هم کلاسی

Hamkelasi.ir

فصـــل اول

اندازه‌گیری

پرسش ۱-۱

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

جواب:

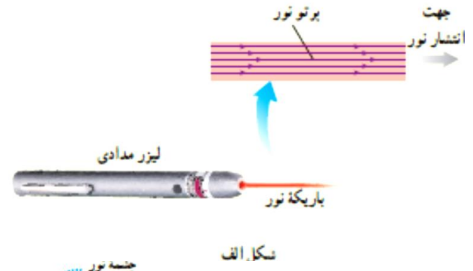
اجزا:

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.

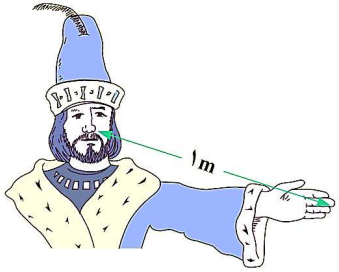


در شکل ب) مدل‌سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به کار رفته است؟

در این مدل‌سازی فرض شده است که پرتوهای نور خورشید موازی‌اند و به شکل واگرا به سمت دوربین می‌روند.

پرسش ۱-۲

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



جواب:

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

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

تمرین ۱-۱

تمرین ۱-۱: الف) یکای نجومی برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است $(1\,AU = 1{,}50\times10^{11}\,m)$ **. فاصلهٔ زمین تا نزدیک ترین ستاره بعد از خورشید، بر حسب یکای نجومی چقدر است؟**

جواب:

از جدول ۱-۳، فاصلهٔ زمین تا نزدیک ترین ستاره بعد از خورشید: $4\times10^{16}\,m$

$$4\times10^{16}\,\cancel{m}\times\frac{1\,AU}{1{,}50\times10^{11}\,\cancel{m}}\simeq 2{,}66\times10^{5}\,AU$$

ب) مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید یک سال نوری می‌نامند و آن را با نماد ly نمایش می‌دهند. کُوازارها دورترین اجرام شناخته شده از منظومهٔ شمسی هستند و به عبارتی در دورترین محل قابل مشاهدهٔ کیهان قرار دارند. فاصلهٔ کوازارها از منظومهٔ شمسی $1{,}00\times10^{26}\,m$ **متر برآورد شده است. این فاصله را بر حسب سال نوری بیان کنید. تندی نور را** $3{,}00\times10^{8}\,\frac{m}{s}$ **در نظر بگیرید.**

جواب:

از جدول ۱-۳، یک سال نوری: $1\,ly = 9\times10^{15}\,m$

$$1\times10^{26}\,\cancel{m}\times\frac{1\,ly}{9\times10^{15}\,\cancel{m}}\simeq 1{,}11\times10^{10}\,ly$$

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 $۱۲۵\frac{cm^۳}{s}$ خارج می‌شود. این آهنگ را به روش زنجیره‌ای، برحسب یکای لیتر بر دقیقه تبدیل بنویسید. (هر لیتر معادل ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب است.)

جواب:

$$۱L = ۱۰۰۰cm^۳ \xrightarrow{\div ۱۰۰۰cm^۳} \frac{۱L}{۱۰۰۰cm^۳} = ۱$$

$$۱min = ۶۰s \xrightarrow{\div ۱min} \frac{۶۰s}{۱min} = ۱$$

$$\Rightarrow ۱۲۵\frac{\cancel{cm^۳}}{\cancel{s}} \times \frac{۱L}{۱۰۰۰\cancel{cm^۳}} \times \frac{\cancel{۶۰s}}{۱min} = ۷/۵\frac{L}{min}$$

فعالیت ۱ـ۳

فعالیت ۱ـ۳: خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم است. این یکاها به صورت زیر به یکدیگر مرتبط اند:

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز

۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال

۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم

با توجه به اینکه هر مثقال معادل ۴٫۸۶ گرم است، هرکدام از این یکاها را برحسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

جواب:

$$۱\ \text{مثقال} = ۴٫۸۶\,\text{g} \times \frac{۱\,\text{kg}}{۱۰۰۰\,\text{g}} = ۴٫۸۶ \times ۱۰^{-۳}\,\text{kg}$$

$$۱\ \text{نخود} \times \frac{۱\ \text{مثقال}}{۲۴\ \text{نخود}} \times \frac{۴٫۸۶\,\text{g}}{۱\ \text{مثقال}} = ۰٫۲۰۲۵\,\text{g} \times \frac{۱\,\text{kg}}{۱۰۰۰\,\text{g}} = ۰٫۲۰۲۵ \times ۱۰^{-۳}\,\text{kg}$$

$$۱\ \text{گندم} \times \frac{۱\ \text{مثقال}}{۹۶\ \text{گندم}} \times \frac{۴٫۸۶\,\text{g}}{۱\ \text{مثقال}} = ۰٫۰۵۰۶\,\text{g} \times \frac{۱\,\text{kg}}{۱۰۰۰\,\text{g}} = ۰٫۰۵۰۶ \times ۱۰^{-۳}\,\text{kg}$$

فعالیت ۱ـ۳

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

$$۱\ \text{سیر} \times \frac{۶۴۰\ \text{مثقال}}{۴۰\ \text{سیر}} \times \frac{۴/۸۶\,g}{۱\ \text{مثقال}} = ۷۷/۷۶\,g \times \frac{۱\,kg}{۱۰۰۰\,g} = ۷۷/۷۶ \times ۱۰^{-۳}\,kg$$

$$۱\ \text{من تبریز} \times \frac{۶۴۰\ \text{مثقال}}{۱\ \text{من تبریز}} \times \frac{۴/۸۶\,g}{۱\ \text{مثقال}} = ۳۱۱۰/۴\,g \times \frac{۱\,kg}{۱۰۰۰\,g} = ۳/۱۱۰۴\,kg$$

پرسش ۱-۳

پرسش ۱-۳: کدام گزینه جرم یک زنبور عسل $۰٫۰۰۰۱۵\,kg$ را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می‌کند؟

☐ $۰٫۱۵\times۱۰^{-۳}\,kg$ ☑ $۱٫۵\times۱۰^{-۴}\,kg$ ☐ $۱۵\times۱۰^{-۵}\,kg$

جواب:

$$۰٫۰۰۰۱۵\,kg = ۱٫۵\times۱۰^{-۴}\,kg$$

تمرین ۱-۳

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

قطر میانگین یک گلبول (گویچه) قرمز $۷/۰\times۱۰^{-۶}\,m = ?\,mm = ?\,\mu m$

$$۷/۰\times۱۰^{-۶}\,m = ?\,mm \Rightarrow ۷/۰\times۱۰^{-۶}\,m \times \frac{۱\,mm}{۱۰^{-۳}\,m} = ۷/۰\times۱۰^{-۳}\,mm$$

$$۷/۰\times۱۰^{-۶}\,m = ?\,\mu m \Rightarrow ۷/۰\times۱۰^{-۶}\,m \times \frac{۱\,\mu m}{۱۰^{-۶}\,m} = ۷/۰\,\mu m$$

قطر هستهٔ اتم اورانیوم $۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}\,m = ?\,pm = ?\,fm$

$$۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}\,m = ?\,pm \Rightarrow ۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}\,m \times \frac{۱\,pm}{۱۰^{-۱۲}\,m} = ۱/۷۵\times۱۰^{-۲}\,pm$$

$$۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}\,m = ?\,fm \Rightarrow ۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}\,m \times \frac{۱\,fm}{۱۰^{-۱۵}\,m} = ۱/۷۵\times۱۰^{۱}\,fm$$

تمرین ۱-۳

جرم یک گیرهٔ کاغذ $۱/۰\times۱۰^{-۴}\,kg=?\,g=?\,mg$

$$۱/۰\times۱۰^{-۴}\,kg=?\,g\Rightarrow ۱/۰\times۱۰^{-۴}\,kg\times\frac{۱۰^{۳}\,g}{۱\,kg}=۱/۰\times۱۰^{-۱}\,g$$

$$۱/۰\times۱۰^{-۴}\,kg=?\,mg\Rightarrow ۱/۰\times۱۰^{-۴}\,kg\times\frac{۱۰^{۳}\,g}{۱\,kg}\times\frac{۱\,mg}{۱۰^{-۳}\,g}=۱/۰\times۱۰^{۲}\,mg$$

زمانی که نور مسافت ۰/۳ متر را در هوا طی می‌کند. $۱/۰\times۱۰^{-۹}\,s=?\,\mu s=?\,ns$

$$۱/۰\times۱۰^{-۹}\,s=?\,\mu s\Rightarrow ۱/۰\times۱۰^{-۹}\,s\times\frac{۱\,\mu s}{۱۰^{-۶}\,s}=۱/۰\times۱۰^{-۳}\,\mu s$$

$$۱/۰\times۱۰^{-۹}\,s=?\,ns\Rightarrow ۱/۰\times۱۰^{-۹}\,s\times\frac{۱\,ns}{۱۰^{-۹}\,s}=۱/۰\,ns$$

زمانی که صوت مسافت ۰/۳۵ متر را در هوا طی می‌کند. $۱/۰\times۱۰^{-۳}\,s=?\,ms=?\,\mu s$

$$۱/۰\times۱۰^{-۳}\,s=?\,ms\Rightarrow ۱/۰\times۱۰^{-۳}\,s\times\frac{۱\,ms}{۱۰^{-۳}\,s}=۱/۰\,ms$$

$$۱/۰\times۱۰^{-۳}\,s=?\,\mu s\Rightarrow ۱/۰\times۱۰^{-۳}\,s\times\frac{۱\,\mu s}{۱۰^{-۶}\,s}=۱/۰\times۱۰^{۳}\,\mu s$$

فعالیت ۱ـ۴

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:

اندازه‌گیری جرم یک قطره آب:

ابتدا بوسیله قطره چکان، چند قطره آب را داخل یک ظرف که بر روی نیروسنج قرار داده شده است، می‌چکانیم. پس از اینکه تعداد قطره‌ها به اندازه‌ای زیاد شد که نیروسنج عدد مناسبی را نشان داد، جرم بدست آمده از نیروسنج را بر تعداد قطره‌ها تقسیم می‌کنیم تا جرم یک قطره آب بدست آید.

اندازه‌گیری حجم یک قطره آب:

ابتدا بوسیله قطره چکان، چند قطره آب را داخل یک ظرف مدرج می‌چکانیم. پس از اینکه تعداد قطره‌ها به اندازه‌ای زیاد شد که حجم معینی را در ظرف نشان داد، حجم بدست آمده را بر تعداد قطره‌ها تقسیم می‌کنیم تا حجم یک قطره آب بدست آید.

فعالیت ۱ـ۴

فعالیت ۱-۴: ب) تکه ای سیم لاکی 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.

تمرین ۱-۵

تمرین ۱-۵: الف) تخمین بزنید در هر شبانه روز چند لیتر بخار بنزین وارد هوای شهر تهران می‌شود.

ب) تحقیق کنید در کشورهای دوستدار محیط زیست، چه تدابیری می‌اندیشند تا این بخار، که برای محیط زیست و همچنین سلامتی انسان ها بسیار مضر است، وارد هوا 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 هوا می‌شود:

$$۴\times۱۰^{۶}\,\text{car}\times\frac{۲\,\text{L}}{۱\,\text{car}}=۸\times۱۰^{۶}\,\text{L}=۱۰^{۷}\,\text{L}$$

ب) به عهده دانش‌آموز

تمرین ۱-۴

تمرین ۱-۴: **یکی دیگر از یکاهای متداول چگالی، گرم بر سانتی‌متر مکعب است. به روش تبدیل زنجیره‌ای نشان دهید:**

$$۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}=۱\frac{g}{cm^۳}$$

جواب:

$$۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}\times(\frac{۱m}{۱۰۰cm})^۳\times\frac{۱۰^۳g}{۱kg}=۱۰۰۰\frac{\cancel{kg}}{\cancel{m^۳}}\times\frac{۱\cancel{m^۳}}{۱۰^۶cm^۳}\times\frac{۱۰^۳g}{\cancel{۱kg}}=۱\frac{g}{cm^۳}$$

پرسش ۱-۴

پرسش ۱-۴: چگالی بنزین $۶/۸\times۱۰^{۲}\ \frac{kg}{m^{۳}}$ است. توضیح دهید چرا آب مایع مناسبی برای خاموش کردن بنزین شعله‌ور نیست؟ (چگالی آب $۱/۰\times۱۰^{۳}\ \frac{kg}{m^{۳}}$ 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.

تمرین ۱-۵

تمرین ۱-۵: حجم خون در گردش یک فرد بالغ با توجه به جرمش، می‌تواند بین $۴/۷۰\,L$ تا $۵/۵۰\,L$ باشد. جرم $۴/۷۰\,L$ خون چند کیلوگرم است؟ چگالی خون را $۱/۰۵\,\frac{g}{cm^۳}$ بگیرید.

جواب:

ابتدا باید چگالی را به کیلوگرم بر لیتر تبدیل کنیم:

$$\rho = ۱/۰۵\,\frac{\cancel{g}}{\cancel{cm^۳}} \times \frac{۱\,kg}{۱۰^۳\,\cancel{g}} \times \frac{۱۰^۳\,\cancel{cm^۳}}{۱\,L} = ۱/۰۵\,\frac{kg}{L}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = ۱/۰۵\left(\frac{kg}{\cancel{L}}\right) \times ۴/۷۰\,(\cancel{L}) \simeq ۴/۹۳\,kg$$

تمرین ۱-۶

تمرین ۱-۶: جرم و وزن تقریبی هوای درون کلاستان را پیدا کنید.

چگالی هوا را $\rho = ۱/۲ \frac{kg}{m^۳}$ **در نظر بگیرید.**

جواب:

کلاس را اتاقی به ابعاد $۳m \times ۴m \times ۵m$ **فرض می‌کنیم:**

$$V = ۳m \times ۴m \times ۵m = ۶۰m^۳$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = ۱/۲ (\frac{kg}{m^۳}) \times ۶۰ \ (m^۳) = ۷۲ kg$$

$$W = mg = ۷۲ (kg) \times ۱۰ (\frac{N}{kg}) = ۷۲۰ N$$

فعالیت ۱ـ۵

فعالیت ۱ـ۵: اگر پرتقالی را درون ظرف محتوی آب بیندازیم پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید (شکل الف) و نتیجهٔ 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 نتیجهٔ مشاهدهٔ 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 سنگین‌تر است. آیا سنگین‌تر بودن یک جسم دلیلی بر فرورفتن آن در آب است؟ توضیح دهید.

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

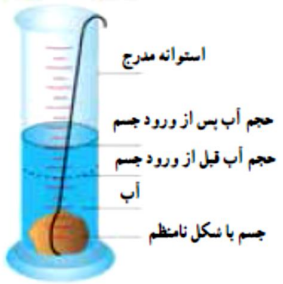
فعالیت ۱ـ۶

فعالیت ۱ـ۶: 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 روبه‌رو 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:

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

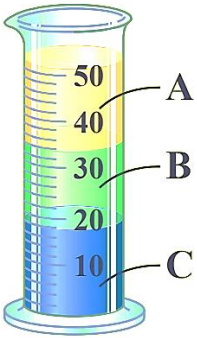


ب) با استفاده از سرنگ مدرج بزرگ و ترازوی با دقت مناسب، چگالی برخی از مایع‌های در دسترس مانند شیر، روغن، مایع ظرفشویی و... را اندازه بگیرید. قبل و بعد از پرکردن سرنگ، جرم آن را اندازه بگیرید و به این روش جرم مایع را تعیین کنید.

جواب: به عهده دانش‌آموز

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.



جواب:

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

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

مسئله فصل

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

جواب:

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

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 صرف‌نظر می‌شود.

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 بوده اند؟

جواب: به عهده دانش‌آموز

مسئله فصل

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

جواب:

تعداد مشخصی سوزن را روی ترازو قرار 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.

مثلا اگر جرم ۵۰عدد سوزن ۲۰۰ گرم شد، جرم هر سوزن ۴ گرم خواهد بود.

مسئله فصل

۵- گالیله در برخی از کارهایش از ضربان نبض خود به عنوان زمان‌سنج استفاده کرد. شما نیز چند پدیدهٔ 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.

مسئله فصل

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

ب) یک میلیارد ثانیهٔ دیگر، تقریباً چند سال پیرتر می‌شوید؟

جواب:

الف)

$$۱\,\mu G \times \frac{۱۰^{-۶}\,G}{۱\,\mu G} \times \frac{۱۰۰\,yr}{۱\,G} \times \frac{۳۶۵\,D}{۱\,yr} \times \frac{۲۴\,h}{۱\,D} \times \frac{۶۰\,min}{۱\,h} \simeq ۵۲٫۵\ min$$

ب)

$$۱٬۰۰۰٬۰۰۰٬۰۰۰\,s = ۱۰^{۹}\,s \times \frac{۱\,h}{۳۶۰۰\,s} \times \frac{۱\,D}{۲۴\,h} \times \frac{۱\,yr}{۳۶۵\,D} \simeq ۳۱\,yr$$

مسئله فصل

۷- هکتار، از جمله یکاهای متداول مساحت است. هر هکتار برابر ۱۰ هزار مترمربع است.

الف) اگر زمین را کره‌ای یکنواخت به شعاع ۶۴۰۰ 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 کرهٔ زمین است؟

جواب:

الف)

$$A = 4\pi R^2 = 4 \times 3/14 \times (6/4 \times 10^6)^2 \simeq 5/144 \times 10^{14}\ m^2 \times \frac{\text{هکتار } 1}{10^4\ m^2} = 5/144 \times 10^{10}\ \text{هکتار}$$

ب) مساحت کل سرزمین ایران ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع است:

$$A_{Iran} = 1/648195 \times 10^6\ km^2 \times \frac{10^6\ m^2}{1\ km^2} \times \frac{\text{هکتار } 1}{10^4\ m^2} = 1/648195 \times 10^8\ \text{هکتار}$$

$$\frac{A_{Iran}}{A} \times 100 = \frac{1/648195 \times 10^8\ \text{هکتار}}{5/144 \times 10^{10}\ \text{هکتار}} \times 100 \simeq 0/32\ \%$$

مسئله فصل

۸- یکی از بزرگ‌ترین الماس‌های شناخته‌شده در ایران، دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط است. این الماس به رنگ کمیاب صورتی شفاف بوده و در خزانهٔ 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:

$$۱ \text{ قیراط} = ۲۰۰\,mg$$

$$۱\,mg = ۱۰^{-۳}\,g$$

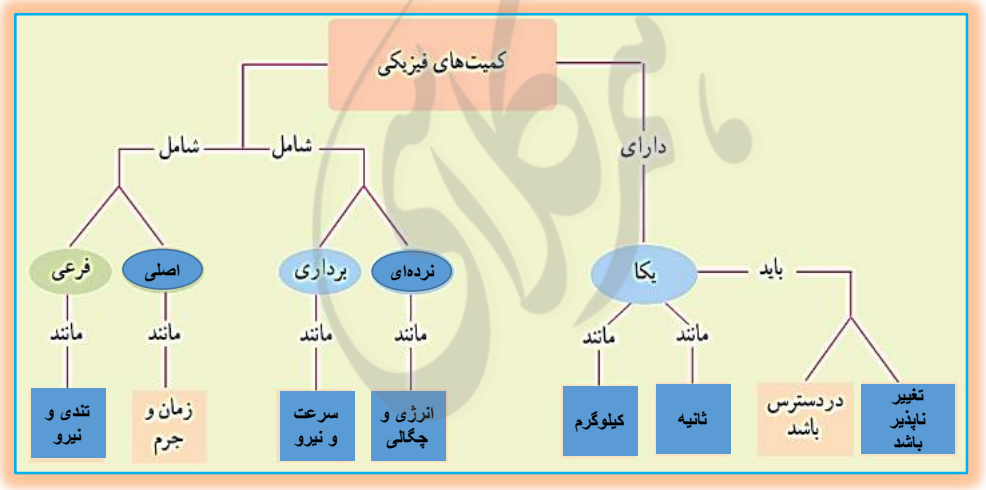
$$۱۸۲ \text{ قیراط} \times \frac{۲۰۰\,mg}{۱ \text{ قیراط}} \times \frac{۱۰^{-۳}\,g}{۱\,mg} = ۳۶/۴\,g$$

$$۱۰۸ \text{ قیراط} \times \frac{۲۰۰\,mg}{۱ \text{ قیراط}} \times \frac{۱۰^{-۳}\,g}{۱\,mg} = ۲۱/۶\,g$$

مسئله فصل

۹- نقشهٔ مفهومی زیر را کامل کنید.

جواب:



مسئله فصل

۱۰- سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هِسپِرویُوکا است که در مدت ۱۴ روز، ۳٫۷ متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه برحسب میکرومتر بر ثانیه چقدر است؟

جواب:

$$\frac{۳٫۷\,m}{۱۴\,D} = ?\,\frac{\mu m}{s}$$

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

مسئله فصل

۱۱- $1ft = 12in$ است. ارتفاع هواپیمایی را که در فاصلهٔ ۳۰۰۰۰ پا از سطح آزاد دریاها در حال پرواز است برحسب متر به دست آورید. هر اینچ ۲٫۵۴۰ سانتی‌متر است.

جواب:

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

مسئله فصل

۱۲- قدیمی ترین سنگ نوشتهٔ حقوق بشر که تاکنون یافت شده است به حدود ۲۵۵۰ سال پیش باز می‌گردد که به فرمان کورش، پادشاه ایران در دورهٔ هخامنشیان نوشته شده است. مرتبهٔ بزرگی سنّ این سنگ نوشته برحسب ثانیه چقدر است؟

جواب:

$$۲۵۵۰\,\text{yr} \times \frac{۳۶۵\,\text{D}}{۱\,\text{yr}} \times \frac{۲۴\,\text{h}}{۱\,\text{D}} \times \frac{۳۶۰۰\,\text{s}}{۱\,\text{h}} \simeq ۸٫۰۴۱۶۸ \times ۱۰^{۱۰}\,\text{s}$$

مسئله فصل

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

الف) اگر یک کشتی حمل کالا با تندی ۱۴ گره از بندر شهید رجایی به طرف جزیرهٔ لاوان 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)

$$v = ۱۴\,\text{گره} \times \frac{۰/۵۱۴۴ (m/s)}{۱\,\text{گره}} \simeq ۷/۲۰ \frac{m}{s} \times \frac{۱\,km}{۱۰۰۰\,m} \times \frac{۳۶۰۰\,s}{۱\,h} = ۲۵/۹۲ \frac{km}{h}$$

ب)

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

مسئله فصل

۱۴- ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. هر ذرع ۱۰۴ سانتی‌متر و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است. قشم، بزرگ‌ترین جزیرهٔ خلیج فارس است که مساحت آن از بیش از بیست کشور جهان بزرگ‌تر است. طول این جزیره حدود ۱۲۰ کیلومتر برآورد شده است. این طول را بر حسب ذرع و فرسنگ بیان کنید.

جواب:

$$۱۲۰\,km = ?\ ع$$

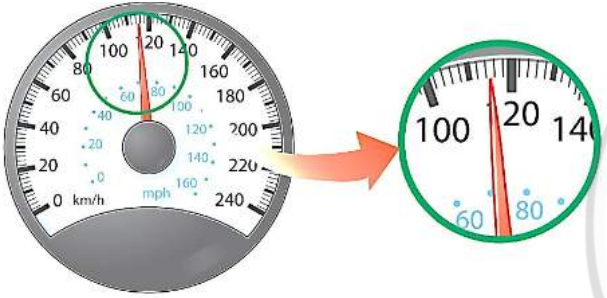
$$\left.\begin{array}{l} ۱\,km = ۱۰۰۰\,m \\ ۱۰۰\,cm = ۱\,m \\ ۱۰۴\,cm = ۱\ ع \end{array}\right\} \Rightarrow ۱۲۰\,km \times \frac{۱۰۰۰\,m}{۱\,km} \times \frac{۱۰۰\,cm}{۱\,m} \times \frac{۱\ ع}{۱۰۴\,cm} = ۱۱۵۳۸۴/۶۱۵\ ع$$

$$۱۲۰\,km = ?\ \text{فرسنگ}$$

$$۱\ \text{فرسنگ} = ۶۰۰۰\ ع \quad \Rightarrow ۱۲۰\,km = ۱۱۵۳۸۴/۶۱۵\ ع \times \frac{۱\ \text{فرسنگ}}{۶۰۰۰\ ع} = ۱۹/۲۳۱\ \textbf{فرسنگ}$$

مسئله فصل

۱۵- شکل زیر، صفحهٔ 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.

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.

(الف)

(ب)

جواب:

دقت اندازه‌گیری: ۰٫۰۰۱ میلی‌متر

دقت اندازه‌گیری: ۰٫۰۱ میلی‌متر

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 $۱/۵۷۳\times۱۰^{۴}\ cm^{۳}$ و جرم $۲۵۰/۰\ kg$ ساخته شده است. چگالی این شمش طلا را به دست آورید.

پ) نتیجهٔ به دست آمده در قسمت (ب) را با چگالی طلا در جدول ۱-۸ 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 طلای خالص مقایسه می‌کنیم، اگر چگالی به دست آمده برابر با چگالی طلای خالص باشد، قطعه فلز از جنس طلای خالص است و اگر چگالی آن کمتر از چگالی طلای خالص بود، قطعه فلز ناخالصی دارد.

ب)

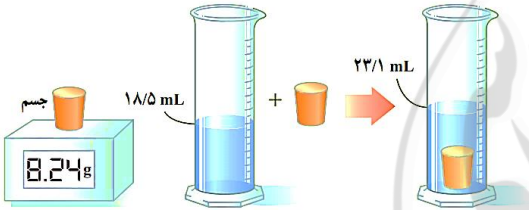
$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{۲۵۰\,kg}{۱/۵۷۳\times۱۰^{۴}\,cm^{۳}}\times\frac{۱۰^{۶}\,cm^{۳}}{۱\,m^{۳}}\simeq ۱/۵۸۹\times۱۰^{۴}\ \frac{kg}{m^{۳}}$$

پ) چگالی طلا برابر $\rho=۱/۹۳۲\times۱۰^{۴}\ kg/m^{۳}$ 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 g/L و g/cm^3 حساب کنید.

جواب:



$$V = ۲۳/۱ - ۱۸/۵ = ۴/۶\ mL \times \frac{۱۰^{-۳}\ L}{۱\ mL} = ۴/۶ \times ۱۰^{-۳}\ L$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۸/۲۴\,(g)}{۴/۶ \times ۱۰^{-۳}\,(L)} \simeq ۱/۸ \times ۱۰^{۳}\ \frac{g}{L}$$

$$\rho = ۱/۸ \times ۱۰^{۳}\ \frac{g}{L} \times \frac{۱\ L}{۱۰^{۳}\ cm^{۳}} = ۱/۸\ \frac{g}{cm^{۳}}$$

مسئله فصل

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

جواب:

الف) ابعاد قوطی کبریت را $۱\,cm \times ۳\,cm \times ۵\,cm$ **فرض می‌کنیم:**

$$V = ۱\,cm \times ۳\,cm \times ۵\,cm = ۱۵\,cm^{۳} \times \frac{۱\,m^{۳}}{۱۰^{۶}\,cm^{۳}} = ۱۵ \times ۱۰^{-۶}\,m^{۳}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = ۱۰۰ \times ۱۰^{۶} \left(\frac{kg}{m^{۳}}\right) \times ۱۵ \times ۱۰^{-۶} \left(m^{۳}\right) = ۱۵۰۰\,kg$$

مسئله فصل

۲۱- ب) اگر جمعیت کرهٔ زمین ۷ میلیارد نفر، جرم میانگین هر نفر ۶۰ کیلوگرم و مادهٔ تشکیل دهندهٔ انسان‌ها از جنس ستاره‌های کوتولهٔ سفید فرض شود (فرضی ناممکن!)، ابعاد یک اتاق چقدر باشد تا همهٔ انسان‌ها در آن جای گیرند؟

جواب:

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

$$m = ۷\times۱۰^{۹}\times۶۰(kg) = ۴/۲\times۱۰^{۱۱}(kg) \overset{\sim}{=} ۱۰^{۱۱}kg$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{۱۰^{۱۱}(kg)}{۱۰۰\times۱۰^{۶}(\frac{kg}{m^{۳}})} = ۱۰^{۳}\,m^{۳}$$

$$V = a^{۳} \rightarrow a = \sqrt[۳]{V} = \sqrt[۳]{۱۰^{۳}\,m^{۳}} = ۱۰m$$

هم کلاسی

Hamkelasi.ir

فصـــل دوم

ویژگی‌های فیزیکی مواد

فعالیت ۲ـ۱

فعالیت ۳ـ۱: قلمزنی یکی از هنرهای صنعتی ایران و با قدمتی چندین هزار ساله است. تحقیق کنید صنعتگران قلمزن، چگونه از شل و سفت‌شدن قیر کمک می‌گیرند 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.

فعالیت ۲ـ۲

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

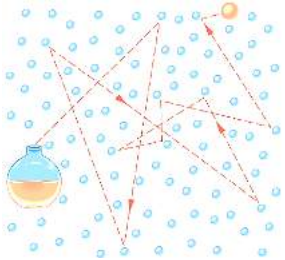
جواب:

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 تراکم‌ناپذیر و گازها تراکم‌پذیرند.

در واقع فاصله بین‌مولکولی 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.

پرسش ۲-۱

پرسش ۲-۱: الف) وقتی درِ شیشهٔ عطری را در گوشه ای از اتاق باز می کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می‌شود. با توجه به شکل روبه‌رو این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ چرا 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 کرهٔ زمین، آمیزه‌ای از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن‌دی‌اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی‌اثر (کریپتون، نئون و هلیم) است. این مولکول‌ها به طور کاتوره‌ای و با تندی زیاد همواره در حرکت‌اند. برخورد مولکول‌های هوا به یکدیگر سبب پخش آن‌ها می‌شود. اهمیت این پدیده را برای حیات روی کرهٔ زمین توضیح دهید.

جواب:

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

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 کوتاه‌برد بودن نیروهای بین‌مولکولی، زمانی که فاصله کم می‌شود این نیروها بوجود آمده و باعث چسبیدن قطعه‌های شیشه به هم می‌شوند.

فعالیت ۲ـ۳

فعالیت ۲ـ۳: الف) سعی کنید یک سوزن ته‌گرد یا گیرهٔ 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 فرورود.

پرسش ۲-۳

پرسش ۲-۳: شکل روبه‌رو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانهٔ 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 تأثیری 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.

فعالیت ۲ـ۴

فعالیت ۲ـ۴: یک طرف یک تکه شیشهٔ کوچک (با ابعادی حدود ۱۰cm در ۱۰cm) را کمی بالاتر از شعلهٔ یک شمع بگیرید تا سطح شیشه به طور کامل دود اندود شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطحی افقی قرار دهید و سپس روی سطح دود اندود شدهٔ 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 اندود کردن، با روغن چرب کنید و آزمایش را تکرار کنید. مشاهدهٔ 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.

فعالیت ۲ـ۵

فعالیت ۳ـ 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.

فعالیت ۲ـ۶

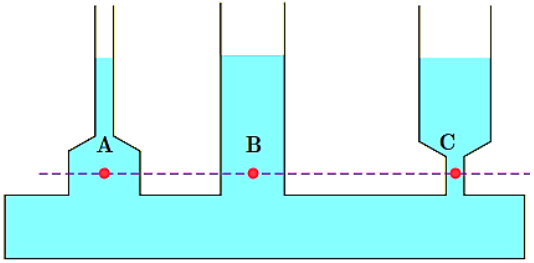
فعالیت ۲ـ۶: در ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منفذهای مویین در این دیوارها می‌تواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می‌پوشانند. تحقیق کنید در معماری سنتی ایران به جای قیراندود کردن، چگونه از نفوذ آب به داخل سازه‌ها جلوگیری می‌کردند.

جواب:

از موادی استفاده می‌کردند که آب نسبت به آن‌هادگرچسبی 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.

پرسش ۲-۴

پرسش ۲-۴: 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.

تمرین ۲-۱

تمرین ۲-۱: 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 $۱٫۰۱\times۱۰^{۵}\,Pa$ بگیرید.

جواب:

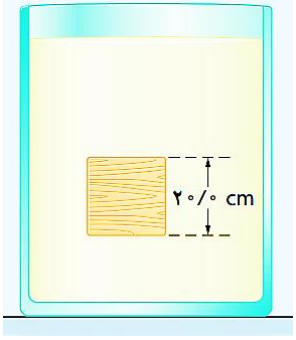
$$P_W = \rho gh \Rightarrow P_W = (۱٫۰\times۱۰^{۳}\,\frac{kg}{m^{۳}})\times(۱۰\,\frac{N}{kg})\times(۵٫۰\,m) = ۵٫۰\times۱۰^{۴}\,Pa$$

$$P = P_o + \rho gh \Rightarrow P = (۱٫۰۱\times۱۰^{۵}\,Pa) + (۵٫۰\times۱۰^{۴}\,Pa) = (۱٫۰۱\times۱۰^{۵}\,Pa) + (۰٫۵۰\times۱۰^{۵}\,Pa) = ۱٫۵۱\times۱۰^{۵}\,Pa$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow F = (۱٫۵۱\times۱۰^{۵}\,Pa)\times(۱\,cm^{۲}\times\frac{۱\,m^{۲}}{۱۰^{۴}\,cm^{۲}}) = ۱٫۵۱\times۱۰^{۱}\,N = ۱۵٫۱\,N$$

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 $۱۰۵/۰$ و $۱۰۶/۸$ کیلوپاسکال است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟



جواب:

$$P_۲ = P_۱ + \rho gh \Rightarrow P_۲ - P_۱ = \rho gh$$

$$\Rightarrow (۱۰۶/۸ - ۱۰۵/۰) \times ۱۰^۳ Pa = \rho \times (۱۰ \frac{N}{kg}) \times (۰/۲۰ m)$$

$$\Rightarrow ۱/۸ \times ۱۰^۳ Pa = ۲\rho \Rightarrow \rho = ۰/۹۰ \times ۱۰^۳ \frac{kg}{m^۳} = ۹۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

تمرین ۲-۳

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

$$۱\,\text{bar} = ۱{,}۰۰۰ \times ۱۰^{۵}\,\text{Pa} = ۱{,}۰۰۰ \times ۱۰^{۵}\,\text{N/m}^{۲}$$

یک ستون به سطح مقطع $۱\,\text{m}^{۲}$ در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می‌یابد. اگر فشار هوا را در سطح دریا $۱\,\text{bar}$ در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟

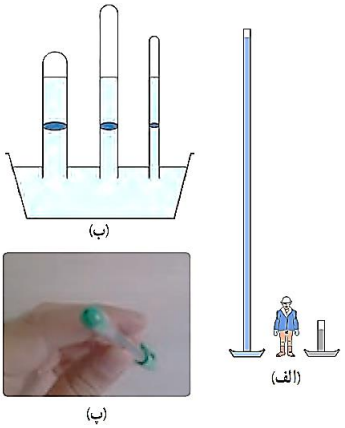
جواب:

$$P_o = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P_o A \Rightarrow F = (۱ \times ۱۰^{۵}\,\text{Pa}) \times (۱\,\text{m}^{۲}) = ۱ \times ۱۰^{۵}\,\text{N}$$

$$\Rightarrow F = m_t g \Rightarrow ۱ \times ۱۰^{۵}\,\text{N} = m_t \times (۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}) \Rightarrow m_t = ۱ \times ۱۰^{۴}\,\text{kg}$$

پرسش ۲ـ۵

پرسش ۲ـ ۵: الف) توضیح دهید چرا توریچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟
ب) برای لوله‌های غیرمویین، 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 لاکی یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های کاغذ پخش می‌شود. در بدنه خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند. دلیل این کار را توضیح دهید.



جواب:

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

ب) با توجه به رابطه $P_o = \rho g h$، 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 روزنه وارد لوله حاوی جوهر شده و به سطح آن فشار وارد کرده و جوهر را به سمت پایین فشار می‌دهد.

فعالیت ۲-۷

فعالیت ۲-۷: 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.

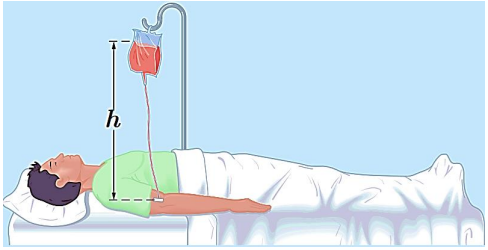
جواب:

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.

تمرین ۲-۴

تمرین ۲-۴: شکل روبه‌رو 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 هوای بیرون برابر بماند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ ۱۳۳۰ پاسکال باشد، ارتفاع کمینه h چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ چگالی محلول را $۱۰۴۵\,kg/m^3$ بگیرید.



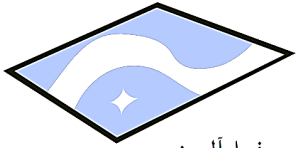
جواب:

$$P=\rho gh \Rightarrow ۱۳۳۰\,Pa=(۱۰۴۵\frac{kg}{m^3})\times(۱۰\frac{N}{kg})\times h \Rightarrow h\simeq ۰/۱۲۷\,m \Rightarrow h\simeq ۱۲/۷\,cm$$

فعالیت ۲ـ۸

فعالیت ۲ـ۸: درون یک ظرف مقداری آب بریزید. یک فویل آلومینیمی به ابعاد تقریبی $۲۰\,cm \times ۲۰\,cm$ اختیار کنید و آن را مچاله کنید. پیشبینی کنید با قرار دادن فویل مچاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟

جواب:



فویل آلومینیمی

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

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

جواب:

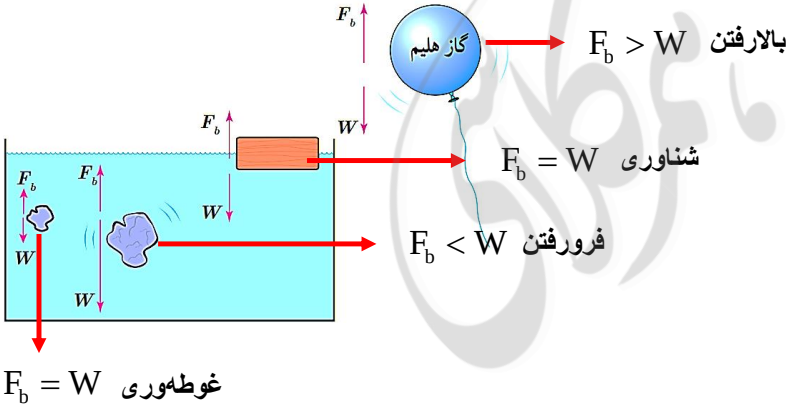
فویل آلومینیمی مچاله‌شده

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.

پرسش ۲ـ۶

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

جواب:



پرسش ۲-۷

پرسش ۲-۷: 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.

پرسش ۲-۸

پرسش ۲-۸: 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 روبه‌رو کامیونی را در دو وضعیت سکون و در حال حرکت نشان می‌دهد. با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید چرا وقتی کامیون در حال حرکت است پوشش برزنتی آن پف می‌کند.

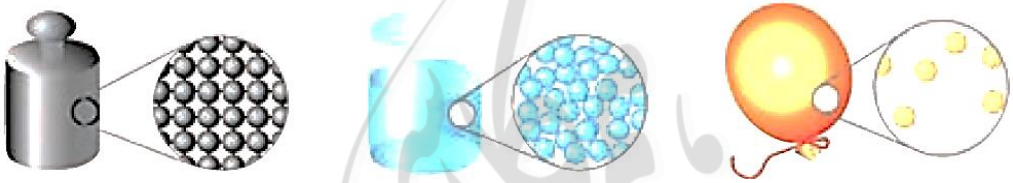
جواب:

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 برزنتی، طبق اصل برنولی فشار هوا در بالای آن کم می‌شود. در نتیجه اختلاف فشار بوجود آمده باعث بالا آمدن پوشش می‌شود.

مسائل فصل

۱ـ 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 تقریبا برابر با فاصله بین مولکولی در مایعات است ولی مولکول‌ها با آرایشی منظم در کنار هم قرار دارند.

مسائل فصل

۲ـ 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.

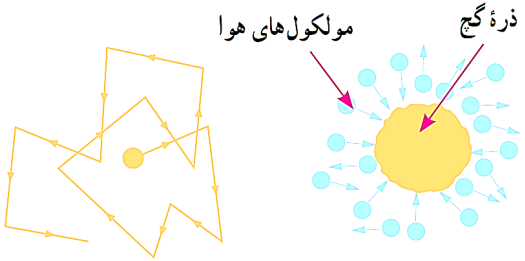
از باد (حالت گاز) در لاستیک‌ها برای جلوگیری از برخورد قسمت آهنی چرخ به زمین استفاده می‌شود.

مسائل فصل

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

الف) چه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره‌های گچ می‌شود؟

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



جواب:

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

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

مسائل فصل

۴- توضیح دهید چرا
الف) پدیدهٔ 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 دهانهٔ آن نیز کاملاً بسته شده باشد، باز هم رفته 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

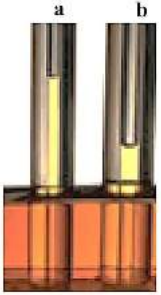
۵- شیشه‌گران برای چسباندن تکه‌های شیشه به یکدیگر، آن‌ها را آن قدر گرم می‌کنند که نرم شوند. این کار را با توجه به کوتاه بُرد بودن نیروی جاذبهٔ بین مولکولی توضیح دهید.

جواب:

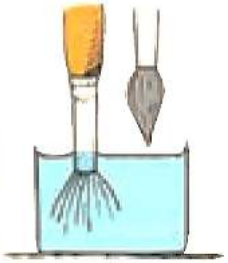
نیروی جاذبهٔ بین مولکولی کوتاه بُرد است، بنابراین دو قطعهٔ شیشه باید بسیار به هم نزدیک شوند تا نیروی جاذبهٔ بین مولکولی عمل کند. به همین دلیل با گرم کردن قطعه‌های شیشه فاصلهٔ بین مولکول‌ها را کم می‌کنند.

مسائل فصل

۶- الف) توضیح دهید چرا وقتی قلم مویی را از آب بیرون می‌کشیم (شکل الف)، موهای آن به هم می‌چسبند. (اشاره: به پدیدهٔ کشش سطحی در مایع ها توجه کنید.)
ب) شکل (ب) دو لولهٔ مویین هم جنس را نشان می‌دهد که درون مایعی قرار دارند. ارتفاع مایع درون لولهٔ b از دو لولهٔ دیگر کم‌تر است؟ با توجه به شکل، نیروی همچسبی مایع را با نیروی دگرچسبی مایع و لوله‌های مویین مقایسه کنید.



(ب)


(الف)

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.

مسائل فصل

۷- تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر در کشورهای غرب ایران، پدیدهٔ خطرناک ریزگردها را به مناطق وسیعی از کشورمان گسترش داده است. چگالی ریزگردها در حالتی که ته‌نشین 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 دریایی 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 تدابیری را می‌توان اندیشید.

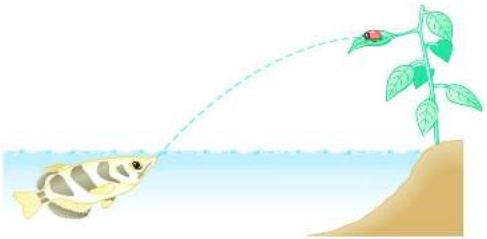
جواب:

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 بی‌رویه از منابع آبی زمین و حتی کاشت گیاهان انجام داد.

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؟



وزنه‌ای که روی روزنهٔ خروج

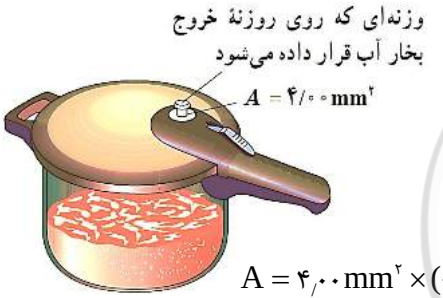
جواب:

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

مسائل فصل

۹- مساحت روزنهٔ خروج بخار آب، روی درب زودپزی $۴/۰۰\,mm^۲$ است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در $۲\,atm$ نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپز را $۱\,atm$ 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:

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

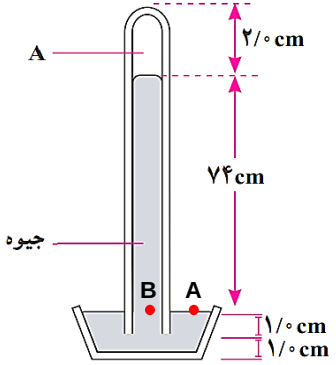
$$A = ۴/۰۰\,mm^۲ \times (\frac{۱۰^{-۳}\,m}{۱\,mm})^۲ = ۴/۰۰\,mm^۲ \times \frac{۱۰^{-۶}\,m^۲}{۱\,mm^۲} = ۴/۰۰ \times ۱۰^{-۶}\,m^۲$$

$$\Delta P = P_۲ - P_۱ = ۲\,atm - ۱\,atm = ۱\,atm = ۱۰^۵\,Pa$$

$$\Delta P = \frac{mg}{A} \Rightarrow ۱۰^۵\,Pa = \frac{m \times (۱۰\frac{N}{kg})}{۴/۰۰ \times ۱۰^{-۶}\,m^۲} \Rightarrow ۱۰\,m = ۴/۰۰ \times \underbrace{۱۰^{-۶} \times ۱۰^۵}_{۱۰^{-۱}} \Rightarrow m = ۴/۰۰ \times ۱۰^{-۲}\,kg$$

مسائل فصل

۱۰- شکل روبه‌رو یک جوسنج سادهٔ جیوه‌ای را نشان می‌دهد. (ضخامت دیوارهٔ شیشه‌ای را نادیده بگیرید.)
الف) در ناحیهٔ A چه چیزی وجود دارد؟
ب) چه عاملی جیوه را درون لوله نگه می‌دارد؟
پ) فشار هوای محیطی که این جوسنج در آنجا قرار دارد چقدر است؟ $(\rho = ۱۳/۶ \times ۱۰^{۳}\ kg/m^{۳})$
ت) اگر این جوسنج را بالای کوهی ببریم چه تغییری در ارتفاع ستون جیوهٔ درون لوله رخ می‌دهد؟ دلیل آن را توضیح دهید.



جواب:

الف) بخار جیوه **ب) فشار هوای محیط**

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

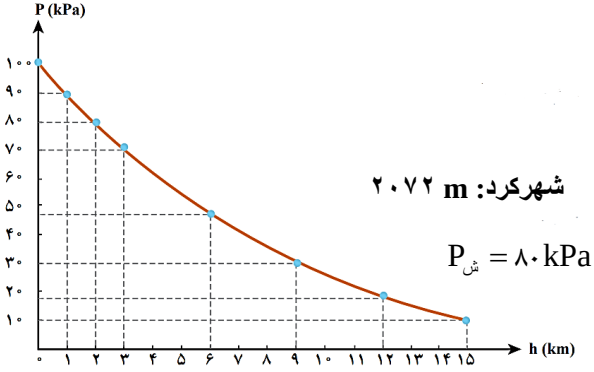
$$P_A = P_B \Rightarrow P_o = \rho gh \Rightarrow P_o = (۱۳/۶ \times ۱۰^{۳}\ \frac{kg}{m^{۳}}) \times (۱۰\ \frac{N}{kg}) \times (۰/۷۴m)$$

$$\Rightarrow P_o \simeq ۱۰۰۶۴۰\ Pa = ۱/۰۰۶۴ \times ۱۰^{۵}\ Pa$$

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 تقریبا ثابت می‌ماند، ارتفاع ستون جیوه (h) کاهش می‌یابد.

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 ۳-۱۸- ب، فشار تقریبی هوا را در این چهار شهر بنویسید.



جواب:

الف) فریدون شهر: ۲۶۱۲ m سمیرم: ۲۴۳۴ m بروجن: ۲۲۶۵ m شهرکرد: ۲۰۷۲ m

$P_{ف} = ۷۴\,kPa$ $P_{س} = ۷۶\,kPa$ $P_{ج} = ۷۷\,kPa$ $P_{ش} = ۸۰\,kPa$

مسائل فصل

۱۱- ب) چگالی میانگین هوا تا ارتفاع ۳ کیلومتری از سطح دریای آزاد حدود $\bar{\rho} = ۱٫۰۱ kg/m^۳$ است. با استفاده از رابطه $P = P_o - \bar{\rho} gh$ فشار هوا را در این شهرها حساب کنید و مقادیر به دست آمده را با نتیجه قسمت الف مقایسه کنید.

جواب:

$$P = P_o - \bar{\rho} gh \Rightarrow P = (۱۰۰\times ۱۰^۳ Pa) - \left((۱٫۰۱ \frac{kg}{m^۳}) \times (۱۰ \frac{N}{kg}) \times (۲۶۱۲ m) \right) \simeq ۷۳۶۱۹ Pa = ۷۳٫۶۱۹ \times ۱۰^۳ Pa$$

$$P = (۱۰۰\times ۱۰^۳ Pa) - \left((۱٫۰۱ \frac{kg}{m^۳}) \times (۱۰ \frac{N}{kg}) \times (۲۴۳۴ m) \right) \simeq ۷۵۴۱۶ Pa = ۷۵٫۴۱۶ \times ۱۰^۳ Pa$$

$$P = (۱۰۰\times ۱۰^۳ Pa) - \left((۱٫۰۱ \frac{kg}{m^۳}) \times (۱۰ \frac{N}{kg}) \times (۲۲۶۵ m) \right) \simeq ۷۷۱۲۳ Pa = ۷۷٫۱۲۳ \times ۱۰^۳ Pa$$

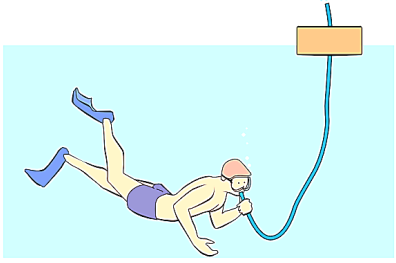
$$P = (۱۰۰\times ۱۰^۳ Pa) - \left((۱٫۰۱ \frac{kg}{m^۳}) \times (۱۰ \frac{N}{kg}) \times (۲۰۷۲ m) \right) \simeq ۷۹۰۷۲ Pa = ۷۹٫۰۷۲ \times ۱۰^۳ Pa$$

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

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 ریهٔ غواص افزایش می‌یابد و غواص را ناراحت می‌کند. چون هوای درون ریه از طریق لوله با هوای بیرون ارتباط دارد، فشار هوای درون ریه، همان فشار جوّ است در حالی که فشار وارد بر قفسهٔ سینهٔ او، همان فشار در عمق آب است. در عمق $۶/۱۵\,m$ از سطح آب، اختلاف فشار درون ریهٔ غواص با فشار وارد بر قفسهٔ سینهٔ او چقدر است؟ (خوب است بدانید که غواص‌های مجهز به مخزن هوای فشرده می‌توانند تا عمق بیشتری در آب فرو روند، زیرا فشار هوای درون ریه آن‌ها با افزایش عمق، همپای فشار آب بر سطح بیرونی بدن زیاد می‌شود.) $(\rho = ۱/۰۰\times ۱۰^{۳}\ kg/m^{۳})$

جواب:



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

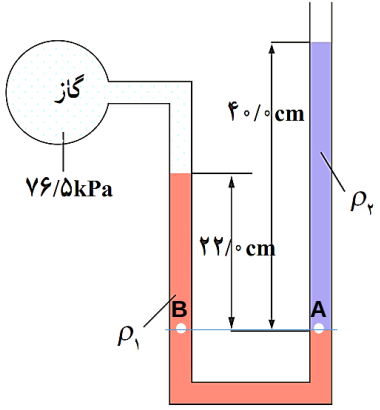
$$P_۱ = P_o \qquad P_۲ = P_o + \rho gh$$

$$\Delta P = P_۲ - P_۱ = (P_o + \rho gh) - P_o = \rho gh = (۱/۰۰\times ۱۰^{۳}\frac{kg}{m^{۳}})\times(۱۰\frac{N}{kg})\times(۶/۱۵m) = ۶/۱۵\times ۱۰^{۴}\ Pa$$

مسائل فصل

۱۳- درون لولهٔ U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است جیوه $(\rho_1 = ۱۳/۶ \times ۱۰^۳ \ kg/m^۳)$ و مایعی با چگالی نامعلوم $\rho_۲$ وجود دارد.

اگر فشار هوای بیرون لولهٔ U شکل ۱۰۱ kPa باشد، چگالی مایع را تعیین کنید.



جواب:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_g + \rho_۱ g h_۱ = P_o + \rho_۲ g h_۲$$

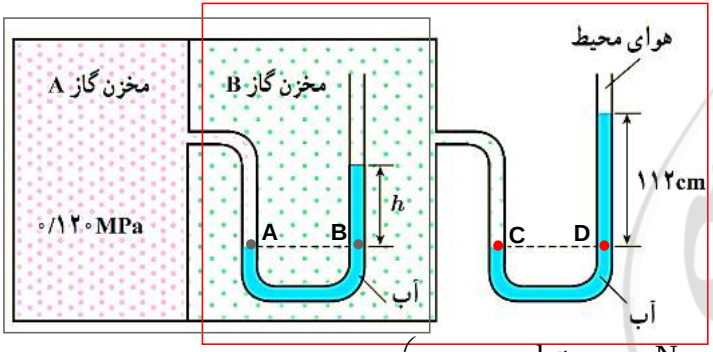
$$\Rightarrow (۷۶/۵ \times ۱۰^۳ Pa) + \left((۱۳/۶ \times ۱۰^۳ \frac{kg}{m^۳}) \times (۱۰ \frac{N}{kg}) \times (۰/۲۲ m) \right)$$

$$= (۱۰۱ \times ۱۰^۳ Pa) + \left(\rho_۲ \times (۱۰ \frac{N}{kg}) \times (۰/۴۰ m) \right)$$

$$\Rightarrow ۷۶۵۰۰ + ۲۹۹۲۰ = ۱۰۱۰۰۰ + ۴\rho_۲ \Rightarrow ۴\rho_۲ = ۵۴۲۰ \Rightarrow \rho_۲ = \frac{۵۴۲۰}{۴} = ۱۳۵۵ \frac{kg}{m^۳} = ۱/۳۵۵ \times ۱۰^۳ \frac{kg}{m^۳}$$

مسائل فصل

۱۴- در شکل روبه‌رو مقدار h چند سانتی‌متر است؟ فشار هوای محیط را kPa ۱۰۱ و چگالی آب را $۱/۰۰\times۱۰^{۳}\ kg/m^{۳}$ بگیرید.



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:

$$P_D = P_C \Rightarrow P_o + \rho g h_۱ = P_C$$

$$(۱۰۱\times۱۰^{۳}\,Pa) + \left((۱/۰۰\times۱۰^{۳}\,\frac{kg}{m^{۳}}) \times (۱۰\,\frac{N}{kg}) \times (۱/۱۲\,m) \right) = P_C \Rightarrow P_C = ۱۱۲۲۰۰\,Pa$$

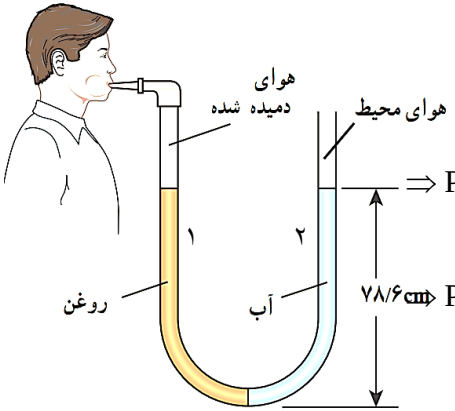
حال با استفاده از قسمت سمت چپ شکل که با رنگ آبی نشان داده شده است، خواهیم داشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_A = P_C + \rho g h \Rightarrow ۰/۱۲۰\times۱۰^{۶}\,Pa = ۱۱۲۲۰۰\,Pa + \left((۱/۰۰\times۱۰^{۳}\,\frac{kg}{m^{۳}}) \times (۱۰\,\frac{N}{kg}) \times h \right)$$

$$\Rightarrow ۱۲۰۰۰۰ = ۱۱۲۲۰۰ + ۱۰۰۰۰h \Rightarrow ۱۰۰۰۰h = ۷۸۰۰ \Rightarrow h = \frac{۷۸۰۰}{۱۰۰۰۰}\,m = \frac{۷۸}{۱۰۰}\,m = ۷۸\,cm$$

مسائل فصل

۱۵- لولهٔ 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 ریهٔ شخصی که از شاخهٔ سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟ (چگالی روغن را $۸۰۵\,kg/m^3$ بگیرید.)



جواب:

$$P_R + \rho_1 g h_1 = P_o + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow P_R + \left((۸۰۵\frac{kg}{m^3}) \times (۱۰\frac{N}{kg}) \times (۰/۷۸۶m) \right) = P_o + \left((۱۰۰۰\frac{kg}{m^3}) \times (۱۰\frac{N}{kg}) \times (۰/۷۸۶m) \right)$$

$$\Rightarrow P_R - P_o = \left((۱۰۰۰\frac{kg}{m^3}) \times (۱۰\frac{N}{kg}) \times (۰/۷۸۶m) \right) - \left((۸۰۵\frac{kg}{m^3}) \times (۱۰\frac{N}{kg}) \times (۰/۷۸۶m) \right)$$

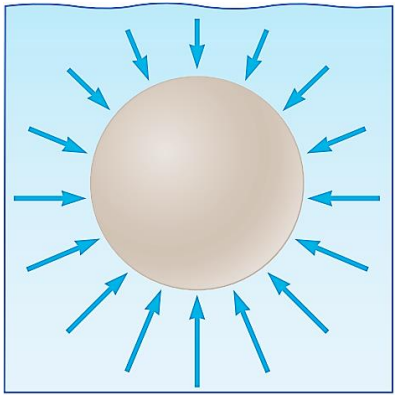
$$\Rightarrow P_R - P_o = (۱۰\frac{N}{kg}) \times (۰/۷۸۶m) \times \left((۱۰۰۰\frac{kg}{m^3}) - (۸۰۵\frac{kg}{m^3}) \right)$$

$$\Rightarrow P_R - P_o = (۱۰\frac{N}{kg}) \times (۰/۷۸۶m) \times (۱۹۵\frac{kg}{m^3}) \simeq ۱۵۳۲Pa$$

مسائل فصل

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

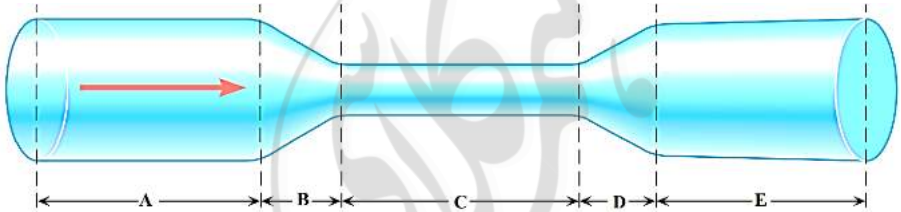
جواب:



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.

مسائل فصل

۱۷- در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست در جریان است. روی این لوله ۵ قسمت (E، D، C، B و A) نشان شده است.
الف) در کدام یک 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 یکدیگر مقایسه کنید.



جواب:

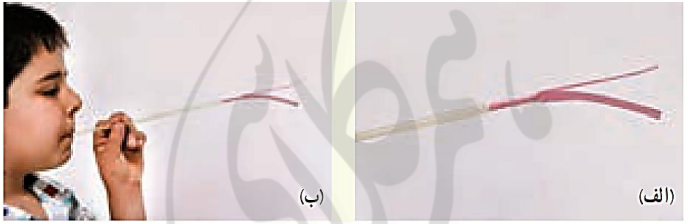
با توجه به معادله پیوستگی $A_1v_1 = A_2v_2$ **، هرچه سطح مقطع بزرگ‌تر باشد، تندی شاره در آن مسیر کم‌تر می‌شود و برعکس. یعنی تندی شاره قسمت‌های E، C و A ثابت، در قسمت B در حال افزایش و در قسمت D در حال کاهش است.**

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

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

مسائل فصل

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



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.

مسائل فصل

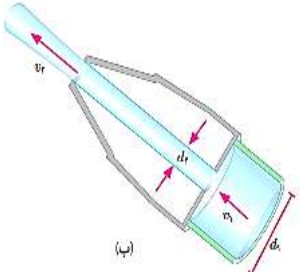
۱۹- شکل زیر کاربراتور یک موتور بنزینی قدیمی را نشان می‌دهد. حجم هوایی که وارد کاربراتور می‌شود توسط دریچهٔ پروانه‌ای که به سیم گاز خودرو وصل شده، قابل تنظیم است. با توجه به کاربرد اصل برنولی در ساختمان یک کاربراتور، توضیح دهید چرا با فشردن بیشتر پدال گاز، دور موتور خودرو افزایش می‌یابد و خودرو می‌تواند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

جواب:

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

مسائل فصل

۲۰- شکل (الف) آتش‌نشانی را درحال خاموش کردن آتش از فاصلهٔ نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ‌شده از شیر بسته شده به انتهای لولهٔ آتش نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_۱ = ۱٫۵۰\,m/s$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_۱ = ۹٫۶۰\,cm$ و قطر قسمت خروجی آن $d_۲ = ۲٫۵۰\,cm$ باشد، تندی خروج آب را از شیر پیدا کنید.



جواب:

ابتدا شعاع هر مقطع را پیدا می‌کنیم:

$$d_۱ = ۹٫۶۰\,cm \Rightarrow r_۱ = \frac{d_۱}{۲} = \frac{۹٫۶۰\,cm}{۲} = ۴٫۸۰\,cm$$

$$d_۲ = ۲٫۵۰\,cm \Rightarrow r_۲ = \frac{d_۲}{۲} = \frac{۲٫۵۰\,cm}{۲} = ۱٫۲۵\,cm$$

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

$$A_۱v_۱ = A_۲v_۲ \Rightarrow (\pi r_۱^۲)v_۱ = (\pi r_۲^۲)v_۲ \Rightarrow (۴٫۸۰\,cm)^۲ \times (۱٫۵۰\frac{m}{s}) = (۱٫۲۵\,cm)^۲ \times v_۲$$

$$\Rightarrow ۳۴٫۵۶ = ۱٫۵۶۲۵ \times v_۲ \Rightarrow v_۲ = \frac{۳۴٫۵۶}{۱٫۵۶۲۵} \simeq ۲۲٫۱۱\frac{m}{s}$$

هم کلاسی

Hamkelasi.ir

فصل چهارم

پاسخ به تمرین‌ها، پرسش‌ها، و فعالیت‌های فصل ۴

تمرین ۴ـ۱

$$\Delta T = T_2 - T_1$$
$$= (\theta_2 + ۲۷۳/۱۵) - (\theta_1 + ۲۳۷/۱۵)$$
$$= \theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta$$

تمرین ۴ـ۲

همان‌طور که در پانوشت کتاب درسی آمده است، در حل مسئله‌ها از رابطهٔ تقریبی $T = \theta + ۲۷۳$ استفاده می‌کنیم.

الف)

$$T = ۳۷ + ۲۷۳ = ۳۱۰\,\mathrm{K}$$

همچنین برای تبدیل به فارنهایت داریم

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ = \frac{۹}{۵}(۳۷) + ۳۲ = ۹۸/۶^\circ\mathrm{F} \approx ۹۹^\circ\mathrm{F}$$

ب) برحسب کلوین داریم

$$T_1 = ۷۰ + ۲۷۳ = ۳۴۳\,\mathrm{K}$$
$$T_2 = -۸۹ + ۲۷۳ = ۱۸۴\,\mathrm{K}$$

و برحسب فارنهایت داریم

$$F_1 = \frac{۹}{۵}\theta_1 + ۳۲ = \frac{۹}{۵}(۷۰) + ۲۷۳ = ۳۹۹^\circ\mathrm{F}$$

$$F_2 = \frac{۹}{۵}\theta_2 + ۳۲ = \frac{۹}{۵}(-۸۹) + ۲۷۳ = ۱۱۲/۸^\circ\mathrm{F} \approx ۱۱۳^\circ\mathrm{F}$$

فعالیت ۴ـ۱

این دما حدود $-۱۹۶^\circ\mathrm{C}$ 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 ۴ـ۲

هنگامی که دما بالا رود، به‌دلیل انبساط الکل یا روغن موجود در مخزن وسطی و لولهٔ سمت چپ دماسنج، جیوه در لولهٔ سمت راست به بالا رانده می‌شود و شاخص فولادی لولهٔ سمت راست را با خود بالا می‌برد. اگر سطح جیوه در لولهٔ 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 الکل به علت کاهش دما منقبض می‌شود، جیوه از طرف چپ لولهٔ U‌شکل بالا می‌رود و شاخص فولادی دیگر را در

این طرف لوله بالا می‌راند. اگر سطح جیوه در لولهٔ سمت چپ پایین بیاید 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 دماسنج‌ها، به‌علت سمی بودن جیوه از مایع ترکیبی جدیدی به‌عنوان جایگزین استفاده می‌شود. این دماسنج به دماسنج Six نیز مشهور است و فیلم‌های زیادی از آن در اینترنت پیدا می‌شود

در مورد انواع دماسنج‌های دیگر پیشنهاد می‌شود وب سایت زیر را نیز ملاحظه فرمایید:

پرسش ۴ـ۱

الف) در این صورت انبساط و انقباض گرمایی هر دو به یک گونه خواهد بود و بنابراین تغییرات دمایی تأثیری برجا گرفتن درست کلید در قفل نخواهد گذاشت.

ب) به‌دلیل انبساط‌های گرمایی متفاوت درب و چارچوب، تغییرات ابعاد آنها یکسان نخواهد بود.

فعالیت ۴ـ۳

۱) در هر دو شکل فاصله یا «شکاف‌های انبساطی» برای انبساط تعبیه 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 به‌دلیل عدم تعبیه چنین فاصله‌هایی خطوط کج و معوج شدند.

۲) خطوط ریل جدید دارای چنین فضاهایی برای انبساط نیستند. آنها به‌طور پیوسته به هم جوش خورده‌اند. این ریل‌ها زمانی درست می‌شوند که دما حدوداً برابر با میانگین کمینه و بیشینهٔ دمای سالیانه در منطقهٔ موردنظر باشد. با این تدبیر دامنهٔ 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، همان‌طور 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 تنش گرمایی در کتاب‌های پیشرفته جستجو کرد.)

فعالیت ۴ـ۴

با استفاده از معادلهٔ (۴ـ۲) می‌توان Δa و Δb را به‌دست 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

$$A_2 = a_2 b_2 = a_1(1 + \alpha\Delta T)\, b_1(1 + \alpha\Delta T) = a_1 b_1(1 + \alpha\Delta T)$$

$$= a_1 b_1(1 + 2\alpha\Delta T + (\alpha\Delta T)^2)$$

با توجه به اینکه α معمولاً از مرتبهٔ 10^{-5} بر درجهٔ سلسیوس است (جدول ۴ـ۱ را ببینید) و ΔT معمولاً بیشتر از مرتبهٔ 10^2 درجهٔ سلسیوس نیست، می‌توان نتیجه گرفت که جملهٔ $(\alpha\Delta T)^2$ در مقایسه با جملهٔ $2\alpha\Delta T$ بسیار کوچک است و می‌شود از آن چشم‌پوشی کرد. از طرفی $a_1 b_1$ همان مساحت اولیهٔ ورقه است که آن را با A_1 نشان می‌دهیم. بنابراین می‌توان نوشت:

$$A_۲ = A_۱ (۱ + ۲\alpha\Delta T) \Rightarrow A_۲ - A_۱ = \Delta A = ۲\alpha A_۱\Delta T$$

تمرین ۴ـ۳

باید از رابطهٔ $\Delta A = ۲\alpha A\Delta T$ استفاده کنیم. این را می‌توان به‌طور شهودی دریافت. رابطهٔ ΔA را برای سطح دایره‌ای می‌توان به‌طور مستقیم نیز اثبات کرد:

$$\Delta A= \Delta(\pi R^۲) = ۲\pi R\Delta R = ۲\pi R(\alpha R\Delta T)$$
$$=۲\alpha(\pi R^۲)\Delta T = ۲\alpha A\Delta T$$

در هر حال با جای‌گذاری خواهیم داشت:

$$\Delta T= ۲(۱۹ \times ۱۰^{-۶}/^\circ C)(\pi)((۲/۵۴ \times ۱۰^{-۲} m)^۲/۴)(۲۰۰^\circ C)$$
$$= ۳/۸ \times ۱۰^{-۶}\ m^۲$$

فعالیت۴ـ۵

این فعالیت در واقع در همان امتداد مثال ۴ـ۴ است. یک ارلن شیشه‌ای را (همراه با یک لولهٔ شیشه‌ای بلند) پر از گلیسیرین می‌کنیم، به‌طوری که هیچ هوایی در ارلن نباشد و گلیسیرین تا لبهٔ 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 مدرّج اندازه می‌گیریم. باید حجم اولیهٔ گلیسرین 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 همان‌طور که در مثال ۴ـ۴ دیدیم حجم سرریز شده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید

$$\Delta V_{\text{گلیسیرین}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = (\beta_{\text{گلیسیرین}} - \beta_{\text{ظرف}})\ V_۱\Delta T$$

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

تمرین ۴ـ۴

الف) با استفاده از رابطهٔ (۴ـ۴) داریم

$$\Delta V = \beta V_۱\Delta T$$

که آن را می‌توان به‌صورت $V_۲ = V_۱(۱ + \beta\Delta T)$ نوشت. بدیهی است با توجه به اینکه جرم تغییر نمی‌کند با افزایش دما، چگالی جسم باید کاهش یابد. ولی شکل آن چگونه است؟ از رابطهٔ $\rho = m/V$ (تعریف چگالی) داریم:

$$\frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{۱}{۱+\beta\Delta T}$$
$$\Rightarrow \rho_۲= \frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta T}$$

ب) صورت و مخرج رابطهٔ بالا را در $(۱ - \beta\Delta T)$ ضرب می‌کنیم:

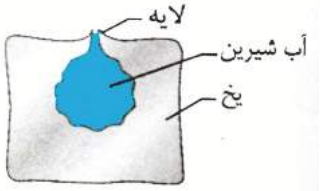
$$\rho_۲= \frac{\rho_۱(۱-\beta\Delta T)}{(۱+\beta\Delta T)(۱-\beta\Delta T)}$$
$$= \frac{\rho_۱(۱-\beta\Delta T)}{۱-\beta^۲(\Delta T)^۲}$$

با توجه به اینکه β مقداری کوچک از مرتبه 10^{-3} است (جدول ۴ـ۲ را ببینید) از جملهٔ $\beta^2(\Delta T)^2$ چشم‌پوشی می‌کنیم و بنابراین داریم

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

فعالیت ۴ـ۶

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 دیوارهٔ ظرف هستند یخ می‌زند و به این ترتیب لایهٔ یخ نازکی روی سطح آب تشکیل می‌شود. با ادامهٔ فرایند یخ زدن، آبی که در میانهٔ ظرف باقی مانده یخ می‌زند و منبسط می‌گردد. در این انبساط، آب میانهٔ ظرف، لایهٔ یخ بالای سرش را به‌طرف 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 مواقع آب در حال انبساط زیرین، لایهٔ یخ را می‌شکند و بقیهٔ آب از محلّ شکستگی به بالا هدایت می‌شود. هرچه سرعت یخ بستن به حدّ کافی کم باشد، آب بیشتری می‌تواند از طریق این پوسته به بالا فشرده و منجمد شود. وقتی همهٔ آب یخ زد، این پوسته تشکیل تیزی رو به بالای صلبی را می‌دهد. به این تیزی روبه بالا «یخ میخی»[1] می‌گویند. درست کردن یخ میخی، موضوع پرجاذبه‌ای است که می‌توانند دانش‌آموزان را به شوق بیاورد. به فیلم مربوطه در سایت گروه مراجعه شود.



پرسش ۴ـ۲

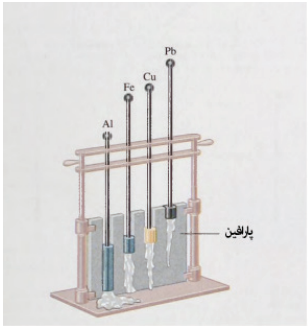
الف) در واقع دماسنج‌ها، دمای تعادل خود با محیط را اندازه می‌گیرند. پس، دماسنج دمای خود را که در تعادل با محیط است اندازه می‌گیرد.

ب) دمای بدن دانش‌آموز بیشتر از دمای بقیهٔ اجسام است. دمای شیشهٔ 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 ۴ـ۳

این به گرماهای ویژهٔ گوی‌ها بستگی دارد. اگر به جدول ۴ـ۳ رجوع کنید برحسب J/kg.K گرماهای ویژهٔ سرب، برنج، مس، فولاد و آلومینیوم به ترتیب ۱۲۸، ۳۸۰، ۳۸۶، ۴۵۰ و ۹۰۰ است. بنابراین میزان ذوب شدن پارافین از کمترین تا بیشترین به همان ترتیب است. آزمایش اصلی که توسط *جان تیندال* انجام شد به وسیلهٔ وزنه‌های استوانه‌ای انجام شده که شکل آن به‌صورت زیر است.



۱. Ice - spike

تمرین ۴ـ۵

در این فرایند آب، گرما از دست می‌دهد و جسم گرما می‌گیرد و به دمای تعادل (θ= ۲۱/۰°C) می‌رسد. به ازای

آب : $m_۱ = ۰/۵۰۰\,kg$, $\theta_۱ = ۲۵/۰^\circ C$, $c_۱$=۴۱۸۷ J/kg.°C

جسم : $m_۲ = ۰/۲۵۰\,kg$, $\theta_۲ = ۳/۰^\circ C$

از رابطهٔ (۴ـ۱۰) خواهیم داشت.

$$m_۱c_۱(\theta - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta - \theta_۲) = ۰$$

$$\Rightarrow c_۲ = \frac{m_۱c_۱(\theta-\theta_۱)}{m_۲c_۲(\theta-\theta_۲)} = \frac{(۰/۵۰۰kg)(۴۱۸۷J/kg.^\circ C)(۲۵/۰^\circ C - ۲۱/۰^\circ C)}{(۰/۲۵۰kg)(۲۱/۰^\circ C - ۳/۰^\circ C)}$$

$$= ۱۸۶۱\ J/kg.^\circ C \approx ۱/۹ \times ۱۰^۳\ J/kg.^\circ C$$

فعالیت ۴ـ۷

اگر به ویراست هفتم کتاب حرارت و ترمودینامیک زیمانسکی رجوع کنید (منبع شمارهٔ ۱۲ منابع انگلیسی کتاب درسی) درمی‌یابید که فشار برای دمای نقطهٔ سه گانه آب طبیعی ۶۱۱/۷۳Pa است که می‌بینید چه تفاوت فاحشی با فشار مربوط به دمای ۰°C دارد. (توجه کنید این فشار نقطهٔ سه گانه را با فشار P_{tr} در «خوب است بدانید دماسنج گازی حجم ثابت» اشتباه نگیرید. P_{tr} فشار گاز دماسنج گازی در نقطهٔ سه گانه است.)

فعالیت ۴ـ۸

هوا شامل بخار آب است. وقتی دمای هوا در ابتدا بالای نقطهٔ انجماد آب باشد و هوا خنک شود همان پدیدهٔ میعان 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 نقطهٔ انجماد آب باشد، بخار آب مستقیماً از حالت گازی به حالت جامد می‌رود (عکس پدیدهٔ تصعید). در این صورت بلورهای یخ معلق در هوا ضمن حفظ تقارن شش وجهی خود، به‌آرامی رشد می‌کند و تشکیل دانه‌های برف را می‌دهند. (فرایند مشابهی موجب تشکیل برفک در یخچال می‌شود.)

فعالیت ۴ـ۹

وجود ناخالصی موجب فروافتادن نقطهٔ انجماد می‌شود. برای توضیح این پدیده به قطعه یخی فکر کنید که روی آن لایهٔ نازکی از آب وجود دارد. در سطح جدایی لایهٔ آب و یخ، دائماً تعدادی مولکول از آب به یخ می‌پیوندند 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 لایهٔ آب به یون‌های مثبت و منفی تجزیه می‌شوند. مولکول‌های آب دور هر دو یون جمع می‌شوند و اصطلاحاً یون‌ها را *هیدراته* می‌کنند. در نتیجهٔ هیدراته شدن یون‌ها، تعداد مولکول‌هایی که از یخ به آب می‌پیوندند کاهش می‌یابد، در حالی‌که تعداد مولکول‌هایی که از یخ به آب می‌پیوندند تغییری نکرده است. به عبارتی، تعادل قبلی برهم می‌خورد و از یخ کاسته و به لایهٔ آب افزوده می‌شود، و آن‌قدر آب موجود در لایهٔ 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 لایهٔ آب تأمین می‌شود و در نتیجه دمای لایهٔ آب پایین می‌آید و به دنبال آن دمای یخ که در تماس با این لایهٔ آب است نیز کاهش می‌یابد. اصطلاحاً گفته می‌شود نقطهٔ انجماد آب به‌دلیل 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، ۲۱°C- و برای کلسیم

کلراید ($CaCl_2$) این دمای حدّی، $-55^{\circ}C$ است. به همین دلیل برای جاده‌های یخ بسته از کلسیم کلراید استفاده می‌کنند.

فعالیت ۴ـ۱۰

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 ۴ـ۵ نیز این بستگی به دما به‌وضوح نمایان است.

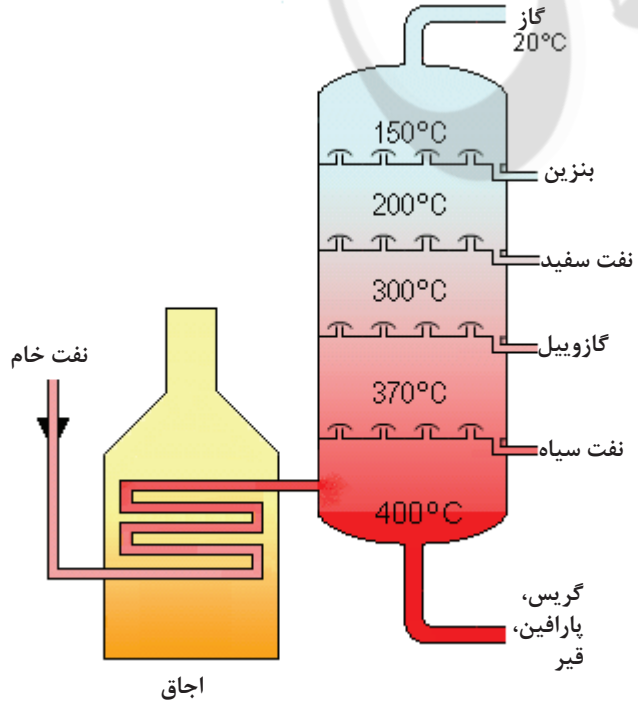
افزایش مساحت نیز موجب افزایش تبخیر سطحی می‌شود. چراکه هرچه مساحت سطح آزاد بیشتر شود بدیهی است که مولکول‌های بیشتری برای فرار از سطح آزاد مایع وجود خواهد داشت.

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 جاذبهٔ 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 کوزهٔ 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 ۴ـ۱۱

اجزای تشکیل‌دهندهٔ یک محلول چند جزئی مانند نفت خام نقطه‌های جوش متفاوتی دارند، به‌طوری که سنگین‌ترین آنها بالاترین نقطهٔ جوش و سبک‌ترین آنها کمترین نقطهٔ جوش را دارند. وقتی نفت خام را چنان حرارت دهیم که ناگهان همهٔ 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 نقطهٔ جوش از بالای ستون و سنگین‌ترین محصولات با بالاترین نقطهٔ جوش از پایین ستون خارج می‌شود.



پرسش ۴ـ۴

این مورد را می‌توان با نیروهای بین مولکولی که در فصل ۳ معرفی شدند توضیح داد. همان‌طور که دیدیم نیروهای چسبندگی مولکولی به فاصلهٔ بین مولکول‌ها بستگی دارند. با افزایش دما و کاهش چگالی، فاصلهٔ 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 ۴ـ۱۰ الف).

پرسش ۴ـ۵

الف) این مثالی از افزایش نقطهٔ جوش آب با افزایش فشار وارد بر سطح آزد مایع است. در درون دیگ زودپز، با افزایش بخار آب بر روی سطح مایع درون دیگ، نقطهٔ 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 نقطهٔ جوش پایین می‌آید. مثلاً در قلهٔ دماوند نقطهٔ جوش آب حدود $80^\circ C$ و در قلهٔ اورست نقطهٔ جوش آب در حدود $72^\circ C$ است. البته این دما برای پختن تخم‌مرغ که به دمای $70^\circ C$ نیاز دارد کافی است ولی زمان پختن را طولانی می‌کند. معمولاً گفته می‌شود کوه‌نوردان از نمک استفاده می‌کنند، ولی خوب است بدانید که افزودن $200\,g$ نمک (حدود یک لیوان) در ۱ لیتر آب حداکثر $2^\circ C$ بر نقطهٔ جوش آب می‌افزاید.

تمرین ۴ـ۶

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

۱) تبدیل یخ $-20^\circ C$ به یخ $0^\circ C$

۲) تبدیل یخ $0^\circ C$ به آب $0^\circ C$

۳) تبدیل آب $0^\circ C$ به آب $100^\circ C$

۴) تبدیل آب $100^\circ C$ به بخار $100^\circ C$.

یعنی

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

(توجه کنید گرچه جدول ۴ـ۳ گرمای ویژهٔ یخ را برای $-10^\circ C$ داده است، ولی در این مسئله از همان داده استفاده کردیم.)

فعالیت ۴ـ۱۲

به بیان ساده شده‌ای می‌توان گفت که با برخورد مولکول‌های بخار آب با سطح برگ که در صبحگاهان 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 به‌صورت رطوبت نسبی در مقایسه با حدّ اشباع داده می‌شود. برای مثال، رطوبت نسبی ۵۰٪ 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 ۱۰۰٪ 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 میعان بخار آب بیشتر رخ می‌دهد. به همین دلیل است که آینهٔ سرد حمام باعث چگالش بخار آب به‌صورت مایع بر روی آن می‌شود. در پدیدهٔ شبنم صبحگاهی هم پدیدهٔ مشابهی رخ می‌دهد.

فعالیت ۴ـ۱۳

معمولاً 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 گرما می‌دهیم 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 تناقضی ندارند و افزایش درونی حتماً با افزایش دما همراه نیست. البته در اینجا بحث‌هایی وجود دارد که به‌راستی 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 به‌دلیل 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 گرما، 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 گرما صرف جنبش مولکول‌ها شود باید بتوانند یک مولکول را بکند. (بنابراین اینکه گرما را لزوماً معادل انرژی درونی بگیریم نادرست است.) پس از این وضعیت است که گرما 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 ویژهٔ آب، رشد آموزش فیزیک شمارهٔ ۱۰۲، صفحهٔ ۲۶».

پرسش ۴ـ۶

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

تمرین ۴ـ۷

از رابطهٔ (۴ـ۱۵) استفاده می‌کنیم.

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

$$= (۰/۶\,W/m.^{\circ}C)(۸۲۰\,m^{۲})\ \frac{(۲۵^{\circ}C - ۱۲^{\circ}C)}{۲/۰\,m}$$

$$= ۳۱۹۸W \approx ۳ \times ۱۰^{۳}W = ۳kW$$

فعالیت ۴ـ۱۴

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 رسانندهٔ ضعیف گرما هستند.

پرسش ۴ـ۷

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

فعالیت ۴ـ۱۵

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 ناحیهٔ تماس دو بطری به‌دلیل تماس آب‌ها با یکدیگر تغییر رنگ ناچیزی مشاهده خواهیم کرد. ولی در موردی که بطری سرد را روی بطری گرم قرار می‌دهیم، به‌دلیل رخ دادن پدیدهٔ همرفت، آب گرم رو به بالا و آب سرد رو به پایین حرکت می‌کنند 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 درنظرگرفت، در حالی‌که وضعیت دوم مثل وضعیت طبیعی هواست که در روزهای معمولی رخ می‌دهد و از این جهت این فعالیت برای درک پدیدهٔ وارونگی هوا که در «خوب است بدانید» صفحهٔ بعد مطرح شده آموزنده است.(به فیلم مربوطه در سایت گروه مراجعه شود)

فعالیت ۴ـ۱۶

حرکت پره‌ها در رادیومتر *کروکس* را اغلب به اشتباه به فشار نور مربوط می‌کنند. اما تأثیر فشار نور بسیار 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 نورمرئی) 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. به‌علت 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 برطرف 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 بچرخند،

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

فعالیت ۴ـ۱۷

اگر اصطکاک پیستونِ سرنگ با سیلندر آن کم باشد، پیستون هیچ اختلاف فشاری را برای هوای درون سرنگ با آب بیرون سرنگ تحمل نمی‌کند و همواره طوری جابه‌جا 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 کم‌اصطکاک، 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 کم‌اصطکاک 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 ۴ـ۱۸

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

پاسخ به پرسش‌ها و مسئله‌های پایان فصل ۴

در فصل اول آموختیم که در مورد عددهایی مانند ۶۰۰ یا ۶۰۰۰ و از 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، حداکثر تعداد رقم‌های با معنای ممکن را فرض کرده‌ایم. مثلاً در $\theta = ۸۰۰\,\mathrm{K}$ سه رقم بامعنا و در $V = ۲۰\,\mathrm{L}$ دو رقم فرض کرده‌ایم.

۱ـ

الف)

$$۰\,K = -۲۷۳/۱۵^\circ\mathrm{C} \simeq -۲۷۳^\circ\mathrm{C}$$

$$F = [(-۲۷۳/۱۵)\,(\tfrac{۹}{۵}) + ۳۲/۰۰]^\circ\mathrm{F} = -۴۵۹/۶۷^\circ\mathrm{F} \simeq -۴۶۰^\circ\mathrm{F}$$

ب)

$$۲۷۳\mathrm{K} = -۰/۱۵^\circ\mathrm{C} \simeq ۰^\circ\mathrm{C}$$

$$F = [(۰/۱۵)\,(\tfrac{۹}{۵}) + ۳۲/۰۰]^\circ\mathrm{F} = +۳۱/۷۳^\circ\mathrm{F} = ۳۲^\circ\mathrm{F}$$

پ)

$$۳۷۳\mathrm{K} = ۹۹/۸۵^\circ\mathrm{C} \simeq ۱۰۰^\circ\mathrm{C}$$

$$F = [(۹۹/۸۵)\,(\tfrac{۹}{۵}) + ۳۲/۰۰]^\circ\mathrm{F} = ۲۱۱/۷۳^\circ\mathrm{F} = +۲۱۲^\circ\mathrm{F}$$

ت)

$$۵۴۶\text{K} = ۲۷۲/۸۵^\circ\text{C} \simeq ۲۷۳^\circ\text{C}$$

$$F = [(۲۷۲/۸۵)\,(\frac{۹}{۵}) + ۳۲/۰۰]^\circ\text{F} = ۵۲۳/۷۳^\circ\text{F} = ۵۲۳^\circ\text{F}$$

۲ـ اگر دماسنج، جیوه‌ای یا الکلی باشد باید دما را از روبه‌رو بخوانیم تا اختلاف منظر (خطای مشاهده‌ای) نداشته باشیم. اندازه‌گیری را چند بار تکرار می‌کنیم. باید از دماسنج مناسبی برای گسترهٔ موردنظر استفاده کنیم.

۳ـ مقیاس، (فاصلهٔ میان خط‌های نشانه)، ضخامت و قطر دایره، هر سه با یک عامل بزرگ می‌شوند.

۴ـ الف) ۲ و ۳ یکسان، سپس ۱، سپس ۴

ب) ۳، ۲، سپس ۱ و ۴ یکسان

پ) همه یکسان.

۵ـ

$$\Delta L = L_۱\,\alpha\Delta T = (۲۵/۰\,\text{m})(۱۴ \times ۱۰^{-۶}\text{K}^{-۱})(۴۰/۰\,\text{K})$$
$$= ۱/۴ \times ۱۰^{-۲}\text{m} = ۱/۴\text{cm}$$

۶ـ

$$\Delta V_{\text{گلسیرین}} = \beta_{\text{گلسیرین}}\ V_۱\Delta\theta$$
$$\Delta V_{\text{ظرف}} = \beta_{\text{آلومینیم}}\ V_۱\Delta\theta$$
$$V = \Delta V_{\text{گلسیرین}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = (\beta_{\text{گلسیرین}} - \beta_{\text{آلومینیم}})V_۱\Delta\theta$$
$$= (۴۹ \times ۱۰^{-۵}\text{K}^{-۱} - ۳(۲۳ \times ۱۰^{-۶}\text{K}^{-۱}))(۴۰۰\,\text{cm}^۳)\,(۳۰/۰^\circ\text{C} - ۲۰/۰^\circ\text{C})$$
$$= ۱/۶۸۴\text{cm}^۳ \simeq ۱/۷\text{cm}^۳$$

۷ـ چون سطح مقطع ظرف ثابت است، حجم بنزین داخل مخزن متناسب با ارتفاع بنزین داخل آن است. بنابراین در فرمول انبساط حجمی به جای ΔV و $V_۱$ به ترتیب $A\Delta h$ و $Ah_۱$ قرار می‌دهیم و چنین به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta h = \beta h_۱\Delta\theta \Rightarrow h_۲ = h_۱(۱ + \beta\Delta\theta)$$

با توجه به $h_۲ = h_۱ + \Delta h$ داریم:

$$\theta_۲ = \frac{\Delta h}{\beta(h - \Delta h)} + \theta_۱$$
$$= \frac{۵۰\text{cm}}{(۱/۰۰\times۱۰^{-۳}\,^\circ\text{C})(۱۰۰۰\text{cm} - ۵۰\text{cm})} - ۱۰^\circ\text{C}$$
$$= ۴۲/۶۳^\circ\text{C} \approx ۴۳^\circ\text{C}$$

۸ـ 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 ۴ـ۱ مراجعه کنید درمی‌یابید 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 به‌طوری که برنج کمان بیرونی شود.

۹ـ الف)

$$\Delta L = \alpha L_۱\Delta T = (۱۰ \times ۱۰^{-۶}\text{K}^{-۱})(۲/۳۰ \times ۱۰^{۵}\text{m})(۶۰\,\text{K})$$

$= ۱/۳۸ \times ۱۰^{۲}\text{m} \approx ۱/۴ \times ۱۰^{۲}\text{m}$

ب) معمولاً در بخش‌هایی از این خط لوله، مانند شکل، لوله‌ها را به‌صورت Uشکل در می‌آوردند. همچنین (به‌خصوص در مورد ریل‌های راه‌آهن) این لوله‌ها (ریل‌ها) را زمانی می‌سازند که $L_۱$ حدوداً برابر با نصف میانگین مقدارهای بیشینهٔ و کمینهٔ سالیانه‌اش است.

۱۰ـ

$$\Delta V = \beta V_۱ \Delta\theta$$

$$\Rightarrow V_۲ = V_۱ (۱ + \beta\Delta\theta)$$

$$= (۳۰۰۰۰\text{L})(۱+(۱/۰۰ \times ۱۰^{-۳}\text{K}^{-۱})(-۲۰/۰\text{K}))$$

$$= ۲۹۴۰۰\text{L} \simeq ۲/۹۴ \times ۱۰۴\text{L}$$

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

$$Pt = mc\Delta\theta$$

$$(۲۰۰\text{J/s})(\text{t}) = (۰/۲۰۰\text{kg})(۴۱۸۷\text{J/kg.}^{\circ}\text{C})(۷۰\,^{\circ}\text{C})$$

$$\Rightarrow t = ۲۹۳/۰۹\text{s} \simeq ۲/۹ \times ۱۰^{۲}\text{s}$$

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

$$Pt = mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow c = \frac{Pt}{m\Delta\theta} = \frac{(۵۰\text{J/s})(۱۱۰\text{s})}{(۰/۶۰\text{kg})(۳۸-۱۸)^{\circ}\text{C}}$$

$$= ۴۵۸\text{J/kg.}^{\circ}\text{C} \simeq ۴/۶ \times ۱۰^{۲}\text{J/kg.}^{\circ}\text{C}$$

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

۱۳ـ از شرط تعادل گرمایی در حالت کلی داریم:

$$m_{\text{ظرف}}c_{\text{ظرف}}(\theta - \theta_{۱\text{ظرف}}) + m_{\text{قطعه}}c_{\text{قطعه}}(\theta - \theta_{۱\text{قطعه}}) + m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}(\theta - \theta_{۱\text{آب}}) + m'_{\text{آب}}c_{\text{آب}}(\theta - \theta'_{۱\text{آب}}) = ۰$$

توجه کنید که در این رابطه با توجه به اینکه دمای اولیهٔ ظرف، قطعه و ۵۰g آب اولیه یکسان و برابر ۳۰°C است، داریم:

$$\theta_{۱\text{ظرف}} = \theta_{۱\text{قطعه}} = \theta_{۱\text{آب}} = ۳۰\,^{\circ}\text{C}$$

و در این رابطه $m'_{\text{آب}}$ در واقع جرم آبی است که بعداً افزوده می‌شود ($m'_{\text{آب}} = ۱۰۰\text{g}$) و $\theta'_{۱\text{آب}}$ دمای اولیهٔ آب افزوده شده ($\theta'_{۱\text{آب}} = ۷۰\,^{\circ}\text{C}$) است. هدف، محاسبهٔ گرمای ویژهٔ قطعه است. با توجه به اینکه دمای تعادل $\theta = ۵۲\,^{\circ}\text{C}$ است، خواهیم داشت.

$$(۰/۲۰۰\text{kg})(۳۸۶\text{J/kg.}^{\circ}\text{C})(۵۲ - ۳۰)^{\circ}\text{C} +$$

$$(۸۰ \times ۱۰^{-۳}\text{kg}) \times c_{\text{قطعه}}\,(۵۲ - ۳۰)^{\circ}\text{C} + (۵۰ \times ۱۰^{-۳}\text{kg})\,(۴۱۸۷\text{J/kg.}^{\circ}\text{C})(۵۲ - ۳۰)^{\circ}\text{C}$$

$$+ (۰/۱۰۰\text{kg})\,(۴۱۸۷\text{J/kg.}^{\circ}\text{C})(۵۲ - ۷۰)^{\circ}\text{C} = ۰$$

از اینجا خواهیم داشت

$$c_{\text{قطعه}} = ۷۰۰/۳\ \text{J/kg.}^{\circ}\text{C} \approx ۷/۰ \times ۱۰^{۲}\ \text{J/kg.}^{\circ}\text{C}$$

۱۴ـ 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.

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

۱۶ـ با توجه به آموخته‌هایم از این فصل درمی‌یابیم که گزینهٔ الف نادرست است.

۱۷ـ با دادن گرما به نقره، ابتدادمای آن از ۲۰/۰°C به نقطهٔ ذوب (۹۶۰°C) می‌رسد و سپس نقره ذوب می‌شود:

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

$$= (۰/۲۰۰\,\text{kg})(۲۳۶\,\text{J/kg.°C})(۹۶۰ - ۲۰/۰\,\text{°C}) + (۰/۲۰۰\,\text{kg})(۸۸/۳ \times ۱۰^۳\,\text{J/kg})$$

$$= ۶۲۰۲۸\,\text{J} \approx ۶/۲۰ \times ۱۰^۴\,\text{J}$$

۱۸ـ برای یخ زدن کامل، مجموعاً دو فرایند صورت می‌گیرد. نخست آب ۲۰/۰°C به آب ۰°C تبدیل می‌شود و سپس در دمای صفر درجه یخ می‌زند. پس گرمای کلّ منتقل شده برابر است با

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

$$= (۱۵۰\,\text{kg})(۴۱۸۷\,\text{J/kg.K})(۲۰/۰\,\text{°C}) + (۱۵۰\,\text{kg})(۳۳۳/۷ \times ۱۰^۳\,\text{J/kg})$$

$$= ۶/۲۶ \times ۱۰^۷\,\text{J}$$

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

$$Pt = Q = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{ظرف}}$$

$$= m_{\text{آب}}\, c_{\text{آب}}\, \Delta\theta + C_{\text{ظرف}}(\Delta\theta)$$

$$= (m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} + C_{\text{ظرف}})\Delta\theta$$

الف) با استفاده از این رابطه داریم

$$(۵۰\,\text{J/s})(۶۰\,\text{s}) = [(۰/۱۰۰\,\text{kg})(۴۱۸۷\,\text{J/kg.°C}) + C_{\text{ظرف}}](۲۵ - ۲۰)\,\text{°C}$$

$$\Rightarrow C_{\text{ظرف}} = ۱۸۱/۳\,\text{J/°C} \approx ۱/۸ \times ۱۰^۲\,\text{J/°C}$$

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

$$t = \frac{(m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} + C_{\text{ظرف}})\Delta\theta}{P}$$

$$= \frac{[(۰/۱۰۰\,\text{kg})(۴۱۸۷\,\text{J/kg.°C}) + ۱۸۰\,\text{J/°C}](۷۵\,\text{°C})}{۵۰\,\text{J/s}}$$

$$= ۸۹۸/۰۵\,\text{s} \approx ۹/۰ \times ۱۰^۲\,\text{s}$$

پ) برای اینکه آب ۱۰۰°C به بخار ۱۰۰°C تبدیل شود، آب به اندازهٔ $Q = mL_V$ گرما می‌گیرد و چون در این رخداد دما تغییر نمی‌کند، گرماسنج گرما نمی‌گیرد. پس داریم

$$Pt = mL_V$$

و از آنجا

$$t = \frac{mL_V}{P} = \frac{(۰/۲۰\,\text{kg})(۲/۲۵۶ \times ۱۰^۶\,\text{J/kg})}{۵۰\,\text{J/s}}$$

$$= ۹۰۲/۴\,\text{s} \simeq ۹/۰ \times ۱۰^۲\,\text{s}$$

۲۰ـ الف) گرمای لازم برای تبدیل آب ۱۰۰°C به بخار آب ۱۰۰°C از رابطهٔ $Q = Pt$ به‌دست می‌آید و از طرفی $Q = mL_V$ است. در نتیجه داریم

$$t = \frac{mL_V}{P} = \frac{(۰/۱۰۰\text{kg})(۲۲۵۶\times۱۰^{۳}\text{J/kg})}{۲۰۰/۰\text{J/s}}$$
$$= ۱۱۲۸\text{s} \simeq ۱/۱۳\times۱۰^{۳}\text{s}$$

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

$$(۰/۱۰۰\text{kg})(۲۲۵۶\times۱۰^{۳}\text{J/kg}) = (m_{\text{یخ}})(۳۳۳/۷\times۱۰^{۳}\text{J/kg})$$
$$\Rightarrow m_{\text{یخ}} \simeq ۰/۶۷۶\text{kg}$$

۲۱ـ الف) همان‌طور که شکل نشان می‌دهد تغییر فاز از جامد به مایع در زمان ۳۰۰s شروع می‌شود و بنابراین ۳۰۰s طول می‌کشد تا جامد به نقطهٔ ذوب خود برسد.

ب) از نمودار درمی‌یابیم دمای جسم پیش از تغییر فاز از دمای ۲۰°C به دمای ۸۰°C می‌رسد. بنابراین از تلفیق رابطه‌های $Q = mc\Delta\theta$ و $Q = Pt$ که در آنها P توان گرمکن، t زمان رسیدن به نقطهٔ ذوب، و m و c به ترتیب جرم و گرمای ویژهٔ جسم جامد است، خواهیم داشت

$$Pt = mc\Delta\theta$$

و در نتیجه

$$C = \frac{Pt}{m\Delta\theta} = \frac{(۱۰/۰\text{J/s})(۳۰۰\text{s})}{(۰/۰۵۰۰\text{kg})(۸۰-۲۰)^{\circ}\text{C}}$$
$$= ۱/۰\times۱۰^{۳}\text{ J/kg.}^{\circ}\text{C}$$

پ) گرمای نهان ذوب را با استفاده از رابطهٔ $L_F = Q/m$ به‌دست می‌آوریم. دوباره به جای Q از رابطهٔ $Q = Pt$ قرار می‌دهیم. ولی توجه کنید که در اینجا t زمان تغییر فاز جامد است که از روی منحنی حدس می‌زنیم $۸۵۰\text{s} = ۳۰۰ - ۱۱۵۰$ می‌شود که البته با توجه به مبحث ارقام معنی‌دار باید آن را به‌صورت $۸/۵\times۱۰^{۲}\text{s}$ بیان کنیم. یعنی با دو رقم معنی‌دار و یک رقم حدسی. بنابراین برای L_F داریم

$$L_F = \frac{(۱۰/۰\text{J/s})(۸/۵\times۱۰^{۲}\text{s})}{۰/۰۵۰۰\text{kg}} = ۱/۷\times۱۰^{۵}\text{ J/kg}$$

۲۲ـ در حین یخ زدن جرم $m_۱$ آب، مقداری انرژی گرمایی برابر با $Q_۱ = m_F L_F$ آزاد می‌شود. در حین تبخیر، جرم باقی‌ماندهٔ $m_۲ = (m - m_۱)$، مقدار گرمای جذب شده برابر $Q_۲ = m_۲ L_V$ است. چون $Q = Q_۱$ است، داریم:

$$m_۱ L_F = (m - m_۱)L_V$$

که در آن L_V گرمای نهان تبخیر آب در دمای ۰°C است که آن را از جدول ۴ـ۵ قرار می‌دهیم. در نتیجه برای $m_۱$ داریم

$$m_۱ = \frac{mL_V}{L_F + L_V} = \frac{(۱/۰۰\text{kg})(۲۴۹۰\text{kJ/kg})}{(۲۴۹۰\text{kJ/kg}) + (۳۳۴\text{J/kg})}$$
$$= ۰/۸۸۰\text{kg} = ۸۸۰\text{g}$$

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

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

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{شخص}}$$

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

از اینجا جرم آب را به‌دست می‌آوریم

$$m_{\text{آب}} = \frac{m_{\text{شخص}}\, c_{\text{شخص}} |\Delta\theta|}{L_V}$$
$$= \frac{(۵۰/۰\text{g})(۳۴۸۰\text{J/kg.K})(۱/۰۰\text{K})}{۲/۴۲\times۱۰^{۶}\,\text{J/kg}}$$
$$= ۰/۰۷۱۹\text{kg} = ۷۱/۹\text{g}$$

ب) حجم آب را با استفاده از تعریف چگالی $P = m/V$ به‌دست می‌آوریم. با توجه به اینکه چگالی آب از جدول ۸ـ۱ برابر $۱/۰۰\times۱۰^{۳}\text{kg/m}^{۳}$ است، حجم این جرم از آب چنین می‌شود

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{۰/۰۷۲\text{kg}}{۱/۰۰\times۱۰^{۳}\,\text{kg/m}^{۳}} = ۷/۱۹\times۱۰^{-۵}\text{m}^{۳} = ۷۱/۹\text{cc}$$

۲۴ـ احساس اینکه یک جسم چقدر سرد است به آهنگ رسانش گرما از دستان شما به جسم بستگی دارد. فلز رسانندهٔ گرمای بهتری از چوب است و در نتیجه گرما از دست شما با آهنگ بیشتری به لولهٔ 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 به‌صورت دندانه‌های ریزی روی سطح فلز یخ بزند.

۲۵ـ 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 لایهٔ 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 لایهٔ هوا شما را عایق‌بندی می‌کند.

۲۶ـ باید از رابطهٔ $Q = k\,\frac{A(T_H - T_L)}{L}\,t$ استفاده کنیم. توجه کنید رسانندگی گرمایی شیشه بین ۱ تا ۰/۶ برحسب W/m.K است که ما در این مسئله آن را برابر ۱ اختیار کرده‌ایم.

الف) داده‌های مسئله عبارتند از

$A = (۲/۰\text{m})(۱/۰\text{m}) = ۲/۰\text{m}^{۲}$ $\qquad$ $t = ۱/۰\text{s}$

$L = ۴/۰\times۱۰\text{–}۳\text{m}$ $\qquad$ $\Delta T = ۷/۰\text{K} - ۲/۰\text{K} = ۵/۰\text{K}$

بنابراین

$$Q = (۱/۰\,\text{J/s.mK})\,\frac{(۲/۰\text{m}^{۲})(۵/۰\text{K})}{۴/۰\times۱۰^{-۳}\text{m}}\,(۱/۰\text{s}) = ۲/۵\times۱۰^{۳}\text{J}$$

ب) حالا $t = (۲۴)(۶۰)(۶۰) = ۸۶۴۰۰\text{s}$ است. بنابراین

$$Q = (۱/۰\,\text{J/s.mK})\,\frac{(۲/۰\text{m}^{۲})(۵/۰\text{K})}{۴/۰\times۱۰^{-۳}\text{m}}\,(۸۶۴۰۰\text{s})$$
$$= ۲/۱۶\times۱۰^{۸}\text{J} \approx ۲/۲\times۱۰^{۸}\text{J}$$

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

$$Q = (۰/۰۱۰\,\mathrm{W/m.K})(۰/۸۰\,\mathrm{m^۲})\,\frac{۲۰/۰^{\circ}\mathrm{C}}{۰/۰۲۰\,\mathrm{m}} \times ۸۶۴۰۰\,\mathrm{s}$$
$$= ۶۹۱۲۰۰\,\mathrm{J} \simeq ۶/۹ \times ۱۰۵\,\mathrm{J}$$

بنابراین جرم یخ ذوب شده چنین می‌شود

$$m = \frac{Q}{L_T} = \frac{۶۹۱۲۰۰\,\mathrm{J}}{۳۳۳۷۰۰\,\mathrm{J/kg}} = ۲/۰۷\,\mathrm{kg} \simeq ۲/۱\,\mathrm{kg}$$

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

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

$$\frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow$$
$$T_۲ = \left(\frac{T_۱V_۲}{V_۱}\right) = \frac{(۲۰+۲۷۳)(۲۰۰/۰\,\mathrm{cm^۳})}{۱۰۰/۰\,\mathrm{cm^۳}} = ۵۸۶\,\mathrm{K}$$
$$= ۳۱۳^{\circ}\mathrm{C}$$

ب)

$$T_۲ = \frac{(۲۰+۲۷۳)(۵۰/۰\,\mathrm{cm^۲})}{۱۰۰/۰\,\mathrm{cm^۳}} = ۱۴۶/۵\,\mathrm{K} = -۱۲۶/۵^{\circ}\mathrm{C} \simeq -۱۲۷^{\circ}\mathrm{C}$$

۳۰ـ الف) چون دما ثابت است از قانون گازها به‌صورت زیر استفاده می‌کنیم:

$$P_۱V_۱ = P_۲V_۲$$

اگر مساحت قاعدهٔ استوانهٔ تلمبه را A بگیریم خواهیم داشت

$$(۱/۰\,\mathrm{atm})(۲۴\,\mathrm{cm} \times A) = P_۲(۳۰/۰\,\mathrm{cm} \times A)$$

و در نتیجه $P_۲ = ۰/۸۰\,\mathrm{atm}$ می‌شود.

ب) اکنون داریم

$$(۱/۰\,\mathrm{atm})(۲۴\,\mathrm{cm} \times A) = (۳/۰\,\mathrm{atm})(AL)$$

و از اینجا $L = ۸/۰\,\mathrm{cm}$ می‌شود و بنابراین باید طول استوانه را به اندازهٔ $۲۴\,\mathrm{cm} - ۸/۰\,\mathrm{cm} = ۱۶\,\mathrm{cm}$ کاهش دهیم.

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

$$\frac{P_۱}{T_۱} = \frac{P_۲}{T_۲}$$

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

$$\frac{(۲/۰۰+۱/۰۰)\,\mathrm{atm}}{(۱۷+۲۷۳)\,\mathrm{K}} = \frac{(۲/۳۰+۱/۰۰)\,\mathrm{atm}}{T_۲}$$

و از اینجا $T_۲ = ۳۱۹\,\mathrm{K} = ۴۶^{\circ}\mathrm{C}$ می‌شود.

۳۲ـ از رابطهٔ $PV = \pi RT$ استفاده می‌کنیم

$$V = \frac{\pi RT}{P} = \frac{(۱/۰۰\,\mathrm{mol})[۸/۳۱۴\,\mathrm{J/mol.K}](۲۷۳\,\mathrm{K})}{۱/۰۱۳ \times ۱۰^{۵}\,\mathrm{Pa}}$$

$= ۰/۰۲۲۴ \mathrm{m}^۳ = ۲۲/۴ L$

توجه کنید که در این مسئله، منظور از یک مول گاز، دقیقاً یک مول است و نه ۱mol یا ۱/۰mol و ... به همین دلیل مقدار رقم‌های با معنی در یک مول، محدودکنندهٔ تعداد ارقام بامعنی پاسخ نهایی نیست.

۳۳ـ از قانون گازهای کامل داریم

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$$

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

$$P_۱ = P_{\mathrm{atm}} + \rho g h$$

که در آن ρ چگالی آب و h عمق دریاچه است، بدیهی است که $P_۲ = P_{\mathrm{atm}}$. از اینجا داریم

$$V_۲ = \frac{T_۲}{T_۱} \times \frac{P_{\mathrm{atm}} + \rho g h}{P_{\mathrm{atm}}} \times V_۱$$

$$= \left(\frac{۲۹۳\,\mathrm{K}}{۲۷۷\,\mathrm{K}}\right) \frac{۱/۰۱\times۱۰^۵\,\mathrm{Pa} + (۱/۰\times۱۰^۳\,\mathrm{kg/m^۳})(۹/۸۰\,\mathrm{m/s^۲})(۴۰/۰\,\mathrm{cm})}{۱/۰\times۱۰^۵\,\mathrm{Pa}} \times (۰/۲۰\,\mathrm{cm}^۳)$$

$$= ۱/۰۳\,\mathrm{cm}^۳ \approx ۱/۰\,\mathrm{cm}^۳$$

۳۴ـ 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 ۴ـ۲۱ 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 $T = ۱۰۰۰\,\mathrm{K}$ ، N_A عدد آووگادرو و R ثابت جهانی گازها و N/A تعداد مولکول‌های گاز بر متر مکعب است.

$$\frac{N}{V} = ۱۰۰۰/۰ \ \frac{\text{مولکول}}{\mathrm{cm}^۳} = ۱۰۰۰/۰ \ \frac{\text{مولکول}}{(۱۰^{-۲}\,\mathrm{m})^۳}$$

$$= ۱۰۰۰/۰ \times ۱۰^۶ \ \frac{\text{مولکول}}{\mathrm{m}^۳}$$

$$\Rightarrow P = \frac{(۱۰۰۰/۰\times۱۰^۶\ \text{مولکول}/\mathrm{m}^۳)(۸/۳۱۴\,\mathrm{J/mol.K})(۱۰۰۰۰\,\mathrm{K})}{(۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{مولکول}/\mathrm{mol})}$$

$$= ۱/۳۸ \times ۱۰^{-۱۰}\,\mathrm{Pa}$$

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 $۱۰^{-۷}\mathrm{Pa}$ است که حدوداً ۱۰۰۰ بار بزرگ‌تر از فشار گاز درون سحابی است.

* لطفاً پیشنهادها و نظرات خود را به khoshbin @ talif.sch.ir ارسال فرمایید.