطلب، به بررسی هر یک از گزینه‌ها می‌پردازیم:



۱) نقاط A و B هر دو در مایع به چگالی $\rho_۱$ و در ارتفاع یکسان قرار دارند، بنابراین فشار در این نقاط با هم برابر است.

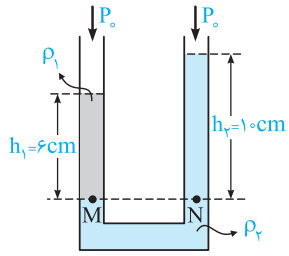
۲) مطلب بالا در مورد دو نقطهٔ C و D نیز صدق می‌کند (هر دو درون مایع با چگالی $\rho_۱$ و در یک ارتفاع قرار دارند)، در نتیجه فشار در دو نقطهٔ C و D نیز یکسان است.

۳) حال توجه کنید که در مورد دو نقطهٔ E و F، با این حال که ارتفاع این دو نقطه یکسان است ولی چون هریک در مایع جداگانه‌ای با چگالی متفاوت قرار دارند، بنابراین فشار در این دو نقطه یکسان نیست.

۴) نقاط A، C و E هر سه در یک مایع قرار داشته و نقطهٔ A در عمق بیشتری واقع است. بنابراین فشار در این نقطه (A) بیشتر از نقاط C و E است.

بنابراین گزینهٔ (۳) نادرست است.

۹۴ **۳** در شکل روبه‌رو، نقاط M و N را درنظر بگیرید. این دو نقطه هر دو متعلق به مایع (۲) بوده و در یک سطح هم‌تراز قرار دارند، بنابراین هم‌فشار هستند، حال اگر شرط مساوی بودن فشار در این دو نقطه را بنویسیم، داریم:



$$\begin{cases} P_N = P_۰ + \rho_۲ g h_۲ \\ P_M = P_۰ + \rho_۱ g h_۱ \end{cases} \xrightarrow{P_M = P_N} P_۰ + \rho_۲ g h_۲ = P_۰ + \rho_۱ g h_۱ \Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$$

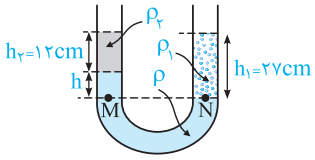
$$h_۱ = ۶cm \ , \ h_۲ = ۱۰cm \ , \ \rho_۲ = ۱۰۰۰ kg/m^۳ \ , \ \rho_۱ = ?$$

$$\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ \Rightarrow \rho_۱ \times ۶ = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \Rightarrow \rho_۱ = \frac{۵۰۰۰}{۳} kg/m^۳$$

توجه : دقت کنیم در رابطهٔ $\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$، کافی است تا واحدهای هر دو کمیت متناظر (ρها با هم و h ها با هم) یکسان باشد و نیازی به تبدیل واحد آن‌ها به واحدهای SI نداریم.

۹۵ **۲** با توجه به تمرین (۳۸) در درسنامه، گزینهٔ (۲) صحیح است.

۹۶ **۱** در شکل روبه‌رو دو نقطهٔ هم‌سطح M و N متعلق به مایع با چگالی ρ بوده و در نتیجه دارای فشار یکسانند و می‌توان نوشت:



$$P_M = P_۰ + \rho_۲ g h_۲ + \rho g h \ , \ P_N = P_۰ + \rho_۱ g h_۱$$

$$h_۲ = ۱۲cm \ , \ h_۱ = ۲۷cm \ , \ h = h_۱ - h_۲ = ۱۵cm$$

$$\rho = ۱/۲۴ gr/cm^۳ \ , \ \rho_۱ = ۱ gr/cm^۳ \ , \ \rho_۲ = ?$$

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_۲ h_۲ + \rho h = \rho_۱ h_۱ \Rightarrow \rho_۲ \times ۱۲ + ۱/۲۴ \times ۱۵ = ۱ \times ۲۷ \Rightarrow \rho_۲ = ۰/۷ gr/cm^۳$$