

تازه‌ترین درس‌پیش‌نمایش



دانلود گام به گام تمام دروس ✓

دانلود آزمون های قلم چی و گاج + پاسخنامه ✓

دانلود جزوه های آموزشی و شب امتحانی ✓

دانلود نمونه سوالات امتحانی ✓

مشاوره کنکور ✓

فیلم های انگیزشی ✓

[Www.ToranjBook.Net](http://Www.ToranjBook.Net)

[ToranjBook\\_Net](https://t.me/ToranjBook_Net)

[ToranjBook\\_Net](https://www.instagram.com/ToranjBook_Net)

فصل اول

اندازه‌گیری

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۱-۱

پرسش ۱-۱: شکل (الف) براساس آنچه در علوم سال هشتم در زمینه نورشناسی خوانید آمده است. اجزای این شکل را توضیح دهید و بگویید که در آن، چه چیزی مدل‌سازی شده است.

جواب:  
اجزا:

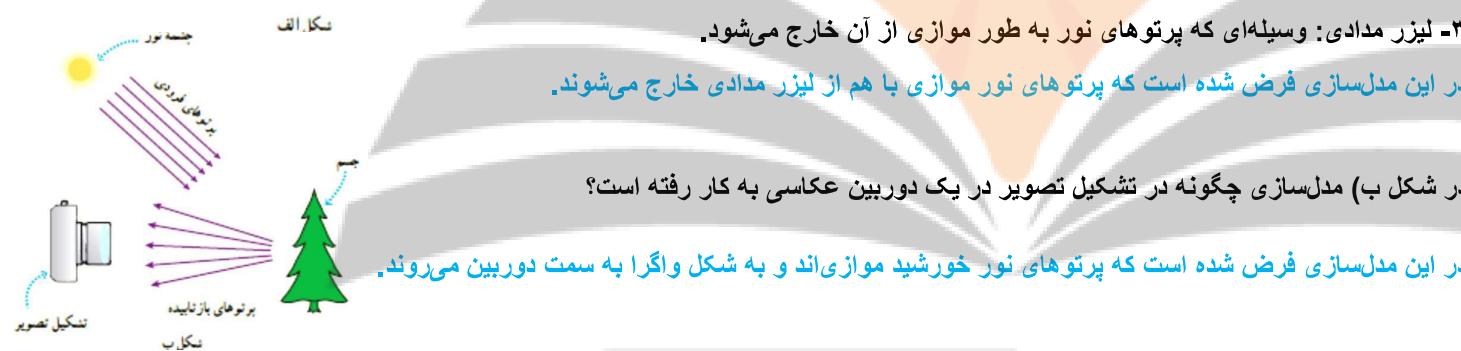
۱- باریکه نور: به نوری که از یک روزنه می‌تابد گفته می‌شود.

۲- پرتو نور: کوچکترین جزء باریکه نور.

۳- لیزر مدادی: وسیله‌ای که پرتوهای نور به طور موازی از آن خارج می‌شود.

در این مدل‌سازی فرض شده است که پرتوهای نور موازی با هم از لیزر مدادی خارج می‌شوند.

در شکل (ب) مدل‌سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به کار رفته است؟



نورشناسی  
تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۱-۲

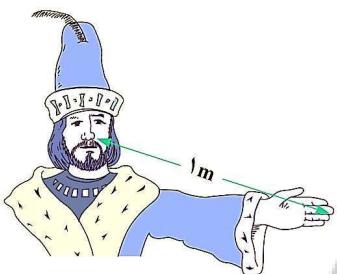
پرسش ۱-۲: اگر مطابق شکل رو به رو، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده شده بگیریم، چه مزایا و چه معایبی

دارد؟

جواب:

مزایا: ۱- همیشه در دسترس است. ۲- برای قابل استفاده است.

معایب: ۱- این معیار برای هر شخص متفاوت است. ۲- با گذشت زمان تغییر می‌کند.



نئونجوبول  
تلashی در مسیر موفقیت

## تمرین ۱-۱

تمرین ۱-۱: (الف) یکای نجومی برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید است ( $1\text{AU} = 1,50 \times 10^{11}\text{ m}$ ). فاصله زمین تا نزدیک ترین ستاره بعد از خورشید، بر حسب یکای نجومی چقدر است؟

جواب:

از جدول ۳-۱، فاصله زمین تا نزدیک ترین ستاره بعد از خورشید:  $4 \times 10^{16}\text{ m}$

$$4 \times 10^{16}\text{ m} \times \frac{1\text{AU}}{1,50 \times 10^{11}\text{ m}} \approx 2,66 \times 10^5\text{ AU}$$

(ب) مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلا می‌پیماید یک سال نوری می‌نامند و آن را با نماد  $1\text{ly}$  نمایش می‌دهند. کوازارها دورترین اجرام شناخته شده از منظومه شمسی هستند و به عبارتی در دورترین محل قابل مشاهده کیهان قرار دارند. فاصله کوازارها از منظومه شمسی  $1,00 \times 10^{16}\text{ m}$  برآورد شده است. این فاصله را بر حسب سال نوری بیان کنید. تندی نور را  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  در نظر بگیرید.

جواب:

$$1 \times 10^{16}\text{ m} \times \frac{1\text{ly}}{9 \times 10^{15}\text{ m}} \approx 1,11 \times 10^1\text{ ly}$$

از جدول ۳-۱، یک سال نوری:  $1\text{ly} = 9 \times 10^{15}\text{ m}$

لُجْلَجْ بُولْ

تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۱-۲

تمرین ۱-۲: در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم. از شلنگ شکل روبه‌رو، آب با آهنگ  $\frac{\text{cm}^3}{\text{s}} ۱۲۵$  خارج می‌شود. این آهنگ را به روش زنجیره‌ای، برحسب یکای لیتر بر دقیقه تبدیل بنویسید.  
(هر لیتر معادل  $۱۰۰۰$  سانتی‌متر مکعب است.)



جواب:

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 \xrightarrow{\div 1000 \text{ cm}^3} \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 1$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s} \xrightarrow{\div 60 \text{ s}} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1$$

$$\Rightarrow 125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 7.5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۱-۳

فعالیت ۱-۳: خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم است. این یکاهای به صورت زیر به یکدیگر مرتبط‌اند:

$$1 \text{ خروار} = 100 \text{ من تبریز}$$

$$1 \text{ من تبریز} = 40 \text{ سیر} = 40 \text{ مثقال}$$

$$1 \text{ مثقال} = 24 \text{ نخود} = 96 \text{ گندم}$$

با توجه به اینکه هر مثقال معادل ۴,۸۶ گرم است، هر کدام از این یکاهای را برحسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

جواب:

$$1 \text{ مثقال} = 4,86 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 4,86 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$1 \text{ نخود} = \frac{1 \text{ مثقال}}{24} \times \frac{4,86 \text{ g}}{1 \text{ مثقال}} = 0,2025 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,2025 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$1 \text{ گندم} = \frac{1 \text{ مثقال}}{96} \times \frac{4,86 \text{ g}}{1 \text{ مثقال}} = 0,0506 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,0506 \times 10^{-3} \text{ kg}$$



## فعالیت ۱-

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم

$$1 \text{ خروار} = 100 \text{ من تبریز} = 40 \text{ سیر} = 640 \text{ مثقال} = 24 \text{ نخود} = 96 \text{ گندم}$$
$$\frac{\text{مثقال}}{40} \times \frac{4,86\text{g}}{\text{سیر}} = 77,76\text{g} \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} = 77,76 \times 10^{-3}\text{kg}$$

$$\frac{\text{مثقال}}{640} \times \frac{4,86\text{g}}{\text{من تبریز}} = 3110,4\text{g} \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} = 3,1104\text{kg}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

### پرسش ۱-۳

پرسش ۱-۳: کدام گزینه جرم یک زنبور عسل  $15\text{ kg}$ ,  $1500\text{ g}$  را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می‌کند؟

$$15 \times 10^{-8} \text{ kg} \quad \square$$

$$1,5 \times 10^{-4} \text{ kg} \quad \checkmark$$

$$1,15 \times 10^{-3} \text{ kg} \quad \square$$

جواب:

$$1500\text{ g} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۱-۳

تمرین ۱-۳: با توجه به پیشوندهای یکاها SI و نمادگذاری علمی جدول زیر را کامل کنید.



قطر میانگین یک گلbul (گویچه) فرمز

$$7,0 \times 10^{-6} \text{ m} = ? \text{ mm} = ? \mu\text{m}$$

$$7,0 \times 10^{-6} \text{ m} = ? \text{ mm} \Rightarrow 7,0 \times 10^{-6} \text{ m} \times \frac{1 \text{ mm}}{10^{-3} \text{ m}} = 7,0 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

$$7,0 \times 10^{-6} \text{ m} = ? \mu\text{m} \Rightarrow 7,0 \times 10^{-6} \text{ m} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} = 7,0 \mu\text{m}$$



قطر هسته اتم اورانیوم

$$1,75 \times 10^{-14} \text{ m} = ? \text{ pm} = ? \text{ fm}$$

$$1,75 \times 10^{-14} \text{ m} = ? \text{ pm} \Rightarrow 1,75 \times 10^{-14} \text{ m} \times \frac{1 \text{ pm}}{10^{-15} \text{ m}} = 1,75 \times 10^{-1} \text{ pm}$$

$$1,75 \times 10^{-14} \text{ m} = ? \text{ fm} \Rightarrow 1,75 \times 10^{-14} \text{ m} \times \frac{1 \text{ fm}}{10^{-15} \text{ m}} = 1,75 \times 10^1 \text{ fm}$$

نئونجوبول

تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۱-۳



جرم یک گیره کاغذ

$$1 \times 10^{-4} \text{ kg} = ? \text{ g} = ? \text{ mg}$$

$$1 \times 10^{-4} \text{ kg} = ? \text{ g} \Rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ kg} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 1 \times 10^{-1} \text{ g}$$

$$1 \times 10^{-4} \text{ kg} = ? \text{ mg} \Rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ kg} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{10^3 \text{ mg}}{10^3 \text{ g}} = 1 \times 10^{-1} \text{ mg}$$



زمانی که نور مسافت ۳۰ متر را در هوا طی می‌کند.

$$1 \times 10^{-9} \text{ s} = ? \mu\text{s} = ? \text{ ns}$$

$$1 \times 10^{-9} \text{ s} = ? \mu\text{s} \Rightarrow 1 \times 10^{-9} \text{ s} \times \frac{1 \mu\text{s}}{10^{-9} \text{ s}} = 1 \times 10^{-9} \mu\text{s}$$

$$1 \times 10^{-9} \text{ s} = ? \text{ ns} \Rightarrow 1 \times 10^{-9} \text{ s} \times \frac{1 \text{ ns}}{10^{-9} \text{ s}} = 1 \text{ ns}$$



زمانی که صوت مسافت ۳۵ متر را در هوا طی می‌کند.

$$1 \times 10^{-9} \text{ s} = ? \text{ ms} = ? \mu\text{s}$$

$$1 \times 10^{-9} \text{ s} = ? \text{ ms} \Rightarrow 1 \times 10^{-9} \text{ s} \times \frac{1 \text{ ms}}{10^{-9} \text{ s}} = 1 \text{ ms}$$

$$1 \times 10^{-9} \text{ s} = ? \mu\text{s} \Rightarrow 1 \times 10^{-9} \text{ s} \times \frac{1 \mu\text{s}}{10^{-9} \text{ s}} = 1 \times 10^{-9} \mu\text{s}$$

نوبنیج بوعلی

تلشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۱ -

فعالیت ۱-۴: (الف) آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان جرم و حجم یک قطره آب را اندازه گیری کرد.

جواب:

اندازه گیری جرم یک قطره آب:

ابتدا بوسیله قطره چکان، چند قطره آب را داخل یک ظرف که بر روی نیروسنجد قرار داده شده است، می چکانیم. پس از اینکه تعداد قطره ها به اندازه ای زیاد شد که نیروسنجد عدد مناسبی را نشان داد، جرم بدست آمده از نیروسنجد را بر تعداد قطره ها تقسیم می کنیم تا جرم یک قطره آب بدست آید.

اندازه گیری حجم یک قطره آب:

ابتدا بوسیله قطره چکان، چند قطره آب را داخل یک ظرف مدرج می چکانیم. پس از اینکه تعداد قطره ها به اندازه ای زیاد شد که حجم معینی را در ظرف نشان داد، حجم بدست آمده را بر تعداد قطره ها تقسیم می کنیم تا حجم یک قطره آب بدست آید.

نئونجبوول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۱ -

فعالیت ۱-۴: ب) تکه ای سیم لایه نازک یا نخ قرقره به طول تقریبی یک متر تهیه کنید. آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک یک خط کش میلی‌متری بتوان قطر این سیم یا نخ را اندازه‌گیری کرد..

جواب:

چند لایه از سیم را طوری در کنار هم قرار می‌دهیم تا فضای خالی بین لایه‌های سیم وجود نداشته باشد. پهنای سیم‌های کنار هم قرار داده شده را توسط خط کش میلی‌متری اندازه‌گیری می‌کنیم و در پایان با تقسیم عدد اندازه‌گیری شده از خط کش بر تعداد سیم‌های کنار هم قرار داده شده، قطر یک سیم بدست می‌آید.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۱-۵

- تمرین ۱-۵: الف) تخمین بزرگی در هر شبانه روز چند لیتر بخار بنزین وارد هوای شهر تهران می‌شود.  
ب) تحقیق کنید در کشورهای دوستدار محیط زیست، چه تدابیری می‌اندیشنند تا این بخار، که برای محیط زیست و همچنین سلامتی انسان‌ها بسیار مضر است، وارد هوای نشود.

جواب:

الف) فرض کنیم تعداد ۴ میلیون ماشین در تهران وجود دارد و از هر ماشین در هر شبانه روز مقدار ۲ لیتر بخار بنزین وارد هوای می‌شود:

$$4 \times 10^6 \text{ car} \times \frac{2 \text{ L}}{1 \text{ car}} = 8 \times 10^6 \text{ L} = 8 \text{ M} \text{ L}$$

ب) به عهده دانش‌آموز

دانشجویی  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۱-۴

تمرین ۱-۴: یکی دیگر از یکاهای متداول چگالی، گرم بر سانتی متر مکعب است. به روش تبدیل زنجیره‌ای

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

نشان دهید:

جواب:

$$1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(\frac{1\text{m}}{100\text{cm}}\right)^3 \times \frac{1\text{g}}{1\text{kg}} = 1000 \cancel{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \times \cancel{\frac{1\text{m}^3}{1000\text{cm}^3}} \times \cancel{\frac{1\text{g}}{1\text{kg}}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

نُجُونجُوبُول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۱-

پرسش ۱-۴: چگالی بنزین  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10^3$  است. توضیح دهید چرا آب مایع مناسبی برای خاموش کردن بنزین شعلهور نیست؟ (چگالی آب  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10^3$  است.)

جواب:

زیرا چگالی آب بیشتر از چگالی بنزین است و به زیر بنزین می‌رود. در نتیجه بنزین در بالا می‌ماند و شعلهور می‌ماند. برای رفع این مشکل از خاموش‌کننده کف استفاده می‌کنند که چگالی آن از چگالی بنزین کمتر بوده و روی بنزین قرار می‌گیرد.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۱-۵

تمرین ۱-۵: حجم خون در گرددش یک فرد بالغ با توجه به جرمش، می‌تواند بین  $4,70 \text{ L}$  تا  $5,50 \text{ L}$  باشد. جرم  $4,70 \text{ kg}$  خون چند کیلوگرم است؟ چگالی خون را  $1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  بگیرید.

جواب:

ابتدا باید چگالی را به کیلوگرم بر لیتر تبدیل کنیم:

$$\rho = 1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1\text{kg}}{1,0\text{g}} \times \frac{1\text{cm}^3}{1\text{L}} = 1,05 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1,05 \left( \frac{\text{kg}}{\text{L}} \right) \times 4,70 \text{ L} \simeq 4,93 \text{ kg}$$

دانشجویی  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۶-۱

تمرین ۶-۲: جرم و وزن تقریبی هوا درون کلاستان را پیدا کنید.

$$\text{چگالی هوا را } \rho = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ در نظر بگیرید.}$$

جواب:

کلاس را انتاقی به ابعاد  $3\text{m} \times 4\text{m} \times 5\text{m}$  فرض می‌کنیم:

$$V = 3\text{m} \times 4\text{m} \times 5\text{m} = 60\text{m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1.2 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 60 \text{ (m}^3\text{)} = 72 \text{ kg}$$

$$W = mg = 72 \text{ (kg)} \times 10 \left( \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right) = 720 \text{ N}$$



## فعالیت ۱-۵

**فعالیت ۱-۵:** اگر پرتقالی را درون ظرف محتوی آب بیندازیم پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید (شکل الف) و نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.



**جواب:** چگالی پرتقال کمتر از چگالی آب است. بنابراین پرتقال روی آب می‌ماند.

اگر پرتقال را بدون پوست درون ظرف محتوی آب بیندازیم دوباره پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را مطابق شکل (ب) انجام دهید و نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

**جواب:**

چگالی پرتقال پوست کنده شده بیشتر از چگالی آب است. بنابراین پرتقال داخل آب فرو می‌رود.

در آزمایش (الف) پرتقال جرم بیشتری دارد و اصطلاحاً سنتگین‌تر است. آیا سنتگین‌تر بودن یک جسم دلیلی بر فرورفتان آن در آب است؟ توضیح دهید.

**جواب:** خیر، معیار فرو رفتن یا فرو نرفتن جسم درون آب چگالی است.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۱-۶

**فعالیت ۶-۱:** الف) جرم و حجم تعدادی جسم جامد را اندازه بگیرید. در صورتی که شکل جسم‌ها منظم باشد، ابعاد آن‌ها را به کمک کولیس یا ریزسنج اندازه بگیرید. اگر جسم جامد شکل نامنظمی داشته باشد، از روشی که در شکل روبرو نشان داده شده است، حجم آن را اندازه بگیرید.

**جواب:**

ابتدا حجم آب درون استوانه مدرج را یادداشت می‌کنیم ( $V_1$ ). سپس با گذاشتن جسم درون استوانه حجم ثانویه استوانه مدرج را به دست می‌آوریم ( $V_2$ ). اختلاف دو حجم به دست آمده برابر ایس با حجم جسم جامد با شکل نامنظم:

$$\Delta V = V_2 - V_1$$



ب) با استفاده از سرنگ مدرج بزرگ و ترازوی با دقت مناسب، چگالی برخی از مایع‌های در دسترس مانند شیر، روغن، مایع ظرفشویی و... را اندازه بگیرید. قبل و بعد از پرکردن سرنگ، جرم آن را اندازه بگیرید و به این روش جرم مایع را تعیین کنید.

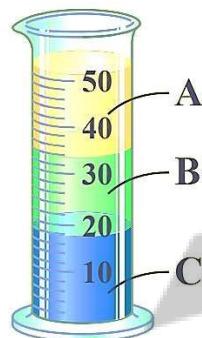
**جواب:** به عهده دانشآموز

نئونجوبول  
تلashی در مسیر موفقیت

## پرسش ۱-۵

پرسش ۱-۵: سه مایع مخلوط نشدنی که چگالی‌های متفاوتی دارند درون استوانه‌ای شیشه‌ای ریخته شده‌اند.

چگالی این سه مایع را با هم مقایسه کنید.



$$\rho_A < \rho_B < \rho_C$$

جواب:

هر چه مایع پایین‌تر باشد، چگالی آن بیشتر است. بنابراین:

نئونجوبول

تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱- در چه صورت یک مدل یا نظریهٔ فیزیکی بازنگری می‌شود؟

جواب:

اگر مدل یا نظریهٔ مطرح شده با نتایج آزمایشات جدید همخوانی نداشته باشد، مدل یا نظریهٔ فیزیکی بازنگری می‌شود.

نئونجوبول  
تلashی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۲- فرایند مدل سازی در فیزیک را با ذکر یک مثال توضیح دهید.

جواب:

۱- مثال توپ در حال حرکت در متن کتاب درسی.

۲- حرکت اجسام با وجود قرقره: در این حالت از جرم نخ، جرم قرقره، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح و مقاومت هوا صرفانظر می شود.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۳- سعی کنید با نگاه کردن، طول برخی از اجسامی را که در محیط اطرافتان هستند، بر حسب سانتیمتر یا متر برآورد کنید. سپس طول آن‌ها را با خط کش یا متر اندازه بگیرید. برآوردهای شما تا چه حد درست بوده‌اند؟

جواب: به عهده دانش‌آموز

نئونجی بوک  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۴- جرم یک سوزن ته گرد را چگونه می‌توان با یک ترازوی آشپزخانه اندازه‌گیری کرد؟

جواب:

تعداد مشخصی سوزن را روی ترازو فرار داده و وزن آن را اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس وزن به دست آمده را بر تعداد سوزن‌ها تقسیم کرده تا وزن هر سوزن به دست آید.  
مثالاً اگر جرم ۵۰ عدد سوزن ۲۰۰ گرم شد، جرم هر سوزن  $\frac{200}{50} = 4$  گرم خواهد بود.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۵- گالیله در برخی از کارهایش از ضربان نبض خود به عنوان زمان‌سنج استفاده کرد. شما نیز چند پدیده تکرارشونده در طبیعت را نام ببرید که می‌توانند به عنوان ابزار اندازه‌گیری زمان به کار روند.

**جواب:**

گردش زمین به دور خودش، حرکت زمین به دور خورشید، حرکت ماه به دور زمین، ضربان قلب و تعداد تنفس.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۶- الف) هر میکروقرن، تقریباً چند دقیقه است؟

ب) یک میلیارد ثانیه دیگر، تقریباً چند سال پیرتر می‌شود؟

جواب:

$$1\text{ }\mu\text{G} \times \frac{10^{-9}\text{ G}}{1\text{ }\mu\text{G}} \times \frac{1\text{ yr}}{1\text{ G}} \times \frac{365D}{1\text{ yr}} \times \frac{24h}{1D} \times \frac{60\text{ min}}{1h} \approx 52,5 \text{ min}$$

(الف)

$$1,000,000,000\text{ s} = 10^9\text{ s} \times \frac{1h}{3600s} \times \frac{1D}{24h} \times \frac{1yr}{365D} \approx 31 \text{ yr}$$

(ب)

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۷- هکتار، از جمله یکاهای متداول مساحت است. هر هکتار برابر  $10^4$  هزار مترمربع است.

(الف) اگر زمین را کره‌ای یکنواخت به شعاع  $6400$  کیلومتر در نظر بگیریم، مساحت آن چند هکتار است؟

(ب) تحقیق کنید مساحت کل سرزمین ایران، شامل خشکی و دریا، چند هکتار است؟

این مساحت چند درصد از مساحت کره زمین است؟



جواب:

(الف)

$$A = 4\pi R^2 = 4 \times 3.14 \times (6,4 \times 10^6)^2 \approx 5,144 \times 10^{12} \text{ m}^2 \times \frac{1 \text{ هکتار}}{10^4 \text{ m}^2} = 5,144 \times 10^8 \text{ هکتار}$$

(ب) مساحت کل سرزمین ایران  $1,648,195$  کیلومتر مربع است:

$$A_{Iran} = 1,648,195 \times 10^6 \text{ km}^2 \times \frac{10^6 \text{ m}^2}{1 \text{ km}^2} \times \frac{1 \text{ هکتار}}{10^4 \text{ m}^2} = 1,648,195 \times 10^8 \text{ هکتار}$$

$$\frac{A_{Iran}}{A} \times 100 = \frac{1,648,195 \times 10^8 \text{ هکتار}}{5,144 \times 10^8 \text{ هکتار}} \times 100 \approx 32 \%$$

نئونجوبول

تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۸- یکی از بزرگترین الماس‌های شناخته شده در ایران، دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط است. این الماس به رنگ کمیاب صورتی شفاف بوده و در خزانه جواهرات ملی نگهداری می‌شود. کوه نور نیز یکی دیگر از الماس‌های مشهور جهان است که جرمی حدود ۱۰۸ قیراط دارد و هم اکنون در برج لندن نگهداری می‌شود. با توجه به اینکه هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است، جرم دریای نور و کوه نور بر حسب گرم چقدر است؟

جواب:

$$\text{قیراط} = ۲۰۰ \text{ mg}$$

$$1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$$

$$182 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{\text{قیراط}} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 36,4 \text{ g}$$

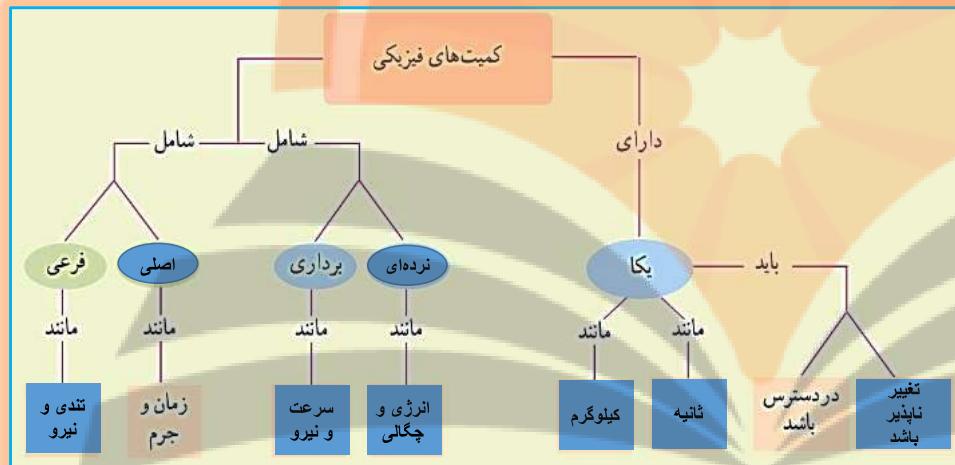
$$108 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{\text{قیراط}} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 21,6 \text{ g}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۹- نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.

جواب:



نئونجوبول  
تلashی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱- سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هسپیرویوکا است که در مدت ۱۴ روز، ۳/۷ متر رشد می‌کند.

آهنگ رشد این گیاه بر حسب میکرومتر بر ثانیه چقدر است؟



جواب:

$$\frac{۳/۷ \text{ m}}{۱۴ \text{ D}} = ? \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{۳/۷ \text{ m}}{۱۴ \text{ D}} \times \frac{۱ \mu\text{m}}{۱۰^{-۶} \text{ m}} \times \frac{۱ \text{ D}}{۲۴ \text{ h}} \times \frac{۱ \text{ h}}{۳۶۰۰ \text{ s}} \approx ۳,۰۶ \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱۱ ft = ۱۲in است. ارتفاع هواپیمایی را که در فاصله ۳۰۰۰۰ پا از سطح آزاد دریاها در حال پرواز است بر حسب متر به دست آورید. هر اینچ ۲,۵۴۰ سانتی‌متر است.

جواب:

$$30000 \cancel{ft} \times \frac{12 \cancel{in}}{1 \cancel{ft}} \times \frac{2,540 \cancel{cm}}{1 \cancel{in}} \times \frac{1m}{100 \cancel{cm}} \approx 9144 m$$

نئون جوپول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱۲- قدیمی ترین سنگ نوشته حقوق بشر که تاکنون یافت شده است به حدود ۲۵۵۰ سال پیش باز می‌گردد که به فرمان کورش، پادشاه ایران در دوره هخامنشیان نوشته شده است. مرتبه بزرگی سن این سنگ نوشته بر حسب ثانیه چقدر است؟



جواب:

$$2550 \text{ Year} \times \frac{365 D}{1 Year} \times \frac{24 h}{1 D} \times \frac{3600 S}{1 h} \approx 8,041,680 \times 10^{18} S$$

لُجْلَجْ بُولْ  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱۳- تندی شناورها در دریا بر حسب یکایی به نام گره بیان می‌شود. هر گره دریایی برابر  $\frac{m}{s} = ۰,۵۱۴۴$  است.

(الف) اگر یک کشتی حمل کالا با تندی  $۱۴$  گره از بندر شهید رجایی به طرف جزیره لاوآن حرکت کند، تندی آن را

برحسب کیلومتر بر ساعت به دست آورید.



(ب) مایل، یکی دیگر از یکاهای متداول طول در دستگاه بریتانیایی است. یک مایل دریایی برابر  $۱۸۵۲$  متر است. تندی کشتی قسمت (الف) را بر حسب مایل بر ساعت به دست آورید.

جواب:

(الف)

(ب)

$$v = ۱۴ \cancel{\text{گره}} \times \frac{۰,۵۱۴۴ \text{ (m/s)}}{\cancel{\text{گره}}} \approx ۷,۲۰ \cancel{\frac{m}{s}} \times \frac{۱ \text{ km}}{۱۰۰۰ \text{ m}} \times \frac{۳۶۰,۸}{۱ \text{ h}} = ۲۵,۹۲ \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v = ۲۵,۹۲ \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{۱۰۰۰ \text{ m}}{۱ \text{ km}} \times \frac{۱ \text{ mile}}{۱۸۵۲ \text{ m}} = ۱۴ \frac{\text{mile}}{\text{h}}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱۴- ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. هر ذرع  $10^4$  سانتی‌متر و هر فرسنگ  $6000$  ذرع است. قشم، بزرگترین جزیره خلیج فارس است که مساحت آن از بیش از بیست کشور جهان بزرگتر است. طول این جزیره حدود  $120$  کیلومتر برآورد شده است. این طول را بر حسب ذرع و فرسنگ بیان کنید.

جواب:

$$120 \text{ km} = ? \text{ ع}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ km} = 1000 \text{ m} \\ 100 \text{ cm} = 1 \text{ m} \\ 10^4 \text{ cm} = 1 \text{ ع} \end{array} \right\} \Rightarrow 120 \text{ km} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ ع}}{10^4 \text{ cm}} = 115384,615 \text{ ع}$$

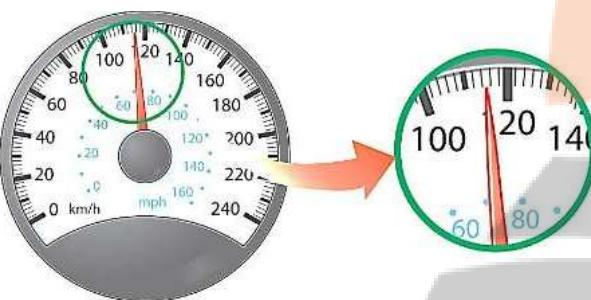
$$120 \text{ km} = ? \text{ فرسنگ}$$

$$\text{فرسنگ} = \frac{1}{6000} \text{ ذرع} \Rightarrow 120 \text{ km} = 115384,615 \text{ ع} \Rightarrow 19,231 \text{ فرسنگ} = 6000 \text{ ع}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱۵- شکل زیر، صفحه تندی سنج یک خودرو را نشان می‌دهد. دقت این تندی‌سنج چقدر است؟



جواب:

با توجه به اینکه تندی‌سنج اعداد بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ کیلومتر بر ثانیه را به ۱۰ بخش تقسیم کرده است، دقت آن ۲ کیلومتر بر ثانیه است.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱۶- شکل‌های (الف) و (ب)، به ترتیب یک ریزسنج و یک کولیس رقمی را نشان می‌دهد. دقت هر یک از این وسیله‌ها را مشخص کنید.



(ب)



(الف)

جواب:

دقت اندازه‌گیری: ۰,۰۱ میلی‌متر

دقت اندازه‌گیری: ۰,۰۰۱ میلی‌متر

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل



۱۷- الف) قطعه‌ای فلزی به شما داده شده است و ادعا می‌شود که از طلای خالص ساخته شده است.

چگونه می‌توانید درستی این ادعا را بررسی کنید؟

ب) بزرگترین شمش طلا با حجم  $1,573 \times 10^4 \text{ cm}^3$  و جرم  $250,0 \text{ kg}$  ساخته شده است.

چگالی این شمش طلا را به دست آورید.

پ) نتیجه به دست آمده در قسمت (ب) را با چگالی طلا در جدول ۸-۱ مقایسه کنید و دلیل

تفاوت این دو عدد را بیان کنید.

### جواب:

(الف) ابتدا با استفاده از جرم و حجم قطعه فلز، چگالی آن را به دست می‌آوریم. سپس چگالی قطعه فلز را با چگالی طلا خالص مقایسه می‌کنیم، اگر چگالی به دست آمده برابر با چگالی طلا خالص باشد، قطعه فلز از جنس طلای خالص است و اگر چگالی آن کمتر از چگالی طلا خالص بود، قطعه فلز ناخالصی دارد.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{250 \text{ kg}}{1,573 \times 10^4 \text{ cm}^3} \times \frac{10^4 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} \approx 1/589 \times 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (\text{ب})$$

(پ) چگالی طلا برابر  $1/932 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$  است که از چگالی بدست آمده از قسمت (ب) بیشتر است. این نتیجه نشان می‌دهد که شمش از طلای خالص ساخته نشده است.

## مسئله فصل

۱۸- برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده‌ایم. با توجه به داده‌های روی شکل، چگالی جسم را برحسب  $\text{g/L}$  و  $\text{g/cm}^3$  حساب کنید.



جواب:

$$V = 23,1 - 18,5 = 4,6 \text{ mL} \times \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ mL}} = 4,6 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8,24(\text{g})}{4,6 \times 10^{-3}(\text{L})} = 1,8 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$\rho = 1,8 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cm}^3} = 1,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۱۹- الف) ستاره‌های کوتوله سفید بسیار چگال هستند و چگالی آن‌ها در SI حدود ۱۰۰ میلیون است. اگر شما یک قوطی کبریت از ماده تشکیل دهنده این ستاره‌ها در اختیار داشتید، جرم آن چند کیلوگرم می‌شد؟ ابعاد و حجم قوطی کبریت را خودتان تخمین بزنید!

جواب:

الف) ابعاد قوطی کبریت را  $1\text{ cm} \times 3\text{ cm} \times 5\text{ cm}$  فرض می‌کنیم:

$$V = 1\text{ cm} \times 3\text{ cm} \times 5\text{ cm} = 15\text{ cm}^3 \times \frac{1\text{ m}^3}{10^6\text{ cm}^3} = 15 \times 10^{-6}\text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 100 \times 10^6 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 15 \times 10^{-6} (\text{m}^3) = 1500\text{ kg}$$

دانشجویی  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسئله فصل

۲۱- ب) اگر جمعیت کره زمین ۷ میلیارد نفر، جرم میانگین هر نفر  $60$  کیلوگرم و ماده تشکیل دهنده انسان‌ها از جنس ستاره‌های کوتوله سفید فرض شود (فرضی ناممکن!), ابعاد یک اتاق چقدر باشد تا همه انسان‌ها در آن جای گیرند؟

جواب:

ب) ابتدا جرم ۷ میلیارد نفر انسان روی کره زمین را تخمین می‌زنیم:

$$m = 7 \times 10^9 \times 60 \text{ (kg)} = 4.2 \times 10^{11} \text{ (kg)} = 10^{11} \text{ kg}$$

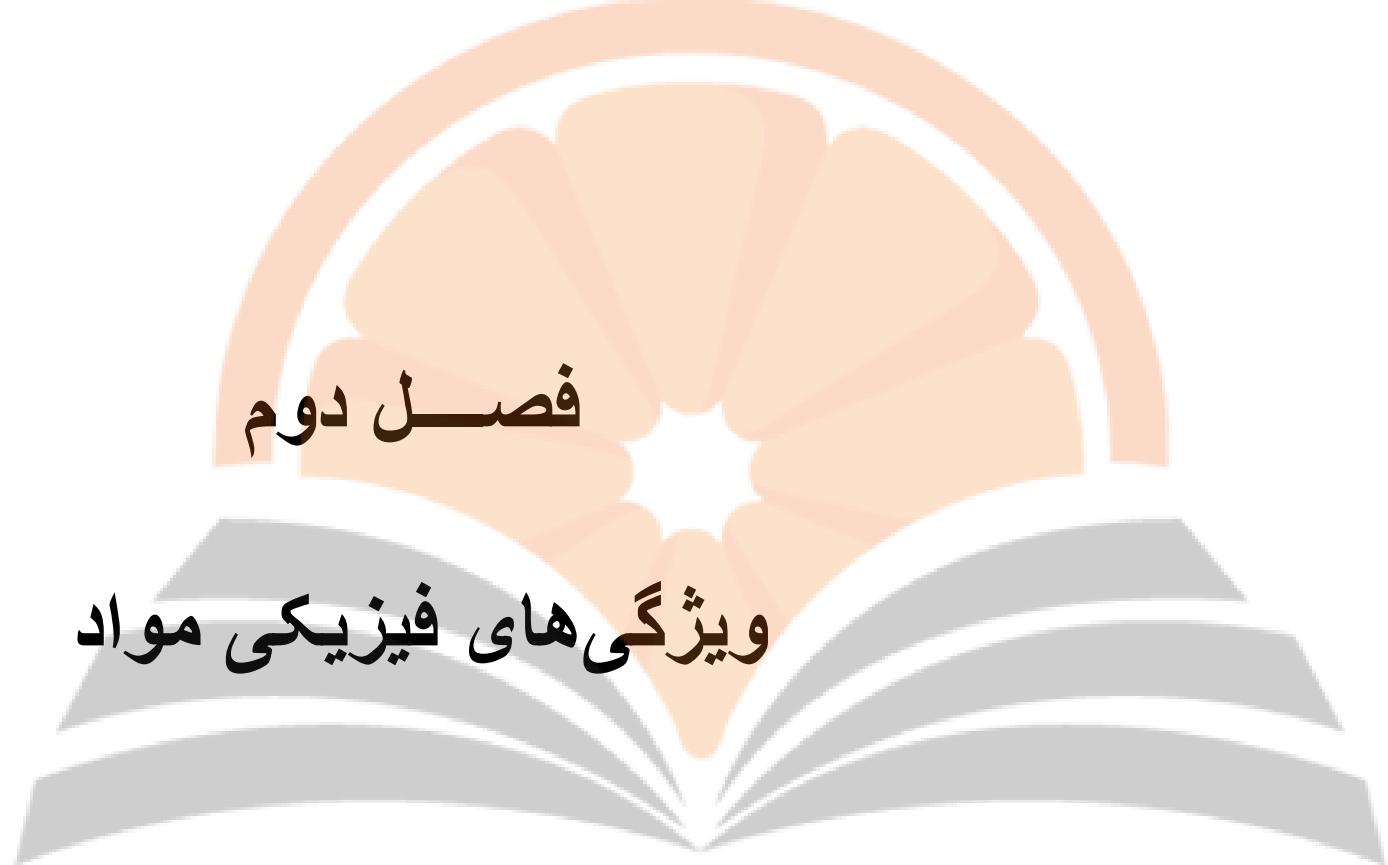
$\sim 1$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{10^{11} \text{ (kg)}}{100 \times 10^9 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)} = 10^3 \text{ m}^3$$

$$V = a^3 \rightarrow a = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{10^3 \text{ m}^3} = 10 \text{ m}$$

نئونجوبو

تلاشی در مسیر موفقیت



فصل دوم

ویژگی‌های فیزیکی مواد

نئونجوبو

تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۱-۲

**فعالیت ۱-۳:** قلمزنی یکی از هنرهای صنعتی ایران و با قدمتی چندین هزار ساله است. تحقیق کنید صنعتگران قلمزن، چگونه از شل و سفت شدن قیر کمک می‌کنند تا بدون سوراخ شدن فلز، بر روی آن نقش و نگارهای متنوعی ایجاد کنند.



جواب:

در هنگام ضربه زدن به سطح فلز برای ایجاد نقش‌های روی سطح آن، امکان دارد که فلز سوراخ شود. برای جلوگیری از این کار از قیر شل استفاده می‌کنند. بدین منظور قیر شل را درون ظرف ریخته تا سطح داخلی فلز را بپوشاند و هرچه قیر دمای بیشتری داشته باشد در هنگام ضربه زدن، فلز بیشتر فرو می‌رود.

در پایان پس از سفت شدن قیر، آن را از سطح داخلی فلز جدا می‌کنند.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۲-۲

فعالیت ۲-۲: یک سرنگ، مثلاً ۱۰ سی سی، اختیار کنید. پیستون آن را بکشید تا هوا وارد سرنگ شود. انگشت خود را محکم روی دهانه خروجی سرنگ قرار دهید و تا جایی که می‌توانید پیستون را حرکت دهید تا هوا درون سرنگ متراکم شود.

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



جواب:

وقتی داخل سرنگ هوا باشد، به راحتی پیستون حرکت کرده و هوا متراکم می‌شود. اما وقتی داخل آن آب باشد، پیستون نمی‌تواند آزادانه حرکت کند و آب را متراکم کند. در نتیجه متوجه می‌شویم که **مایع‌ها تراکمپذیر** و **گازها تراکمپذیرند**.

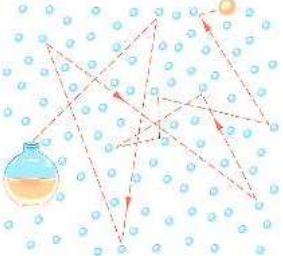
در واقع فاصله بین مولکولی در مایع‌ها کمتر از گازهاست و وقتی میخواهیم مایع را متراکم کنیم، مولکول‌های آن بیش از حد به هم نزدیک شده و ایجاد دافعه می‌کنند و مانع از تراکم مایع می‌شوند.

لُلِّنِيْجِرِبُولِ

تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۱-۲

پرسش ۱-۲: **(الف)** وقتی در شیشهٔ عطری را در گوشه‌ای از اتاق باز می‌کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می‌شود. با توجه به شکل رویه‌رو این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ چرا پدیدهٔ پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد؟



جواب:

ذرات عطر با مولکول‌های هوا برخورد کرده و به تدریج در محیط پخش می‌شوند.

مولکول‌های گاز نسبت به مولکول‌های مایع تندی بیشتری دارند و آزادانه‌تر حرکت می‌کنند. بنابراین با تندی و انرژی بیشتری می‌توانند باعث پخش در محیط شوند.

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

جواب:

پخش مولکول‌های هوا باعث می‌شوند عناصر هوا در سراسر کره زمین وجود داشته باشند و هر موجودی به راحتی از آن‌ها استفاده کند.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۲-۲

پرسش ۲-۲: وقتی شیشه می‌شکند با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛ ولی اگر قطعه‌های شیشه را آن قدر گرم کنیم که نرم شوند می‌توان آن‌ها را به هم چسباند. این پدیده‌ها را با توجه به کوتاه‌بُرد بودن نیروهای بین‌مولکولی توجیه کنید.

جواب:

وقتی شیشه گرم می‌کنیم، جنبش مولکول‌های آن بیشتر شده و باعث می‌شود مولکول‌ها در کنار هم قرار گیرند و نیروهای بین‌مولکولی با توجه به کوتاه‌بُرد بودن نیروهای بین‌مولکولی، زمانی که فاصله کم می‌شود این نیروها بوجود آمده و باعث چسبیدن قطعه‌های شیشه به هم می‌شوند.

نئونجروب  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۳-۲

فعالیت ۳-۲: الف) سعی کنید یک سوزن ته‌گرد یا گیره کاغذ را مطابق شکل روی سطح آب شناور کنید.  
برای این منظور می‌توانید از یک تکه دستمال کاغذی استفاده کنید.  
ب) پس از شناور شدن سوزن یا گیره، سطح آب را به دقت مشاهده کنید و مشاهدات خود را به کلاس گزارش دهید.

جواب:

الف و ب) گیره در سطح آب فرورفتگی ایجاد می‌کند اما بدلیل کشش سطحی آب که ناشی از نیروی همچسبی بین مولکول‌های آب است، روی سطح آب می‌ماند و فرو نمی‌رود.

پ) اکنون یکی دو قطره مایع شوینده را به آرامی به آب درون ظرف بیفزایید. مشاهدات خود را به کلاس گزارش کنید و دلیلی برای آن ارائه دهید.

جواب:

مایع شوینده نیروی همچسبی بین مولکول‌های آب و در نتیجه کشش سطحی را کاهش داده و باعث می‌شود که گیره درون آب فروردود.



نئونجوبول

تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۳-۲

پرسش ۳-۲: شکل روپهرو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره چکان نشان می‌دهد.  
الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کمتر است.

جواب:

در شکلی که قطره روغن بزرگ‌تر است، دما کمتر است.



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

جواب:

افزایش دما سبب افزایش جنبش مولکول‌ها و در نتیجه کاهش نیروی بین‌مولکولی می‌شود. بنابراین با افزایش دما قطره‌های کوچک‌تری خواهیم داشت.

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

جواب:

افزایش دما باعث افزایش جنبش مولکول‌ها و در نتیجه کاهش نیروی دگرچسبی می‌شود. بنابراین ظروف راحت‌تر شسته می‌شوند.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۲-۲

**فعالیت ۲-۴:** یک طرف یک تکه شیشه کوچک (با ابعادی حدود ۱۰ cm در ۱۰ cm) را کمی بالاتر از شعله یک شمع بگیرید تا سطح شیشه به طور کامل دود اندوشد شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطحی افقی قرار دهید و سپس روی سطح دود اندوشده آن چند قطره آب بریزید. آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

**جواب:**

نیروی همچسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و دود بیشتر است و قطرات آب به شکل کروی باقی می‌ماند.

بار دیگر سطح شیشه را به جای دود اندوختن، با روغن چرب کنید و آزمایش را تکرار کنید. مشاهده خود را توضیح دهید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

**جواب:**

نیروی همچسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و روغن بیشتر است و قطرات آب روی سطح شیشه چرب شده به شکل کروی باقی می‌ماند.



تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۲-۵

**فعالیت ۳-۵:** این فعالیت به شما کمک می‌کند تا درک بهتری از نیروی دگرچسبی به دست آورید. به این منظور از یک لیوان پر از آب، یک کارت بانکی و تعدادی وزنه چند گرمی یا سکه‌های پول استفاده کنید. ابتدا مطابق شکل الف، کارت را طوری روی لبه لیوان قرار دهید که تنها نیمی از آن با آب در تماس باشد. وزنه‌های چند گرمی را روی قسمتی از کارت قرار دهید که با آب در تماس نیست (ابتدا وزنه ۵ گرمی، سپس ۱۰ گرمی و...). نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفاهیمی که تاکنون فرا گرفته‌اید توضیح دهید.



جواب:

نیروی همچسبی بین مولکول‌های آب کمتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و کارت بانکی است و با قرار دادن سکه در طرف دیگر کارت، آب از سطح اولیه خود بالاتر می‌آید. اگر نیروی وزن سکه‌ها بزرگ‌تر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و کارت بانکی شود، کارت بانکی از طرف دیگر می‌افتد.

یکی دو قطره مایع شوینده به آب اضافه کنید و آزمایش را تکرار کنید. نتیجه مشاهده خود را در گروه خود به بحث بگذارید.

جواب:

با افزودن مایع شوینده، نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و کارت بانکی کاهش می‌یابد و کارت بانکی از سطح آب جدا می‌شود.

نحوه بروی  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۶-۲

**فعالیت ۶-۲:** در ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منفذهای مویین در این دیوارها می‌تواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می‌پوشانند. تحقیق کنید در معماری سنتی ایران به جای قیراندود کردن، چگونه از نفوذ آب به داخل سازه‌ها جلوگیری می‌کردند.

جواب:

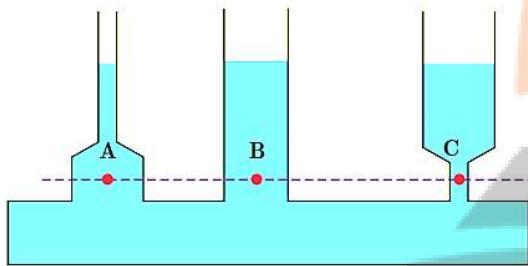
از موادی استفاده می‌کردند که آب نسبت به آن هادگرچسبی داشته باشد تا آب از دیوارها دور شده و در دیوار نفوذ نکند. از جمله این مواد می‌توان به ترکیب کاهگل و روغن و ترکیب گچ و خاک و شیره سوخته خرما اشاره کرد.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت



## پرسش ۴-۲

پرسش ۴-۲: در علوم سال نهم دیدید که فشار در نقاط همتراز یک مایع ساکن مانند نقاط A، B و C در شکل یکسان است و به شکل ظرف بستگی ندارد. سازگاری این موضوع را با رابطه  $P = P_0 + \rho gh$  توضیح دهید.



جواب:

طبق رابطه بالا، فشار هوا، چگالی مایع و عمق مایع تا نقاط A، B و C برای هر سه نقطه یکسان است. بنابراین فشار کل در سه نقطه A، B و C برابر خواهد بود.

نئونجوبو  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۱-۲

تمرین ۱-۲: شناگری در عمق ۵,۰ متری از سطح آب دریاچه‌ای شنا می‌کند. فشار ناشی از آب و همچنین فشار کل در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت پرده گوش را یک سانتی‌متر مربع فرض کنیم، بزرگی نیرویی که به پرده گوش این شناگر وارد می‌شود چند نیوتون است؟ فشار هوای محیط را  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  بگیرید.

جواب:

$$P_w = \rho gh \Rightarrow P_w = (1.0 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (1.0 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (5.0 \text{ m}) = 5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

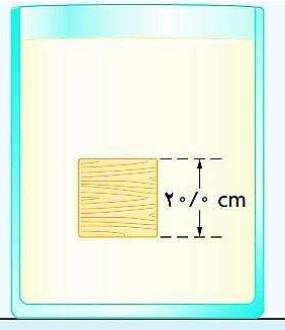
$$P = P_0 + \rho gh \Rightarrow P = (1.01 \times 10^5 \text{ Pa}) + (5.0 \times 10^5 \text{ Pa}) = (1.01 \times 10^5 \text{ Pa}) + (0.50 \times 10^5 \text{ Pa}) = 1.51 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow F = (1.51 \times 10^5 \text{ Pa}) \times (1 \text{ cm}^2 \times \frac{1 \text{ m}^2}{10^4 \text{ cm}^2}) = 1.51 \times 10^3 \text{ N} = 151 \text{ N}$$

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۲-۲

تمرین ۲-۲: جسمی مکعبی به طول ضلع ۲۰,۰ cm درون شارهای غوطه‌ور و در حال تعادل است. فشار در بالا و زیر جسم به ترتیب برابر ۱۰,۵,۰ و ۱۰,۸ کیلوپاسکال است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟



جواب:

$$P_v = P_i + \rho gh \Rightarrow P_v - P_i = \rho gh$$

$$\Rightarrow (10,8 - 10,5) \times 10^5 \text{ Pa} = \rho \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0,20 \text{ m})$$

$$\Rightarrow 1,8 \times 10^5 \text{ Pa} = 2\rho \Rightarrow \rho = 0,9 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

نئونجوبو  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۲-۳

تمرین ۲-۳: در هواشناسی و روی نقشه‌های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می‌کنند. به طوری که داریم:

$$1 \text{ bar} = 1,000 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,000 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

یک ستون به سطح مقطع  $1 \text{ m}^2$  در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می‌یابد. اگر فشار هوا را در سطح دریا  $1 \text{ bar}$  در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟

جواب:

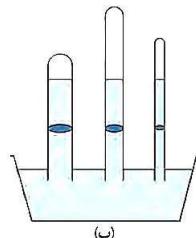
$$P_o = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P_o A \Rightarrow F = (1 \times 10^5 \text{ Pa}) \times (1 \text{ m}^2) = 1 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F = m_t g \Rightarrow 1 \times 10^5 \text{ N} = m_t \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \Rightarrow m_t = 1 \times 10^4 \text{ kg}$$

دانشجویی  
تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۲-۵

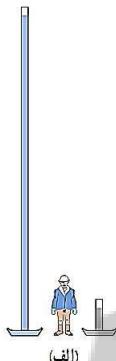
- پرسش ۲-۵: الف) توضیح دهید چرا توریچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟  
ب) برای لوله‌های غیرموبین، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند. علت را توضیح دهید.  
پ) در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان، روی ورقه لاقی یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های کاغذ پخش می‌شود. در بدنه خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند. دلیل این کار را توضیح دهید.



(ا)



(ب)



(ال)

جواب:

الف) چگالی جیوه خیلی بیشتر از چگالی آب است و اگر قرار بود به جای جیوه از آب استفاده شود، ارتفاع ستون مورد نظر بسیار بلند می‌شد.

ب) با توجه به رابطه  $P_o = \rho gh$ ، ارتفاع ستون جیوه از رابطه  $h = \frac{P_o}{\rho g}$  به دست می‌آید و چون فشار هوا و چگالی جیوه برای لوله‌ها یکسان است، ارتفاع جیوه در تمام لوله‌ها یکسان خواهد بود.

پ) فشار هوا از طریق روزنہ وارد لوله حاوی جوهر شده و به سطح آن فشار وارد کرده و جوهر را به سمت پایین فشار می‌دهد.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۷-۲

فعالیت ۷-۲: آزمایشی طراحی و سپس اجرا کنید که به کمک آن بتوان نشان داد فشار در یک عمق معین از مایع به جهتگیری سطحی که فشار به آن وارد می‌شود بستگی ندارد.

جواب:



در شکل مقابل اگر دو سوراخ را در دو نقطه مورد نظر ایجاد کنیم، باز هم آب از این دو نقطه بیرون خواهد ریخت که دلیل آن وجود فشار آب در آن دو نقطه است.

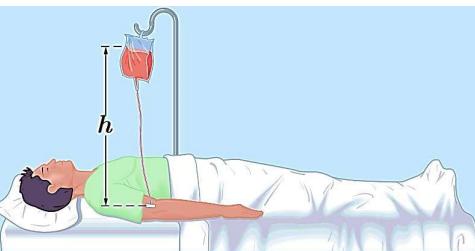
این آزمایش نشان می‌دهد که فشار در یک عمق معین به جهتگیری بستگی ندارد.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## تمرین ۴-۲

تمرین ۴-۲: شکل روبرو یک کیسه لاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می‌کنند طوری که فشار هوا در این بخش از کیسه همواره با فشار هوا بیرون برابر بماند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ ۱۳۳۰ پاسکال باشد، ارتفاع کمینه  $h$  چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ نکند؟ چگالی محلول را  $1.045 \text{ kg/m}^3$  بگیرید.

جواب:



$$P = \rho gh \Rightarrow 1330 \text{ Pa} = (1.045 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times h \Rightarrow h \approx 0.127 \text{ m} \Rightarrow h \approx 12.7 \text{ cm}$$

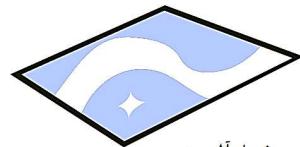
نئونجینو  
تلاشی در مسیر موفقیت

## فعالیت ۲-۸

**فعالیت ۸-۲:** درون یک ظرف مقداری آب بریزید. یک فویل آلومینیمی به ابعاد تقریبی  $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$  اختیار کنید و آن را مچاله کنید. پیش‌بینی کنید با قرار دادن فویل مچاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟

جواب:

فویل روی آب می‌ماند زیرا چگالی آن از چگالی آب کمتر است.



فویل آلومینیمی

اکنون فویل مچاله شده را آن قدر فشار دهید تا تقریباً مشابه یک توپ کروی شود. اگر این توپ آلومینیمی را روی سطح آب قرار دهید، پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟



فویل آلومینیمی مچاله شده

جواب:

با مچاله کردن فویل، حجم آن کم شده و در نتیجه چگالی آن بیشتر می‌شود.

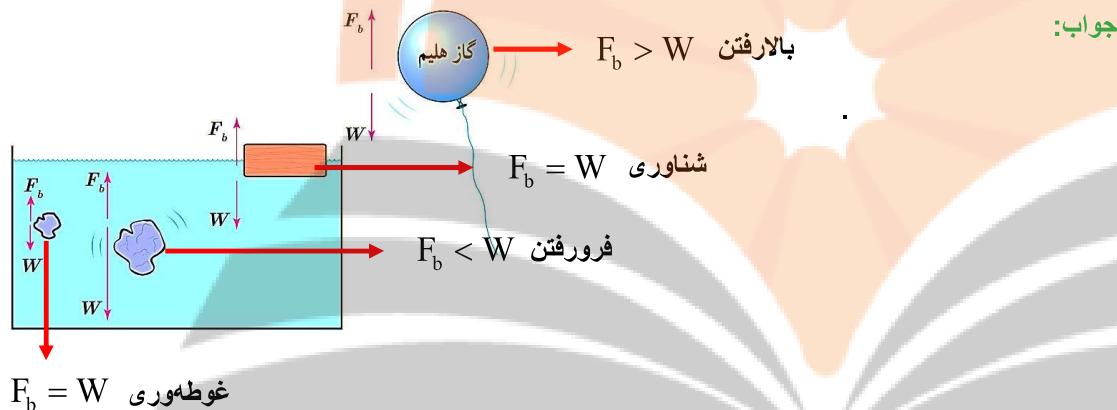
بنابراین پیش‌بینی می‌شود که فویل درون آب فرورود.  
دقت داشته باشید که فرو رفتن یا فرو نرفتن یک جسم درون آب به جرم آن بستگی ندارد و فقط به چگالی آن وابسته است.

نئون جوبول

تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۶-۲

پرسش ۶-۲: در شکل روبه‌رو، نیروی شناوری  $F_b$  و نیروی وزن  $W$  وارد بر چند جسم نشان داده شده است. با توجه به نیروی خالص وارد بر هر جسم، وضعیت آن را به کمک یکی از واژه‌های شناوری، غوطه‌وری، فرورفتن و بالارفتن توصیف کنید.



جواب:

نئونجوبو  
تلashی در مسیر موفقیت

## پرسش ۷-۲

پرسش ۷-۲: وقتی شیر آبی را کمی باز کنید و آب به آرامی جریان یابد، مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیکترشدن به زمین، باریکتر می‌شود دلیل این پدیده را با توجه به معادله پیوستگی توضیح دهید.



جواب:

با نزدیک شدن آب به نزدیک زمین، تندی آن بیشتر می‌شود و مطابق معادله پیوستگی، سطح مقطع آب باید کم شود.

نئونجوبول

تلاشی در مسیر موفقیت

## پرسش ۸-۲

- پرسش ۸-۲: **(الف)** روزهایی که باد می‌وزد، ارتفاع موج‌های دریا یا اقیانوس بالاتر از ارتفاع میانگین می‌شود. با اصل برنولی چگونه می‌توان افزایش ارتفاع موج را توضیح داد؟  
**(ب)** شکل روبرو کامیون را در دو وضعیت سکون و در حال حرکت نشان می‌دهد. با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید چرا وقتی کامیون در حال حرکت است پوشش برزننتی آن پف می‌کند.

پوشش برزننتی صاف و تخت است.

کامیون در حال توقف



کامیون در حال حرکت



جواب:

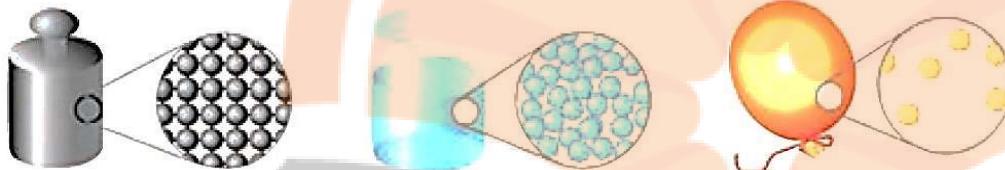
**(الف)** با افزایش تندی هوا در بالای سطح آب، طبق اصل برنولی فشار هوا در بالای آب کم می‌شود. در نتیجه اختلاف فشار بوجود آمده باعث افزایش ارتفاع موج‌ها می‌شود.

**(ب)** با افزایش تندی هوا در بالای پوشش برزننتی، طبق اصل برنولی فشار هوا در بالای آن کم می‌شود. در نتیجه اختلاف فشار بوجود آمده باعث بالا آمدن پوشش می‌شود.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

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



جواب:

(الف) در گازها فاصله بین مولکولی زیاد است و مولکول‌ها به طور نامنظم در کنار هم قرار دارند.

(ب) در مایعات فاصله بین مولکولی نسبت به گازها کمتر است و همچنان مولکول‌ها به طور نامنظم در کنار هم قرار دارند.

(پ) در جامدات فاصله بین مولکولی نسبت به گازها کمتر و تقریباً برابر با فاصله بین مولکولی در مایعات است ولی مولکول‌ها با آرایشی منظم در کنار هم قرار دارند.

نئونجوبو  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

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

جواب:

بدنه دوچرخه به دلیل نیاز به استحکام از جنس جامد است.

از روغن که حالت مایع است برای کاهش اصطکاک بین چرخ‌دنده‌ها استفاده می‌شود.

از باد (حالت گاز) در لاستیک‌ها برای جلوگیری از برخورد قسمت آهنی چرخ به زمین استفاده می‌شود.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

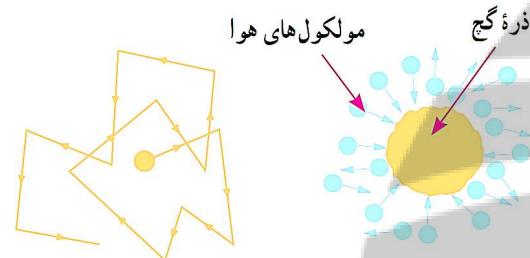


## مسائل فصل

۳- هنگام پاک کردن تخته سیاه، ذرات گچ به طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و حرکت می‌کنند. این حرکت نامنظم ذرات گچ، مطابق شکل روبرو مدل‌سازی شده است.

الف) چه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره‌های گچ می‌شود؟

ب) مولکول‌های هوای بسیار کوچکتر و سبکتر از ذره‌های گچ هستند و توسط میکروسکوپ هم دیده نمی‌شوند.  
توضیح دهد چگونه این تجربه ساده، شاهدی بر وجود مولکول‌های هواست.



جواب:

حرکت کاتورهای ذرات هوای بر خورد آن به ذرات گچ باعث حرکت نامنظم و پخش ذرات گچ در هوای می‌شود.

اگر مولکول‌های هوای وجود نداشتند، ذرات گچ بدون پخش و حرکت نامنظم در هوای بدلیل نیروی جاذبه به سمت زمین سقوط می‌کردند.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۴- توضیح دهید چرا

- الف) پدیده پخش در گازها، سریع‌تر از مایع‌ها انجام می‌شود؟ در توضیح خود به چند مثال نیز اشاره کنید.  
ب) یک بادکنک پر از باد، حتی اگر دهانه آن نیز کاملاً بسته شده باشد، باز هم رفته کم باد می‌شود؟

جواب:

الف) زیرا:

۱- تندی مولکول‌ها در حالت گاز بیشتر از تندی مولکول‌ها در حالت مایع است.

۲- فاصله بین مولکولی در حالت گاز بیشتر از فاصله بین مولکولی در حالت مایع است و مولکول‌ها در حالت گاز می‌توانند آزادانه‌تر حرکت کنند.

ب) دیواره بادکنک از جنس جامد است و اندازه مولکول‌های هوا کوچک‌تر از فاصله بین مولکولی در حالت جامد است، بنابراین مولکول‌های هوا می‌توانند از دیواره بادکنک عبور کنند.



## مسائل فصل

۵- شیشه‌گران برای چسباندن تکه‌های شیشه به یکدیگر، آن‌ها را آن قدر گرم می‌کنند که نرم شوند. این کار را با توجه به کوتاه بودن نیروی جاذبه بین مولکولی توضیح دهد.

جواب:

نیروی جاذبه بین مولکولی کوتاه بود است، بنابراین دو قطعه شیشه باید بسیار به هم نزدیک شوند تا نیروی جاذبه بین مولکولی عمل کند. به همین دلیل با گرم کردن قطعه‌های شیشه فاصله بین مولکول‌ها را کم می‌کنند.

نئونجبو<sup>ن</sup>  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

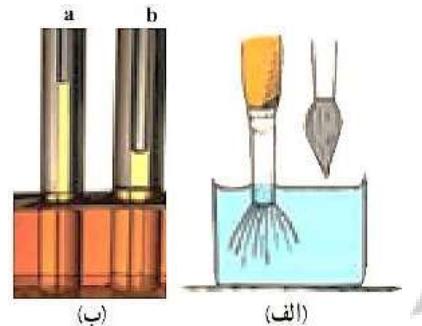
۶- الف) توضیح دهید چرا وقتی قلم مویی را از آب بیرون می‌کشیم (شکل الف)، موهای آن به هم می‌چسبند.  
(اشاره: به پدیده کشش سطحی در مایع‌ها توجه کنید).

ب) شکل (ب) دو لوله موبین هم جنس را نشان می‌دهد که درون مایعی قرار دارند. ارتفاع مایع درون لوله b از دو لوله دیگر کمتر است؟ با توجه به شکل، نیروی همچسبی مایع را با نیروی دگرچسبی مایع و لوله‌های موبین مقایسه کنید.

جواب:

سطح خارجی موهای قلمو با آب پوشیده شده است و نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب با ایجاد نیروی همچسبی باعث می‌شوند که موهای قلمو به هم بچسبند.

با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و شیشه بزرگ‌تر از نیروی هم چسبی بین مولکول‌های مایع است.



نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

- ۷- تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر در کشورهای غرب ایران، پدیده خطرناک ریزگردها را به مناطق وسیعی از کشورمان گسترش داده است. چگالی ریزگردها در حالتی که تنهشین شده باشد تقریباً دو برابر چگالی آب است.
- (الف) چرا بادهای نسبتاً ضعیف قادرند توده‌های بزرگی از ریزگردها را به حرکت درآورند در حالی که توفان‌های شدید دریابی تنها مقدار اندکی آب را به صورت قطره‌های ریز به طرف بالا می‌پاشند؟
- (ب) بررسی کنید برای مقابله با این پدیده و مهار آن، چه تدبیری را می‌توان اندیشید.



جواب:

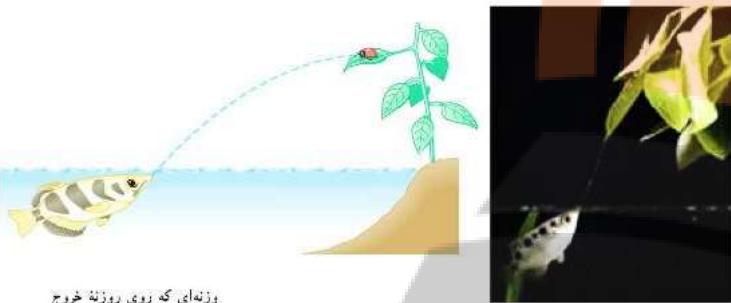
نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب مانع جدا شدن قطره‌های آب می‌شود ولی نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های ریزگرد وجود ندارد و ذرات ریزگرد براحتی از هم جدا می‌شوند.

برای مقابله با این پدیده باید رطوبت خاک را بالا برد تا نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب مانع جدا شدن ذرات ریزگرد شود که این کار را می‌توان با آبیاری توسط بالگردها، عدم استفاده از رویه از منابع آبی زمین و حتی کاشت گیاهان انجام داد.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

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



روزنهای که روی روزنه خروج

### جواب:

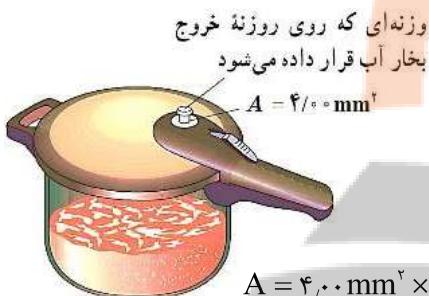
نیروی همچسبی بین مولکول‌های آب باعث می‌شود که مولکول‌های آب از هم جدا نشوند و به صورت یک گلوله کامل به حشره بخورد کند. از سوی دیگر نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و جسم حشره باعث می‌شود که حشره سنگین شده و به داخل آب سقوط کند.

نُورِنْجِ بُول

تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۹- مساحت روزنهٔ خروج بخار آب، روی درب زودپزی  $4,00 \text{ mm}^2$  است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در  $2 \text{ atm}$  نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپز را  $1 \text{ atm}$  بگیرید.



جواب:

برای اینکه فشار داخل زودپز ثابت بماند، باید فشار ناشی از وزن وزنه با اختلاف فشار داخل و خارج زودپز برابر باشد. یعنی:

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

$$A = 4,00 \text{ mm}^2 \times \left(\frac{10^{-6} \text{ m}}{1 \text{ mm}}\right)^2 = 4,00 \text{ mm}^2 \times \frac{10^{-6} \text{ m}^2}{1 \text{ mm}^2} = 4,00 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\Delta P = P_r - P_i = 2 \text{ atm} - 1 \text{ atm} = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = \frac{mg}{A} \Rightarrow 10^5 \text{ Pa} = \frac{m \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})}{4,00 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \Rightarrow m = 4,00 \times \underbrace{10^{-6} \times 10^5}_{10^{-1}} \Rightarrow m = 4,00 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

دانشجویی  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

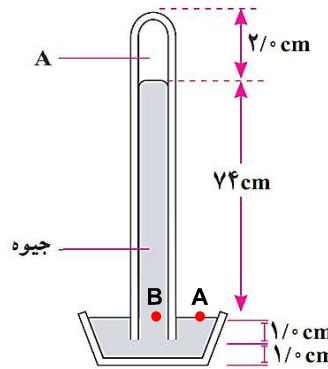
۰ - شکل رو به رو یک جوسنچ ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد. (ضخامت دیواره شیشه‌ای را نادیده بگیرید.)

(الف) در ناحیه A چه چیزی وجود دارد؟

(ب) چه عاملی جیوه را درون لوله نگه می‌دارد؟

(پ) فشار هوای محیط که این جوسنچ در آنجا قرار دارد چقدر است؟ ( $\rho = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

(ت) اگر این جوسنچ را بالای کوهی ببریم چه تغییری در ارتفاع ستون جیوه درون لوله رخ می‌دهد؟ دلیل آن را توضیح دهید.



(ب) فشار هوای محیط

(الف) بخار جیوه

(پ) فشار هوای محیط برابر با ۷۴ سانتی‌متر جیوه است که می‌توان آن را به پاسکال تبدیل کرد:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_o = \rho gh \Rightarrow P_o = (13,6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0,74\text{m})$$

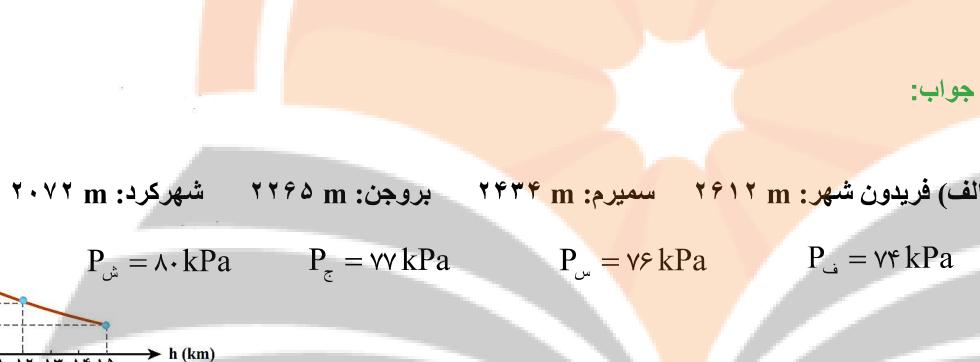
$$\Rightarrow P_o = 100640 \text{ Pa} = 1,0064 \times 10^5 \text{ Pa}$$

ارتفاع ستون مایع پایین می‌آید، زیرا در ارتفاعات فشار هوا کم می‌شود و با توجه به اینکه مقدار عددی شتاب گرانش زمین و چگالی جیوه تقریباً ثابت می‌ماند، ارتفاع ستون جیوه (h) کاهش می‌یابد.

نئوپلین  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۱۱- (الف) ارتفاع چهار شهر مرتفع ایران از سطح دریا، به شرح زیر است:  
فریدون شهر: ۲۶۱۲ m      سمیرم: ۲۴۳۴ m      بروجن: ۲۲۶۵ m  
شهرکرد: ۲۰۷۲ m      با توجه به نمودار شکل ۱۸-۳- ب، فشار تقریبی هوا را در این چهار شهر بنویسید.



جواب:

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۱- ب) چگالی میانگین هوا تا ارتفاع ۳ کیلومتری از سطح دریای آزاد حدود  $\rho = 1.01 \text{ kg/m}^3$  است. با استفاده از رابطه  $P = P_0 - \rho gh$  فشار هوا را در این شهرها حساب کنید و مقادیر به دست آمده را با نتیجه قسمت الف مقایسه کنید.

جواب:

$$P = P_0 - \rho gh \Rightarrow P = (100 \times 10^3 \text{ Pa}) - \left( (1.01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (2612 \text{ m}) \right) \approx 73619 \text{ Pa} = 73,619 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$P = (100 \times 10^3 \text{ Pa}) - \left( (1.01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (2434 \text{ m}) \right) \approx 75416 \text{ Pa} = 75,416 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$P = (100 \times 10^3 \text{ Pa}) - \left( (1.01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (2265 \text{ m}) \right) \approx 77123 \text{ Pa} = 77,123 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$P = (100 \times 10^3 \text{ Pa}) - \left( (1.01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (2077 \text{ m}) \right) \approx 79072 \text{ Pa} = 79,072 \times 10^3 \text{ Pa}$$

می‌توان مشاهده کرد که اعداد به دست آمده از رابطه داده شده تا حد مطلوب به مقادیر داده شده در نمودار نزدیک است.



نمایندگی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۱۲- غواص‌ها می‌توانند با قرار دادن یک سر لوله‌ای در دهان خود، در حالی که سر دیگر آن از آب بیرون است، تا عمق بیشینه‌ای در آب فرو روند و نفس بکشند. با گذشتن از این عمق، اختلاف فشار درون و بیرون ریه غواص افزایش می‌یابد و غواص را ناراحت می‌کند. چون هوا درون ریه از طریق لوله با هوا بیرون ارتباط دارد، فشار هوا در درون ریه، همان فشار جو است در حالی که فشار وارد بر قفسه سینه او، همان فشار در عمق آب است. در عمق  $6,15\text{ m}$  از سطح آب، اختلاف فشار درون ریه غواص با فشار وارد بر قفسه سینه او چقدر است؟ (خوب است بدانید که غواص‌های مجهز به مخزن هوای فشرده می‌توانند تا عمق بیشتری در آب فرو روند، زیرا فشار هوا درون ریه آن‌ها با افزایش عمق، همپای فشار آب بر سطح بیرونی بدن زیاد می‌شود.) ( $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

جواب:

فشار هوا درون ریه، همان فشار جو است و فشار وارد بر قفسه سینه شخص ناشی از فشار هوا به علاوه فشار ناشی از عمق آب است. بنابراین:

$$P_i = P_0$$

$$P_r = P_0 + \rho gh$$

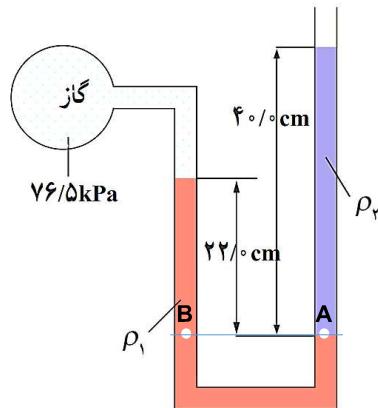
$$\Delta P = P_r - P_i = (P_0 + \rho gh) - P_0 = \rho gh = (1,00 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (6,15\text{ m}) = 6,15 \times 10^4 \text{ Pa}$$



## مسائل فصل

۱۳- درون لوله U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است چیوه ( $\rho_v = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) و مایع با چگالی نامعلوم  $\rho_l$  وجود دارد.

اگر فشار هوا بیرون لوله U شکل  $101 \text{ kPa}$  باشد، چگالی مایع را تعیین کنید.



جواب:

$$\begin{aligned} P_A &= P_B \Rightarrow P_g + \rho_v gh_v = P_0 + \rho_l gh_l \\ \Rightarrow (76,5 \times 10^3 \text{ Pa}) + \left( (13,6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0,22 \text{ m}) \right) \\ &= (101 \times 10^3 \text{ Pa}) + \left( \rho_l \times (1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0,40 \text{ m}) \right) \end{aligned}$$

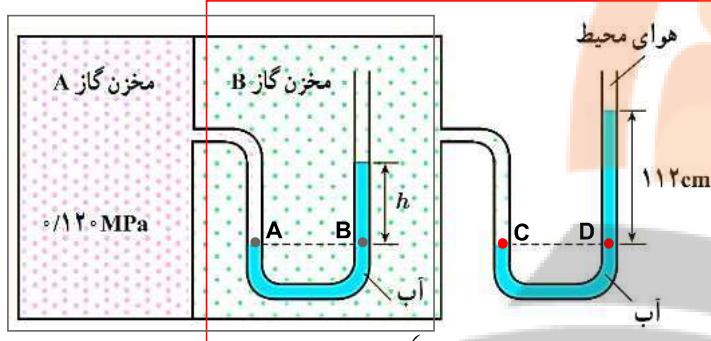
$$\Rightarrow 76500 + 29920 = 101000 + 4\rho_l \Rightarrow 4\rho_l = 5420 \Rightarrow \rho_l = \frac{5420}{4} = 1355 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,355 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

دانشجویی

تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۱۴- در شکل رو به رو مقدار  $h$  چند سانتیمتر است؟ فشار هواي محیط را  $101 \text{ kPa}$  و چگالی آب را  $1,000 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  بگيريد.



جواب:

در این مسئله ما فشار مخزن B را هم نداریم که ابتدا باید آن را به دست آوریم. برای این کار از قسمت سمت راست شکل که با رنگ قرمز نشان داده شده است، استفاده می‌کنیم:

$$P_D = P_C \Rightarrow P_0 + \rho gh = P_C$$

$$(101 \times 10^3 \text{ Pa}) + \left( (1,000 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (1,12 \text{ m}) \right) = P_C \Rightarrow P_C = 112200 \text{ Pa}$$

حال با استفاده از قسمت سمت چپ شکل که با رنگ آبی نشان داده شده است، خواهیم داشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_A = P_C + \rho gh \Rightarrow 120 \times 10^3 \text{ Pa} = 112200 \text{ Pa} + \left( (1,000 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times h \right)$$

$$\Rightarrow 120000 = 112200 + 10000 \cdot h \Rightarrow 10000 \cdot h = 7780 \Rightarrow h = \frac{7780}{10000} \text{ m} = \frac{778}{100} \text{ cm} = 77.8 \text{ cm}$$

نئونجوبول  
تلشی درسی رموفیت

## مسائل فصل

۱۵- لوله U شکلی را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است. با توجه به اطلاعات روی شکل، فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخصی که از شاخه سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟ (چگالی روغن را  $805 \text{ kg/m}^3$  بگیرید).

جواب:

$$P_R + \rho_A gh_1 = P_o + \rho_A gh_2$$

$$P_R + \left( 1.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (1. \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \right) = P_o + \left( 1.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (1. \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \right)$$

$$\Rightarrow P_R - P_o = \left( 1.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (1. \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \right) - \left( 1.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (1. \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \right)$$

$$\Rightarrow P_R - P_o = (1. \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \times \left( 1.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 1.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

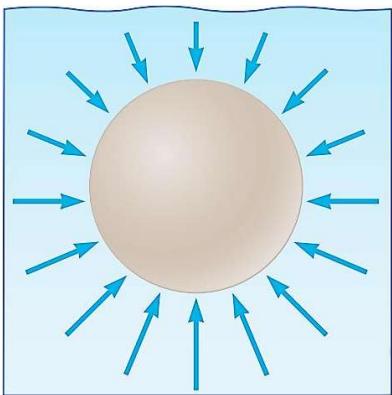
$$\Rightarrow P_R - P_o = (1. \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \times (0.786 \text{ m}) \times (1.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \approx 1532 \text{ Pa}$$

نئونجوبو  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۶- توضیح دهید چرا نیروی شناوری برای جسمی که در یک شاره قرار دارد رو به بالاست.

جواب:



با توجه به شکل، نیروی وارد بر سطح زیرین اجسام بیشتر از نیروی وارد بر سطح بالایی است. در نتیجه نیروی خالص بالاسویی بر اجسام درون شاره وارد می‌شود که همان نیروی شناوری است.

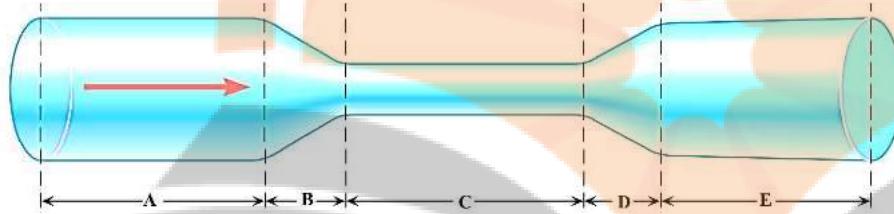
نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۱۷- در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست در جريان است. روی اين لوله ۵ قسمت (D، E، C و B، A) نشان شده است.

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

(ب) تندی آب را در قسمت‌های E، C و A لوله با يكديگر مقاييسه کنيد.



جواب:

با توجه به معادله پيوستگي  $A_1 v_1 = A_2 v_2$  ، هرچه سطح مقطع بزرگتر باشد، تندی شاره در آن مسیر کمتر می‌شود و بر عکس. یعنی تندی شاره قسمت‌های E، C و A ثابت، در قسمت B در حال افزایش و در قسمت D در حال کاهش است.

با توجه به معادله پيوستگي و برابر بودن سطح مقطع در قسمت‌های E و A، و کمتر بودن سطح مقطع آن‌ها نسبت به قسمت C خواهيم داشت:

$$A_A = A_E > A_C \Rightarrow v_A = v_E < v_C$$

نئونجوبول

تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۱۸- دو نوار کاغذی به طول تقریبی  $10\text{ cm}$  را مطابق شکل (الف) به انتهای یک نی نوشابه بچسبانید. وقتی مطابق شکل (ب) به درون نی دمده می‌شود نوارهای کاغذی به طرف یکدیگر جذب می‌شوند. با توجه به اصل برنولی دلیل این پدیده را توضیح دهد.



جواب:

با افزایش تندی شاره بین دو نوار کاغذی، فشار شاره در میان آن‌ها کم می‌شود. در نتیجه فشار شاره در خارج از نوارهای کاغذی بیشتر از فشار شاره در میان آن‌ها شده و دو نوار به هم نزدیک می‌شوند.

نئونجوبول  
تلashی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۱۹- شکل زیر کاربراتور یک موتور بنزینی قدیمی را نشان می‌دهد. حجم هوایی که وارد کاربراتور می‌شود توسط دریچه پروانه‌ای که به سیم گاز خودرو وصل شده، قابل تنظیم است. با توجه به کاربرد اصل برنولی در ساختمان یک کاربراتور، توضیح دهد چرا با فشردن بیشتر پdal گاز، دور موتور خودرو افزایش می‌یابد و خودرو می‌تواند سریع‌تر حرکت کند.



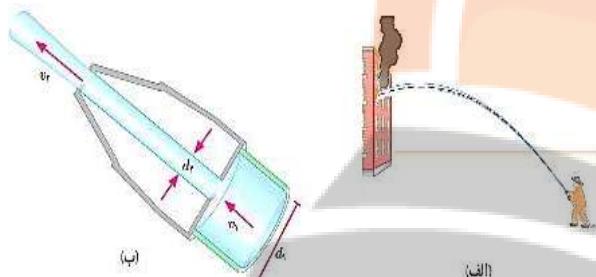
جواب:

با فشردن بیشتر پdal گاز، دریچه پروانه‌ای باز شده و هوای به داخل کشیده می‌شود و چون در این قسمت سطح مقطع کاهش می‌یابد، طبق معادله پیوستگی، تندی هوای افزایش و طبق اصل برنولی، فشار هوا کاهش می‌یابد. اختلاف فشار ایجاد شده بین مخزن سوخت و قسمت میانی لوله باعث انتقال سوخت به لوله می‌شود. هرچه پdal بیشتر فشرده شود، اختلاف فشار بیشتری بین مخزن سوخت و قسمت میانی لوله ایجاد شده و دور موتور خودرو بیشتر می‌شود.

نئونجوبول  
تلاشی در مسیر موفقیت

## مسائل فصل

۲۰- شکل (الف) آتش نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصله نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ‌شده از شیر پسته شده به انتهای لوله آتش نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی  $v_1 = 1,50 \text{ m/s}$  از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر  $d_1 = 9,60 \text{ cm}$  و قطر قسمت خروجی آن  $d_2 = 2,50 \text{ cm}$  باشد، تندی خروج آب را از شیر پیدا کنید.



جواب:

ابتدا شاعر هر مقطع را پیدا می‌کنیم:

$$d_1 = 9,60 \text{ cm} \Rightarrow r_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{9,60 \text{ cm}}{2} = 4,80 \text{ cm}$$

$$d_2 = 2,50 \text{ cm} \Rightarrow r_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{2,50 \text{ cm}}{2} = 1,25 \text{ cm}$$

حال با استفاده از معادله پیوستگی، پاسخ مسئله را می‌بایم (از آنجا که شاعر هر دو مقطع بر حسب سانتیمتر است و معادله پیوستگی به شکل تناسب است، نیازی به تبدیل سانتیمتر به متر نیست):

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow (\pi r_1^2) v_1 = (\pi r_2^2) v_2 \Rightarrow (4,80 \text{ cm})^2 \times (1,50 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = (1,25 \text{ cm})^2 \times v_2$$

$$\Rightarrow 34,56 = 1,5625 \times v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{34,56}{1,5625} = 22,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

لطفاً  
تلشی در مسیر موفقیت

## فصل چهارم

### پاسخ به تمرین‌ها، پرسش‌ها، و فعالیت‌های فصل ۴

#### تمرین ۱-۴

$$\begin{aligned}\Delta T &= T_2 - T_1 \\ &= (\theta_2 + 273/15) - (\theta_1 + 237/15) \\ &= \theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta\end{aligned}$$

#### تمرین ۲-۴

همان‌طور که در پانوشت کتاب درسی آمده است، در حل مسئله‌ها از رابطه تقریبی  $T = \theta + 273$  استفاده می‌کنیم.  
(الف)

$$T = 37 + 273 = 310\text{ K}$$

همچنین برای تبدیل به فارنهایت داریم

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 = \frac{9}{5}(37) + 32 = 98/6^\circ\text{F} \approx 99^\circ\text{F}$$

ب) برحسب کلوین داریم

$$T_1 = 70 + 273 = 343\text{ K}$$

$$T_2 = -89 + 273 = 184\text{ K}$$

و برحسب فارنهایت داریم

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 = \frac{9}{5}(70) + 273 = 399^\circ\text{F}$$

$$F_2 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 = \frac{9}{5}(-89) + 273 = 112/8^\circ\text{F} \approx 112^\circ\text{F}$$

#### فعالیت ۱-۴

این دما حدود  $-196^\circ\text{C}$  است و نمونه در ظرف‌های مخصوص و نیز برای مدت طولانی جهت پیوند نگهداری می‌شود.  
این دما توسط نیتروژن (یا هیدروژن) مایع حاصل می‌شود و نمونه‌ها در ظرف‌های نیتروژن مایع نگهداری می‌شود و تا مدت  
۱۵ سال می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

#### فعالیت ۲-۴

هنگامی که دما بالا رود، به دلیل انبساط الكل یا روغن موجود در مخزن وسطی و لوله سمت چپ دماسنج، جیوه در لوله سمت راست به بالا رانده می‌شود و شاخص فولادی لوله سمت راست را با خود بالا می‌برد. اگر سطح جیوه در لوله سمت راست پایین بیاید، شاخص فولادی که به آن فنرهای ریزی متصل است، همراه آن حرکت نمی‌کند و در همان محل قبلی خود در مقابل دمای بیشینه می‌ایستد.

وقتی الكل به علت کاهش دما منقبض می‌شود، جیوه از طرف چپ لوله L شکل بالا می‌رود و شاخص فولادی دیگر را در

این طرف لوله بالا می‌راند. اگر سطح جیوه در لوله سمت چپ پایین بباید شاخص فولادی سمت چپ که به آن نیز فنرهای ریزی متصل است همراه با آن حرکت نمی‌کند و در همان محل قبلی خود در مقابل دمای کمینه می‌ایستد. با استفاده از آهنربا، این دو شاخص در پایان مدت زمان موردنظر به سطح جیوه برگردانده می‌شود. در طراحی جدید این نوع دماسنجهای، به علت سمی بودن جیوه از مایع ترکیبی جدیدی به عنوان جایگزین استفاده می‌شود. این دماسنجه Six نیز مشهور است و فیلم‌های زیادی از آن در اینترنت پیدا می‌شود در مورد انواع دماسنجهای دیگر پیشنهاد می‌شود و بسایت زیر را نیز ملاحظه فرمایید:

#### پرسش ۱-۴

- (الف) در این صورت انبساط و انقباض گرمایی هر دو به یک گونه خواهد بود و بنابراین تغییرات دمایی تأثیری بر جا گرفتن درست کلید در قفل نخواهد گذاشت.
- (ب) به دلیل انبساط‌های گرمایی متفاوت درب و چارچوب، تغییرات ابعاد آنها یکسان نخواهد بود.

#### فعالیت ۳-۴

- (۱) در هر دو شکل فاصله یا «شکاف‌های انبساطی» برای انبساط تعییه شده است تا دو بخش خط آهن در روزهای گرم فضایی برای انبساط داشته باشند. عکس جاسبی در اینترنت از خطوط ریل قدیمی وجود دارد که به دلیل عدم تعییه چنین فاصله‌هایی خطوط کج و معوج شدند.
- (۲) خطوط ریل جدید دارای چنین فضاهايی برای انبساط نیستند. آنها به طور پیوسته به هم جوش خورده‌اند. این ریل‌ها زمانی درست می‌شوند که دما حدوداً برابر با میانگین کمینه و بیشینه دمای سالیانه در منطقه موردنظر باشد. با این تدبیر دامنه تغییرات دما که موجب تغییر طول ریل می‌شود کاهش می‌یابد و بنابراین حتی در صورتی که ریل دارای شکاف‌های انبساطی باشد نیز انبساط آن تا نصف کاهش می‌یابد. (توجه کنید که اگر در انتهای میله‌ای را محکم ببندیم و مانع انبساط و انقباض آن شویم و سپس دما را تغییر دهیم، گیره‌های دو انتهای میله مانع انبساط و تراکم میله می‌شود و اگر تغییر دما بسیار زیاد باشد، همان طور که در قسمت (۱) گفتیم ممکن است میله تغییر شکل دهد تا اینکه حتی ممکن است بشکند. محاسبات مربوط به این پدیده را می‌توان در مبحث تنفس گرمایی در کتاب‌های پیشرفته جستجو کرد.)

#### فعالیت ۴-۴

با استفاده از معادله (۲-۴) می‌توان  $\Delta a$  و  $\Delta b$  را به دست آورد:

$$\Delta a = \alpha a_1 \Delta T \Rightarrow a_2 = a_1 + \alpha a_1 \Delta T \Rightarrow a_2 = a_1 (1 + \alpha \Delta T)$$

$$\Delta b = \alpha b_1 \Delta T \Rightarrow b_2 = b_1 + \alpha b_1 \Delta T \Rightarrow b_2 = b_1 (1 + \alpha \Delta T)$$

مساحت ورقه پس از افزایش دما برابر  $a_2 b_2$  است و بنابراین داریم

$$\begin{aligned} A_2 &= a_2 b_2 = a_1 (1 + \alpha \Delta T) b_1 (1 + \alpha \Delta T) = a_1 b_1 (1 + \alpha \Delta T)^2 \\ &= a_1 b_1 (1 + 2\alpha \Delta T + (\alpha \Delta T)^2) \end{aligned}$$

با توجه به اینکه  $\alpha$  معمولاً از مرتبه  $10^{-5}$  بر درجه سلسیوس است (جدول ۱-۴ را ببینند) و  $\Delta T$  معمولاً بیشتر از مرتبه  $10^3$  درجه سلسیوس نیست، می‌توان نتیجه گرفت که جمله  $(\alpha \Delta T)^2$  در مقایسه با جمله  $2\alpha \Delta T$  بسیار کوچک است و می‌شود از آن چشم‌پوشی کرد. از طرفی  $a_1 b_1$  همان مساحت اولیه ورقه است که آن را با  $A_1$  نشان می‌دهیم. بنابراین می‌توان نوشت:

$$A_2 = A_1 (1 + 2\alpha \Delta T) \Rightarrow A_2 - A_1 = \Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$$

### تمرین ۴-۳

باید از رابطه  $\Delta A = 2\alpha A \Delta T$  استفاده کنیم. این را می‌توان به‌طور شهودی دریافت. رابطه  $\Delta A$  را برای سطح دایره‌ای می‌توان به‌طور مستقیم نیز اثبات کرد:

$$\begin{aligned}\Delta A &= \Delta(\pi R^2) = 2\pi R \Delta R = 2\pi R (\alpha R \Delta T) \\ &= 2\alpha (\pi R^2) \Delta T = 2\alpha A \Delta T\end{aligned}$$

در هر حال با جای‌گذاری خواهیم داشت:

$$\begin{aligned}\Delta T &= 2(1.9 \times 10^{-6} / {}^\circ C)(\pi)((2/54 \times 10^{-3} m)^2/4)(200 {}^\circ C) \\ &= 3/8 \times 10^{-6} m^2\end{aligned}$$

### فعالیت ۵-۴

این فعالیت در واقع در همان امتداد مثال ۴-۴ است. یک ارلن شیشه‌ای را (همراه با یک لوله شیشه‌ای بلند) پر از گلیسیرین می‌کنیم، به‌طوری که هیچ هوایی در ارلن نباشد و گلیسیرین تا لبله لوله بالا آمده باشد. سپس ظرف شیشه‌ای بزرگی را پر از آب کرده و آن را داغ می‌کنیم. بعد ارلن را وارد ظرف داغ می‌کنیم. گلیسیرین از لوله جاری می‌شود. حجم گلیسیرین جاری شده را با پیمانه‌ای مدرج اندازه می‌گیریم. باید حجم اولیه گلیسیرین را نیز با روش مناسبی اندازه‌گیری کرده باشیم (دقت کنید که این حجم متفاوت از حجم نوشته شده روی ارلن است) همچنین لازم است دمای اولیه و نهایی گلیسیرین را نیز داشته باشیم. آنگاه همان طور که در مثال ۴-۴ دیدیم حجم سریز شده از رابطه زیر به‌دست می‌آید

$$\Delta V = (\text{ظرف} - \text{ظرف}_{\text{گلیسیرین}}) - \text{ظرف}_{\text{گلیسیرین}}$$

با معلوم بودن ضریب انبساط حجمی ظرف، ضریب انبساط حجمی گلیسیرین پیدا می‌شود.

### تمرین ۴-۴

(الف) با استفاده از رابطه (۴-۴) داریم

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

که آن را می‌توان به‌صورت  $V_2 = V_1(1 + \beta \Delta T)$  نوشت. بدیهی است با توجه به اینکه جرم تغییر نمی‌کند با افزایش دما، چگالی جسم باید کاهش یابد. ولی شکل آن چگونه است؟ از رابطه  $V = m/\rho$  (تعریف چگالی) داریم:

$$\begin{aligned}\frac{\rho_2}{\rho_1} &= \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{1 + \beta \Delta T} \\ \Rightarrow \rho_2 &= \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T}\end{aligned}$$

(ب) صورت و مخرج رابطه بالا را در  $(1 - \beta \Delta T)$  ضرب می‌کنیم:

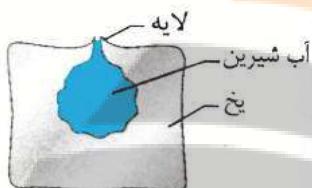
$$\begin{aligned}\rho_2 &= \frac{\rho_1(1 - \beta \Delta T)}{(1 + \beta \Delta T)(1 - \beta \Delta T)} \\ &= \frac{\rho_1(1 - \beta \Delta T)}{1 - \beta^2(\Delta T)^2}\end{aligned}$$

با توجه به اینکه  $\beta$  مقداری کوچک از مرتبه  $10^{-3}$  است (جدول ۲-۴ را ببینید) از جمله  $\beta^3 \Delta T^2$  چشمپوشی می‌کنیم و بنابراین داریم

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$$

## فعالیت ۶-۴

وقتی آب یخ می‌بندد، آب منبسط می‌گردد. اگر یخ در ظرفی روباز تشکیل شود، چون از اطراف نمی‌تواند انبساط یابد، انبساط آن رو به بالا رخ می‌دهد. ابتدا بخش‌هایی از آب که کنار دیواره ظرف هستند یخ می‌زنند و به این ترتیب لایه نازکی روی سطح آب تشکیل می‌شود. با ادامه فرایند یخ زدن، آبی که در میانه ظرف باقی مانده یخ می‌زنند و منبسط می‌گردد. در این انبساط، آب میانه ظرف، لایه یخ بالای سرش را به طرف بالا می‌راند و این فرایند تا پایان یخ زدن کل آب ادامه می‌یابد و سرانجام سطح بالایی یخ، چیزی شبیه به یک مخروط کوتاه می‌شود. این فرایند گاهی می‌تواند یک تیزی تشکیل دهد. در این موقع آب در حال انبساط زیرین، لایه یخ را می‌شکند و بقیه آب از محل شکستگی به بالا هدایت می‌شود. هرچه سرعت یخ بستن به حد کافی کم باشد، آب بیشتری می‌تواند از طریق



این پوسته به بالا فشرده و منجمد شود. وقتی همه آب یخ زد، این پوسته تشکیل تیزی رو به بالای صلبی را می‌دهد. به این تیزی روبه بالا «یخ میخی»<sup>۱</sup> می‌گویند. درست کردن یخ میخی، موضوع پرجاذبه‌ای است که می‌توانند دانش‌آموزان را به شوق بیاورد. به فیلم مربوطه در سایت گروه مراجعه شود.

## پرسش ۲-۴

(الف) در واقع دماسنجهای دمای تعادل خود با محیط را اندازه می‌گیرند. پس، دماسنجهای دمای خود را که در تعادل با محیط است اندازه می‌گیرد.

(ب) دمای بدن داشت آموز بیشتر از دمای بقیه اجسام است. دمای شیشه پنجره که در تماس با هوای سرد بیرون است از دمای بقیه اجسام کمتر است. دمای اجسامی مثل میز، صندلی و تخته، با دمای هوای اتاق تقریباً یکسان است، گرچه ممکن است در تماس دست خود با آنها، دماهای متفاوتی را احساس کنیم که این به خوب یا بد بودن رسانش گرمایی آن اجسام مربوط می‌شود.

(پ) با کاهش دمای جسم گرم، میانگین انرژی جنبشی ذرات آن کاهش می‌یابد و با افزایش دمای جسم سرد، میانگین انرژی جنبشی ذرات آن افزایش می‌یابد. درصورتی که دو جسم از یک جنس باشند، هنگام برقراری تعادل گرمایی و هم‌دما شدن دو جسم، میانگین انرژی جنبشی ذرات آنها با هم مساوی است.

## پرسش ۳-۴

این به گرماهای ویژه گوی‌ها بستگی دارد. اگر به جدول ۳-۴ رجوع کنید بر حسب  $J/kg.K$  گرماهای ویژه سرب، برنج، مس، فولاد و آلومینیوم به ترتیب  $128$ ،  $380$ ،  $386$  و  $450$  و  $900$  است. بنابراین میزان ذوب شدن پارافین از کمترین تا بیشترین به همان ترتیب است. آزمایش اصلی که توسط جان تیندال انجام شد به وسیله وزنه‌های استوانه‌ای انجام شده که شکل آن به صورت زیر است.



۱. Ice - spike

## تمرین ۵-۴

در این فرایند آب، گرما از دست می‌دهد و جسم گرما می‌گیرد و به دمای تعادل ( $\theta = 21/0^{\circ}\text{C}$ ) می‌رسد. به ازای

$$m_1 = 0/500 \text{ kg}, \theta_1 = 25/0^{\circ}\text{C}, c_1 = 4187 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$m_2 = 0/250 \text{ kg}, \theta_2 = 3/0^{\circ}\text{C}$$

از رابطه (۴-۱) خواهیم داشت.

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow c_2 = \frac{m_1 c_1 (\theta - \theta_1)}{m_2 c_2 (\theta - \theta_2)} = \frac{(0/500 \text{ kg})(4187 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C})(25/0^{\circ}\text{C} - 21/0^{\circ}\text{C})}{(0/250 \text{ kg})(21/0^{\circ}\text{C} - 3/0^{\circ}\text{C})} \\ = 1861 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C} \approx 1/9 \times 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

## فعالیت ۷-۴

اگر به ویراست هفتم کتاب حرارت و ترمودینامیک زیمانسکی رجوع کنید (منبع شماره ۱۲ منابع انگلیسی کتاب درسی) در می‌باید که فشار برای دمای نقطه سه گانه آب طبیعی  $P_{tr} = 611/73 \text{ Pa}$  است که می‌بینید چه تفاوت فاحشی با فشار مربوط به دمای  $0^{\circ}\text{C}$  دارد. (توجه کنید این فشار نقطه سه گانه را با فشار  $P_{tr}$  در «خوب است بدانید دماسنجد گازی حجم ثابت» اشتباہ نگیرید.  $P_{tr}$  فشار گاز دماسنجد گازی در نقطه سه گانه است).

## فعالیت ۸-۴

هوا شامل بخار آب است. وقتی دمای هوا در ابتدا بالای نقطه انجماد آب باشد و هوا خنک شود همان پدیده می‌یعنی رخ می‌دهد و بخار به شکل باران، مه و شبنم تبدیل می‌شود. با سردتر شدن هوا، این آب به شکل تگرگ یخ می‌زند. اما اگر در ابتدا دما زیر نقطه انجماد آب باشد، بخار آب مستقیماً از حالت گازی به حالت جامد می‌رود (عکس پدیده تصعید). در این صورت بلورهای یخ معلق در هوا ضمن حفظ تقارن شش وجهی خود، به آرامی رشد می‌کند و تشکیل دانه‌های برف را می‌دهند. (فرایند مشابهی موجب تشکیل برفک در یخچال می‌شود).

## فعالیت ۹-۴

وجود ناخالصی موجب فروافتادن نقطه انجماد می‌شود. برای توضیح این پدیده به قطعه یخی فکر کنید که روی آن لایه نازکی از آب وجود دارد. در سطح جدایی لایه آب و یخ، دائمًا تعدادی مولکول از آب به یخ می‌پیونددند و تعدادی مولکول نیز از یخ به آب می‌پیوندد. وجود تعادل در این دو فرایند سبب می‌شود مقدار آب و مقدار یخ ثابت بماند. حال اگر مقداری نمک طعام روی این قطعه یخ بپاشیم. مولکول‌های نمک در لایه آب به یون‌های مثبت و منفی تجزیه می‌شوند. مولکول‌های آب دور هر دو یون جمع می‌شوند و اصطلاحاً یون‌ها را هیدراته شدن یون‌ها، تعداد مولکول‌هایی که از یخ به آب می‌پیوندد کاهش می‌یابد، در حالی که تعداد مولکول‌هایی که از یخ به آب می‌پیوندد تغییری نکرده است. به عبارتی، تعادل قبلي برهم می‌خورد و از یخ کاسته و به لایه آب افزوده می‌شود، و آن قدر آب موجود در لایه آب زیاد می‌شود تا دوباره تعادل برقرار گردد. در پیوستن مولکول‌های آب از یخ به آب، انرژی مولکول‌ها افزایش می‌یابد، زیرا مولکول‌های آب در حالت مایع نسبت به حالتی که در ساختار بلورین و صلب یخ قرار دارند، دارای انرژی بیشتری هستند. این افزایش انرژی مولکول‌ها، با گرفتن گرما از لایه آب تأمین می‌شود و در نتیجه دمای لایه آب پایین می‌آید و به دنبال آن دمای یخ که در تماس با این لایه آب است نیز کاهش می‌یابد. اصطلاحاً گفته می‌شود نقطه انجماد آب به دلیل وجود نمک «فرو می‌افتد». با پاشیدن نمک بیشتر روی یخ، مقدار بیشتری از یخ ذوب می‌شود و دمای آب و یخ بیشتر کاهش می‌یابد. البته برای این کاهش حدّی وجود دارد، مثلاً برای نمک طعام (NaCl) این دمای حدّی،  $21^{\circ}\text{C}$  و برای کلسیم

کلراید (CaCl<sub>2</sub>) این دمای حدّی، ۵۵°C است. به همین دلیل برای جاده‌های بخسته از کلسیم کلراید استفاده می‌کنند.

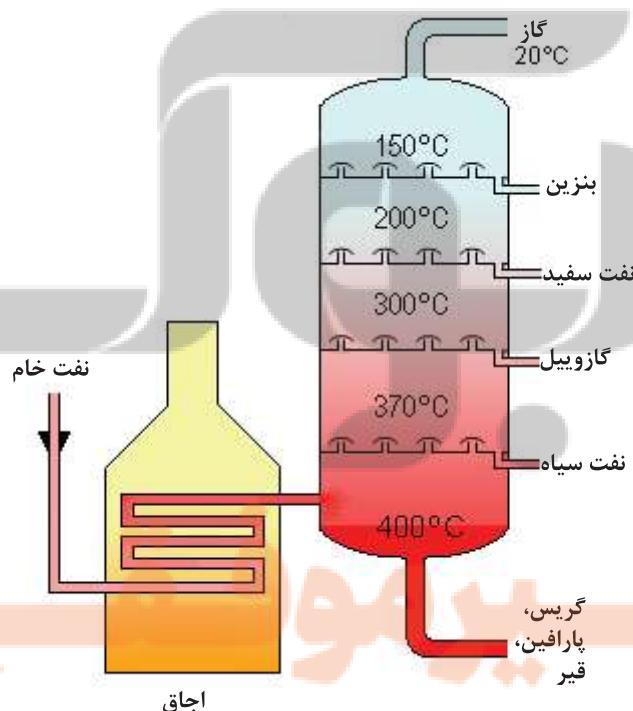
#### فعالیت ۱۰-۴

الف) تبخیر سطحی با افزایش دما زیاد می‌شود. در واقع مولکول‌ها برای آنکه بتوانند از سطح آزاد مایع فرار کنند باید انرژی جنبشی لازم برای فرار از چنگ کشش سطحی را داشته باشند و بدیهی است که این با افزایش دما بیشتر می‌شود. وانگهی کشش سطحی آب نیز با افزایش دما کم می‌شود که این هم به تبخیر ساده‌تر آب می‌انجامد. در جدول ۴-۵ نیز این بستگی به دما به‌وضوح نمایان است.

افزایش مساحت بیشتری برای فرار از سطح آزاد مایع وجود خواهد داشت.

ب) دانش‌آموزان مثلاً می‌توانند سطح آزاد مایع را در معرض نسیم یا باد طبیعی و یا مصنوعی (مثلاً باد پنکه) قرار دهند و بدین ترتیب دریابند که آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد. همچنین اگر بتوان شرایطی را فراهم کرد که فشار هوا بر سطح آزاد مایع کاهش یابد و ظرف در محیطی با خلاء نسبی قرار گیرد، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

پ) آبی که از دیواره‌های متخلخل کوزه به بیرون تراوش کرده بخار می‌شود و ضمن تبخیر از کوزه و آب داخل آن، گرمای لازم (گرمای نهان تبخیر) گرفته می‌شود. حال اگر نسیمی بوزد این عمل تشدید می‌شود. زیرا همان‌طور که گفتیم در حین تبخیر، مولکول‌های آب از آن جدا می‌شوند تا به هوای مجاور خود بروند. مقداری انرژی صرف می‌شود تا این مولکول‌ها از جاذبه مولکول‌های سطح آب رها شوند. بسیاری از این مولکول‌ها، مثلاً با برخورد با مولکول‌های هوا، به سطح آب باز می‌گردند. اما اگر هوا با یک نسیم حرکت کند این مولکول‌های آزاد شده از محل دور می‌شوند و نمی‌توانند انرژی را برگردانند که به این در قسمت (ب) نیز پرداختیم. اگر این از دست دادن انرژی سریع باشد، دمای آب پیش از آنکه انرژی قابل توجهی از محیط به آب انتقال یابد، فرو می‌افتد. بنابراین اگر یک کوزه متخلخل در سایه قرار داده شود، وزش یک نسیم می‌تواند آب داخل کوزه را با جدا کردن مولکول‌های بخار شده از آبی که از دیواره کوزه به بیرون تراویده است خنک کند. عرق کردن بدن و یا خیساندن لباس و پوشیدن آن و سپس قرار گرفتن در زیر سایه و محلی بادگیر نیز به‌طور مشابه می‌تواند باعث خنک شدن شخص شود.



#### فعالیت ۱۱-۴

اجزای تشکیل‌دهنده یک محلول چند جزوی مانند نفت خام نقطه‌های جوش متفاوتی دارند، به‌طوری که سنگین‌ترین آنها بالاترین نقطه جوش و سبک‌ترین آنها کمترین نقطه جوش را دارند. وقتی نفت خام را چنان حرارت دهیم که ناگهان همه اجزای آن تبدیل به بخار گردد و سپس آنها را سرد کنیم تا به مایع تبدیل شوند، اجزای مختلف نفت خام با نقاط جوش مختلف را می‌توان در یک ستون تقطیر از هم جدا کرد. سبک‌ترین محصولات با پایین‌ترین نقطه جوش از بالای ستون و سنگین‌ترین محصولات با بالاترین نقطه جوش از پایین ستون خارج می‌شود.

#### پرسش ۴-۴

این مورد را می‌توان با نیروهای بین مولکولی که در فصل ۳ معرفی شدند توضیح داد. همان‌طور که دیدیم نیروهای چسبندگی مولکولی به فاصله بین مولکول‌ها بستگی دارند. با افزایش دما و کاهش چگالی، فاصله بین مولکولی در حالت مایع افزایش و نیروی چسبندگی بین مولکول‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه تفاوت بین انرژی‌های درونی جسم در حالت‌های مایع و بخار کاهش می‌یابد. به بیانی بسیار ساده شده، با افزایش دما، مولکول‌ها ساده‌تر می‌توانند از سطح آزاد مایع بگریزند و به گرمای کمتری برای این امر نیاز است و بالعکس (همچنین نگاه کنید به پاسخ فعالیت ۱۰-۴ الف).

#### پرسش ۵-۴

(الف) این مثالی از افزایش نقطه جوش آب با افزایش فشار وارد بر سطح آزاد مایع است. در درون دیگ زودپز، با افزایش بخار آب بر روی سطح مایع درون دیگ، نقطه جوش افزایش می‌یابد و در نتیجه مواد درون زودپز در دمای بالاتر و سریع‌تر پخته می‌شود.

(ب) در ارتفاعات، فشار هوا پایین‌تر است و بنابراین نقطه جوش پایین می‌آید. مثلاً در قله دماوند نقطه جوش آب حدود  $8^{\circ}\text{C}$  و در قله اورست نقطه جوش آب در حدود  $72^{\circ}\text{C}$  است. البته این دما برای پختن تخم مرغ که به دمای  $70^{\circ}\text{C}$  نیاز دارد کافی است ولی زمان پختن را طولانی می‌کند. معمولاً گفته می‌شود کوهنوردان از نمک استفاده می‌کنند، ولی خوب است بدانید که افزودن  $200\text{ g}$  نمک (حدود یک لیوان) در  $1\text{ لیتر آب}$  حداقل  $2^{\circ}\text{C}$  بر نقطه جوش آب می‌افزاید.

#### تمرین ۶-۴

گرمای لازم برای تبدیل یخ  $-20^{\circ}\text{C}$  به بخار  $100^{\circ}\text{C}$  از مجموع گرما در چهار فرایند حاصل می‌شود.

(۱) تبدیل یخ  $-20^{\circ}\text{C}$  به یخ  $0^{\circ}\text{C}$

(۲) تبدیل یخ  $0^{\circ}\text{C}$  به آب  $0^{\circ}\text{C}$

(۳) تبدیل آب  $0^{\circ}\text{C}$  به آب  $100^{\circ}\text{C}$

(۴) تبدیل آب  $100^{\circ}\text{C}$  به بخار  $100^{\circ}\text{C}$ .

یعنی

$$\begin{aligned} Q &= mc_{\text{یخ}} \Delta\theta_1 + mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta\theta_2 + mL_V \\ &= (1/0\text{ kg})(2200\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C})(20^{\circ}\text{C}) + (1/0\text{ kg})(333/7 \times 10^3\text{ J/kg}) \\ &\quad + (1/0\text{ kg})(4187\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C})(100^{\circ}\text{C}) + (1/0\text{ kg})(2256 \times 10^3\text{ J/kg}) \\ &= 3052800\text{ J} \approx 3/1 \times 10^6\text{ J} \end{aligned}$$

(توجه کنید گرچه جدول ۳-۴ گرمای ویژه یخ را برای  $10^{\circ}\text{C}$  داده است، ولی در این مسئله از همان داده استفاده کردیم.)

#### فعالیت ۱۲-۴

به بیان ساده‌ای می‌توان گفت که با برخورد مولکول‌های بخار آب با سطح برگ که در صحنه‌گاهان دمای پایین‌تری از دمای بخار آب دارند، بخار آب مایع می‌شود.

اما پاسخ تفصیلی آن نیاز به معرفی برخی مفاهیم دارد. مقدار بخار آب موجود در هوا اغلب به صورت رطوبت نسبی در مقایسه با حدّ اشباع داده می‌شود. برای مثال، رطوبت نسبی  $50\%$  به معنی آن است که مقدار بخار، نصف حدّ اشباع است. مثلاً در یک دوش آب گرم در محیطی بسته، رطوبت نسبی ممکن است به  $100\%$  برسد و پس از آن وقتی بخار آب اضافی

به هوا داده شود، مقداری از این بخار به قطرات آب تبدیل می‌شود. باید توجه کرد که حدّ اشباع برای هوای سردتر، پایین‌تر است (یعنی هرچه دما کمتر باشد، هوا بخار کمتری را می‌تواند در حالت اشباع خود جای دهد) و بنابراین میان بخار آب بیشتر رخ می‌دهد. به همین دلیل است که آینه سرد حمام باعث چگالش بخار آب به صورت مایع بر روی آن می‌شود. در پدیدهٔ شبنم صحّگاهی هم پدیدهٔ مشابهی رخ می‌دهد.

### فعالیت ۱۳-۴

معمولًاً این از آن پرسش‌هایی است که ذهن دانش‌آموزان را به شدت درگیر می‌کنند. چرا که در جایی عنوان می‌شود وقتی به مخلوط آب و یخ گرمای دهیم دما‌سنج درون ظرف آب و یخ تغییر دمایی نشان نمی‌دهد و از طرفی گفته می‌شود که با گرم شدن، انرژی درونی ماده افزایش می‌یابد. ولی باید توجه کرد این‌ها دو امکان متفاوت برای افزایش انرژی درونی ماده هستند و با هم تناقصی ندارند و افزایش درونی حتماً با افزایش دما همراه نیست. البته در اینجا بحث‌هایی وجود دارد که به راستی انرژی درونی چیست. بسیاری از کتاب‌ها در کنار انرژی درونی به انرژی گرمایی می‌پردازند و بیان می‌دارند انرژی درونی مجموع انرژی پتانسیل و انرژی گرمایی است. ولی در هر حال باید توجه داشت که بررسی این موضوع بدون توجه به منحنی‌های انرژی پتانسیل ممکن نیست، که البته پیشتر به معرفی آنها در این کتاب راهنمای معلم پرداختیم. تشریح کامل‌تر این منحنی‌ها را می‌توانید در مقالهٔ زیر بیابید: «مولکول‌ها، اتم‌ها و ساختار داخلی اتم‌ها، مجلهٔ رشد آموزش فیزیک، شمارهٔ ۷۲ صفحهٔ ۹۰». در اینجا یادآوری می‌کنیم که این منحنی‌ها می‌توانند نیروهای بین اتمی و بین مولکولی را توضیح دهند که با نیروهای بین مولکولی در فصل ۳ آشنا شدیم. در نتیجهٔ افزایش دما، نقطهٔ تعادل در این منحنی‌ها به سمت راست انتقال می‌یابد و به دلیل نامتقارن بودن شکل منحنی انرژی پتانسیل، فاصلهٔ بین مولکول‌ها افزایش می‌یابد. همچنین می‌توان گفت با افزایش دما از عمق چاه پتانسیل که نمود قدرت پیوند مولکولی است کاسته می‌شود.

با افزایش دما سرانجام به وضعیتی می‌رسیم که جدا شدن یک مولکول  $H_2O$  از سطح یخ ساده می‌شود. پس گرمای، نه صرف افزایش دمای یخ، بلکه صرف کم شدن قدرت پیوند بین مولکول می‌شود. برای دانش‌آموزان می‌توان به همین توضیح ساده اکتفا کرد که پیش از آنکه گرمای صرف جنبش مولکول‌ها شود باید بتوانند یک مولکول را بکند. (بنابراین اینکه گرمای را لزوماً معادل انرژی درونی بگیریم نادرست است). پس از این وضعیت است که گرمای به جنبش مولکول‌ها می‌انجامد. در مورد این مباحث به مقاله‌های زیر نیز رجوع کنید: «دو خطای رایج در آموزش فیزیک، رشد و آموزش فیزیک، شمارهٔ ۱۰۹ صفحهٔ ۱۵» و «گرمای نهان ذوب و گرمای ویژه آب، رشد آموزش فیزیک شمارهٔ ۱۰۲، صفحهٔ ۲۶».

### پرسش ۶-۴

یک سیخ کوچک فلزی، انرژی گرمایی را از طریق رسانش به درون سیب زمینی انتقال می‌دهد. چون فلز انرژی گرمایی را بهتر به درون سیب زمینی انتقال می‌دهد، بنابراین زمان لازم برای پخت سیب زمینی کاهش می‌یابد. البته نشان داده شده است که سیخ‌های کوچک بیش از ۱ تا ۲ دقیقه زمان متعارف برای بختن سیب زمینی را کاهش نمی‌هند، ولی اگر سر آزاد سیخ سنگین و با پهن باشد، این عمل به مراتب تأثیرگذارتر است.

### تمرین ۷-۴

از رابطهٔ (۱۵-۴) استفاده می‌کنیم.

$$H = kA \frac{(T_H - T_L)}{L}$$

$$= (0.6 \text{ W/m}^{\circ}\text{C})(820 \text{ m}^2) \frac{(25^{\circ}\text{C} - 12^{\circ}\text{C})}{2.0 \text{ m}} \\ = 3198 \text{ W} \approx 3 \times 10^3 \text{ W} = 3 \text{ kW}$$

#### فعالیت ۱۴-۴

موهای سفید خرس قطبی فقط قسمت‌های مرئی و فروسرخ نور خورشید را مانند یک فیبر نوری، پس از بازتاب‌های مکرر درون مو به پوست منتقل می‌کند. در آنجا نور جذب پوست می‌شود و بدین ترتیب دمای بدن خرس افزایش می‌یابد. اما گرمای حاصل در پوست نسبتاً حفظ می‌شود، زیرا موها توخالی هستند و مانند لوله‌های توخالی رساننده ضعیف گرما هستند.

#### پرسش ۷-۴

یادآوری می‌کنیم در پدیده همرفت قسمت‌های گرم شاره رو به بالا و قسمت‌های سرد شاره رو به پایین حرکت می‌کند و این فرایند ناشی از کاهش چگالی شاره بر اثر افزایش دما است. بنابراین به راحتی می‌توان دریافت که هرچه ضربه انبساط حجمی شاره‌ها بزرگ‌تر باشد، افزایش حجم بر اثر افزایش دمای یکسان، بیشتر و کاهش چگالی، کمتر می‌شود و بنابراین جریان‌های همرفتی به سهولت بیشتری ظاهر می‌شوند. خوب است بدانید چسبندگی (وُشکسانی) شاره نیز نقش مهمی در پدیده همرفت بازی می‌کند و هرچه چسبندگی بیشتر باشد، از بروز جریان‌های همرفتی بیشتر جلوگیری می‌کند.

#### فعالیت ۱۵-۴

اگر مشاهده کنید درمی‌یابید که وقتی بطری گرم را روی بطری سرد قرار می‌دهید تقریباً تغییر محسوسی در رنگ‌ها مشاهده نخواهیم کرد و تنها در ناحیه تماس دو بطری به دلیل تماس آب‌ها با یکدیگر تغییر رنگ ناجیز مشاهده خواهیم کرد. ولی در موردی که بطری سرد را روی بطری گرم قرار می‌دهیم، به دلیل رخ دادن پدیده همرفت، آب گرم رو به بالا و آب سرد رو به پایین حرکت می‌کند و بدین ترتیب آب‌های دو بطری در هم می‌آمیزد و پس از مدتی شاهد تغییر رنگ هر دو به رنگ سبز خواهیم بود. وضعیت اول را می‌توان مشابه حالت وارونگی هوا در نظر گرفت، در حالی که وضعیت دوم مثل وضعیت طبیعی هواست که در روزهای معمولی رخ می‌دهد و از این جهت این فعالیت برای درک پدیده وارونگی هوا که در «خوب است بدانید» صفحهٔ بعد مطرح شده آموزنده است. (به فیلم مربوطه در سایت گروه مراجعه شود)

#### فعالیت ۱۶-۴

حرکت پره‌ها در رادیومتر کروکس را اغلب به اشتباه به فشار نور مربوط می‌کنند. اما تأثیر فشار نور ناچیزتر از آن است که بتواند باعث چرخش پره‌ها شود. وانگهی اگر چنین چرخشی ناشی از فشار نور وجود می‌داشت باید در خلاف جهت چرخش مشاهده شده رخ می‌داد. ماجرای اصلی این است که نور (تابش فروسرخ و نور مرئی) در طرف سیاه پره بیشتر از طرف سفید آن جذب می‌شود و بدین ترتیب طرف سیاه قدری گرم‌تر از طرف سفید می‌گردد و مولکول‌های هوای اطراف خود را نیز بیشتر گرم می‌کند. به علت اختلاف دما، مولکول‌های هوا در طرف سیاه پره‌ها سریع‌تر از مولکول‌های هوا در طرف سفید آن حرکت می‌کنند و بنابراین نیروی وارد بر طرف سیاه بزرگ‌تر از نیروی وارد بر طرف سفید است و بنابراین پره‌ها در جهتی می‌چرخند که نیروی وارد از مولکول‌های هوا به طرف سیاه پره‌ها، تعیین می‌کنند. ولی اگر داخل حباب شیشه‌ای کاملاً تخلیه شده باشد، ممکن است در شرایط ایده‌آل پره‌ها در خلاف این جهت بچرخد.

چرا که در آن صورت همان طور که بالا کنیم نوری که به پره‌ها می‌تابد طرف سفید را بیشتر هل می‌دهد. (به فیلم مربوطه در سایت گروه مراجعه شود)

#### فعالیت ۱۷-۴

اگر اصطکاک پیستون سرنگ با سیلندر آن کم باشد، پیستون هیچ اختلاف فشاری را برای هوای درون سرنگ با آب بیرون سرنگ تحمل نمی‌کند و همواره طوری جایه‌جا می‌شود و در وضعیتی قرار می‌گیرد که فشار هوای درون سرنگ با فشار آب بیرون آن برابر باشد. چون در این آزمایش فشار آب بیرون سرنگ تغییری نمی‌کند، برای یک پیستون کم اصطکاک، فشار هوای درون سرنگ نیز ثابت می‌ماند. بنابراین در اینجا انبساط هوای درون سرنگ در فشار ثابت است و در فشار ثابت با افزایش دما حجم زیاد می‌شود تا  $V/T$  ثابت بماند. بنابراین دما و حجم افزایش و فشار و مقدار هوا ثابت می‌ماند. در عمل، اگر از سرنگی با پیستون کم اصطکاک استفاده کنید و این آزمایش را انجام دهید، ثابت ماندن فشار، افزایش همزمان حجم و دما، و ثابت ماندن نسبت  $V/T$  در مدت انجام آزمایش را مشاهده می‌کنید.

#### فعالیت ۱۸-۴

وقتی هوایپیما بالا می‌رود و فشار هوا کم می‌شود، گاز یا هوای درون نوشیدنی که فشار بیشتری از هوای بیرون ظرف دارد، به در منعطف ظرف فشار وارد می‌آورد. توجه کنید که با فرض هم‌دما بودن این فرایند، الگوی تغییر فشار - حجم از رابطه « ثابت  $PV = PV_0$  » پیروی می‌کندو با افزایش حجم ظرف نوشیدنی، از فشار داخل آن کاسته می‌شود. اگر در این ظرف بر اثر انبساط هوای محبوس باز نشود و شما پیش از نوشیدن، ظرف نوشیدنی را تکان دهید، با باز کردن ناگهانی در ظرف، محتویات آن به سمت بیرون پرت خواهد شد.

#### پاسخ به پرسش‌ها و مسئله‌های پایان فصل ۴

در فصل اول آموختیم که در مورد عدددهایی مانند ۶۰۰ یا ۶۰۰۰ و این قبیل که به صفر ختم می‌شوند تعداد رقم‌های بامعنا مشخص نیست. ما در پاسخ به پرسش‌ها و مسئله‌هایی با معنا از این دست در فصل‌های ۴ و ۵، حداقل تعداد رقم‌های با معنای ممکن را فرض کردہ‌ایم. مثلاً در  $K = 80^\circ$  سه رقم بامعا و در  $L = 20^\circ$  دو رقم فرض کردہ‌ایم.

-

(الف)

$$K = -273/15^\circ C \approx -272^\circ C$$

$$F = [(-273/15) (\frac{9}{5}) + 32/0]^\circ F = -459/67^\circ F \approx -460^\circ F$$

(ب)

$$273K = -0/15^\circ C \approx 0^\circ C$$

$$F = [(0/15) (\frac{9}{5}) + 32/0]^\circ F = +31/73^\circ F = 32^\circ F$$

(پ)

$$373K = 99/85^\circ C \approx 100^\circ C$$

$$F = [(99/85) (\frac{9}{5}) + 32/0]^\circ F = 211/73^\circ F = +212^\circ F$$

(ت)

$$546K = 272/85^{\circ}C \approx 273^{\circ}C$$

$$F = [(272/85) \left(\frac{9}{5}\right) + 32] ^{\circ}F = 523/73^{\circ}F = 523^{\circ}F$$

۲- اگر دماسنجه، جیوه‌ای یا الکلی باشد باید دما را از رویه رو بخوانیم تا اختلاف منظر (خطای مشاهده‌ای) نداشته باشیم. اندازه‌گیری را چند بار تکرار می‌کنیم. باید از دماسنجه مناسبی برای گستره موردنظر استفاده کنیم.

۳- مقیاس، (فاصله میان خط‌های نشانه)، ضحامت و قطر دایره، هر سه با یک عامل بزرگ می‌شوند.

۴- الف) ۲ و ۳ یکسان، سپس ۱، سپس ۴

ب) ۳، ۲، سپس ۱ و ۴ یکسان

پ) همه یکسان.

۵-

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T = (25/0\text{ m}) (14 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}) (40/0 \text{ K}) \\ = 1/4 \times 10^{-5} \text{ m} = 1/4 \text{ cm}$$

۶-

$$\Delta V = \beta_{\text{گلسرین}} V_1 \Delta \theta$$

$$\Delta V = \beta_{\text{آلومینیم}} V_1 \Delta \theta$$

$$V = \Delta V_{\text{آلومینیم}} - \Delta V_{\text{گلسرین}} = \text{ظرف} (\beta_{\text{آلومینیم}} - \beta_{\text{گلسرین}}) V_1 \Delta \theta \\ = (49 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} - 3(23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1})) (400 \text{ cm}^3) (30/0^{\circ}C - 20/0^{\circ}C) \\ = 1/684 \text{ cm}^3 \approx 1/7 \text{ cm}^3$$

۷- چون سطح مقطع ظرف ثابت است، حجم بنزین داخل مخزن مناسب با ارتفاع بنزین داخل آن است. بنابراین در فرمول انبساط حجمی به جای  $V$  و  $A$  به ترتیب  $\Delta V$  و  $A\Delta h$  قرار می‌دهیم و چنین به دست می‌آوریم:

$$\Delta h = \beta h_1 \Delta \theta \Rightarrow h_r = h_1 (1 + \beta \Delta \theta)$$

با توجه به  $h_r = h_1 + \Delta h$  داریم:

$$\theta_r = \frac{\Delta h}{\beta(h - \Delta h)} + \theta_1 \\ = \frac{5\text{ cm}}{(1/00 \times 10^{-5} \text{ C})(1000\text{ cm} - 5\text{ cm})} - 10^{\circ}C \\ = 42/63^{\circ}C \approx 43^{\circ}C$$

۸- الف) چون با کاهش دما، نوار به سمت پایین خم شده است ضریب انبساط طولی نوار پایین باید بیشتر از نوار بالایی

بوده باشد. اگر به جدول ۱-۴ مراجعه کنید در می‌یابید که ضریب انبساط طولی برنج بیشتر از فولاد است و بنابراین نوار

بالایی از جنس فولاد است.

ب) در این صورت نوار در جهت مخالف خم می‌شود به طوری که برنج کمان بیرونی شود.

الف)

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T = (10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}) (2/30 \times 10^5 \text{ m}) (60 \text{ K})$$

$$= 1/38 \times 10^2 \text{ m} \approx 1/4 \times 10^2 \text{ m}$$

ب) معمولاً در بخش‌هایی از این خط لوله، مانند شکل، لوله‌ها را به صورت U‌شکل در می‌آورند. همچنین (بهخصوص در مورد ریل‌های راه‌آهن) این لوله‌ها (ریل‌ها) را زمانی می‌سازند که  $L$  حدوداً برابر با نصف میانگین مقادرهای بیشینه و کمینه سالیانه‌اش است.

-۱۰

$$\begin{aligned}\Delta V &= \beta V_1 \Delta \theta \\ \Rightarrow V_2 &= V_1 (1 + \beta \Delta \theta) \\ &= (30000 \text{ L}) (1 + (1/00 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}) (-20/\text{K})) \\ &= 29400 \text{ L} \approx 2/94 \times 10^4 \text{ L}\end{aligned}$$

۱۱- با توجه به اینکه  $Pt = Q$  است داریم:

$$\begin{aligned}Pt &= mc\Delta\theta \\ (200 \text{ J/s})(t) &= (0/200 \text{ kg})(4187 \text{ J/kg}\cdot\text{C})(70\text{C}) \\ \Rightarrow t &= 293/9 \text{ s} \approx 2/9 \times 10^2 \text{ s}\end{aligned}$$

۱۲- رابطه‌های  $Q = mc\Delta\theta$  و  $Q = Pt$  را برابر هم قرار می‌دهیم:

$$\begin{aligned}Pt &= mc\Delta\theta \\ \Rightarrow c &= \frac{Pt}{m\Delta\theta} = \frac{(50 \text{ J/s})(110 \text{ s})}{(0/60 \text{ kg})(38 - 18)\text{C}} \\ &= 458 \text{ J/kg}\cdot\text{C} \approx 4/6 \times 10^2 \text{ J/kg}\cdot\text{C}\end{aligned}$$

احتمالاً بحثی از گرمایی داده شده توسط گرمکن به هوا و مواد پیرامون فلز داده شده است. بنابراین در رابطه  $Q = mc\Delta\theta$  که برای قطعه فلز به کار می‌بریم  $Q$  کمتر از  $Pt$  است و در نتیجه مقدار واقعی گرمایی ویژه فلز، کمتر از پاسخ به دست آمده در حل است.

۱۳- از شرط تعادل گرمایی در حالت کلی داریم:

$$0 = (\dot{A}_p - \dot{A}'_p) c_p (\theta - \theta'_p) + m' c_{\text{قطعه}} (\theta - \theta_1) + m c_{\text{قطعه}} (\theta - \theta_1) + m c_{\text{قطعه}} (\theta - \theta'_1) + m c_{\text{قطعه}} (\theta - \theta'_1)$$

توجه کنید که در این رابطه با توجه به اینکه دمای اولیه ظرف، قطعه و  $g$  آب اولیه یکسان و برابر  $30^\circ\text{C}$  است، داریم:

$$\theta_1 = \theta'_1 = 30^\circ\text{C}$$

و در این رابطه  $\dot{A}'_p$  در واقع جرم آبی است که بعداً افزوده می‌شود ( $m' = 100 \text{ g}$ ) و آب  $\theta'_p$  دمای اولیه آب افزوده شده  $70^\circ\text{C} = \theta'_p$  است. هدف، محاسبه گرمایی ویژه قطعه است. با توجه به اینکه دمای تعادل  $52^\circ\text{C} = \theta = 52^\circ\text{C}$  است، خواهیم داشت.

$$\begin{aligned}(0/200 \text{ kg})(386 \text{ J/kg}\cdot\text{C})(52 - 30)^\circ\text{C} + \\ (80 \times 10^{-3} \text{ kg}) \times c_{\text{قطعه}} (52 - 30)^\circ\text{C} + (50 \times 10^{-3} \text{ kg}) (4187 \text{ J/kg}\cdot\text{C}) (52 - 30)^\circ\text{C} \\ + (0/100 \text{ kg}) (4187 \text{ J/kg}\cdot\text{C}) (52 - 70)^\circ\text{C} = 0\end{aligned}$$

از اینجا خواهیم داشت

$$c_{\text{قطعه}} = 700/3 \text{ J/kg}\cdot\text{C} \approx 7/0 \times 10^2 \text{ J/kg}\cdot\text{C}$$

۱۴- همان‌طور که در متن کتاب اشاره شده است در پدیده‌های تغییر فاز جامد به مایع و مایع به بخار، با آنکه ماده‌ای که تغییر فاز می‌دهد گرما می‌گیرد ولی تغییر دما نمی‌دهد.

۱۵- این پدیده به تبخیر سطحی مربوط است. یعنی با فرار مولکول‌های فزار الکل و رخ دادن پدیده تبخیر سطحی الکل مایع از پوست بدن گرما می‌گیرد و بخار می‌شود و در نتیجه احساس خنکی در آن محل می‌کنیم.

۱۶- با توجه به آموخته‌هاییم از این فصل درمی‌یابیم که گزینه الف نادرست است.

۱۷- با دادن گرما به نقره، ابتدادمای آن از  $20/0^{\circ}\text{C}$  به نقطه ذوب ( $960^{\circ}\text{C}$ ) می‌رسد و سپس نقره ذوب می‌شود:

$$Q = Q_1 + Q_2 = m_{\text{نقره}} c_{\text{نقره}} \Delta\theta + mL_F$$

$$\begin{aligned} &= (0/200 \text{ kg})(236 \text{ J/kg.}^{\circ}\text{C})(960 - 20/0^{\circ}\text{C}) + (0/200 \text{ kg})(88/3 \times 10^3 \text{ J/kg}) \\ &= 62028 \text{ J} \approx 6/20 \times 10^4 \text{ J} \end{aligned}$$

۱۸- برای يخ زدن کامل، مجموعاً دو فرایند صورت می‌گیرد. نخست آب  $20/0^{\circ}\text{C}$  به آب  $0^{\circ}\text{C}$  تبدیل می‌شود و سپس در دمای صفر درجه يخ می‌زند. پس گرمای کل منقل شده برابر است با

$$Q = mc_{\text{آب}} \Delta\theta + mL_F$$

$$\begin{aligned} &= (150 \text{ kg})(4187 \text{ J/kg.K})(20/0^{\circ}\text{C}) + (150 \text{ kg})(333/7 \times 10^3 \text{ J/kg}) \\ &= 6/26 \times 10^7 \text{ J} \end{aligned}$$

۱۹- گرمایی که گرمکن می‌دهد صرف گرم کردن آب و ظرف گرماسنج می‌شود و بنابراین داریم

$$\begin{aligned} Pt &= Q = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{ظرف}} \\ &= m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta + C_{\text{ظرف}}(\Delta\theta) \\ &= (m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} + C_{\text{ظرف}})\Delta\theta \end{aligned}$$

(الف) با استفاده از این رابطه داریم

$$(50 \text{ J/s})(60 \text{ s}) = [(0/100 \text{ kg})(4187 \text{ J/kg.}^{\circ}\text{C}) + C_{\text{ظرف}}](25 - 20)^{\circ}\text{C}$$

$$\Rightarrow C_{\text{ظرف}} = 181/3 \text{ J/}^{\circ}\text{C} \approx 1/8 \times 10^2 \text{ J/}^{\circ}\text{C}$$

ب) دوباره از رابطه بالا استفاده می‌کنیم. ولی اکنون گرمای ویژه ظرف مشخص و زمان نامشخص است.

$$\begin{aligned} t &= \frac{(m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} + C_{\text{ظرف}})\Delta\theta}{P} \\ &= \frac{[(0/100 \text{ kg})(4187 \text{ J/kg.}^{\circ}\text{C}) + 180 \text{ J/}^{\circ}\text{C}](75^{\circ}\text{C})}{50 \text{ J/s}} \\ &= 898/05 \text{ s} \approx 9/0 \times 10^2 \text{ s} \end{aligned}$$

پ) برای اینکه آب  $100^{\circ}\text{C}$  به بخار  $100^{\circ}\text{C}$  تبدیل شود، آب به اندازه  $Q = mL_V = m L_V$  گرمای می‌گیرد و چون در این رخداد دما تغییر نمی‌کند، گرماسنج گرمای نمی‌گیرد. پس داریم

$$Pt = mL_V$$

واز آنجا

$$\begin{aligned} t &= \frac{mL_V}{P} = \frac{(0/20 \text{ kg})(2/256 \times 10^6 \text{ J/kg})}{50 \text{ J/s}} \\ &= 902/4 \text{ s} \approx 9/0 \times 10^2 \text{ s} \end{aligned}$$

۲۰- (الف) گرمای لازم برای تبدیل آب  $100^{\circ}\text{C}$  به بخار آب  $100^{\circ}\text{C}$  از رابطه  $Pt = Q = mL_V$  به دست می‌آید و از طرفی است. در نتیجه داریم

$$t = \frac{mL_V}{P} = \frac{(0/100\text{ kg})(2256 \times 10^3 \text{ J/kg})}{200/0 \text{ J/s}} \\ = 1128 \text{ s} \approx 1/13 \times 10^3 \text{ s}$$

ب) گرمکن در این مدت گرمایی معادل  $mL_V$  را تأمین کرده است. بنابراین اگر چنین گرمایی صرف گرم کردن بیخ شده باشد، داریم

$$(0/100\text{ kg})(2256 \times 10^3 \text{ J/kg}) = (m_{\text{بیخ}})(333/7 \times 10^3 \text{ J/kg}) \\ \Rightarrow m_{\text{بیخ}} \approx 0/676 \text{ kg}$$

۲۱-الف) همان‌طور که شکل نشان می‌دهد تغییر فاز از جامد به مایع در زمان  $300 \text{ s}$  شروع می‌شود و بنابراین  $300 \text{ s}$  طول می‌کشد تا جامد به نقطه ذوب خود برسد.

ب) از نمودار در می‌باییم دمای جسم پیش از تغییر فاز از دمای  $20^\circ\text{C}$  به دمای  $80^\circ\text{C}$  می‌رسد. بنابراین از تلفیق رابطه‌های  $P = Pt$  و  $Q = mc\Delta\theta$  که در آنها  $P$  توان گرمکن،  $t$  زمان رسیدن به نقطه ذوب، و  $m$  و  $c$  به ترتیب جرم و گرمای ویژه جسم جامد است، خواهیم داشت

$$Pt = mc\Delta\theta$$

و در نتیجه

$$C = \frac{Pt}{m\Delta\theta} = \frac{(10/0 \text{ J/s})(300 \text{ s})}{(0/0500 \text{ kg})(80 - 20)^\circ\text{C}} \\ = 1/0 \times 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

پ) گرمای نهان ذوب را با استفاده از رابطه  $L_F = Q/m$  بدست می‌آوریم. دوباره به جای  $Q$  از رابطه  $Pt = Q$  قرار می‌دهیم. ولی توجه کنید که در اینجا  $t$  زمان تغییر فاز جامد است که از روی منحنی حدس می‌زنیم  $s = 850 - 300 = 1150$  می‌شود که البته با توجه به مبحث ارقام معنی‌دار باید آن را به صورت  $s = 10/5 \times 10^2 \text{ s}$  بیان کنیم. یعنی با دو رقم معنی‌دار و یک رقم حدسی. بنابراین برای  $L_F$  داریم

$$L_F = \frac{(10/0 \text{ J/s})(10/5 \times 10^2 \text{ s})}{0/0500 \text{ kg}} = 1/7 \times 10^5 \text{ J/kg}$$

۲۲-در حین بیخ زدن جرم  $m_1$  آب، مقداری انرژی گرمایی برابر با  $Q_1 = m_F L_F$  باشد. در حین تبخیر، جرم باقی‌مانده  $m_2$ ، مقدار گرمای جذب شده برابر  $V L_V$  است. چون  $Q = Q_1 + Q_2$  است، داریم:

$$m_1 L_F = (m_1 - m_2) V L_V$$

که در آن  $L_V$  گرمای نهان تبخیر آب در دمای  $0^\circ\text{C}$  است که آن را از جدول ۴-۵ قرار می‌دهیم. در نتیجه برای  $m_1$  داریم

$$m_1 = \frac{m L_V}{L_F + L_V} = \frac{(1/00 \text{ kg})(2490 \text{ kJ/kg})}{(2490 \text{ kJ/kg}) + (334 \text{ J/kg})} \\ = 0/880 \text{ kg} = 880 \text{ g}$$

(توجه کنید که در این مسئله چون فرایندها بدون تغییر دما صورت گرفته‌اند، لذا دلیل مبادله انرژی اختلاف دما نبوده است و بنابراین انرژی مبادله شده را انرژی گرمایی و نه گرمای نامیدیم.)

۲۳-با فرض آنکه تمام انرژی لازم برای تبخیر آب، از بدن شخص گرفته شده، داریم:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{شخص}}$$

$$m_{آب} L_V = m_{شخص} c_{شخص} |\Delta\theta|$$

از اینجا جرم آب را به دست می‌آوریم

$$\begin{aligned} m_{آب} &= \frac{m_{شخص} c_{شخص} |\Delta\theta|}{L_V} \\ &= \frac{(50/0g)(3480J/kg.K)(1/00K)}{2/42 \times 10^3 J/kg} \\ &= 0/0719kg = 719g \end{aligned}$$

ب) حجم آب را با استفاده از تعریف چگالی  $P = m/V$  به دست می‌آوریم. با توجه به اینکه چگالی آب از جدول ۱-۸ برابر  $1/00 \times 10^3 kg/m^3$  است، حجم این جرم از آب چنین می‌شود

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{0/072kg}{1/00 \times 10^3 kg/m^3} = 719 \times 10^{-5} m^3 = 719 cc$$

۲۴- احساس اینکه یک جسم چقدر سرد است به آهنگ رسانش گرما از دستان شما به جسم بستگی دارد. فلز رساننده گرمای بهتری از چوب است و در نتیجه گرما از دست شما با آهنگ بیشتری به لوله فلزی شمارش می‌کند و لوله سردتر به نظر می‌رسد. انگشتان به این دلیل می‌توانند به یک سطح فلزی سرد بچسبند که رطوبت روی پوست می‌تواند به صورت دندانه‌های ریزی روی سطح فلز یخ بزند.

۲۵- کلاً روش‌های اتلاف انرژی همان روش‌های انتقال انرژی، یعنی رسانش، تابش و همرفت است و نیز ممکن است انرژی را از طریق تبخیر عرق از پوست خود، از دست بدهید. هدف از پوشیدن پالتو کاهش اتلاف انرژی از راه‌های بالاست. مثلاً پوشش‌هایی از جنس چرم می‌تواند اتلاف‌های ناشی از همرفت و تبخیر ناشی از وزیدن باد را کاهش دهد. در مورد رسانش گرمایی، پالتو می‌تواند یک لایه هوا در اطراف بخشی از بدن شما ایجاد کند که چون انتقال گرما از طریق هوا نسبتاً کم است، این لایه به عایق‌بندی شما کمک می‌کند. پوشیدن چند لباس در زیر پالتو این عمل را تشدید می‌کند، زیرا در این صورت چند لایه هوا شما را عایق‌بندی می‌کند.

۲۶- باید از رابطه  $Q = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} t$  استفاده کنیم. توجه کنید رسانندگی گرمایی شیشه بین ۱ تا  $6^{\circ}$  بر حسب  $W/m.K$  است که ما در این مسئله آن را برابر ۱ اختیار کرده‌ایم.

(الف) داده‌های مسئله عبارتند از

$$A = (2/0 m)(1/0 m) = 2/0 m^2$$

$$t = 1/0 s$$

$$L = 4/0 \times 10^{-3} m$$

$$\Delta T = 7/0 K - 2/0 K = 5/0 K$$

بنابراین

$$Q = (1/0 J/s.mK) \frac{(2/0 m^2)(5/0 K)}{4/0 \times 10^{-3} m} (1/0 s) = 2/5 \times 10^3 J$$

ب) حالا  $t = 86400 s = 86400(60)(24)$  است. بنابراین

$$\begin{aligned} Q &= (1/0 J/s.mK) \frac{(2/0 m^2)(5/0 K)}{4/0 \times 10^{-3} m} (86400 s) \\ &= 2/16 \times 10^8 J \approx 2/2 \times 10^8 J \end{aligned}$$

۲۷- با استفاده از رابطه  $Q = \frac{kA(T_H - T_L)}{L} t$  خواهیم داشت:

$$Q = (0.010 \text{ W/m.K})(0.080 \text{ m}^2) \frac{20 / 0^\circ \text{C}}{0.020 \text{ m}} \times 86400 \text{ s} \\ = 691200 \text{ J} \approx 6.9 \times 10^5 \text{ J}$$

بنابراین جرم یخ ذوب شده چنین می‌شود

$$m = \frac{Q}{L_T} = \frac{691200 \text{ J}}{333700 \text{ J/kg}} = 2.07 \text{ kg} \approx 2.1 \text{ kg}$$

-۲۸- قوری سیاه تابش گرمایی بیشتری می‌کند و زودتر سرد می‌شود.

-۲۹- الف) چون فشار ثابت است از قانون گازها داریم

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow$$

$$T_2 = \left( \frac{T_1 V_2}{V_1} \right) = \frac{(20 + 273)(200 / 0 \text{ cm}^3)}{100 / 0 \text{ cm}^3} = 586 \text{ K} \\ = 313^\circ \text{C}$$

(ب)

$$T_2 = \frac{(20 + 273)(50 / 0 \text{ cm}^3)}{100 / 0 \text{ cm}^3} = 146 / 5 \text{ K} = -126 / 5^\circ \text{C} \approx -127^\circ \text{C}$$

۳۰- الف) چون دما ثابت است از قانون گازها به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

اگر مساحت قاعده استوانه تلمبه را  $A$  بگیریم خواهیم داشت

$$(1.0 \text{ atm})(24 \text{ cm} \times A) = P_2 (30 / 0 \text{ cm} \times A)$$

و در نتیجه  $P_2 = 0.80 \text{ atm}$  می‌شود.

ب) اکنون داریم

$$(1.0 \text{ atm})(24 \text{ cm} \times A) = (3.0 \text{ atm})(A L)$$

و از اینجا  $L = 8.0 \text{ cm}$  می‌شود و بنابراین باید طول استوانه را به اندازه  $24 \text{ cm} - 8.0 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$  کاهش دهیم.

۳۱- در این مسئله حجم ثابت است و بنابراین از قانون گازها داریم

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

توجه کنید که فشاری که فشارسنج اندازه می‌گیرد فشار پیمانه‌ای (سنجه‌ای) است. ولی در این رابطه باید فشارهای مطلق را قرار دهیم و نه فشار پیمانه‌ای را. بنابراین

$$\frac{(2.00 + 1.00) \text{ atm}}{(17 + 273) \text{ K}} = \frac{(2.30 + 1.00) \text{ atm}}{T_2}$$

و از اینجا  $T_2 = 46^\circ \text{C} = 319 \text{ K}$  می‌شود.

۳۲- از رابطه  $PV = \pi RT$  استفاده می‌کنیم

$$V = \frac{\pi R T}{P} = \frac{(1.00 \text{ mol})[8 / 314 \text{ J/mol.K}](273 \text{ K})}{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$= 0/0 \times 224 \text{ m}^3 = 22/4 L$$

توجه کنید که در این مسئله، منظور از یک مول گاز، دقیقاً یک مول است و نه  $1\text{mol}$  یا  $1/0\text{ mol}$  و ... به همین دلیل مقدار رقم‌های با معنی در یک مول، محدود‌کننده تعداد ارقام بامعنی پاسخ نهایی نیست.  
۳-۳- از قانون گازهای کامل داریم

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

که در اینجا شاخص ۱ مربوط به ته دریاچه و شاخص ۲ مربوط به سطح آب دریاچه است. با فرض اینکه فشار هوا در جباب همان فشار آب اطراف آن باشد، داریم

$$P_1 = P_{\text{atm}} + \rho gh$$

که در آن  $\rho$  چگالی آب و  $h$  عمق دریاچه است، بدیهی است که  $P_2 = P_{\text{atm}}$ . از اینجا داریم

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{T_2}{T_1} \times \frac{P_{\text{atm}} + \rho gh}{P_{\text{atm}}} \times V_1 \\ &= \left( \frac{293 \text{ K}}{277 \text{ K}} \right) \frac{1/0 \times 1 \times 10^5 \text{ Pa} + (1/0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(40/0 \text{ cm})}{1/0 \times 10^5 \text{ Pa}} \times (0/20 \text{ cm}^3) \\ &= 1/0^3 \text{ cm}^3 \approx 1/0 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

۴- تعداد مولکول‌های گاز داخل سحابی در واحد حجم بسیار ناچیز است (به این منظور، عدد داده شده را با تعداد مولکول‌های هوا در واحد حجم در مثال ۲۱-۴ کتاب مقایسه کنید). بنابراین گاز داخل سحابی، تقریب بسیار خوبی برای گاز کامل است و در قانون گازهای کامل داریم

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{(N / N_A)RT}{V} = \frac{(N / V)RT}{N_A}$$

که در اینجا  $N_A = 1000000$  عدد آووگادرو و  $R = 8.314 \text{ J/mol.K}$  ثابت جهانی گازها و  $n = N/A$  تعداد مولکول‌های گاز بر متر مکعب است.

$$\begin{aligned} \frac{N}{V} &= 1000000 \frac{\text{مولکول}}{\text{cm}^3} = 100000 \frac{\text{مولکول}}{(10^{-2} \text{ m})^3} \\ &= 100000 \times 10^6 \frac{\text{مولکول}}{\text{m}^3} \\ \Rightarrow P &= \frac{(1000000 \times 10^6) (8/314 \text{ J/mol.K}) (100000 \text{ K})}{(6/02 \times 10^{23}) \text{ مولکول/mol}} \\ &= 1/38 \times 10^{-1} \text{ Pa} \end{aligned}$$

این نتیجه دوباره نشان می‌دهد که تقریب ما برای کامل در نظر گرفتن گاز داخل سحابی درست بوده است. در واقع، فشار بهترین خلاء آزمایشگاهی حدود  $10^{-7} \text{ Pa}$  است که حدوداً  $1000000$  بار بزرگ‌تر از فشار گاز درون سحابی است.

تلاشی در مسیر موفقیت



🌐 [Www.ToranjBook.Net](http://Www.ToranjBook.Net)

telegram [ToranjBook\\_Net](https://t.me/ToranjBook_Net)

Instagram [ToranjBook\\_Net](https://www.instagram.com/ToranjBook_Net)

دانلود گام به گام تمام دروس ✓

دانلود آزمون های قلم چی و گاج + پاسخنامه ✓

دانلود جزوه های آموزشی و شب امتحانی ✓

دانلود نمونه سوالات امتحانی ✓

مشاوره کنکور ✓

فیلم های انگیزشی ✓