

# بخش اول: حالت های مختلف ماده و نیروهای بین مولکولی

- ۱- حالت های مختلف ماده
- ۲- نیروهای بین مولکولی
- ۳- خاصیت موینگی

## A زیرشاخه های بخش اول

### 1-A-1 حالت های مختلف ماده

این بحث را با یک مثال ساده شروع می کنیم، حتماً دیده اید که آب در حالت عادی به صورت مایع بوده و با گرم کردن آن، معمولاً در دمای صد درجه سلسیوس جوشیده و فرایند تبدیل شدن مایع به بخار در آن مشاهده می شود. با توجه به این مثال ساده می توان 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 پلازما می باشند که در ادامه می خواهیم برخی از ویژگی های این حالت ها را دقیق تر بررسی کنیم.



شکل بین حالت های جامد و به درجه شل شدن از شکل همزمان یخ (جامد)، آب (مایع)، هوا (گاز) و شورشیر (پلازما) مشهور دارند و به سلس اختلالی کنار هم در یک اندازگی ...

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

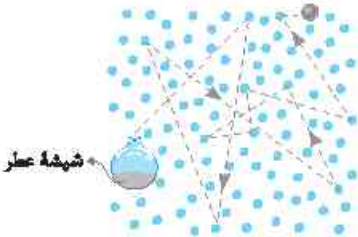
- ۱ سال های قبل در درس علوم دیدید که به هر چیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد) ماده می گوئیم.
- ۲ مواد از ذره های ریزی به نام اتم یا مولکول ساخته شده اند.
- ۳ اندازه اتم ها حدود یک تا چند آنگستروم ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ) است و اندازه مولکول ها به این بستگی دارد که از چند اتم ساخته شده باشند.
- ۴ اندازه برخی از درشت مولکول ها، مانند بسپارها (پلیمرها)، می تواند تا ۱۰۰۰ آنگستروم نیز باشد.
- ۵ ذره های سازنده مواد همواره در حرکتند و به یکدیگر نیرو وارد می کنند. حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره ها و اندازه نیروی بین آن ها بستگی دارد که در ادامه آن ها را بیشتر بررسی خواهیم کرد.

### حالت گازی

احتمالاً شنیده اید که انسان گاز اکسیژن موجود در هوا رو تنفس میکنه و گازهای دیگه رو دفع میکنه. بجز پروتئید که بسیاری از مواد به طور عاری حالت گازی دارند و تو این بخش در مورد اون بحث می کنیم ...

در حالت گازی مواد، نکات زیر جاز اهمیت است:

- ۱ گاز، ماده ای است که شکل مشخصی ندارد. در این حالت از ماده، فاصله میانگین مولکول ها از هم، نسبت به اندازه مولکول ها بسیار بیشتر است و مولکول ها می توانند آزادانه به اطراف حرکت کنند. این موضوع سبب می شود که مولکول ها با تندی زیاد به یکدیگر و یا به دیواره های ظرف برخورد کنند.
- ۲ برای درک بهتر نکته (۱)، بد نیست بدانید اندازه مولکول های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ) است، در حالی که فاصله میانگین بین آن ها در شرایط معمولی  $35 \text{ \AA}$  است.
- ۳ در اثر برخوردهای متوالی مولکول ها به یکدیگر و به دیواره ظرف، مولکول ها مرتباً تغییر جهت می دهند و یک حرکت نامنظم یا کاتوره ای برای آن ها رخ می دهد.



گازها در محیط پخش می شوند به عنوان مثال اگر در یک شیشه عطر مطابق شکل مقابل، در گوشه ای از اتاق باز شود، بعد از مدتی در اثر برخورد مولکول های هوا و عطر به یکدیگر، بوی عطر در همه اتاق احساس می شود. به این پدیده پخش می گویند.

به دلیل وجود فاصله زیاد بین مولکول ها، گازها تراکم پذیر هستند، یعنی می توان آن ها را به مقدار زیاد فشرده کرد و حجم گاز را کاهش داد.

هوای اطراف کره زمین، ترکیبی از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن دی اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی اثر (کریپتون، نشون و هلیم) است. این مولکول ها به طور کاتوره ای و با تندی زیاد همواره در حرکتند. برخورد مولکول های هوا به یکدیگر سبب پخش مولکول های اکسیژن در محیط می شود، این پدیده برای حیات روی کره 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.

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

علا برهم با به تمرین، این پدیده پیش رو بهتر بفهمیم ...

**تمرین ۱:** در هنگام پاک کردن تخته سیاه، ذرات گچ به‌طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و مطابق شکل حرکت می‌کنند. این

(کتاب درس)



حرکت نامنظم به دلیل ..... می‌باشد و در صورت عدم وجود مولکول‌های هوا، .....

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

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

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

(۴) وزن زیاد ذرات گچ - 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 گزینه (۱) صحیح است.

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

## حالت مایع

شایر شنا کردن تو آب استخر یکی از تجربیات جذاب برای شما باشد. شایر درون رنگ زیبای بهترین اتومبیل برای شما جالب باشد. همون‌طور که می‌بینید، این

حالت از موارد مایع نام دارد ...

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) فاصله ذرات سازنده مایعات تقریباً یکسان و در حدود  $10^{-10}$  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 پدیده پخش نیز در آن‌ها رخ می‌دهد (مانند پخش شدن جوهر در آب). به‌عنوان یک نکته

بسیار مهم باید بدانید که به‌دلیل تندی بیشتر مولکول‌ها در حالت گازی، پدیده پخش در گازها نسبت به مایعات سریع‌تر انجام می‌شود.

۴) نکته 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 نشان‌دهنده وجود نیروهای بین مولکولی بین آن‌ها می‌باشد. به‌همین دلیل است که مایعات تراکم‌ناپذیر محسوب می‌شوند (زیرا در فرایند متراکم کردن مایع، فاصله 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

دهانه خروجی سرنگ قرار دهید و تا جایی که می‌توانید پیستون را حرکت دهید تا هوای درون سرنگ متراکم شود. این

موضوع نشان‌دهنده 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 پیچیده‌بخش 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 سازنده 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.

علا بریم به تمرین خوب هم از این بحث با هم ببینیم ...

(کتاب درسی)

تمرین ۲: کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

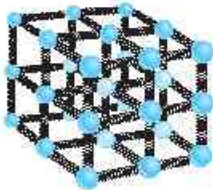
- (۱) فاصله بین مولکول‌های آب از یکدیگر، حدود  $1\text{\AA}$  است.
  - (۲) در هنگام متراکم کردن مایعات، نیرویی از نوع دافعه بین مولکول‌های آن ایجاد می‌شود.
  - (۳) نیروی جاذبه بین مولکول‌های آب، در فاصله  $2000\text{\AA}$  خود را نشان می‌دهد.
  - (۴) نیروی جاذبه در قطره آب آویزان از درخت، نمونه‌ای از جاذبه بین مولکولی است.
- پاسخ: در مورد این تمرین، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- (۱) وقتی سعی می‌کنیم فاصله بین مولکول‌های مایع را کم کنیم، نیروی دافعه بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند.
  - (۲) همین‌طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آن‌ها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطره آب آویزان از شاخه درخت نیز دیده می‌شود.
  - (۳) نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد هستند، یعنی وقتی فاصله بین مولکول‌ها چندین برابر فاصله بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد و گزینه (۳) عبارت نادرستی است.

حالت جامد

آیا تا حالا به سنگ‌های موهوم تو کنار دریا دقت کردید، به طرف‌های شیشه‌ای موهوم تو نمونه شورتون به‌طور؟ این مواد به‌طور عاری حالت جامد دارند ...

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

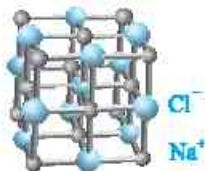
- ۱) فاصله بین مولکول‌های جامد نسبتاً ثابت است و جالب است بدانید این فاصله در جامدات نیز تقریباً مشابه مایعات و برابر  $1\text{\AA}$  است.
  - ۲) موقعیت مولکول‌ها در جامدات به دلیل وجود نیروهای الکتریکی که به هم وارد می‌کنند، ثابت است و این مواد نمی‌توانند آزادانه حرکت کنند. جالب است بدانید که در جامدات، 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 در نظر بگیرید:
- در این شکل، ذرات توسط فترهایی 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 فترها آن‌ها را به وضع تعادل برمی‌گرداند و جسم جامد، شکل و اندازه اولیه‌اش را حفظ می‌کند.



شکل نشون داده شده، عملاً به جور مرئوسازی هست که تو فصل اول روش کر کردیم. مثلاً تو این جور مرئوسازی، الکترون‌های موهوم توی جسم جامد اصلاً دره نشه و این مرئوسازی نمیتونه در موهوم موضوع فنل رسنا بورن جسم جامد در مقابل پریان الکتریکی، موهوم برای گفتن داشته باشه ...

بررسی بیشتر جامدات

جامدات خود به دو دسته بلورین و بی‌شکل تقسیم می‌شوند:



نمونه‌ای از جامدهای بلورین

سیاسیم



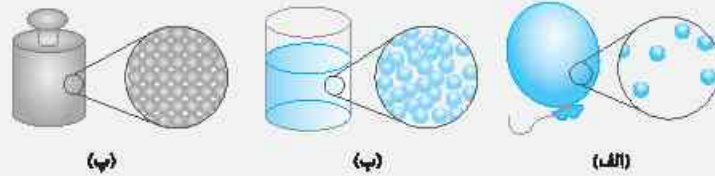
- (الف) جامدهای بلورین: اگر در اجسام جامد، مولکول‌ها به‌صورت طرح‌های منظم تکرار شوند در کنار هم قرار بگیرند، جامدهای بلورین تشکیل می‌شود. جامدهای بلورین اغلب هنگامی ایجاد می‌شوند که مایع را به آهستگی سرد کنیم. در این فرایند ذرات مایع فرصت کافی دارند که در طرح‌های منظم، خود را مرتب‌کنند. فلزها، نمک‌ها، اغلب مواد معدنی، الماس و یخ از جمله جامدهای بلورین هستند. به عنوان مثال، شکل مقابل ساختار بلورین  $\text{NaCl}$  را نشان می‌دهد که در آن، یون‌های سدیم و کلرید به صورت یک در میان در گوشه‌های مکعب قرار دارند.
- (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 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 به وجود می‌آید ماده درون ستارگان، بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لوله نلاین لامپ‌های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.

هالا بریم یا پلرلا تمرین، روی این بحث مسلط بشیم -

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



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

حرکت و انرژی	شکل	نیروی جاذبه بین مولکول‌ها	فاصله ذره‌ها	تراکم‌پذیری	
زیاد	فاقد شکل مشخص	ناچیز است.	بسیار بیشتر از ابعاد مولکول‌ها	تراکم‌پذیر است.	گاز
متوسط	به شکل ظرف در می‌آیند.	نیروی اندکی وجود دارد.	تقریباً برابر $1 \text{ \AA}$	با تقریب خوبی تراکم‌ناپذیر است.	مایع
کم	دارای شکل مشخص	نیروی زیادی وجود دارد	حدود $1 \text{ \AA}$	تراکم‌ناپذیر است.	جامد

تمرین ۳: یک قطره روغن با حجم  $7/5 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$  را بر روی سطحی چکانده و یک لکه روغن با قطر  $1 \text{ cm}$  بر روی سطح ایجاد شده است. ضخامت این لکه برابر چند آنگستروم است؟ ( $\pi = 3$ )

(تالیفی)



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

$$V_1 = 7/5 \times 10^{-5} \text{ cm}^3 \text{ ، } V_2 = \pi r^2 h = 3 \times 5^2 \times h$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow 7/5 \times 10^{-5} = 75 \times h \Rightarrow h = 10^{-6} \text{ cm} = 10^{-6} \times (10^{-3} \text{ m}) = 10^{-9} \times 10^{10} \text{ \AA} = 100 \text{ \AA}$$

(گزینه ۲)

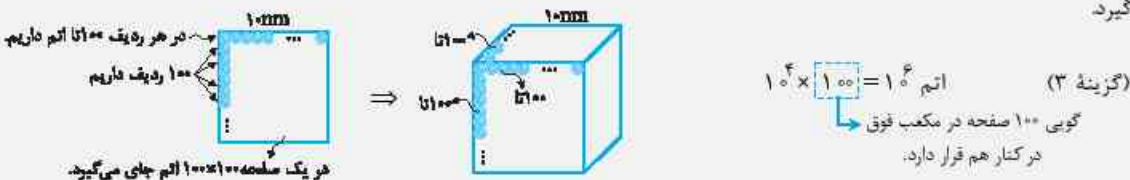
نتیجه دقت کنید که آنگستروم یک واحد بسیار کوچک برای اندازه‌گیری قطر ذرات، طول موج و ... است. ارتباط بین این واحد طول با متر به صورت زیر است:

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} \Leftrightarrow 1 \text{ m} = 10^{10} \text{ \AA}$$

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

(تالیفی)

پاسخ: ابتدا دقت شود که  $1 \text{ nm}$  (طول ضلع مکعب)  $100$  برابر قطر هر اتم است ( $10^{-10} \text{ m}$ ). با توجه به این موضوع و شکل زیر، در مجموع  $10^6$  اتم در مکعب جای می‌گیرد.



علا می‌فوییم به کم نیوتون بازی درباریم و بینیم به سری موضوعات که توی طبیعت رخ میده، ریلش پیچ ۱۶ ...

ایا 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 ماده دیگر (مولکول‌های ناهمسان)، نیروی جاذبه وجود دارد. در فیزیک به حالت اول **هم‌چسبی** و به حالت دوم **دگرچسبی** می‌گوییم.

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 فاصله 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 هر یک می‌پردازیم.

### نیروی هم‌چسبی

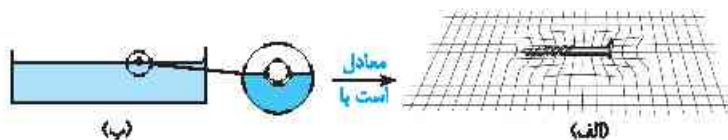
به‌طور کلی بین مولکول‌های همسان مانند مولکول‌های یک مایع یک نیروی ربایشی وجود دارد که به آن نیروی **هم‌چسبی** می‌گویند. در ادامه با مثال‌هایی مفهومی و متنوع، این نیرو را بیشتر درک خواهید کرد.

**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. به‌طور کلی، نیروهای بین مولکول‌های همسان مانند نیروهای بین مولکول‌های آب را نیروی هم‌چسبی می‌نامند. وقتی سعی می‌کنیم فاصله بین مولکول‌های مایع را کم کنیم، نیروی دافعه بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند. همین‌طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آن‌ها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطره آب آویزان از شاخه درخت دیده می‌شود. نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد هستند، یعنی وقتی فاصله بین مولکول‌ها چند برابر فاصله 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 رفتن یک غمچه 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 فاصله 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 پوسته تحت کشش رفتار می‌کند.

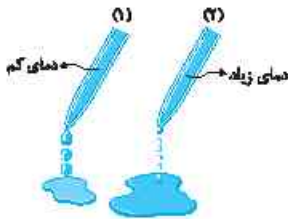
به‌طور مثال اگر یک میخ کوچک را بر روی سطح آب قرار دهید، در سطح آب یک فرورفتگی ایجاد می‌شود و کشش سطحی بین مولکول‌های آب مانع از فرورفتن میخ در آب می‌شود. این پدیده مانند نگهداری یک میخ کوچک توسط یک پارچه توری است:



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

**مثال مفهومی ۳:** اگر به یک قطره آب که از شیر می‌چکد توجه کرده باشید، مشاهده می‌کنید که قطره پس از جدا شدن از شیر، در تمام طول مسیر به‌صورت قطره باقی‌مانده (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 ربایشی 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 نیروی بردن قطرات سقوط کرده، گفته که به‌ازای یک مهم معین، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگر، کوچک‌ترین مساحت پهنی را دربره به این ترتیب سطح کره‌ای که ازادانه سقوط میکند، مانند یک پوسته کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش رو داره. باور کنید خود نیوتون هم از پیچیدگی این استدلال، قلبش به تپش میفته ☺.



**مثال مفهومی ۳:** شکل روبه‌رو، خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره‌چکان نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که با افزایش دما، ذرات روغن راحت‌تر جاری می‌شوند (اینا 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 آکه موافق باشین با دو تا تمرین، به کم این مفاهیم رو بیشتر مرور کنیم ...

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

**پاسخ:** نیروهای بین مولکولی، در محدوده چندین مولکول مجاور عمل می‌کنند. وقتی قطعه‌های یک شیشه شکسته را به یک‌دیگر نزدیک می‌کنیم، در واقع فاصله بین مولکول‌های قسمت شکسته شده مربوط به هر قطعه با قطعه دیگر، بسیار بیشتر از ابعاد یک مولکول شیشه است. هر چند با چسبان خود تصور می‌کنیم که قطعه‌های شکسته شده به هم نزدیک‌اند ولی از نظر مولکولی، فاصله بین قسمت‌های شکسته شده بسیار بیشتر از ابعاد یک مولکول است و چون نیروهای بین مولکولی در این ابعاد فاصله، عمل نمی‌کنند، لذا دو قطعه شیشه به هم نمی‌چسبند. با گرم کردن دو قطعه شیشه‌ای، نوسان مولکول‌های دو قطعه شیشه‌ای که مجاور هم قرار گرفته‌اند افزایش می‌یابد و همین سبب می‌شود تا فاصله 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 گزینه (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 ماده مختلف در تماس با یک‌دیگر قرار می‌گیرند، نیز جاذبه مولکولی در بین مولکول‌های آن‌ها ظاهر می‌شود که به آن نیروی **دگرچسبی** می‌گوییم.

**نکته:** 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، جاذبه بین مولکول‌های مشابه (همسان) است و دگرچسبی، جاذبه بین مولکول‌های نامشابه (ناهمسان).

**مفهوم گره‌چسبی، شما رو به چه موضوعی به نام ترشوندگی می‌رسونه که قبلش موضوع جالبی هست. بریم ببینیم این موضوع چیه ...**



پخش آب روی سطح شیشه

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

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 شیشه 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.

**نکته** اضافه شدن یک لایه 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 لایه روغن یا لایه 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.

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

**تمرین ۸:** در مقایسه 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 .....  
(اسنادی ریاضی ۸۷ غایب 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 لایه نازکی در ظرف B پخش می‌شود.



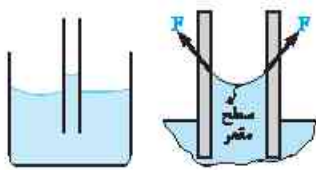
**پاسخ:** طبق صورت سؤال نیروی دگرچسبی بین دو ماده A و B بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های ماده A است. بنابراین همان‌طور که قبلاً بیان کردیم، قطره A وضعیت اولیه خود را حفظ نکرده و بر روی ظرف مسطح B پخش می‌شود. در این حالت، ماده A مطابق شکل مقابل به‌صورت لایه نازکی روی ظرف B پخش می‌شود و گزینه (۴)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

### 3-A خاصیت موینتگی

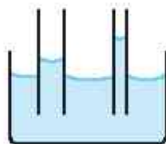
**نکته** لوله مویین و خاصیت موینتگی، از اون بهای پالاب، این فصله که فکر تون رو مسلی کار میدازه ...

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

#### آب در لوله 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 لوله نازک را در آب فرو کرده‌ایم، در اثر این موضوع، همان‌طور که در شکل مقابل نیز مشاهده می‌کنید، سطح شیشه‌ای داخلی لوله مویین **(که بیشتر از زرات آب، علاقه‌مندتره لوتا رو هراب کنه)** نیروی F را به آبی که با لوله در تماس است، وارد می‌کند و این نیرو باعث بالا رفتن آب در لوله مویین می‌شود. در این حالت سطح آب به شکل مقعر (فرورفته) درمی‌آید و عملاً آب شیشه را تر می‌کند.



**نکته** اگر چند لوله مویین شیشه‌ای با قطرهای متفاوت را درون یک ظرف آب دهیم، مولکول‌های آب به طرف داخلی لوله مویین کشیده می‌شوند و مشاهده می‌کنیم که:

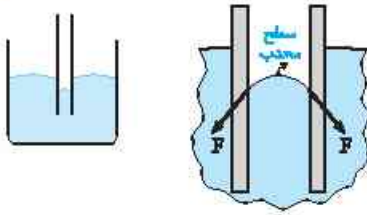
۱) آب در لوله‌های مویین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد.

شکل آب در لوله‌های مویین با قطرهای مختلف

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

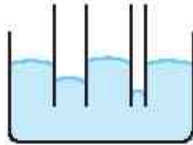
**نکته** اگر کمی فکر کنید، متوجه می‌شوید که قیراندود کردن دیوار ساختمان‌ها، عملاً برای جلوگیری از نفوذ آب در اثر خاصیت موینتگی به داخل ساختمان است.

جیوه در لوله موئین



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 لوله موئین را در درون جیوه قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که نیروی وارد شده از طرف لوله موئین بر جیوه‌ای که با لوله در تماس است، به‌صورت روبه‌رو است و این موضوع باعث می‌شود سطح جیوه درون لوله موئین، پایین‌تر از سطح جیوه داخل ظرف قرار گیرد و سطح جیوه در داخل لوله موئین به شکل برآمده یا محدب باشد.

با توجه به شکل مقابل می‌توان گفت:

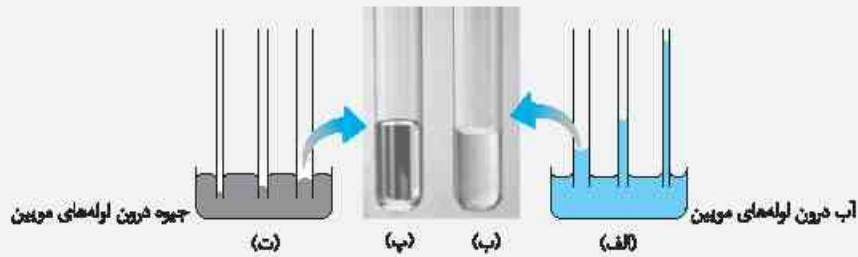


شکل جیوه در لوله‌های موئین با قطرهای مختلف

- ۱ جیوه در لوله‌های موئین مقداری بالا می‌آید ولی سطح آن، پایین‌تر از سطح جیوه داخل ظرف قرار می‌گیرد.
- ۲ مشاهده می‌شود که هر چه قطر لوله موئین کوچک‌تر باشد، ارتفاع ستون جیوه در آن نسبت به سطح ظرف پایین‌تر قرار می‌گیرد و خاصیت موئینگی تشدید می‌یابد.

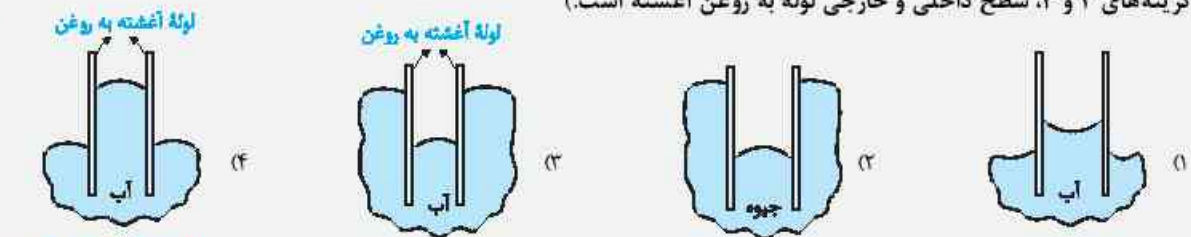
نو آدانه برای درک بهتر، به دو تا تمرین قالب توجه کنید ...

**تمرین ۱۰:** سه لوله موئین با قطرهای  $0.1\text{mm}$ ،  $0.2\text{mm}$  و  $0.3\text{mm}$  را یک بار درون آب و یک بار درون جیوه وارد می‌کنیم. مایع درون لوله‌های موئین چه وضعیتی به خود می‌گیرند؟ پاسخ: با توجه به توضیحات ارائه شده، وضعیت این سه لوله موئین درون آب و جیوه به‌صورت شکل زیر است:

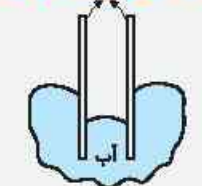


**تمرین ۱۱:** در شکل‌های زیر، لوله‌های نشان داده شده به‌صورت موئین است. کدام یک از شکل‌های نشان داده شده، صحیح نیست؟ (در گزینه‌های ۳ و ۴، سطح داخلی و خارجی لوله به روغن آغشته است.)

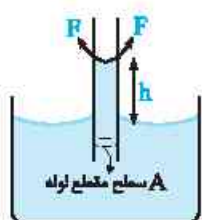
(تأیید)



لوله موئین آغشته به روغن



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



آب در لوله موئین تا جایی بالا می‌آید که نیروی دگرچسبی بین لوله موئین و آب بالا رفته، برابر با نیروی وزن آب جابه‌جا شده باشد. به‌عنوان مثال در لوله مقلد داریم:

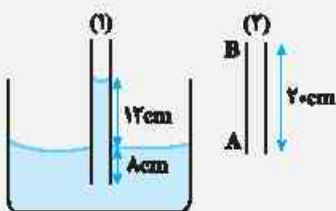
$$F = mg$$

برایند: برابرند نیروهای دگرچسبی در راستای قائم

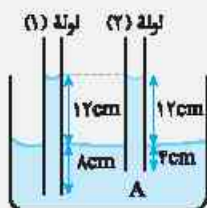


مثال ۱۳: ما را بریم با به تمرین قلبی مفهومی، بحث رو جمع‌بندی کنیم ...

**تمرین ۱۳:** مطابق شکل، لوله موئین شیشه‌ای (۱) درون آب قرار گرفته است. اگر لوله موئین شیشه‌ای (۲) با همان سطح مقطع لوله (۱) را به گونه‌ای در



آب قرار دهیم که انتهای A، به اندازه 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 لوله موئین باید ۱۲ 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 برابری نیروهای دگرچسبی با وزن مایع خنثی شود.

بنابراین آب درون لوله (۲) نیز به گونه‌ای بالا می‌آید که سطح مایع درون لوله نسبت به سطح مایع درون ظرف ۱۲ cm بالاتر قرار گیرد. بنابراین آب درون لوله (۲)، به اندازه  $4 + 12 = 16$  cm نسبت به انتهای A بالا می‌رود و گزینه (۳) صحیح است.



تکالیف خانگی آموزان عزیز

پس از مطالعه 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



در تست‌های این نماز که به صورت میکروطبقه‌بندی ارائه شده است، اولاً به طوری می‌توانید بر روی درسته‌ها 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.



بخش ۱ آشنایی با حالت‌های مختلف ماده و نیروهای بین مولکول

حالت‌های مختلف ماده

تو شروع کار می‌خوانی ویژگی‌های حالت‌های مختلف ماده رو بررسی کنیم و اونارو بیشتر بشناسیم -

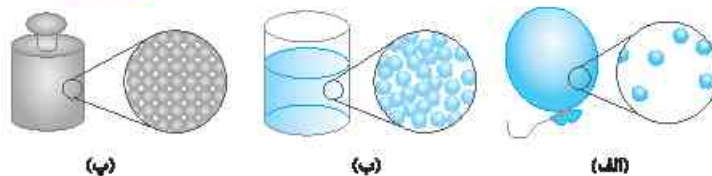
(کتاب درسی)

۱- کدام یک از عبارات‌های زیر، در مورد حالت‌های مختلف ماده نادرست است؟

- (۱) اندازه مولکول‌ها در فاز مایع، جامد و گاز، به تعداد اتم‌های تشکیل‌دهنده آن بستگی دارد.
- (۲) بزرگی اندازه مولکول‌ها از حدود  $10^{-10}$  Å برای مولکول‌های کوچک، تا  $10^{-5}$  Å 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، فاصله 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)



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

(سؤالات امتحانی)

۳- قطر مولکول در جسم جامدی برابر  $3 \times 10^{-10}$  m است. چه تعداد از این مولکول را در کنار هم قرار دهیم تا طول آن ۶ cm شود؟

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

(تألیفی)

۴- یک قطره روغن با حجم  $7/5 \times 10^{-5}$  cm<sup>3</sup> را بر روی سطحی چکانده و یک لکه روغن با قطر ۱۰ cm بر روی سطح ایجاد شده است. ضخامت این لکه برابر چند آنگستروم است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱) ۱۰
- (۲) ۱۰۰
- (۳) ۳۰
- (۴) ۳۰۰

(کتاب درسی)

۵- در جامدهای ..... مولکول‌ها در طرح نامنظمی قرار دارند و این جامدها، از سرد کردن ..... یک مایع به دست می‌آیند.

- (۱) بلورین - آهسته
- (۲) بی‌شکل - آهسته
- (۳) بلورین - سریع
- (۴) بی‌شکل - سریع

(کتاب درسی)

۶- هر یک از جامدهای نمک طعام، شیشه و الماس به ترتیب چه نوع جامدی محسوب می‌شوند؟

- (۱) بلورین - بی‌شکل - بی‌شکل
- (۲) بلورین - بلورین - بلورین
- (۳) بی‌شکل - بی‌شکل - بلورین
- (۴) بلورین - بی‌شکل - بلورین

(کتاب درسی)

۷- پخش شدن بوی عطر در فضای یک اتاق و پخش شدن چند قطره جوهر در یک لیوان آب، نشان‌دهنده چیست؟

- (۱) برخورد مولکول‌های هوا و آب به ذرات عطر و جوهر
- (۲) فاصله کم بین مولکول‌های هوا و آب
- (۳) برخورد زیاد مولکول‌های عطر و جوهر به یکدیگر
- (۴) دمای کم هوا و آب

(کتاب درسی)

۸- پدیده پخش، در کدام دسته از مواد با سرعت بیشتری انجام می‌شود؟

- (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؟

(کتاب درسی)

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

- (۱) نمک - کاتوره‌ای و نامنظم - آب
- (۲) آب - کاتوره‌ای و نامنظم - نمک
- (۳) نمک - منظم - آب
- (۴) آب - منظم - نمک

☆ ۱۰- هنگامی که یک لیوان پر از آب را کج می‌کنیم، آب به‌راحتی از آن می‌ریزد. این مشاهده ما را به این نتیجه می‌رساند که مولکول‌های مایع:

- (۱) بر روی هم می‌لغزند  
(۲) با آزادی کامل به هر سمتی حرکت می‌کنند. (سراسری تجربی، ۸۸)  
(۳) در اطراف مکان خود حرکت نوسانی دارند.  
(۴) در شبکه منظم با اتم‌های مجاور جایگاه ثابتی دارند.

☆ ۱۱- اگر برای یک ماده معین، متوسط اندازه 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 رابطه زیر معمولاً صحیح است؟ (سراسری قیل از ۸۰)

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

(سوالات امتحانی)

☆ ۱۲- کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

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

☆ ۱۳- بین دو مولکول از یک ماده، به ترتیب در فاصله خیلی کم چه نیرویی ایجاد می‌شود و در فاصله زیادتر از هم چه نیرویی ایجاد می‌شود؟

(سراسری ریاضی ۸۶ و ۹۰، شاره از کشف)

(فاصله‌های ذکرشده در حد مولکولی است.)

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

(سراسری ریاضی، ۸۳)

☆ ۱۴- کدام عامل مایع‌ها را تقریباً تراکم‌ناپذیر می‌کند؟

- (۱) وجود پیوندهای یونی بین مولکولی  
(۲) نیروی جاذبه بین مولکول‌ها در فواصل نزدیک  
(۳) نیروی رانشی بین مولکول‌ها در فواصل خیلی نزدیک  
(۴) آزاد بودن مولکول‌های مایع در جبهه‌جایی بین مولکولی

🔗 **تو درامه کار، چند تا سوال براتون آوریم که توشون به سری بهای طالب مطرح شده که توی کتاب درسیتون هست ...**

(کتاب درسی)

☆ ۱۵- کدام یک از گزینه‌های زیر، حالات ماده را نادرست بیان کرده است؟

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

(کتاب درسی)

☆ ۱۶- حالت پلازما ..... در دماهای ..... به وجود می‌آید و ..... نمونه‌ای از آن می‌باشد.

- (۱) همواره - خیلی بالا - آتش      (۲) همواره - خیلی کم‌تر و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها بیشتر است.  
(۳) اغلب - خیلی بالا - آذرخش      (۴) اغلب - خیلی پایین - آتش

☆ ۱۷- با توجه به شکل مقابل که وضعیت روغن را در دمای مختلف نشان می‌دهد، کدام یک 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 زیرشلفه، سوالاتی مربوط به نیروهای هم‌چسبی، دگرچسبی و کشش سطحی رو آوریم -**

(برگرفته از کتاب درسی)

☆ ۱۸- منظور از دگرچسبی، کدام یک از نیروهای زیر است؟

- (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 ماده مجاور می‌کشد.

(سراسری ریاضی ۸۷، با تغییر)

۱۹- کشش سطحی در مایع‌ها، حاصل کدام است؟

(۲) تأثیر نیروی گرانش زمین بر مایع

(۱) نیروهای ایجاد شده از نوع هم‌چسبی بین مولکول‌ها

(۴) نیروی رانشی بین مولکول‌هایی است که خیلی به هم نزدیک شده‌اند.

(۳) فشاری است که از طرف هوا بر مایع وارد می‌شود.

۲۰- عامل نگهدارنده سوزن فولادی کوچک روی آب نیروی ..... و ماهیت آن نیروی ..... می‌باشد که به دلیل ..... بودن فاصله

(سوالات امتحانی)

مولکول‌ها در سطح آب نسبت به درون آب، ایجاد می‌شود.

(۲) اصطکاک - الکتریکی - کم‌تر

(۱) کشش سطحی - گرانشی - کم‌تر

(۴) اصطکاک - گرانشی - بیشتر

(۳) کشش سطحی - الکتریکی - بیشتر

(سراسری ریاضی ۸۵)

۲۱- یک تیغ از پهنا می‌تواند روی آب شناور شود زیرا ..... .

(۲) جرم تیغ بسیار کم است.

(۱) حجم تیغ بسیار کم است.

(۴) در سطح آب کشش سطحی وجود دارد.

(۳) چگالی تیغ کم‌تر از چگالی آب است.

۲۲- با بزرگ‌تر شدن جرم قطره آب چسبیده شده به یک برگ، سرانجام این قطره آب، از آب موجود بر روی برگ جدا می‌شود. کدام یک از

(سوالات امتحانی)

گزینه‌های زیر، در مورد این رخداد درست است؟

(۱) در لحظه جدا شدن قطره، نیروی دافعه بین مولکولی ایجاد می‌شود.

(۲) در لحظه جدا شدن قطره، نیروی وزن قطره از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها بیشتر می‌شود.

(۳) در لحظه جدا شدن قطره، نیروی وزن قطره از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌ها بیشتر می‌شود.

(۴) در لحظه 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

(سراسری ریاضی ۸۶، غار از کشور، با تغییر)

مولکول‌های A باشد، مایع A .....

(۲) دیگر از ظرف B جدا نمی‌شود.

(۱) ظرف B را تر نمی‌کند.

(۴) به صورت لایه نازکی در ظرف B پخش می‌شود.

(۳) به صورت گلوله در ظرف B باقی می‌ماند.

۲۴- وقتی یک قطره آب را روی شیشه تمیزی می‌ریزیم، آب روی سطح شیشه پخش شده و شیشه را تر می‌کند. علت کدام است؟

(سراسری فیزیک ۸۰)

(۱) مایعات تمایل دارند که سطح تماس بزرگ‌تری داشته باشند.

(۲) جاذبه زمین مولکول‌های آب را کشیده و پخش می‌کند.

(۳) نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب، بزرگ‌تر از نیروی جاذبه 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

(سراسری فیزیک ۸۰)

(شیشه را تر نمی‌کند). علت چیست؟

(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 قطره کوچک آب روی سطح شیشه‌ای چرب شده بریزیم، آب ..... زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و روغن

(برگرفته از کتاب درسی)

..... از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است.

(۲) به صورت گروی درمی‌آید - کم‌تر از

(۱) به صورت گروی درمی‌آید - بیشتر از

(۴) روی سطح پهن می‌شود - کم‌تر از

(۳) روی سطح پهن می‌شود - بیشتر 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

(برگرفته از کتاب درسی)

می‌رود. علت این موضوع چیست؟

(۲) زیاد شدن خاصیت هم‌چسبی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی

(۱) کم شدن خاصیت دگرچسبی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی

(۴) زیاد شدن خاصیت کشش سطحی در اثر اضافه کردن مایع ظرف‌شویی

(۳) کم 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 می‌چسبند، زیرا نیروهای ..... بین مولکول‌های آب .....  
از نیروهای ..... بین مولکول‌های آب و قلم مو است.

(پرگفته از کتاب درسی)

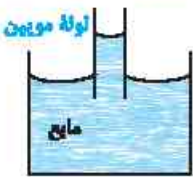


- (۱) دگرچسبی - بیشتر - هم‌چسبی
- (۲) دگرچسبی - کم‌تر - هم‌چسبی
- (۳) هم‌چسبی - بیشتر - دگرچسبی
- (۴) هم‌چسبی - کم‌تر - دگرچسبی

## خاصیت موئینگی و لوله موئین

مثلا تو ارامه کار، می‌توانیم خاصیت‌های هم‌چسبی و دگرچسبی رو ربط بدم به بحث لوله‌های موئین و بالا رفتن آب و پیوه نوی اون ...

(سراسری ریاضی ۸۵ شارع از کشور)

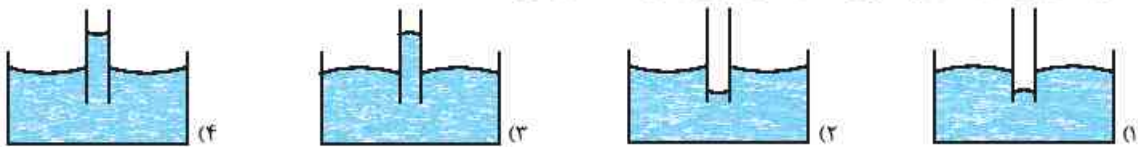


۲۹- از مشاهده آزمایش روبه‌رو، به کدام نتیجه می‌توان دست یافت؟

- (۱) در سطح مایعات کشش سطحی وجود دارد.
- (۲) چگالی لوله موئین 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.

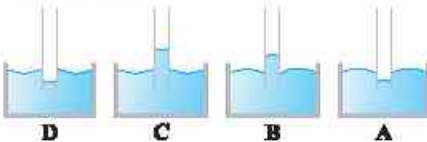
(سراسری تجربی ۸۳)

۳۰- کدام شکل، وضعیت آب را در لوله شیشه‌ای موئین درست نشان می‌دهد؟



۳۱- اگر یک لوله موئین را که دو طرف آن باز است، به‌طور قائم در جیوه فرو ببریم، به صورت کدام‌یک از شکل‌های زیر درمی‌آید؟

(سراسری تجربی ۹۹ شارع از کشور)



- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)

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

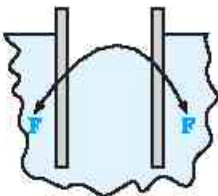
(کتاب درسی)

- (۱) در سطوح مختلف و همه بالاتر از سطح آب ظرف به گونه‌ای که در لوله نازک‌تر بیشتر بالا می‌رود.
- (۲) در سطوح مختلف و همه پایین‌تر از سطح آب ظرف به گونه‌ای که در لوله 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 لوله ضخیم‌تر بیشتر بالا می‌رود.

۳۳- شکل روبه‌رو، می‌تواند نشان‌دهنده لوله شیشه‌ای تمیز در درون ..... باشد که در آن نیروی هم‌چسبی

(سراسری ریاضی ۹۷ شارع از کشور)

..... از نیروی دگرچسبی است و مایع سطح شیشه را .....  
.....



- (۱) جیوه - کم‌تر - تر نمی‌کند
- (۲) آب - کم‌تر - تر می‌کند
- (۳) جیوه - بیشتر - تر نمی‌کند
- (۴) آب - بیشتر - تر می‌کند

۳۴- لوله شیشه‌ای باریکی را که دو انتهای آن باز است، به‌طور عمودی تا نیمه وارد مایع درون ظرفی می‌کنیم. اگر نیروی دگرچسبی بیشتر

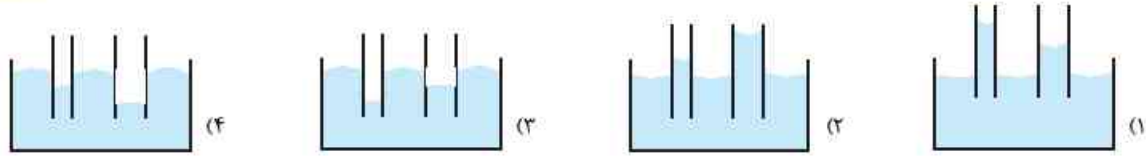
از نیروی هم‌چسبی باشد، سطح مایع درون لوله ..... از سطح مایع درون ظرف قرار می‌گیرد و سطح مایع در لوله به‌صورت ..... درمی‌آید.

(سراسری تجربی ۹۴ شارع از کشور)

- (۱) پایین‌تر - فرو رفته
- (۲) پایین‌تر - برآمده
- (۳) بالاتر - فرو رفته
- (۴) بالاتر - برآمده

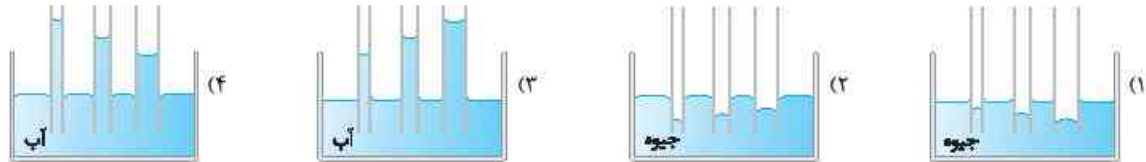
(سؤالات امتحانی)

۳۵☆ - کدام یک از شکل‌های زیر، نحوه قرارگیری آب در درون لوله موئین را درست نمایش می‌دهد؟



(سرآزمی تهری ۹۹)

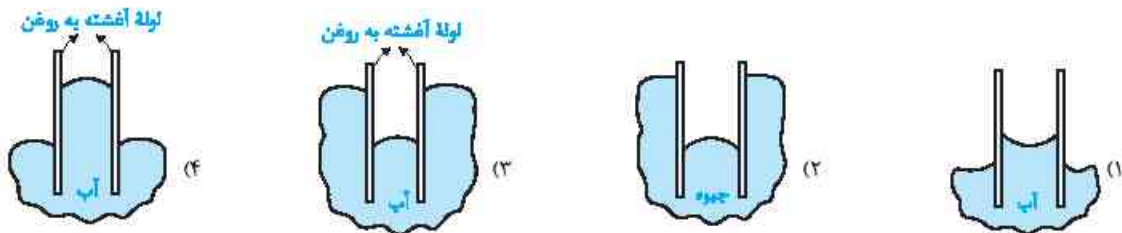
۳۶☆ - کدام یک از شکل‌های زیر، خاصیت موئینگی در لوله‌های شیشه‌ای را درست نشان داده است؟



۳۷☆ - در شکل‌های زیر، لوله‌های نشان داده شده به صورت موئین است. کدام یک از شکل‌های نشان داده شده، صحیح نیست؟ (در شکل‌های

گزینه‌های ۳ و ۴، سطح داخلی و خارجی لوله به روغن آغشته است.)

(تالیفی)



شاخته ۲ آشنایی با نحوه محاسبه فشار و نیرو در جامدات و مایعات

محاسبه فشار در جامدات (مروری بر علوم نهم)

تو لاین زیرشاهه می‌خواهیم این موضوع رو بخونیم که وقتی به جسم رو روی به سطحی می‌ذاریم، چه فشاری به سطح وارد میشه ...

(کتاب درس)

۳۸ - کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- ۱) فشار وارد بر یک سطح، معادل با اندازه 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 پاشنه نوک‌تیز فشار و نیروی بیشتری نسبت به یک کفش با پاشنه پهن بر کف چوبی یک اتاق وارد می‌کند.

(سرآزمی ریاضی، ۱۴۰۰ شارع از کشور)

۳۹☆ - یکای فرعی فشار کدام است؟

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

(سؤالات امتحانی)

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

- ۱)  $10^0$       ۲)  $10^2$       ۳)  $10^{-1}$       ۴)  $10^{-2}$

۴۱☆ - مکعبی چوبی به ضلع ۲۰ cm روی کف اتاق قرار دارد. هنگامی که شخصی به وزن  $800N$  روی مکعب می‌ایستد، فشاری که از طرف

(سرآزمی ریاضی، ۸۷)

شخص بر کف اتاق وارد می‌شود، چند کیلوپاسکال است؟

- 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 ۱۰ cm در ۱۰ cm

(سؤالات امتحانی)

باشد، فشار وارد بر سطح افقی توسط اتومبیل چند پاسکال است؟ ( $g = 10 N/kg$ )

- ۱)  $1.56 \times 10^4$       ۲)  $25 \times 10^4$       ۳)  $6.25 \times 10^4$       ۴)  $2.5 \times 10^4$

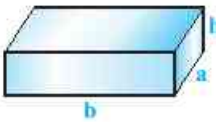
۴۳☆ دو استوانه توپر و هم‌وزن A و B روی سطح افقی کنار هم قرار دارند. اگر شعاع قاعده استوانه B، دو برابر شعاع قاعده استوانه A باشد، فشار حاصل از استوانه A چند برابر فشار حاصل از استوانه B است؟ (سراسری ریاضی ۹۳)

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

۴۴☆ دو استوانه 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' به طور 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 غارغ از کشور، با تغییر)

(۱)  $\frac{\rho h'}{\rho' h}$  (۲)  $\frac{\rho r'^2}{\rho' r^2}$  (۳)  $\frac{\rho h}{\rho' h'}$  (۴)  $\frac{\rho r^2}{\rho' r'^2}$

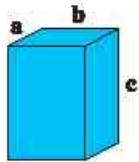
۴۵ در شکل مقابل مکعب مستطیلی با چگالی ρ و با ابعاد نشان داده شده، بر روی یک سطح افقی قرار دارد. فشار وارد شده از طرف مکعب مستطیل بر سطح افقی کدام است؟ (تألیفی)



(۱) ρga (۲) ρgb (۳) ρgh (۴) ρg  $\frac{h}{ab}$

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

(۱) ۱/۶ × ۱۰<sup>۵</sup> (۲) ۴ × ۱۰<sup>۵</sup> (۳) ۱/۶ × ۱۰<sup>۳</sup> (۴) ۴ × ۱۰<sup>۳</sup>



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 غارغ از کشور)

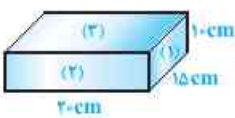
(۱) ۱/۵ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۶

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

(۱) ۵۴۰۰۰ (۲) ۲۷۰۰۰ (۳) ۵۴۰۰ (۴) ۲۷۰۰۰

۴۹☆ ابعاد یک مکعب مستطیل به ترتیب 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<sup>۴</sup> پاسکال است. جرم جسم برابر است با: (g = ۱۰m/s<sup>۲</sup>) (سوالات امتحانی)

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

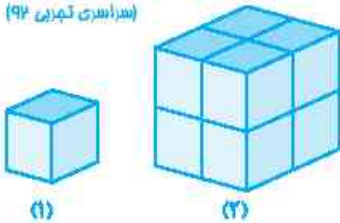


۵۰ آجری به ابعاد ۱۰cm و ۱۵cm و ۲۰cm مطابق شکل در اختیار داریم. سطح مقداری ماسه نرم را صاف کرده و

آجر را یک‌بار از وجه (۱) ۱۰ × ۱۵ cm<sup>۲</sup> یک‌بار از وجه (۲) ۱۰ × ۲۰ cm<sup>۲</sup> و بار دیگر از وجه (۳) ۲۰ × ۱۵ cm<sup>۲</sup> بر روی ماسه قرار می‌دهیم. کدام رابطه در مقایسه مقدار فرورفتگی آجر در ماسه درست است؟ (تألیفی)

(۱) (۱) < (۲) < (۳) (۲) (۱) < (۲) < (۳) (۳) (۱) < (۲) < (۳) (۴) نمی‌توان اظهار نظر 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

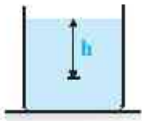
۵۲☆ مطابق شکل دو آجر با ابعاد و جنس مشابه، بر روی یک سطح افقی قرار گرفته‌اند و در آجر سمت راست ۸ سوراخ ایجاد شده است. اگر فشار متوسط وارد بر سطح توسط این دو آجر به ترتیب P<sub>۱</sub> و P<sub>۲</sub> باشد، کدام گزینه صحیح است؟ (تألیفی)



(۱) P<sub>۲</sub> > P<sub>۱</sub> (۲) P<sub>۲</sub> < P<sub>۱</sub> (۳) P<sub>۲</sub> = P<sub>۱</sub> (۴) به مساحت سوراخ‌ها بستگی دارد.

فشار مایعات

تا حالا غشاری که به جسم پامبر وارد می‌کنه رو به‌دست آوریم، حالا بریم سراغ فشاری که به مایع وارد می‌کنه و عوامل موثر بر روی اون ...



(کتاب درسی)

۵۳- در شکل روبه‌رو فشار در عمق  $h$  درون مایع به کدام عامل بستگی ندارد؟

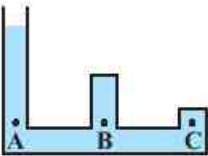
- (۱) اندازه  $h$  (۲) فشار هوا (۳) چگالی مایع (۴) سطح مقطع ظرف

(تالیفی)

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



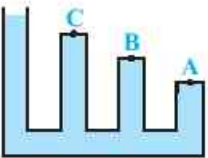
۵۵- در ظرفی مطابق شکل، آب ریخته شده است. فشار در نقاط  $A$ ،  $B$  و  $C$  را به ترتیب با  $P_A$ ،  $P_B$  و  $P_C$  نشان می‌دهیم. کدام رابطه زیر صحیح است؟



(بر اساسی قیل از ۸۰)

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

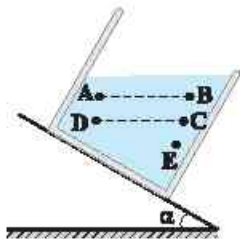
۵۶- در ظرفی مطابق شکل، آب ریخته شده است. در مقایسه فشار در نقاط  $A$ ،  $B$  و  $C$ ، کدام گزینه صحیح است؟



(تالیفی)

- (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؟



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،  $g = 10 \text{ N/kg}$  و فشار هوا در محل  $10^5 \text{ Pa}$  است.)

(سؤالات امتحانی)

- (۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۵ (۴) ۷

(بر اساسی تهری ۸۹)

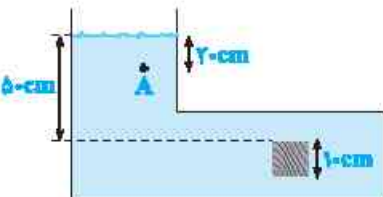
۵۹- در شکل مقابل، فشار در نقطه  $B$  چند برابر فشار در نقطه  $A$  است؟



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

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

۶۰- مطابق شکل، مکعبی به طول ضلع ۱۰ cm درون مایعی در حال تعادل است. اگر فشار در بالا و پایین مکعب به ترتیب برابر  $110 \text{ kPa}$  و  $112 \text{ kPa}$  باشد، فشار در نقطه  $A$  برابر چند کیلوپاسکال است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



(تالیفی)

- (۱)  $1.04 \times 10^3$  (۲)  $1.02 \times 10^3$  (۳)  $1.04$  (۴)  $1.02$



☆ 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  $1000 \text{ kg/m}^3$  و  $g = 10 \text{ N/kg}$  است. فشار هوا  $10^5 \text{ Pa}$  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  $10^5 \text{ Pa}$  بگیرید.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  و چگالی آب دریا  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

(سراسری قبل از ۸۰)

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

☆ ۶۳- فشار وارد بر کف دریاچه‌ای  $2/4 \times 10^5$  پاسکال و فشار هوا در این محل  $9 \times 10^4$  پاسکال می‌باشد. اگر جرم حجمی آب دریاچه  $1000 \text{ kg/m}^3$  و  $g = 10 \text{ N/kg}$  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  $1/76$  اتمسفر است. چگالی این مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ (فشار هوا در محل،  $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$  و  $g = 10 \text{ m/s}^2$  است.)

(سراسری ریاضی ۸۹)

(۱) ۷۹۵ (۲) ۷۱۲ (۳) ۹۱۵ (۴) ۷۷۲

☆ ۶۵- در مکانی که فشار هوا  $1/26 \times 10^5 \text{ Pa}$  است، اگر از عمق ۱۰ سانتی‌متری مایعی، به عمق ۵۳ سانتی‌متری برویم، فشار  $1/5$  برابر می‌شود. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

(سراسری تجربی ۱۴۰۰)

(۱) ۲۱۵ (۲) ۲۱۶ (۳) ۱۳۱۵ (۴) ۱۳۱۸

☆ ۶۶- اگر در عمق ۵ سانتی‌متری مایعی، فشار  $100$  کیلوپاسکال و در عمق ۲۰ سانتی‌متری آن، فشار  $106$  کیلوپاسکال باشد، فشار هوا در محیط چند کیلوپاسکال است؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

(سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

(۱) ۹۶ (۲) ۹۷ (۳) ۹۸ (۴) ۹۹

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

(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  $1/9 \text{ m}$  با فرض این‌که چگالی خون  $10^3 \text{ kg/m}^3$  باشد، تقریباً چند پاسکال است؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

(کتاب درسی)

(۱)  $1/8 \times 10^4$  (۲)  $1/8 \times 10^5$  (۳)  $3 \times 10^4$  (۴)  $3 \times 10^5$

🔗 **توجه:** در هر سه ظرف تا ارتفاع یکسان آب ریخته شده است. فشار اعمال شده بر کف کدام ظرف بزرگ‌تر است؟

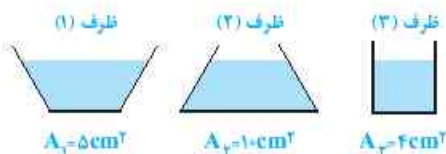
(تألیفی)

(۱) ظرف (۱)

(۲) ظرف (۲)

(۳) ظرف (۳)

(۴) در هر سه ظرف یکسان است.



(آزمون‌های سراسری ۹۵)

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

(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 قاعده یکی از دو ظرف دو برابر ارتفاع و سطح قاعده دیگری است را از یک مایع پر می‌کنیم. اگر 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)  $1/2$  (۳) ۴ (۴) ۲

۷۲- در ظرف A تا ارتفاع h مایعی به چگالی ρ و در ظرف B تا ارتفاع  $\frac{5}{4}h$  مایعی به چگالی  $\frac{4}{5}\rho$  موجود است. نسبت فشار کل وارد بر

(سراسری قبل از ۸۰)

کف ظرف‌ها  $\left(\frac{P_A}{P_B}\right)$  کدام است؟

۱ (۱)	$\frac{4}{5}$ (۲)	$\frac{25}{16}$ (۳)	$\frac{16}{25}$ (۴)
-------	-------------------	---------------------	---------------------

۷۳- در شکل زیر، سه مایع مخلوط‌نشده با چگالی‌های مشخص، قرار دارد و ارتفاع هر لایه از مایع‌ها ۲۰ cm است. اگر  $AB = 40\text{ cm}$  و

(سراسری تیزری ۹۹ غارچ از کشف)

$BC = 10\text{ cm}$  باشد، اختلاف فشار بین دو نقطه A و B چند پاسکال است؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )



$\rho_1 = 1\text{ kg/cm}^3$

$\rho_2 = 2\text{ kg/cm}^3$

$\rho_3 = 3\text{ kg/cm}^3$

۱۶۰۰ (۱)

۲۶۰۰ (۲)

۳۸۰۰ (۳)

۴۸۰۰ (۴)

### مسائل مربوط به فشار معادل و بحث در مورد سانی متر جیوه

۷۴- چه ارتفاعی از آب بر حسب متر، فشاری برابر با ۱۵۰ میلی‌متر جیوه دارد؟ (چگالی آب و جیوه به ترتیب  $1000\text{ kg/m}^3$  و  $13600\text{ kg/m}^3$  است.)

(سراسری ریاضی ۸۸)

۸/۰۲ (۴)

۲/۰۴ (۳)

۱/۵۰ (۲)

۰/۱۵ (۱)

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

(تالیفی)

با  $13.6\text{ gr/cm}^3$  است.)

۱/۳۶ cm (۲)

۱۳/۶ cm (۱)

(۴) بستگی به سطح کف حوض دارد.

۱ cm (۳)

۷۶- فشار ناشی از مایعی برابر ۸۱/۶ کیلو پاسکال اندازه‌گیری شده است. این فشار معادل با چند سانتی‌متر جیوه است؟

(سؤالات امتحانی)

( $g = 10\text{ m/s}^2$ ,  $13.6\text{ gr/cm}^3 =$  چگالی جیوه)

۱۶۰ (۴)

۸۰ (۳)

۶۰ (۲)

۵۰ (۱)

۷۷- اگر در مکانی، فشار هوا برابر ۷۶ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار در عمق ۱۳۶ سانتی‌متری آب رودخانه چند سانتی‌متر جیوه است؟

(سراسری ریاضی ۹۳ و ۸۹ غارچ از کشف)

( $\rho_{\text{آب}} = 1000\text{ kg/m}^3$  و  $\rho_{\text{جیوه}} = 13600\text{ kg/m}^3$ )

۹۶ (۴)

۹۲ (۳)

۸۶ (۲)

۸۲ (۱)

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

(سراسری قبل از ۸۰)

است؟ (چگالی مایع و جیوه به ترتیب  $3/4$  و  $13.6$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است،  $g = 10\text{ m/s}^2$ )

۲۲۵ (۴)

۲۰۰ (۳)

۱۷۵ (۲)

۱۲۵ (۱)

۷۹- در عمق ۲ متری یک طرف فشار کل ۱۰۰ سانتی‌متر جیوه است. اگر فشار هوا در محل آزمایش ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، در عمق

(تالیفی)

۸ متری این طرف فشار کل چند سانتی‌متر جیوه خواهد بود؟

۲۰۰ (۴)

۱۷۵ (۳)

۱۵۰ (۲)

۳۰۰ (۱)

۸۰- در یک لوله استوانه‌ای که مساحت قاعده آن  $5\text{ cm}^2$  است،  $136\text{ گرم جیوه}$  و  $136\text{ گرم آب}$  می‌ریزیم. اگر چگالی جیوه و چگالی آب

(سراسری ریاضی ۹۹)

به ترتیب  $13.6\text{ gr/cm}^3$  و  $1\text{ gr/cm}^3$  باشد، فشار در ته لوله چند پاسکال است؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ ,  $P_0 = 76\text{ cmHg}$ )

۱۰۸/۸ (۳)

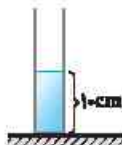
۵۴۴۰۰ (۲)

۵۴/۴ (۱)

۸۱- مطابق شکل، در یک استوانه بلند به سطح مقطع  $20\text{ cm}^2$  تا ارتفاع  $10\text{ cm}$  از یک مایع به چگالی  $1250\text{ گرم بر لیتر}$  قرار دارد و فشار در

ته لوله  $P_1$  است. چند سانتی‌متر مکعب از مایع دیگری به چگالی  $800\text{ گرم بر لیتر}$  به مایع داخل لوله اضافه کنیم، تا فشار در ته لوله

به  $1/2 P_1$  برسد؟ ( $P_0 = 76\text{ cmHg}$ ,  $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6\text{ gr/cm}^3$  و  $g = 10\text{ N/kg}$ )



۲۵۶/۲۵ (۲)

۵۱/۲۵ (۱)

۲۵۶۲/۵ (۴)

۵۱۲/۵ (۳)

## نیروی وارد بر کف ظرف

تا این‌های کلمه فشاری که به مایع بر سه طرف وارد می‌گردد، حالا ببینیم این مایع چه نیرویی رو به کف ظرف وارد می‌کنه ...

(کتاب درسی)

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

- (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

(آزمون‌های سراسری گاه)

می‌کند، به صورت نمادگذاری علمی چند میلی نیوتون است؟

(۱)  $1/6 \times 10^4$  (۲)  $1/6 \times 10^5$

(۳)  $3/2 \times 10^4$  (۴)  $3/2 \times 10^5$

۸۴- در شکل‌های مقابل، جنس مایعات درون ظرف‌ها، ارتفاع آن‌ها و سطح قاعده کف ظرف‌ها یکسان و

نیروی وارد از طرف مایع بر کف ظرف‌ها به ترتیب  $F_1$  و  $F_2$  و  $F_3$  می‌باشد. کدام رابطه صحیح

(سراسری قبل از ۸۰)

است؟

(۱)  $F_2 > F_1 > F_3$  (۲)  $F_1 = F_2 = F_3$

(۳)  $F_2 > F_3 > F_1$  (۴)  $F_3 > F_2 > F_1$

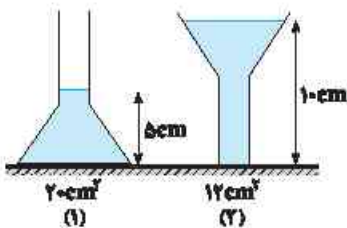
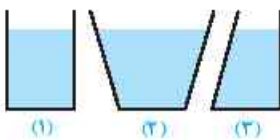
۸۵- در ظرف‌های شکل مقابل، آب وجود دارد. اگر اندازه نیروی وارد بر کف ظرف‌های (۱) و (۲) از طرف

آب به ترتیب  $F_1$  و  $F_2$  باشد و وزن آب درون ظرف‌های (۱) و (۲) به ترتیب  $W_1$  و  $W_2$  باشد، کدام

مقایسه صحیح است؟

(۱)  $F_1 < F_2 < W_1 < W_2$  (۲)  $W_1 < W_2 < F_2 < F_1$

(۳)  $W_2 < F_2 < F_1 < W_1$  (۴)  $W_1 < F_1 < F_2 < W_2$



۸۶- استوانه A پر 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

استوانه B نصف ابعاد استوانه A باشد و آن را هم پر از آب کنیم، نیرو و فشار مورد نظر به ترتیب  $F_B$  و  $P_B$  می‌شود، نسبت‌های  $\frac{F_A}{F_B}$

(سراسری ریاضی ۹۴)

و  $\frac{P_A}{P_B}$  به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

(۱) ۲ و ۲ (۲) ۲ و ۴ (۳) ۸ و ۸ (۴) ۲ و ۸

۸۷- مکعبی به ضلع ۶۰ cm پر از آب است. اگر همه آب این مکعب را درون استوانه‌ای که مساحت قاعده آن ۰/۳۶ مترمربع است بریزیم،

(سراسری تیزرین ۹۷)

فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می‌کند، چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می‌کند؟

(۱)  $\pi$  (۲)  $\frac{\pi}{2}$  (۳)  $\sqrt{2}$  (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 استوانه B جیوه می‌ریزیم.

فشاری که آب بر کف ظرف A وارد می‌کند، چند برابر فشاری است که جیوه بر کف ظرف B وارد می‌کند؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \text{ kg/m}^3$ )

(سراسری تیزرین ۹۷ غار از کشته)

(۱)  $\frac{1}{136}$  (۲)  $\frac{1}{4}$  (۳)  $\frac{13}{6}$  (۴) ۴

۸۹- یک لوله استوانه‌ای قائم تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از جیوه پر شده است. اگر قطر داخلی لوله ۲ cm باشد، نیرویی که از طرف جیوه بر ته

(سراسری ریاضی ۸۸ غار از کشته)

لوله وارد می‌شود، تقریباً چند نیوتون است؟ ( $\pi = 3$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\rho = 13600 \text{ kg/cm}^3$ )

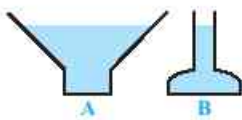
(۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۲۴

۹۰- قطر داخلی استوانه بلندی ۲ cm است. اگر آن را به‌طور قائم نگه‌داشته و ۱۵۷ cm<sup>۳</sup> آب در آن بریزیم، نیروی وارد بر کف ظرف و فشار حاصل

(سراسری تیزرین ۸۷)

از آب در ته استوانه به ترتیب از راست به چپ چند واحد SI است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

(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 به ترتیب ۸ سانتی متر مربع و ۱۲ سانتی متر 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،  $\frac{F_A}{F_B}$  چه قدر است؟

- (سازمان سنجش از ۸۰)
- (۱)  $\frac{9}{4}$  (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)  $\frac{2}{3}$

۹۲- یک ظرف استوانه‌ای پر از مایعی به چگالی  $\rho$  است. اگر مساحت قاعده ظرف دو برابر و ارتفاع مایع نصف شود، فشار حاصل از مایع در کف ظرف و نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟

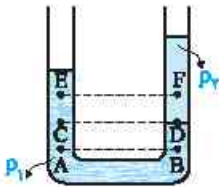
(سازمان سنجش از ۸۵ غایب از کشور)

- (۱) نصف - نصف (۲) بدون تغییر - نصف (۳) نصف - بدون تغییر (۴) بدون تغییر - بدون تغییر

شاخه ۳ کاربردهای بیشتر محاسبه فشار در مایعات

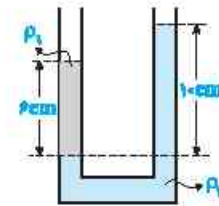
بررسی تعادل دو مایع مخلوط نشدنی در لوله U شکل

نویس اینم به مبحث مهم که برپرا ازین سوال فیلی سوال میرن، یعنی لوله U شکل.



۹۳- در لوله U شکل مقابل که دو مایع نشان داده شده درون آن در حالت تعادل قرار دارند، کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

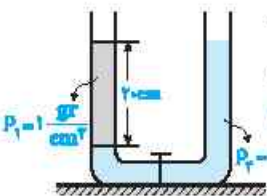
- (۱) فشار نقاط A و B با یکدیگر برابر است. (۲) فشار نقاط C و D با یکدیگر برابر است. (۳) فشار نقاط E و F با یکدیگر برابر است. (۴) فشار نقطه A، از نقاط E و C بیشتر است.



۹۴- در شکل روبه‌رو، دو مایع مخلوط‌نشدنی در لوله U شکل در حال تعادل هستند. اگر  $\rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3$  باشد،  $\rho_1$  چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟

(سازمان ریاضی از ۸۵ غایب از کشور)

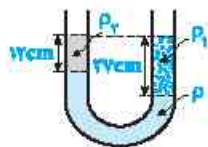
- (۱) ۶۰۰ (۲) ۵۰۰۰ (۳)  $\frac{5000}{3}$  (۴)  $\frac{10000}{3}$



۹۵- شکل مقابل دو مایع مخلوط‌نشدنی 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 سانتی متر می‌شود؟

(سازمان سنجش از ۸۴ غایب از کشور)

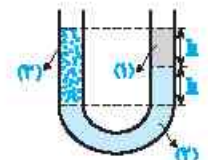
- (۱) ۶ (۲) ۷/۵ (۳) ۱۲/۵ (۴) ۱۴



۹۶- در شکل روبه‌رو، سه مایع با چگالی‌های  $\rho_1$ ،  $\rho_2$  و  $\rho = 1/24 \text{ gr/cm}^3$  در حال تعادل‌اند. اگر چگالی  $\rho_1 = 1 \text{ gr/cm}^3$  باشند، چگالی  $\rho_2$  با توجه به اعداد داده شده چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

(سازمان سنجش از ۸۰)

- (۱) ۰/۷ (۲) ۱ (۳) ۱/۲ (۴) ۱/۷

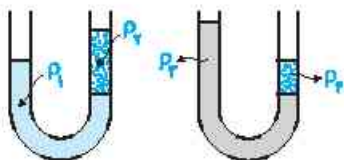


۹۷- در شکل روبه‌رو در مورد چگالی سه مایع (۱)، (۲) و (۳) کدام صحیح است؟

- (۱)  $\rho_2 = \rho_1 + \rho_3$  (۲)  $\rho_3 = \rho_2 - \rho_1$  (۳)  $\rho_1 - \rho_2 = \rho_3 - \rho_2$  (۴) بستگی به مقطع دو لوله دارد.

۹۸- در دو لوله U شکل، چهار مایع مخلوط‌نشدنی به جرم حجمی  $\rho_1$ ،  $\rho_2$ ،  $\rho_3$  و  $\rho_4$  در حالت تعادل وجود دارد. کدام گزینه درست است؟

(سازمان سنجش از ۸۰)



- (۱)  $\rho_2 < \rho_4 + \rho_1 > \rho_3$  (۲)  $\rho_4 \leq \rho_2 + \rho_3 \geq \rho_1$  (۳)  $\rho_2 \leq \rho_4 + \rho_1 \geq \rho_3$  (۴)  $\rho_4 < \rho_2 + \rho_3 > \rho_1$

فصل دوم

ویژگی‌های فیزیکی مواد

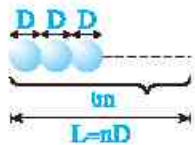
پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۳ عبارات‌های 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 مقایسه 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 گزینه (۳) نادرست است.  
 (۴) در مایعات، با آن‌که مولکول‌ها می‌توانند روی هم بلغزند و جابه‌جا شوند، به دلیل وجود نیروهای بین مولکولی، فاصله بین مولکول‌های مجاور هم نسبتاً ثابت می‌ماند. از طرف دیگر در جامدات نیز این فاصله نسبتاً ثابت است.  
 در گازها به دلیل حرکت بسیار آزادانه مولکول‌ها، فاصله بین ذره‌ها در حالت گازی ثابت نیست.

**تذکر:** در یک مقایسه کلی می‌توان گفت که فاصله 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 فاصله 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 تشکیل‌دهنده ماده در جای خود ثابت نیستند و پیوسته حرکت می‌کنند.



۳ ۴ 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:

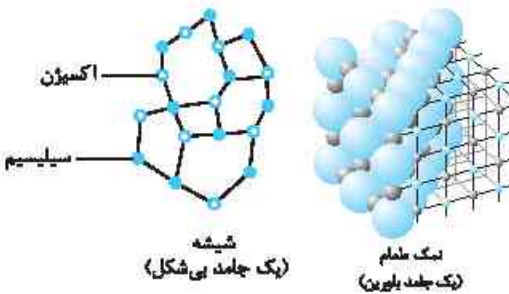
$$L = nD \Rightarrow 6 \times 10^{-6} = n \times 3 \times 10^{-10} \Rightarrow n = 2 \times 10^4 = 20000 = 200 \times 10^2 = 200 \text{ میلیون مولکول}$$

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

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

۴ ۶ نمک طعام و الماس هر دو جامد بلورین هستند، بدین معنی 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:



۷ ۱ مولکول‌های هوا آزادانه در همه 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 قطره جوهر در آب نیز مشاهده می‌شود.

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

۸ ۱ پدیده 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 گزینه (۲) عبارت را به‌درستی کامل می‌کند.

۱۰ ۱ ریختن آب هنگامی که لیوان را کج می‌کنیم، به دلیل امکان لغزیدن مولکول‌های آب بر روی یک‌دیگر است و گزینه (۱) صحیح است.

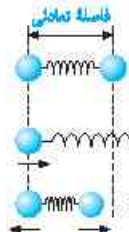
۱۱ ۲ در یک نگاه کلی، میزان حرکت مولکول‌ها با نیروی بین مولکولی آن‌ها نسبت عکس دارد، بنابراین با توجه به این‌که حرکت مولکول‌ها در گازها بیشتر از مایعات و در مایعات نیز بیش‌تر از جامدات است، می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{جابه‌جایی مولکول‌های جامد} > \text{جابه‌جایی مولکول‌های مایع} > \text{جابه‌جایی مولکول‌های گاز} \\ \Rightarrow F_g < F_l < F_s \text{ یا } F_s > F_l > F_g \end{array} \right.$$

نیروی بین مولکولی در جامدات < نیروی بین مولکولی در مایعات < نیروی بین مولکولی در گازها

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

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



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

نیرو رپایشی است.  $\Rightarrow$  فاصله بیشتر از فاصله تعادلی باشد  $\Rightarrow$

نیرو رانشی است.  $\Rightarrow$  فاصله کم‌تر از فاصله تعادلی باشد.  $\Rightarrow$

۱۴ | در مایعات در فاصله بین مولکولی، در صورت فشرده شدن مایع، بین مولکول‌های آن نیروی دافعه به وجود می‌آید و مایع در برابر متراکم شدن مقاومت می‌کند.

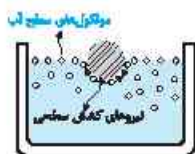
۱۵ | با توجه به توضیحات ارائه‌شده در درسنامه، ماده داخل مهبتابی در حالت تبلیان از نوع پلاسما بوده و در گزینه (۲)، حالات ماده درست معرفی نشده است.

۱۶ | با توجه به توضیحات ارائه‌شده در درسنامه، گزینه (۳) صحیح می‌باشد.

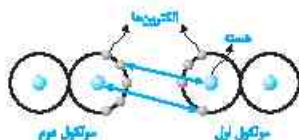
۱۷ | با توجه به توضیحات درسنامه، در شکل (۱) دمای روغن بیشتر بوده و در دمای بیشتر، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها کاهش یافته و مولکول‌های روغن راحت‌تر جاری می‌شوند.

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

۱۹ | کشش سطحی در مایعات، در واقع همان نیروی رپایشی از نوع هم‌چسبی میان مولکول‌های موجود در سطح مایع (لایه بیرونی مولکول‌ها) است.



۲۰ | 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 جاذبه هسته‌ای یک مولکول بر الکترون‌های اتم‌های مولکول مجاور است، بنابراین ماهیت نیروهای بین مولکولی، از نوع الکتریکی بوده و گزینه (۳) صحیح است.

**تذکره:** در سطح مایع، به دلیل وجود پتانسیل تغییر از وضعیت مایع به بخار، فاصله مولکول‌ها از یکدیگر به‌طور متوسط بیشتر از فاصله مولکول‌های درون مایع است. از طرفی همان‌طور که می‌دانیم با افزایش فاصله 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 | مشابه با سؤال قبل، علت شناور ماندن یک تیغ روی سطح آب، وجود نیروهای کشش سطحی در سطح آب است.

۲۲ | با بزرگ شدن قطره آب، مولکول‌های آب روی سطح قطره از بقیه مولکول‌های آب موجود بر روی برگ کمی دور می‌شوند و نیروی جاذبه 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 گره سقوط می‌کند.

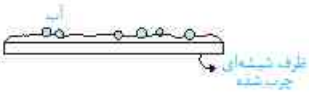


۲۳ | با توجه به توضیحات مطرح شده در درسنامه، نیروی دگرچسبی سطحی بین دو ماده A و B بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های ماده A بوده و باعث پخش شدن ماده A روی B می‌شود. در این حالت، ماده A مطابق شکل، به صورت لایه نازکی روی B پخش می‌شود.

۲۴ | 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 جاذبه بین مولکول‌های جیوه بزرگتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است، بنابراین جیوه روی شیشه پخش نمی‌شود و به صورت گلوله‌های کوچک روی شیشه باقی می‌ماند.



۲۶ ۲ از آن جا 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 به صورت قطره بر روی ظرف باقی می‌ماند.

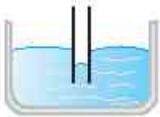
۲۷ ۳ می‌دانیم علت شناور ماندن سوزن روی سطح آب، وجود کشش سطحی بین مولکول‌های سطح آب است. با اضافه کردن مایع ظرف‌شویی، مولکول‌های مایع ظرف‌شویی در بین مولکول‌های آب قرار گرفته و نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب را ضعیف می‌کنند، در نتیجه سوزن در آب فرومی‌رود.

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.

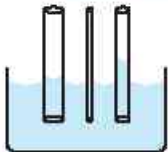


۲۹ ۴ با توجه به درسنامه، پدیده موئینگی یکی از اثرات اختلاف در بزرگی نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های یک ماده و بزرگی نیروی دگرچسبی در بین دو ماده است. با توجه به این‌که در شکل داده شده، ارتفاع مایع در لوله بالاتر از سطح مایع است و تقعر مایع در لوله رو به بالا است، نتیجه می‌گیریم که بزرگی نیروی دگرچسبی بین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

۳۰ ۴ آب در لوله موئین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد. سطح آب در لوله موئین دارای فرورفتگی است، بنابراین گزینه (۴) صحیح است.



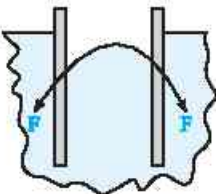
۳۱ ۱ از آن جایی که نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه، بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است، هنگامی که لوله موئین را وارد ظرف جیوه می‌کنیم، سطح جیوه در لوله موئین، پایین‌تر از سطح جیوه در ظرف قرار می‌گیرد و به صورت محدب مطابق شکل A خواهد بود.



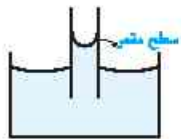
۳۲ ۱ برای پاسخ دادن به این سؤال، به موارد زیر توجه کنید:

(۱) آب در لوله موئین، همیشه بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد.

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



۳۳ ۳ همان‌طور که می‌دانیم اگر لوله شیشه‌ای تمیز وارد یک ظرف جیوه شود، سطح جیوه درون لوله شیشه‌ای پایین‌تر از سطح جیوه 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 گزینه (۳) صحیح است.

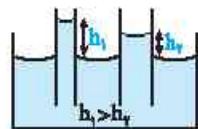


۳۴ ۳ با توجه به این‌که نیروی دگرچسبی بین مایع و شیشه بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع است، بنابراین مایع در داخل لوله بالا آمده و سطح مایع در درون لوله به صورت مقعر (فرورفته) می‌باشد.

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

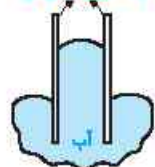
(۱) آب در لوله موئین، در سطح بالاتری از سطح آب درون ظرف قرار می‌گیرد (گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست هستند).

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



۳۶ ۲ در داخل لوله شیشه‌ای، جیوه پایین‌تر از سطح جیوه 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 گزینه (۲) صحیح است. دقت کنید سطح آب در داخل ظرف و لوله باید به صورت مقعر باشد و گزینه (۴) تصویر درستی نمی‌باشد.

لوله آغشته به روغن



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

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

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

۳۹ ۲ طرح سؤال، یکای کمیت فرعی فشار را برحسب یکاهای اصلی می‌خواهند. به کمک رابطه  $P = \rho gh$  داریم:

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

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

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

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

۴۱ ۱ نیرویی که شخص به صورت 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:



$$F = W = 800\text{N}, \text{ سطح انتقال نیرو } A = a^2 = 0.2 \times 0.2 = 0.04\text{m}^2$$

$$\text{فشار وارد بر کف } P = \frac{F}{A} = \frac{800}{0.04} = 2 \times 10^4\text{Pa} = 20\text{kPa}$$

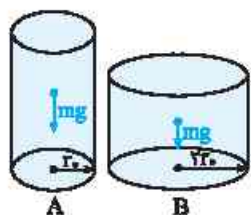
\* فشار محاسبه شده در فوق، فشار ناشی از وزن شخص بر روی کف اتاق است و فشار ناشی از وزن خود بسته را لحاظ نکرده‌ایم.

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:

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

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

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



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

$$\text{یکسان}$$

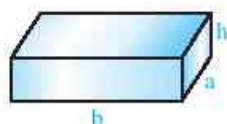
$$P = \frac{F}{A} \xrightarrow{\substack{F = mg \\ A_B = 4A_A}} P_B = \frac{1}{4}P_A \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 4$$

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

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

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

۴۵ ۲ با توجه به این‌که جرم مکعب مستطیل داده نشده و فقط چگالی و اندازه ابعاد مکعب مستطیل را داریم، می‌توان به صورت زیر عمل کرد:



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



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:** همان طور 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 رابطه مقابل به دست می آید:

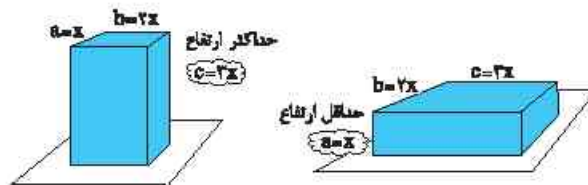
$$P = \rho gh$$

• روند فوق، در واقع اثبات این فرمول می باشد.

۴۶ با توجه به این که سطح مقطع مکعب در تمام ارتفاعش ثابت است، بنابراین می توان برای محاسبه فشار آن از رابطه  $P = \rho gh$  استفاده کرد. در این جا بیشترین فشار وارد شده از طرف مکعب بر سطح، در حالتی اتفاق می افتد که ارتفاع مکعب بیشینه باشد، بنابراین داریم:

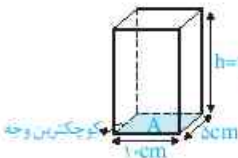
$$P_{\max} = \rho gh_{\max} = 8 \times 10^3 \times 10 \times 5 \times 10^{-2} = 4 \times 10^3 \text{ Pa}$$

۴۷ با توجه به این که سطح مقطع یک مکعب مستطیل در کل ارتفاع آن ثابت است، بنابراین می توان برای محاسبه فشار وارد شده از طرف آن بر سطح از رابطه  $P = \rho gh$  استفاده کرد. در نتیجه حداکثر فشار مکعب مستطیل منازیر با حداکثر ارتفاع آن و حداقل فشار مکعب مستطیل متناسب با حداقل ارتفاع آن است و با توجه به نسبت های داده شده داریم:



$$P_{\max} = \rho gh_{\max} = \rho g(2x) \quad , \quad P_{\min} = \rho gh_{\min} = \rho gx \Rightarrow \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = 2$$

۴۸ با مشخص بودن چگالی و ارتفاع مکعب مستطیل، از رابطه  $P = \rho gh$  استفاده می کنیم. با توجه به شکل زیر ارتفاع مکعب مستطیل در این حالت که از کوچک ترین وجه بر روی زمین قرار دارد، برابر  $h = 20 \text{ cm}$  می باشد:



$$\rho = 2700 \text{ kg/m}^3 \quad , \quad g = 10 \text{ N/kg} \quad , \quad h = 0.2 \text{ m}$$

$$P = \rho gh = 2700 \times 10 \times 0.2 = 5400 \text{ Pa}$$

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

۵۰ با توجه به رابطه  $P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A}$ ، چون وزن جسم در هر سه حالت ثابت است، فشار ناشی از طرف آجر با مساحت وجه قرار گرفته بر روی ماسه رابطه عکس دارد، یعنی هرچه مساحت وجه قرار گرفته 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 می کند و نه نیروی عمودی وارد بر سطح). بنابراین داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{(۱) مساحت وجه (۱): } A_1 = 10 \times 15 = 150 \text{ cm}^2 \\ \text{(۲) مساحت وجه (۲): } A_2 = 10 \times 20 = 200 \text{ cm}^2 \Rightarrow A_1 < A_2 < A_3 \xrightarrow{P = \frac{F}{A}} P_1 > P_2 > P_3 \\ \text{(۳) مساحت وجه (۳): } A_3 = 20 \times 15 = 300 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

روش دیگر: با استفاده از رابطه  $P = \rho gh$  و با توجه به این که  $h_1 = 20 \text{ cm}$ ،  $h_2 = 15 \text{ cm}$  و  $h_3 = 10 \text{ cm}$  است نیز به همین جواب می رسیم.

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

**سؤال:** آیا با کمک رابطه  $\rho gh$  نیز می توان به این تمرین پاسخ داد؟

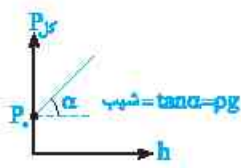


۵۲ با یک سؤال جالب و مفهومی روبهرو شده ایم. با توجه به این که مساحت مقطع دو آجر در تمام ارتفاع

آن ها تغییر نمی کند، برای محاسبه فشار حاصل از دو آجر می توان از رابطه  $P = \rho gh$  استفاده کرد. از آن جا که

$$P_1 = P_2 = \rho gh$$

۵۳ فشار در عمق  $h$  از سطح آزاد مایع از رابطه  $P = P_0 + \rho gh$  به دست می آید. با دقت در این رابطه، فشار کل در عمق  $h$  از سطح آزاد مایع، به اندازه ارتفاع از سطح آزاد مایع ( $h$ )، فشار هوا ( $P_0$ ) و چگالی مایع ( $\rho$ ) بستگی دارد و مستقل از سطح مقطع ظرف است.

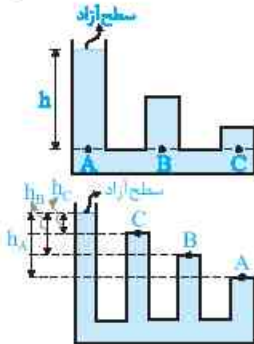


۵۴ (۲) با توجه به رابطه  $P_{کل} = P_0 + \rho gh$ ، نمودار فشار کل وارد بر کف ظرف بر حسب عمق مایع ( $h$ )، به صورت یک خط راست با عرض از مبدأ  $P_0$  می‌باشد.

فرم کلی معادله خط:  $y = ax + b$   
 عرض از مبدأ شیب  
 $P_{کل} = \rho gh + P_0$

**تذکر (۱):** هنگامی که ارتفاع مایع صفر است ( $h = 0$ ) تنها فشار هوا بر کف طرف وارد می‌شود ( $P = P_0$ ) 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 گزینه (۴) نیز نمی‌تواند پاسخ صحیح باشد).

۵۵ (۱) در شکل روبه‌رو سه نقطه هم‌ارتفاع  $A$ ،  $B$  و  $C$  دو شرط زیر را دارا هستند:



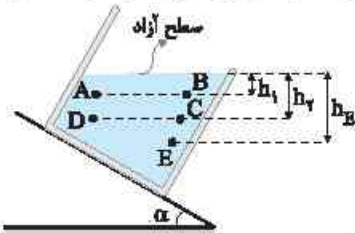
۱- در یک مایع هستند. ۲- در یک فاصله از سطح آزاد مایع قرار دارند.  
 بنابراین فشار آن‌ها با یکدیگر برابر است.

$$P_A = P_B = P_C = \rho gh + P_0$$

۵۶ (۱) در شکل روبه‌رو نقاط  $A$ ،  $B$  و  $C$  در ارتفاع‌های (عمق‌های) متفاوت نسبت به سطح آزاد مایع قرار دارند. با توجه به رابطه  $P = P_0 + \rho gh$ ، هرچه فاصله (ارتفاع) از سطح آزاد مایع بیشتر شود، فشار افزایش خواهد یافت. بنابراین داریم:

$$h_A > h_B > h_C \xrightarrow{P = \rho gh + P_0} P_A > P_B > P_C$$

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



$$\begin{matrix} \text{برابر } h_1 & \text{برابر } h_2 \\ h_A = h_B & < h_C = h_D < h_E \end{matrix}$$

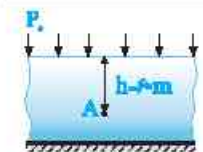
در ادامه با توجه به رابطه  $P = \rho gh + P_0$ ، فشار متناسب با عمق است، بنابراین داریم:

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

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:

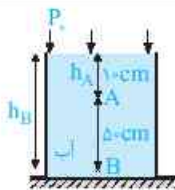
$$P_0 = 1.0^5 \text{ Pa}, \quad h = 60 \text{ m}, \quad \rho = 1.0^3 \text{ kg/m}^3, \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P_{کل} = \rho gh + P_0 \Rightarrow P_{کل} = 1.0^3 \times 10 \times 60 + 1.0^5 = 7 \times 10^5 \text{ Pa} = 7 \text{ atm}$$



**تذکر:** هر  $1.0^5 \text{ Pa}$ ، تقریباً برابر ۱ atm است. از سوی دیگر، هر  $10 \text{ m}$  آب نیز تقریباً فشاری برابر  $P_0$  تولید می‌کند.

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



$$\begin{cases} P_B = P_0 + \rho_{\text{آب}} gh_B \\ P_A = P_0 + \rho_{\text{آب}} gh_A \end{cases}$$

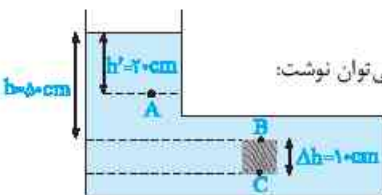
در نتیجه داریم:

$$P_0 = 9.9 \times 10^4 \text{ Pa}, \quad \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ gr/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad g = 10 \text{ m/s}^2, \quad h_A = 0.1 \text{ m}, \quad h_B = 0.6 \text{ m}$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{P_0 + \rho_{\text{آب}} gh_B}{P_0 + \rho_{\text{آب}} gh_A} = \frac{9.9 \times 10^4 + 1000 \times 10 \times 0.6}{9.9 \times 10^4 + 1000 \times 10 \times 0.1} = \frac{1.05 \times 10^5}{1.0 \times 10^5} = \frac{1.05}{1.0} = \frac{21}{20}$$

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 ۱۰ cm مایع است، بنابراین می‌توان نوشت:



$$P_C - P_B = \rho g \Delta h \xrightarrow{\frac{P_C = 112 \text{ kPa}}{P_B = 110 \text{ kPa}}} (112 - 110) \times 10^3 = \rho \times 10 \times \frac{1}{100} \Rightarrow \rho = 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

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

$$P_B = P_0 + \rho gh \Rightarrow 11 \times 10^3 = P_0 + 2 \times 10^3 \times 10 \times \frac{\Delta h}{100} \Rightarrow P_0 = 100 \times 10^3 = 10^5 \text{ Pa}$$

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

$$P_A = P_0 + \rho gh \Rightarrow P_A = 10^5 + 2 \times 10^3 \times 10 \times \frac{2}{100} = 10^5 + 4 \times 10^3 = 104 \text{ kPa}$$

**خلاصیت درماتکها:** اختلاف فشار بین نقطه A و B ناشی از اختلاف ارتفاع مایع بین آنها است، بنابراین بدون انجام گام دوم و سوم می توان نوشت:

$$P_B - P_A = \rho g \Delta h_{BA} \Rightarrow P_A = P_B - \rho g \Delta h_{BA} = 110 \times 10^3 - 2 \times 10^3 \times 10 \times \frac{3}{100} = 104 \times 10^3 \text{ Pa} = 104 \text{ kPa}$$

فشار ناشی از وزن مایع با چگالی  $\rho$  در عمق  $h$  از سطح آزاد مایع، از رابطه  $P = \rho gh$  به دست می آید و می توان نوشت:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad g = 10 \text{ N/kg}, \quad h = 2 \text{ m}$$

$$P = \rho gh = 1000 \times 10 \times 2 = 2 \times 10^4 \text{ Pa}, \quad P_{\text{کل}} = \rho gh + P_0 = 12 \times 10^4 \text{ Pa} \Rightarrow \frac{P}{P_{\text{کل}}} = \frac{1}{6}$$

فرض کنید در عمق  $h$  متر از سطح دریا فشار دو برابر فشار جو ( $P_{\text{کل}} = 2P_0$ ) باشد، در این صورت داریم:

$$P_{\text{کل}} = P_0 + \rho gh, \quad P_0 = 10^5 \text{ Pa}, \quad \rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$2P_0 = P_0 + \rho gh \Rightarrow P_0 = \rho gh \Rightarrow 10^5 = 1000 \times 10 \times h \Rightarrow h = 10 \text{ m}$$

**خلاصیت درماتکها:** فشار کل در عمق  $h$  از سطح آب برابر  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$  است. با توجه به این که  $P_0$  برابر  $10^5 \text{ Pa}$  است، فشار ناشی از مایع نیز برابر  $10^5 \text{ Pa}$  است.

$$P_{\text{کل}} = P_0 + P_{\text{مایع}} \Rightarrow 2 \times 10^5 = 10^5 + P_{\text{مایع}} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 10^5 \text{ Pa}$$

از طرفی می دانیم که هر  $10 \text{ m}$  آب فشار  $10^5 \text{ Pa}$  را ایجاد می کند و در نتیجه ارتفاع  $h$  برابر  $10 \text{ m}$  است.

فشار کل در کف دریاچه ای به عمق  $h$  برابر مجموع فشار هوا و فشار ناشی از  $h$  متر آب است.

بنابراین داریم:

$$P_{\text{کل}} = 2/4 \times 10^5 \text{ Pa}, \quad P_0 = 9 \times 10^4 \text{ Pa}, \quad \rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad g = 10 \text{ N/kg}$$

$$P_{\text{کل}} = P_0 + \rho gh \Rightarrow 2/4 \times 10^5 = 9 \times 10^4 + 1000 \times 10 \times h$$

$$\Rightarrow 2/4 \times 10^5 = 9 \times 10^4 + 10000h \Rightarrow 75 \times 10^3 = 10^4 h \Rightarrow h = 15 \text{ m}$$

فشار کل در عمق  $h$  از سطح آزاد یک مایع، از رابطه  $P_{\text{کل}} = P_0 + \rho gh$  به دست می آید و داریم:

$$P_{\text{کل}} = 1776 \text{ atm} = 1776 \times 10^5 \text{ Pa}, \quad P_0 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}, \quad h = 8 \text{ m}, \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P_{\text{کل}} = P_0 + \rho gh \Rightarrow 1776 \times 10^5 = 10^5 + \rho \times 10 \times 8 \Rightarrow 1776 \times 10^5 = 80\rho \Rightarrow \rho = \frac{1776 \times 10^5}{80} = 950 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow \text{چگالی مایع} = 950 \text{ kg/m}^3 \xrightarrow{\text{تبدیل به } \text{gr/cm}^3} \rho = \frac{950}{1000} \text{ gr/cm}^3 = 0.95 \text{ gr/cm}^3$$

با توجه به تمرین (۱۸) در درسنامه، گزینه (۳) صحیح است.

فشار در عمق های  $5 \text{ cm}$  و  $20 \text{ cm}$  برابر است با:

$$\begin{cases} h_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow P_1 = P_0 + \rho gh_1 \Rightarrow 100 \times 10^3 = P_0 + \rho g \times 0.05 \\ h_2 = 20 \text{ cm} \Rightarrow P_2 = P_0 + \rho gh_2 \Rightarrow 106 \times 10^3 = P_0 + \rho g \times 0.2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 6 \times 10^3 = \rho g \times (0.2 - 0.05) \Rightarrow \rho = 4000 \text{ kg/m}^3$$

با کم کردن طرفین دو رابطه فوق از هم می توان نوشت:

با جای گذاری  $P$  در یکی از معادلات فوق، مقدار  $P_0$  نیز به دست می آید:

$$100 \times 10^3 = P_0 + \rho g \times 0.05 \Rightarrow 100 \times 10^3 = P_0 + 4000 \times 10 \times 0.05 \Rightarrow P_0 = 98000 \text{ Pa} = 98 \text{ kPa}$$

این تست، یک سؤال ترکیبی و زیبا می باشد برای پاسخ دادن به آن، گام های زیر را طی می کنیم:

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

گام اول: ابتدا چگالی مخلوط را محاسبه می کنیم:

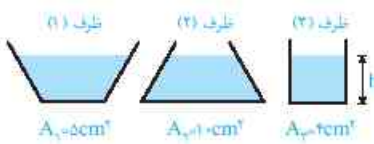
$$\Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{1200 \times \frac{1}{3} V + 600 \times \frac{2}{3} V}{\frac{1}{3} V + \frac{2}{3} V} = 800 \text{ kg/m}^3$$

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

$$P_{\text{مایع}} = \rho_{\text{مخلوط}} gh = 800 \times 10 \times \frac{75}{100} = 6000 \text{ Pa}$$

با توجه به رابطه اختلاف فشار  $(\Delta P = \rho g \Delta h)$ ، داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta h = \text{قد شخص} = 1/9 \text{ m} \\ \rho = 1/6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \end{array} \right. \Rightarrow \Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = 1/6 \times 10^3 \times 10 \times 1/9 = 3 \times 10^4 \text{ Pa}$$



با توجه به رابطه  $P = P_0 + \rho gh$ ، 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.

$$\Rightarrow P_1 = P_2 = P_3 = P_0 + \rho gh$$

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 رابطه  $P = P_0 + \rho gh$ ، در کف ظرفی که آب ارتفاع بیشتری داشته باشد، فشار وارده نیز بیشتر است.

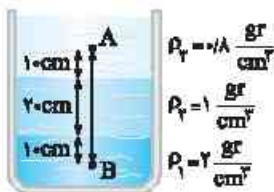
با توجه به تمرین (۲۰) در درسنامه، گزینه (۴) صحیح است.

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

فشار کل وارد بر کف دو ظرف A و B به صورت زیر قابل محاسبه است:



$$\left\{ \begin{array}{l} P_A = \rho_A gh_A + P_0 = \rho gh + P_0 \\ P_B = \rho_B gh_B + P_0 = \frac{4}{3} \rho g \times \frac{2}{3} h + P_0 = \rho gh + P_0 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 1$$



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

$$\begin{aligned} \rho_{\text{روغن}} &= 0.8 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \\ \rho_{\text{آب}} &= 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \\ \rho_{\text{زئول}} &= 13.6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \end{aligned}$$

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:

$$P_A + \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}} + \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + \rho_{\text{زئول}} gh_{\text{زئول}} = P_B \Rightarrow P_B - P_A = 800(10)(0.1) + 1000(10)(0.2) + 2000(10)(0.1) \Rightarrow P_B - P_A = 4800 \text{ Pa}$$

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

$$P_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1000 \times h_{\text{آب}} = 13600 \times 0.15 \Rightarrow h_{\text{آب}} = 13/6 \times 0.15 = 2/4 \text{ m}$$

$$P_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1000 \times h_{\text{آب}} = 13600 \times 0.15 \Rightarrow h_{\text{آب}} = 13/6 \times 0.15 = 2/4 \text{ m}$$

مشابه با سؤال قبل می‌توان نوشت:

$$\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ gr/cm}^3, \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ gr/cm}^3, h_{\text{جیوه}} = 1 \text{ cm}$$

$$P_{\text{آب}} = P_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times h_{\text{آب}} = 13.6 \times 1 \Rightarrow h_{\text{آب}} = 13.6 \text{ cm}$$

**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 ۱ atm یا ۱۰⁵ Pa است.

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

$$P = 81/6 \text{ kPa} = 81600 \text{ Pa}, \rho = 13600 \text{ kg/m}^3, g = 10 \text{ m/s}^2, h_{\text{جیوه}} = ?$$

$$P = \rho gh \Rightarrow 81600 = \rho gh_{\text{جیوه}} \Rightarrow 81600 = 13600 \times 10 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{816}{136} = 6 \text{ m} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 60 \text{ cm}$$

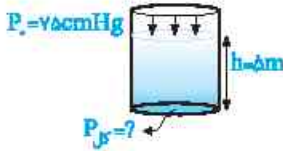
ابتدا فشار حاصل از ارتفاع ۱۳۶ cm آب برحسب cmHg محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1000 \times 136 = 13600 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 10 \text{ cm}$$

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

**خلاقیت حرفه‌ای‌ها:** با توجه به نتیجه‌ای که در تست (۷۵) به دست آوردیم، هر  $13/6 \text{ cm}$  آب، فشاری معادل با یک سانتی‌متر جیوه ایجاد می‌کند. بنابراین با یک تناسب ساده می‌توان گفت که  $136 \text{ cm}$  آب رودخانه فشاری معادل  $10$  سانتی‌متر جیوه ایجاد می‌کند و فشار در عمق مورد نظر برابر  $86 (= 76 + 10)$  سانتی‌متر جیوه می‌باشد.

۳ ۷۸ ابتدا فشار معادل با  $5$  متر از مایع را بر حسب سانتی‌متر جیوه محاسبه می‌کنیم:



$$\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ gr/cm}^3, \rho_{\text{مایع}} = 3/4 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 5 \times 3/4 = 13/6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 1/25 \text{ m} = 125 \text{ cm}$$

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

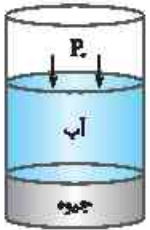
$$P_{\text{کل}} = \text{فشار هوا} + \text{فشار مایع} = 75 + 125 = 200 \text{ cmHg}$$

۳ ۷۹ سؤال جالب و مفهومی است. فشار کلی در عمق  $2$  متری ظرف برابر  $100 \text{ cmHg}$  است. با توجه به این که فشار هوا برابر  $75 \text{ cmHg}$  است، یعنی

فشار ناشی از  $2$  متر مایع برابر  $25 \text{ cmHg} (= 100 - 75)$  می‌باشد. در نتیجه فشار ناشی از  $8$  متر مایع،  $4$  برابر آن یعنی برابر  $100 \text{ cmHg} (= 25 \times 4)$  است. با توجه به توضیحات ذکر شده، فشار کل در عمق  $8$  متری این ظرف برابر است با:

$$P_{\text{کل}} = \text{فشار هوا} + \text{فشار مایع} = 75 + 100 = 175 \text{ cmHg}$$

۳ ۸۰ با توجه به داشتن جرم آب و جیوه و استوانه‌ای بودن لوله، برای محاسبه فشار در کف لوله، به صورت زیر عمل می‌کنیم:



$$P = P_{\text{جیوه}} + P_{\text{آب}} + P_0 = \frac{m_{\text{جیوه}} g}{A} + \frac{m_{\text{آب}} g}{A} + P_0$$

$$\Rightarrow P = \frac{136 \times 10^{-3} \times 10}{5 \times 10^{-4}} + \frac{136 \times 10^{-3} \times 10}{5 \times 10^{-4}} + 13600 \times 10 \times 76 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow P = 2720 + 2720 + 102360 = 108800 \text{ Pa}$$

**خلاقیت حرفه‌ای‌ها:** همان طور که می‌دانیم، فشار هوا حدوداً  $10^5 \text{ Pa}$  است و فشار در کف ظرف باید از این مقدار بیشتر باشد. این موضوع تنها در گزینه (۴) رعایت شده است و بدون حل کردن، گزینه (۴) صحیح است.

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

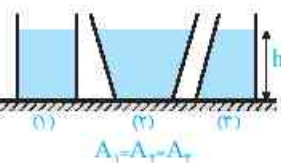
۲ ۸۲ همان طور که در درسنامه مطرح شد، مقدار نیرویی که از طرف مایع بر کف ظرف وارد می‌شود، از رابطه  $F = \rho ghA$  به دست می‌آید. بنابراین این

نیرو به شکل ظرف بستگی نداشته و گزینه (۲) پاسخ این سؤال است.

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

$$P = 2 \text{ MPa} = 2 \times 10^6 \text{ Pa}, \text{ فشار وارد بر کف ظرف}, A = 20 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 800 \text{ cm}^2 = 8 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$F = PA = 2 \times 10^6 \times 8 = 16 \times 10^6 \text{ N} = 16 \times 10^3 \text{ mN} = 16 \times 10^3 \text{ mN}$$



۲ ۸۴ جنس و ارتفاع مایع درون ظرف‌ها با یکدیگر یکسان است، بنابراین فشار ناشی از مایع در کف ظرف‌ها با

یکدیگر یکسان است  $(P_1 = P_2 = P_3 = \rho gh)$  و همچنین سطح قاعده آن‌ها نیز یکسان است، بنابراین با توجه به

رابطه  $F = PA$ ، نیروی وارد از طرف مایع بر کف سه ظرف با یکدیگر یکسان است.

$$F_1 = F_2 = F_3$$

۳ ۸۵ 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:

$$F_1 > W_1$$

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:

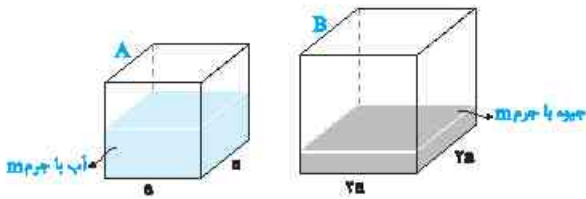
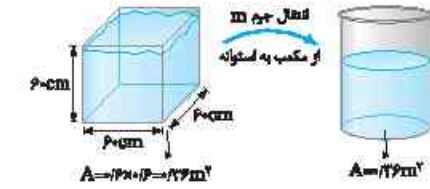
$$F_2 < W_2$$

در ادامه برای مقایسه  $F_2$  و  $F_1$  داریم:

$$F = \rho ghA \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{h_2}{h_1} \times \frac{A_2}{A_1} = \frac{10}{5} \times \frac{12}{20} = 1/2 < 1$$

$$\begin{cases} F_T > F_1 \\ F_1 > W_1 \Rightarrow W_1 < F_1 < F_T < W_T \\ F_T < W_T \end{cases}$$

بنابراین  $F_T$  بزرگ‌تر از  $F_1$  است و داریم:



$\pi = 3, \rho = 13600 \text{ gr/cm}^3 = 13600 \text{ kg/m}^3, D = 2 \text{ cm} \Rightarrow r = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}, h = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$   
 سطح مقطع استوانه:  $A = \pi r^2 = 3 \times 0.01^2 = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

فشار ناشی از جیوه:  $P = \rho gh = 13600 \times 10 \times 0.1 = 13600 \text{ Pa}$

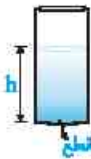
نیروی وارد بر کف استوانه از طرف جیوه:  $F = PA = 13600 \times 3 \times 10^{-4} = 4.08 \text{ N} \approx 4 \text{ N}$

**روش دوم:** نیروی وارد بر کف استوانه از طرف جیوه، برابر نیروی وزن جیوه درون آن ( $W = mg$ ) می‌باشد، بنابراین کافی است جرم جیوه را محاسبه کنیم:  
 $m = \rho V = \rho Ah = 13600 \times 3 \times 10^{-4} \times 0.1 = 0.4 \text{ kg} \Rightarrow F = W = mg = 4 \text{ N}$

**تذکره:** دقت شود که تساوای 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).

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

$D = 2 \text{ cm} \Rightarrow r = 1 \text{ cm} \Rightarrow$  سطح مقطع استوانه:  $A = \pi r^2 = \pi \times 1^2 = 3.14 \text{ cm}^2$



حجم آب:  $V = Ah = 157 \text{ cm}^3 \Rightarrow 3.14 \times h = 157 \Rightarrow h = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$

فشار ناشی از ستون ۰/۵ متر آب:  $P = \rho gh = 1000 \times 10 \times 0.5 = 5000 \text{ Pa}$

نیروی وارد بر کف ظرف از طرف آب:  $F = PA = 5000 \times 3.14 \times 10^{-4} = 1.57 \text{ N}$

**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 رابطه  $P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A}$ ، کافی است نیروی وزن آب را محاسبه کنیم:

حجم آب:  $V = 157 \text{ cm}^3 = 157 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

نیروی وزن:  $W = mg = (\rho V) \times g = (1000 \times 157 \times 10^{-6}) \times 10 = 1.57 \text{ N} \Rightarrow F = 1.57 \text{ N}$

سطح مقطع استوانه:  $A = \pi r^2 = \pi \times 0.01^2 = 3.14 \times 10^{-4} \Rightarrow P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{1.57}{3.14 \times 10^{-4}} = 5000 \text{ Pa}$

**نکته:** استفاده از رابطه  $P = \frac{W}{A}$  جهت محاسبه 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.

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

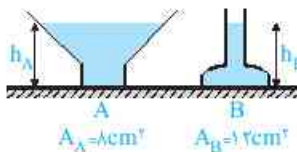
۴ ۸۷ فشار ناشی از آب در یک ظرف با سطح مقطع ثابت، از رابطه  $\frac{W}{A}$  نیز به دست می‌آید. با توجه به این‌که جرم آب و سطح مقطع کف دو ظرف یکسان است، بنابراین فشار آن‌ها نیز یکسان است.

۴ ۸۸ اگر ابعاد ظرف B، دو برابر ظرف A باشد، مساحت مقطع آن ۴ برابر است. در ادامه با توجه به ثابت بودن مقطع ظرف، برای محاسبه فشار ناشی از مایع به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_A = \frac{F_A}{A_A} = \frac{mg}{a^2} \\ P_B = \frac{F_B}{A_B} = \frac{mg}{4a^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 4$$

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

۹۱ 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 رابطه  $F = PA$ ، در مقایسه نیروی وارد شده بر کف دو ظرف می‌توان نوشت:



$$P_A = P_B = \rho gh$$

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{P_A A_A}{P_B A_B} = \frac{A_A}{A_B} = \frac{8}{4} = 2$$

**تذکره:** برای محاسبه نیروی وارد بر کف ظرف، کافی است تا فشار در کف ظرف را در سطح مقطع قاعده کف ظرف ضرب کنیم:  $F = P \times A$

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

$$P = \rho gh \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{h_2}{h_1} \xrightarrow{h_2 = \frac{1}{2}h_1} \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \text{فشار نصف شده است.}$$

برای مقایسه نیروی وارد شده از طرف مایع بر کف ظرف، داریم:

نیرو تغییر نکرده است.  $F = PA = \rho ghA \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{h_2}{h_1} \times \frac{A_2}{A_1} \xrightarrow{h_2 = \frac{1}{2}h_1, A_2 = 2A_1} \frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{2} \times 2 = 1$

**روش دوم:** با نصف شدن ارتفاع مایع درون ظرف، فشار حاصل از مایع نیز در کف ظرف نصف می‌شود. از طرفی نیرویی که از طرف مایع بر کف ظرف وارد می‌شود، برابر است با  $F = PA$  و می‌توان نوشت:

$$F = PA = \rho ghA \Rightarrow \frac{F}{A} = \rho gh \Rightarrow \frac{F}{A} = \text{ثابت}$$

۹۳ 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  $\rho_1$  و در ارتفاع یکسان قرار دارند بنابراین فشار در این نقاط با هم برابر است.

(۲) مطلب بالا در مورد دو نقطه C و D نیز صدق می‌کند (هر دو درون مایع با چگالی  $\rho_1$  و در یک ارتفاع قرار دارند)، در نتیجه فشار در دو نقطه C و D نیز یکسان است.

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

(۴) نقاط A، C، E هر سه در یک مایع قرار داشته و نقطه A در عمق بیشتری واقع است بنابراین فشار در این نقطه (A) بیشتر از نقاط C و E است. بنابراین گزینه (۳) نادرست است.

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

$$\begin{cases} P_N = P_0 + \rho_2 gh_2 \\ P_M = P_0 + \rho_1 gh_1 \end{cases} \xrightarrow{P_M = P_N} P_0 + \rho_2 gh_2 = P_0 + \rho_1 gh_1 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

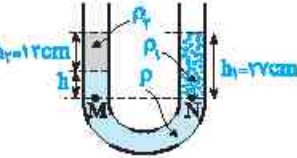
$h_1 = 6 \text{ cm}, h_2 = 10 \text{ cm}, \rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3, \rho_1 = ?$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times 6 = 1000 \times 10 \Rightarrow \rho_1 = \frac{10000}{3} \text{ kg/m}^3$$

**توجه:** دقت کنیم در رابطه  $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$ ، کافی است تا واحدهای هر دو کمیت متناظر ( $\rho$ ها با هم و  $h$ ها با هم) یکسان باشد و نیازی به تبدیل واحد آن‌ها به واحدهای SI نداریم.

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

۹۶ در شکل روبه‌رو دو نقطه هم‌سطح M و N متعلق به مایع با چگالی  $\rho$  بوده و در نتیجه دارای فشار یکسانند و می‌توان نوشت:



$$P_M = P_0 + \rho_2 gh_2 + \rho gh, P_N = P_0 + \rho_1 gh_1$$

$h_2 = 12 \text{ cm}, h_1 = 27 \text{ cm}, h = h_1 - h_2 = 15 \text{ cm}$

$\rho = 1.24 \text{ gr/cm}^3, \rho_1 = 1 \text{ gr/cm}^3, \rho_2 = ?$

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_2 h_2 + \rho h = \rho_1 h_1 \Rightarrow \rho_2 \times 12 + 1.24 \times 15 = 1 \times 27 \Rightarrow \rho_2 = 0.7 \text{ gr/cm}^3$$