بسم الله الرحمن الرحیم

اللهم صل علی محمد و آل محمد و عجل فرجهم

فیزیک (۱)

پایهٔ دهم

دورهٔ دوم متوسطه

فصل اول

هر روز در اطراف ما اتفاقات زیادی رخ می‌دهد. هر کدام از این اتفاق‌ها یک **پدیده** است. تابش نور خورشید، حرکت عقربه‌های ساعت، حرف‌زدن معلم و شنیدن شما، ترمزکردن یک اتومبیل، راه‌رفتن، افتادن برگ از درختان و ... هر کدام یک پدیده هستند. اگر به سادگی از کنار این پدیده‌ها عبور نکنیم و بخواهیم علت آن‌ها را با روش‌های علمی مطالعه کنیم، نیازمند **علم فیزیک** خواهیم بود.

فیزیک را یکی از علوم پایه می‌دانیم. فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و پایه و اساس تمام مهندسی‌ها و فناوری‌هاست و به همین دلیل است که مطالعه و یادگیری آن برای ما اهمیت زیادی دارد.

فیزیک‌دانان برای بررسی پدیده‌های طبیعت، بیشتر وقت‌ها[1] به شکل زیر عمل می‌کنند:

آن‌ها ابتدا یک پدیده را به دقت مشاهده و بررسی کرده و سعی می‌کنند آن را براساس یک مدل شبیه‌سازی کنند.

مدل نوعی مقایسه و شبیه‌سازی یک پدیدهٔ فیزیکی واقعی با چیزی است که ما با آن آشنا هستیم.

وقتی یک مدل ساخته شد، فیزیک‌دان‌ها تلاش می‌کنند با انجام آزمایش‌ها و

مشاهدات دقیق‌تر، آن مدل را اصلاح کرده و گسترش دهند و به جزئیات بیشتری از آن پدیده دست یابند. در این مرحله است که یک **نظریهٔ فیزیکی** ساخته می‌شود.

نظریهٔ فیزیکی می‌تواند به ساختن مدل‌های جدید نیز کمک کند. هنگامی که یک نظریه کاملاً تثبیت شده و از تمام آزمایش‌ها سربلند بیرون بیاید، به یک **قانون فیزیکی** تبدیل می‌شود.

برای این‌که از پدیده‌های فیزیکی به قانون‌های فیزیکی برسیم، نیازمند مشاهده[2] و آزمایش هستیم.

فیزیک علمی تجربی است و **مشاهده و آزمایش**

در پیشبرد و تکامل علم فیزیک، نقش و اهمیت زیادی دارد، اما این به تنهایی کافی نیست.

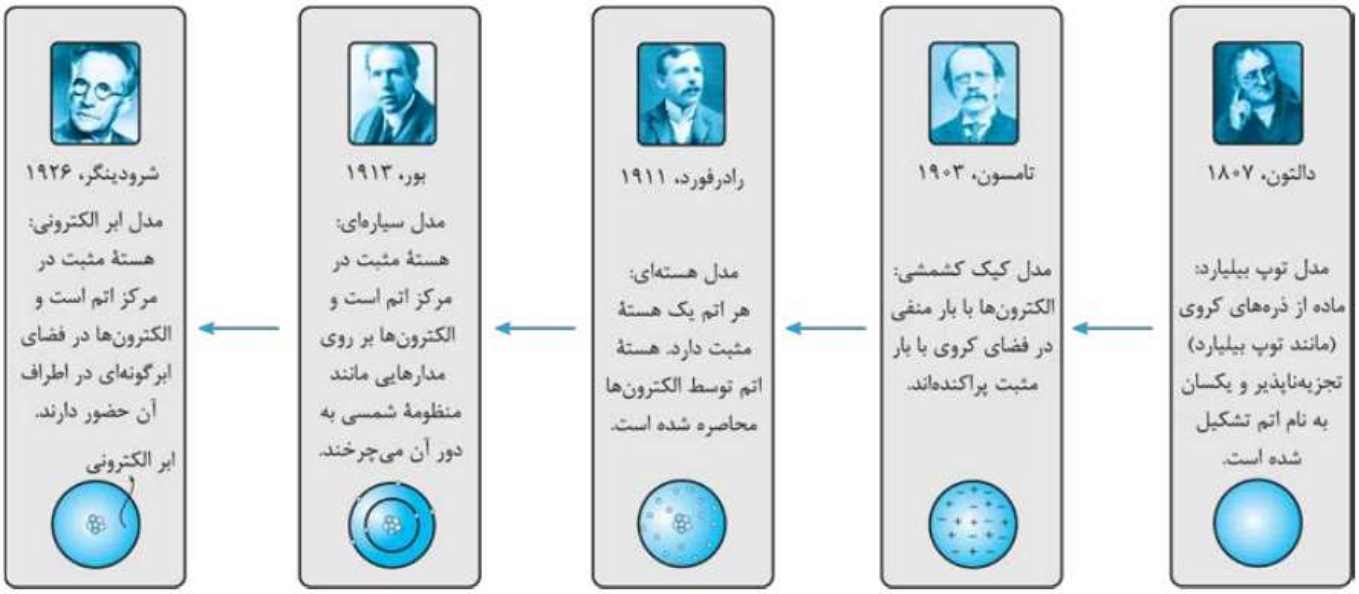
تفکر نقادانه و **اندیشه‌ورزی فعال** فیزیک‌دانان نسبت

به پدیده‌های طبیعی، نقش بیشتری در این زمینه ایفا کرده است.

ممکن است مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان

همواره معتبر نباشند و گاهی بنا بر نتایج آزمایش‌های جدید، دستخوش تغییر و بازنگری شوند. همین ویژگی، یعنی **آزمون‌پذیری** و **اصلاح نظریه‌های فیزیکی**، نقطهٔ قوت دانش فیزیک است.

نمونه **تغییر مدل اتمی در طول زمان.** مدل اتمی یکی از نمونه‌های خوبی است که تأثیر مشاهده، آزمایش و اندیشه‌ورزی فیزیک‌دانان را در طول زمان نشان می‌دهد.



۱- در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف) نقطهٔ قوت دانش فیزیک، دو ویژگی ..... و ..... است.

ب) آن‌چه بیش از مشاهده و آزمایش در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش داشته، ..... و ..... فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌های طبیعی است.

۲- در چه صورتی مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی دچار تغییر می‌شوند؟

مدل‌سازی در فیزیک

فرض کنید شما یک فیزیک‌دان هستید که می‌خواهید یک پدیدهٔ به ظاهر ساده مانند سقوط یک جسم از بالای یک ساختمان بلند را بررسی و مطالعه کنید و در نهایت، الگو و نظم خاص حاکم بر آن را به دست آورید.

اگر مشاهدات شما دقیق باشد، خواهید دید که عوامل مختلفی مانند مقاومت هوا، تغییر نیروی جاذبه بر اثر تغییر ارتفاع و ... روی زمان سقوط اجسام تأثیر می‌گذارند. اگر بخواهید همهٔ این عوامل را با هم در نظر بگیرید، با پیچیدگی‌هایی روبه‌رو می‌شوید که کار شما را سخت خواهد کرد. برای همین مجبور خواهید شد به جای یک پدیدهٔ واقعی، یک مدل ساده‌شده و آرمانی را بررسی کنید.

در این مدل ساده‌شده، شما از تأثیر مقاومت هوا و تغییر نیروی جاذبه بر اثر تغییر ارتفاع چشم‌پوشی می‌کنید.

روشی را که شما برای ساده‌سازی پدیدهٔ فیزیکی مورد مطالعه‌تان به کار بردید، **مدل‌سازی** نامیده می‌شود.

مدل‌سازی فرایندی است که در آن یک پدیدهٔ فیزیکی را آن‌قدر ساده و آرمانی در نظر می‌گیریم تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

مکانیک شاخه‌ای از فیزیک است که حرکت اجسام و نیروهای وارد بر آن‌ها را بررسی می‌کند.

مثال **یک دروازه‌بان فوتبال، توپ کاشته‌ای را شوت می‌کند. یک فیزیک‌دان می‌خواهد نحوهٔ حرکت این توپ را بررسی کند.**

الف **چه عواملی باعث می‌شوند که تحلیل حرکت این توپ پیچیده شود؟**

ب **چگونه می‌توان حرکت این توپ را مدل‌سازی کرد؟**

مثال **شخصی جسم نسبتاً بزرگی را روی زمین هُل می‌دهد. برای بررسی حرکت جسم و نیروهای وارد بر آن، چگونه از مدل‌سازی استفاده می‌کنیم؟**

توجه برای ساختن یک مدل درست از یک پدیدهٔ فیزیکی، باید تعداد اندکی از اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم تا روی مهم‌ترین ویژگی‌ها تمرکز کنیم. باید مراقب بود که بیش از حد چشم‌پوشی نکرده و ویژگی‌های اساسی را در مدل خود حفظ کرده باشیم. مثلاً اگر در مثال شوت‌کردن توپ فوتبال به جای نادیده‌گرفتن مقاومت هوا از نیروی جاذبهٔ زمین چشم‌پوشی می‌کردیم، براساس مدل ما توپ پس از پرتاب، در یک مسیر مستقیم برای همیشه به حرکت خود ادامه می‌داد!

تست فرض کنید خودرویی در حال حرکت است. خودرو با دیدن یک مانع ترمز می‌کند و پس از طی مسافتی می‌ایستد. برای مدل‌سازی فیزیکی این پدیده، برخی از عوامل را نادیده می‌گیریم. نادیده‌گرفتن کدام موارد زیر باعث می‌شود نتیجهٔ بررسی مدل با واقعیت تفاوت آشکاری داشته باشد؟

(الف) ابعاد خودرو
(ب) اصطکاک خودرو با زمین و مقاومت هوا
(پ) چرخش چرخ‌ها
(ت) جرم خودرو و سرنشینان آن

۱) (پ) و (ت)　　۲) (الف) و (پ)　　۳) (الف) و (ب)　　۴) (ب) و (ت)

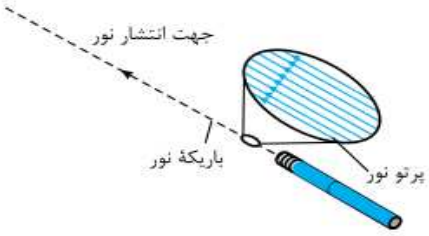
۳- مدل‌سازی را تعریف کنید.

۴- ویژگی یک مدل‌سازی خوب چیست؟

۵- لیزر مدادی وسیله‌ای است که با آن می‌توان باریکهٔ نور تولید کرد. یکی از کاربردهای باریکهٔ نور، استفاده از آن در آزمایش‌های مربوط به نور است.

الف) در شکل مقابل چه چیزی مدل‌سازی شده است؟

ب) در مسائل تشکیل تصویر توسط پرتوهای نور معمولاً از چه فرض‌های ساده‌کننده‌ای استفاده می‌شود؟



فیزیک علمی تجربی است و تجربه نیازمند مشاهده و آزمایش است. مشاهدات و آزمایش‌های دقیق فقط از طریق اندازه‌گیری درست انجام می‌شود؛ بنابراین اندازه‌گیری در فیزیک از اهمیت بالایی برخوردار است.

در هر اندازه‌گیری، کمیت‌های فیزیکی اندازه‌گیری می‌شوند.

کمیت فیزیکی چیزی است که قابل اندازه‌گیری باشد و بتوان مقدار آن را با یک

عدد مشخص کرد. طول میز، وزن کیف و دمای کلاس هر کدام یک کمیت هستند ولی احساس گرما، احساس خواب‌آلودگی و مهربانی هیچ‌کدام کمیت نیستند؛ چون مقدار آن‌ها را نمی‌توان با یک عدد مشخص کرد.

یکای هر کمیت، مقدار مشخصی از آن کمیت است که به عنوان مقیاس اندازه‌گیری انتخاب می‌شود.

وقتی کمیتی را اندازه می‌گیریم، در واقع داریم آن کمیت را با یکای آن کمیت مقایسه می‌کنیم تا معلوم شود بزرگی آن چند برابر یکاست.

کمیت‌های نرده‌ای و برداری

کمیت‌های نرده‌ای یا عددی یا اسکالر کمیت‌هایی هستند که می‌توان آن‌ها را به طور کامل توسط یک عدد و یک یکا توصیف کرد.
مانند: جرم، طول، زمان، دما و ... .

توجه در آینده با بعضی از کمیت‌های نرده‌ای آشنا خواهید شد که فقط با یک عدد بیان می‌شوند و یکا ندارند. مثل: ضریب اصطکاک، ضریب شکست نور و ... . در واقع یکای این کمیت‌ها، حاصل تقسیم دو یکای هم‌جنس است که با هم ساده می‌شوند و کمیت، در نهایت بدون یکا است. مثلا ممکن است کمیتی از تقسیم دو نیرو بر هم به دست بیاید $(\frac{N}{N})$ که پس از ساده‌سازی، بدون یکا خواهد بود.

کمیت‌های برداری کمیت‌هایی هستند که برای توصیف کامل آن‌ها باید به طور هم‌زمان از عدد، یکا و جهت استفاده کرد. مانند: مکان، جابه‌جایی، سرعت متوسط، نیرو و ... .

مثال کمیت‌های فیزیکی نرده‌ای (اسکالر)

جرم		دما		زمان	
۶۰	kg	۲۵	°C	۳۰	s
↑	↑	↑	↑	↑	↑
عدد	یکا	عدد	یکا	عدد	یکا

مثال کمیت‌های فیزیکی برداری

جابه‌جایی			سرعت متوسط		
به‌طرف شرق	۲	به‌طرف شرق	۳۰	km / h	به‌طرف شرق
↑	↑	↑	↑	↑	↑
جهت	عدد	جهت	عدد	یکا	جهت

نکته وقتی می‌خواهیم یک کمیت برداری را نشان دهیم، بالای نماد آن کمیت یک علامت پیکان می‌گذاریم. اگر این علامت پیکان نباشد، منظورمان فقط اندازهٔ آن کمیت برداری است.

نمونه $\vec{F}$: بردار نیرو F: اندازهٔ بردار نیرو $\vec{a}$: بردار شتاب a: اندازهٔ بردار شتاب

نکته کمیت‌های برداری را نمی‌توا ن مثل دو عدد معمولی با هم جمع کرد؛ بلکه هنگام جمع و تفریق آن‌ها باید جهت را هم در نظر گرفت. اصطلاحاً می‌گوییم که کمیت‌های برداری از قواعد جمع برداری تبعیت می‌کنند.

مثال متحرکی ابتدا ۸ m به طرف غرب و سپس ۶ m به طرف جنوب رفته است. اگر جابه‌جایی‌های آن را به ترتیب با $\overrightarrow{\Delta r_1}$ و $\overrightarrow{\Delta r_2}$ نشان دهیم، حاصل عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) $\overrightarrow{\Delta r_1} + \overrightarrow{\Delta r_2}$ ب) $\Delta r_1 + \Delta r_2$

۶- کمیت فیزیکی را تعریف کنید.

۷- یکا چیست؟

۸- نرده‌ای یا برداری بودن هر یک از کمیت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) طول	**ب) زمان**	**پ) مکان**	**ت) جرم**
ث) نیرو	**ج) دما**	**چ) فشار**	**ح) جریان الکتریکی**

۹- تفاوت کمیت‌های عددی و برداری در چیست؟

اگر یکای طول را به اندازهٔ طول قدم یا فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دست تعریف کنید، این مزیت را دارد که همیشه در دسترس است، اما دقیق نیست و از فردی تا فرد دیگر دچار تغییر می‌شود.

برای این‌که اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینانی داشته باشیم، باید یکاهایی را انتخاب کنیم که:

۱) تغییر نکنند. ۲) دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند.

دستگاه یکاهایی که بیشتر دانشمندان و مهندسان از آن استفاده می‌کنند را **دستگاه متریک** می‌نامند.

این دستگاه از سال ۱۳۳۸ (ه.ش) به طور رسمی **دستگاه بین‌المللی** (SI) نامیده شده است. پس در هر مسئله‌ای که با عبارت SI روبه‌رو شدید، منظورمان دستگاه استاندارد بین‌المللی یکاها است.

یکاهای SI را مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها که در فرانسه قرار دارد، انتخاب و معرفی کرده است. تعیین این‌که چه کمیتی اصلی باشد و چه کمیتی فرعی هم به عهدهٔ همین مجمع است.

فیزیک‌دانان تعدادی از کمیت‌های فیزیکی را به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب کرده‌اند و بقیهٔ کمیت‌ها را برحسب این کمیت‌ها بیان می‌کنند.

کمیت‌هایی که یکای آن‌ها به طور مستقل تعریف شده‌اند، **کمیت‌های اصلی** نامیده می‌شوند.

جدول (۱): کمیت‌های اصلی و یکاهای آن

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کِلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کَندلا (شمع)	cd

سایر کمیت‌ها که براساس کمیت‌های اصلی تعریف می‌شوند را **کمیت‌های فرعی** می‌نامیم.

جدول (۲): کمیت‌های فرعی پرکاربرد

کمیت	یکای SI	یکای فرعی براساس یکاهای اصلی
حجم	m^3	m^3
تندی و سرعت	m/s	m/s
شتاب	m/s^2	m/s^2
نیرو	نیوتون (N)	$kg.m/s^2$
فشار	پاسکال (Pa)	$kg/m.s^2$
چگالی	kg/m^3	kg/m^3
انرژی	ژول (J)	$kg.m^2/s^2$
توان	وات (W)	$kg.m^2/s^3$
گرمای ویژه	$J/kg.K$	$m^2/s^2.K$

مثال **نشان دهید کمیت‌های فرعی حجم و تندی متوسط، چگونه به کمیت‌های اصلی وابسته‌اند.**

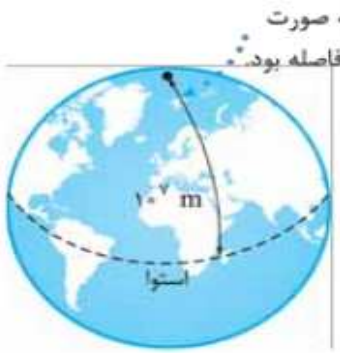
توجه مسافت پیموده‌شده معمولاً برحسب متر (m) یا کیلومتر (km) و زمان صرف‌شده معمولاً برحسب ثانیه (s)، دقیقه (min) و یا ساعت (h) بیان می‌شود. بسته به این‌که از کدام یکاها استفاده کنیم، تندی متوسط می‌تواند یکاهای مختلفی مانند: m/s، km/h، m/min و ... داشته باشد.

در میان هفت کمیت اصلی، سه کمیت از بقیه پرکاربردترند که یکای هر کدام را به طور مختصر معرفی می‌کنیم:

یکای طول

یکای طول در SI **متر** نام دارد که آن را با نماد m نشان می‌دهند. در قدیم یکای طول بر مبنای یک ده‌میلیونیم $(\frac{1}{10^7})$ فاصلهٔ استوا تا قطب شمال زمین تعریف شده بود که امروزه بر مبنای مسافت پیموده‌شده توسط نور تعریف می‌شود.

نمونهٔ یکای طول استاندارد (متر)، فاصلهٔ میان دو خط نازک حک‌شده روی میله‌ای از جنس آلیاژ پلاتین ـ ایریدیم در دمای $0\,^{\circ}C$ است که در موزه‌ای در فرانسه نگه‌داری می‌شود.



اولین تعریف متر به صورت یک ده میلیونیم این فاصله بود.

یکای جرم

یکای جرم در SI کیلوگرم و نماد آن kg است.

نمونهٔ جرم استاندارد، استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین ـ ایریدیم است که در موزه‌ای در فرانسه نگه‌داری می‌شود.

نمونه‌های مشابهی از نمونهٔ استاندارد طول و جرم ساخته و به کشورهای مختلف جهان ارسال شده است.

یکای زمان

یکای زمان در SI ثانیه و نماد آن s است.

ثانیه در قدیم برابر $\frac{1}{86400}$ یک شبانه‌روز تعریف شده بود، اما امروزه براساس ساعت‌های اتمی دقیق تعریف می‌شود.

بازهٔ زمانی مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد است.

جمع‌بندی انواع کمیت‌ها در یک نمودار

انواع کمیت‌ها

- **از نظر ماهیت**
  - **نرده‌ای**: کمیت‌هایی هستند که به طور کامل با یک عدد و یک یکا توصیف می‌شوند.
  - **برداری**: کمیت‌هایی هستند که برای توصیف کامل آن‌ها باید به طور هم‌زمان از عدد، یکا و جهت استفاده کرد.
- **از نظر قرارداد بین‌المللی**
  - **اصلی**: هفت کمیتی هستند که یکای آن‌ها به طور مستقل تعریف شده است.
  - **فرعی**: کمیت‌هایی هستند که یکای آن‌ها براساس کمیت‌های اصلی تعریف می‌شود.

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی ممکن است با اندازه‌های خیلی بزرگ‌تر یا خیلی کوچک‌تر از یکای اصلی آن کمیت روبه‌رو شویم. در این موارد معمولاً از پیشوندهای یکاها استفاده می‌کنیم. هر کدام از این پیشوندها توان معینی از ۱۰ (یا همان 10^n) است. هر وقت یکی از این پیشوندها را در ابتدای یکای یک کمیت قرار دهیم، آن یکا به همان میزان بزرگ یا کوچک می‌شود. مثلاً اگر کیلو (10^3) را در اول یکای متر به کار ببریم، می‌شود km که هر ۱ km برابر هزار متر است.

پیشوندهایی که کاربرد بیشتری دارند و بهتر است به خاطر سپرده شوند را در جدول (۳) می‌بینید:

جدول (۳): پیشوندهای پرکاربرد برای یکاها

پیشوند	ضریب تبدیل	نماد	پیشوند	ضریب	نماد
دسی	$\frac{1}{10}=10^{-1}$	d	دکا	۱۰	da
سانتی	$\frac{1}{100}=10^{-2}$	c	هکتو	10^2	h
میلی	$\frac{1}{1000}=10^{-3}$	m	کیلو	10^3	k
میکرو	$\frac{1}{10^6}=10^{-6}$	μ	مگا	10^6	M
نانو	$\frac{1}{10^9}=10^{-9}$	n	گیگا	10^9	G
پیکو	$\frac{1}{10^{12}}=10^{-12}$	p	ترا	10^{12}	T

تبدیل یکاها در فیزیک اهمیت خیلی زیادی دارد. در مسائل مختلف با دو نوع تبدیل یکا روبه‌رو می‌شویم:

۱) **تبدیل پیشوندهای یکا به یکدیگر:** این تبدیل‌ها چندان دشوار نیستند و فقط با تبدیل توان‌های ۱۰ به یکدیگر روبه‌رو هستیم.

۲) **تبدیل یکاهای استاندارد و غیراستاندارد:** برای درست انجام دادن این تبدیل‌ها باید مقدارهای عددی معادل را بدانیم. مثلاً این‌که هر ۶۰ ثانیه معادل یک دقیقه است، در تبدیل یکاهای ثانیه و دقیقه به یکدیگر کاربرد دارد.

مثال هر nm چند km است؟

مثال تندی متوسط یک متحرک برابر ۷۲ km / h است. این تندی را در واحد SI به دست آورید.

مثال ۱۳۶۰۰ kg/m^3 را به یکای g/cm^3 تبدیل کنید.

مثال سرعت شناورهای دریایی معمولاً برحسب یکایی به نام گره بیان می‌شود. هر گره دریایی برابر ۰/۵۱۴۴ متر بر ثانیه است. سرعت یک کشتی که برابر ۱۴ گره است را برحسب کیلومتر بر ساعت به دست آورید.

مثال تغییر یک کمیت نسبت به زمان را آهنگ آن کمیت می‌نامند. یک آتش‌نشان برای خاموش‌کردن آتش، از شیلنگ آبی استفاده می‌کند که آهنگ خروج آب از آن در حدود $17000\ cm^3/s$ است. با روش تبدیل زنجیره‌ای، مشخص کنید که در هر دقیقه چند لیتر آب از شیلنگ خارج می‌شود؟

مثال مساحت $2/4\ m^2$ را برحسب سانتی‌متر مربع به دست آورید.

مثال هکتار یکی از یکاهای مساحت است. هر هکتار برابر ۱۰ هزار متر مربع است. اگر زمین را کره‌ای به شعاع $6400\ km$ فرض کنیم، مساحت آن چند هکتار است؟

تست ۵ سیر معادل چند گرم است؟ (یک سیر ۱۶ مثقال و هر مثقال $4/86\ g$ است.)

۱) ۱۹/۴۴ ۲) ۱۹۴/۴ ۳) ۳۸/۸۸ ۴) ۳۸۸/۸

تست یک اینچ برابر $2/54\ cm$، یک فوت برابر ۱۲ اینچ و یک یارد برابر ۳ فوت است. $1143\ mm$ برابر چند یارد است؟

۱) ۳/۷۵ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۳۷/۵ ۴) ۱۲/۵

توجه فقط زمانی اجازه داریم دو واحد را به هم تبدیل کنیم که هر دو از جنس یک نوع کمیت باشند. مثلاً نمی‌توانیم $10\ m$ را که از جنس طول است به متر مربع (از جنس مساحت) تبدیل کنیم.

۲) استفاده از عادگذاری علمی

طبق این روش باید عدد A را به صورت $a\times10^{n}$ بنویسیم، به طوری که $1\le a<10$ و n یک عدد صحیح است؛ مثلاً برای تندی نور می‌نویسیم $3\times10^{8}\ m/s$.

نمونه‌های روبه‌رو را هم ببینید:

$0/00052\ kg \xrightarrow{\text{۴ رقم ممیز را به جلو می‌کشیم.}} 5/2\times10^{-4}\ kg$

$39200000\ m \xrightarrow{\text{۷ رقم ممیز را عقب می‌بریم}} 3/92\times10^{7}\ m$

همین‌طور که می‌بینید n برابر تعداد ارقامی است که ممیز را جابه‌جا می‌کنیم. البته هر وقت ممیز را به سمت چپ جابه‌جا کنیم، n مثبت و هر وقت ممیز را به سمت راست جابه‌جا کنیم، n منفی است.

مثال عددهای داده‌شده را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

الف) $0/0023 = ...$ ب) $879000 = ...$

پ) $0/000715\times10^{2} = ...$ ت) $313000\times10^{-4} = ...$

۱۰- در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف) دستگاه یکاهایی که بیشتر دانشمندان و مهندسان از آن استفاده می‌کنند را ..... می‌نامند که از سال ۱۳۳۸ (ه.ش) به طور رسمی ..... نامیده شده است.

ب) یکای طول در قدیم بر مبنای فاصلهٔ ..... تعریف شده بود.

۱۱- کمیت‌های اصلی و فرعی را تعریف کنید.

۱۲- کمیت‌های اصلی را نام ببرید.

۱۳- یکای مناسب برای یک کمیت باید چه شرایطی داشته باشد؟

۱۴- خانه‌های خالی جدول زیر را کامل کنید.

پیشوند	ضریب	نماد	پیشوند	ضریب	نماد
میلی			کیلو		
	10^{-6}				M
		n		10^{9}	
	10^{-12}		ترا		

۱۵- این یکی جدول رو هم با توجه به پیشوندهای یکاهای SI و با نمادگذاری علمی کامل کنید. دستتون درد نکنه!

	جرم یک زنبور عسل کارگر	۸۰ mg	..... g	..... kg
	سن منشور کورش (۲۵۵۰ سال)	$۸۰/۴\times۱۰^{۹}$ s	..... ms	..... ns
e	بار الکتریکی الکترون	۱۶۰×۱۰^{-۱۵} μC	 C	..... nC
	طول زمین فوتبال	۱×۱۰^{۴} cm	..... m	..... km

۱۶- عددهای داده‌شده را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

الف) ۳۳۴۲×۱۰^{-۲۷} = ...　　ب) ۵۹۸×۱۰^{۲۲} = ...　　پ) ۴۹ = ...

ت) ۷ = ...　　ث) ۰/۰۰۰۰۰۷۲۱ = ...　　ج) $۰/۰۰۰۴۲\times۱۰^{۴}$ = ...

۱۷- نتیجهٔ تبدیل واحدهای زیر را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

الف) ۵۰ min = ... میکروقرن　　ب) ۱۷۴ cm = ... nm　　پ) $۸\ cm^{۳}$ = ... $mm^{۳}$

ت) $۱۲\ \mu m^{۲}$ = ... $m^{۲}$　　ث) ۱۰ m / s = ... km / h

۱۸- یک هارددیسک دو ترابایتی، چند کیلوبایت اطلاعات را در خود جای می‌دهد؟

۱۹- ۴۲×۱۰^{-۳} متر مکعب چند نانومتر مکعب است؟ جواب خود را با استفاده از نمادگذاری علمی بنویسید.

۲۰- سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی به نام هسپرویوکا است. این گیاه طی ۱۴ روز، ۳/۷ m رشد می‌کند. رشد این گیاه در هر ثانیه چند میکرومتر است؟

۲۱- یکای متداول جرم برای سنجش جواهرات، قیراط است و هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است. دو الماس تاریخی و ارزشمند دریای نور و کوه نور به ترتیب ۱۸۲ قیراط و ۱۰۸ قیراط جرم دارند. جرم آن‌ها را برحسب گرم به دست آورید.

الماس‌های دریای نور و کوه نور

۲۲- ایرانیان قدیم برای کمیت جرم یکاهای متعددی داشتند. برخی از این یکاها و رابطهٔ تبدیل آن‌ها را در زیر می‌بینید:

الف) هر سیر چند گرم است؟ ۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز

ب) یک خروار چند کیلوگرم است؟ ۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال

پ) اگر قیمت هر مثقال طلا ۸۲۳ هزار تومان باشد، قیمت یک کیلوگرم طلا چه‌قدر است؟

۴/۶۸ گرم = ۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم

۲۳- فرسنگ (یا فرسخ) و ذرع از یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. به طوری که: (۶۰۰۰ ذرع = یک فرسنگ و ۱۰۴ cm = یک ذرع)

الف) هر فرسخ چند کیلومتر است؟

ب) ۷۰ ذرع چند متر است؟

۲۴- در دستگاه بریتانیایی یکاها، یکای اصلی طول، فوت (پا) است. معروف است که این یکا برابر طول کف پای یکی از پادشاهان قدیم انتخاب شده است. هر فوت برابر است با ۱۲ اینچ (۱ ft = ۱۲ in) و هر اینچ ۲/۵۴۰ سانتی‌متر است (۱ in = ۲/۵۴۰ cm). هواپیمایی که در ارتفاع ۳۰۰۰۰ پا پرواز می‌کند، چند متر بالاتر از زمین است؟

۲۵- برای سنجش طول در ابعاد ستارگان و سیارات از واحدی به نام یکای نجومی (AU) استفاده می‌شود. این یکا برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است و برابر است با $۱/۵\times۱۰^{۱۱}$ m. قطر خورشید تقریباً ۱۴۰۰۰۰۰ km و قطر زمین ۱۲۸۰۰ km است.

الف) قطر خورشید برابر چند یکای نجومی است؟

ب) قطر زمین چند AU است؟

۲۶- بزرگ‌ترین یکای طول، سال نوری (ly) نامیده می‌شود. سال نوری برابر مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند. از سال نوری برای بیان فاصلهٔ، بین کهکشان‌ها و ابعاد عالم هستی استفاده می‌شود. جالب است بدانید که فاصلهٔ زمین تا خورشید که مقدار آن را در تمرین قبلی دیدیم، تنها ۸ دقیقهٔ نوری است. ($۱\,ly = ۹/۴\times۱۰^{۱۵}$ m)

۲۶- بزرگ‌ترین یکای طول، سال نوری (ly) نامیده می‌شود. سال نوری برابر مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند. از سال نوری برای بیان فاصلهٔ، بین کهکشان‌ها و ابعاد عالم هستی استفاده می‌شود. جالب است بدانید که فاصلهٔ زمین تا خورشید که مقدار آن را در تمرین قبلی دیدیم، تنها ۸ دقیقهٔ نوری است. ($۱\,ly = ۹/۴\times۱۰^{۱۵}$ m)

الف) ما تا نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید (که پروکسیما قنطورس نام دارد) در حدود ۴×۱۰^{۱۶} m فاصله داریم. این فاصله تقریباً چند سال نوری است؟

ب) کیهان‌شناسان در دورترین محل قابل مشاهدهٔ کیهان، که فاصله‌اش با ما ۱×۱۰^{۲۶} m برآورد می‌شود، اجرامی به نام کوازارها را رصد کرده‌اند. این فاصله را به طور تقریبی برحسب سال نوری به دست آورید.

اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی همیشه با مقداری خطا و عدم قطعیت انجام می‌شود. هر چه‌قدر که اندازه‌گیری ما دقیق باشد، باز هم نسبت به دقت‌های بالاتر دارای خطا خواهیم بود.

اگر به عوامل زیر توجه کنیم، می‌توانیم دقت اندازه‌گیری را بالا ببریم:

۱) دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری ۲) مهارت شخص آزمایشگر ۳) تعداد دفعات اندازه‌گیری

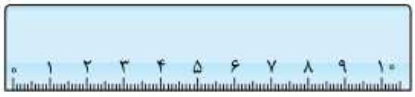
۱- دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری

معمولاً وسایلی که از آن‌ها برای اندازه‌گیری استفاده می‌شود یا مدرج (درجه‌بندی‌شده) هستند یا رقمی (دیجیتال). در جدول زیر، نمونه‌ها و نحوهٔ تعریف دقت اندازه‌گیری در این وسایل را ببینید:

جدول (۴): تعریف دقت اندازه‌گیری

نوع وسیلهٔ اندازه‌گیری	نمونه	دقت اندازه‌گیری
مدرج	خط‌کش، نقاله، دماسنج جیوه‌ای و ...	کمینهٔ تقسیم‌بندی وسیله
رقمی	ترازوی دیجیتالی، دماسنج دیجیتالی، نمایشگر پمپ بنزین و ...	یک واحد از آخرین رقمی که نشان می‌دهد.

«دقت هر وسیلهٔ اندازه‌گیری، برابر است با کم‌ترین اندازه‌ای که با آن وسیله می‌توانیم اندازه بگیریم».



نمونه **وسیلهٔ اندازه‌گیری مدرج.** در خط‌کشی که برحسب میلی‌متر مدرج‌شده، کمینهٔ تقسیم‌بندی ۱ mm است؛ بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برابر ۱ mm است.

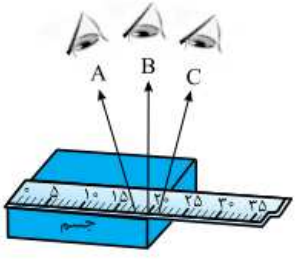
نمونه **وسیلهٔ اندازه‌گیری رقمی.** آخرین رقمی که در یک ترازوی دیجیتال نشان داده می‌شود، برحسب گرم است؛ بنابراین دقت این ترازو برابر ۱ g است.

نکته هر چه‌قدر وسیلهٔ اندازه‌گیری بتواند اندازه‌های کوچک‌تری را بسنجد، دقت اندازه‌گیری بالاتر است.

نکته دقت اندازه‌گیری را می‌توان از روی نتیجهٔ گزارش یک اندازه‌گیری نیز تعیین کرد. وقتی نتیجهٔ یک اندازه‌گیری به شما اعلام می‌شود، کافی است کوچک‌ترین ارزش مکانی *(همون یکان و دهگان و صدگان و ...)* آن عدد را تعیین کنیم تا دقت را تعیین کرده باشیم:

نتیجهٔ اندازه‌گیری : ۰/۰۰۷۲ m ← کوچک‌ترین ارزش مکانی : ۰/۰۰۰۱ ← دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری : ۰/۰۰۰۱ m

۲- مهارت شخص آزمایشگر



این‌که ما چگونه یک مقدار را اندازه بگیریم، در زیاد و کم شدن خطای اندازه‌گیری مؤثر است. برای نمونه به شکل روبه‌رو نگاه کنید (می‌توانید همین حالت را خودتان امتحان کنید). به نظر شما چشم در کدام وضعیت باشد تا اندازهٔ به دست آمده خطای کم‌تری داشته باشد؟

مشخص است که برای کاهش خطا باید به طور عمود به خط‌کش نگاه کرد (ناظر B). از این تصویر ساده می‌توان فهمید که اختلاف منظر در خواندن نتیجهٔ اندازه‌گیری مؤثر است. این‌که نتیجهٔ اندازه‌گیری چگونه خوانده شود، به مهارت شخص آزمایشگر بستگی دارد.

۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری

روش دیگر برای بالابردن دقت و کاهش خطا این است که یک اندازه‌گیری را چند بار تکرار کنیم و در نهایت بین تمام عددهای به دست آمده میانگین بگیریم. البته اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با دیگر عددهای اندازه‌گیری‌شده داشتند، آن‌ها را حذف کرده و در میانگین‌گیری وارد نمی‌کنیم. هر چه **تعداد دفعاتی** که اندازه‌گیری تکرار می‌شود بیشتر باشد، می‌توان به دقت بالاتری دست یافت.

توجه افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری هنگامی دقت را به طور محسوسی بالا می‌برد که احتمال خطای شخص آزمایشگر زیاد باشد. مثلاً وقتی مدت‌زمان یک پدیده را با کرونومتر اندازه‌گیری می‌کنیم، افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری، نقش زیادی در بهبود دقت ما خواهد داشت.

گاهی از روش‌های غیرمستقیم برای اندازه‌گیری یک کمیت استفاده می‌شود. مثلاً فرض کنید با یک خط‌کش معمولی می‌خواهیم ضخامت یک ورقهٔ کاغذ را اندازه بگیریم. برای این کار می‌توانیم مثلاً ضخامت ۱۰۰ برگ کاغذ را با خط‌کش اندازه گرفته و اندازهٔ به دست آمده را بر ۱۰۰ تقسیم کنیم یا اگر بخواهیم جرم یک قطرهٔ آب را توسط یک ترازوی معمولی به دست آوریم، جرم تعداد زیادی قطره (مثلاً ۲۰۰ قطره) را اندازه گرفته و جرم به دست آمده را بر تعداد قطره‌ها تقسیم می‌کنیم.

در چنین اندازه‌گیری‌هایی **افزایش تعداد** (در مثال اول افزایش تعداد کاغذها و در مثال دوم افزایش تعداد قطره‌ها) می‌تواند خطای اندازه‌گیری را کاهش دهد.

نتیجه دقت اندازه‌گیری به **دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری**، **مهارت شخص اندازه‌گیری‌کننده** و **تعداد دفعات تکرار اندازه‌گیری** بستگی دارد.

مثال **مدت زمان یک پدیده را چند بار توسط کرونومتر اندازه‌گیری کرده‌ایم و به مقدارهای ۱۳ s، ۹ s، ۲ s، ۳۱ s، ۱۶ s و ۱۲ s دست یافته‌ایم. مدت زمان این پدیده را چند ثانیه می‌توان گزارش نمود؟**

۲۷- در جملهٔ زیر جای خالی را با کلمهٔ مناسب کامل کنید.

هر چه وسیلهٔ اندازه‌گیری بتواند اندازه‌های کوچک‌تری را بسنجد، دقت اندازه‌گیری ..... است.

۲۸- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) هر چه یک آزمایش را بیشتر تکرار کنیم، احتمال خطا بیشتر می‌شود.

ب) مهارت شخص اندازه‌گیری‌کننده در کاهش خطای اندازه‌گیری مؤثر است.

۲۹- دقت اندازه‌گیری به چه عواملی بستگی دارد؟ (سه مورد)

۳۰- با مقداری نخ و درِ دو شیشهٔ مربا و یک میلهٔ سبک برای خودتان یک ترازوی دوکفه‌ای ساخته‌اید. می‌خواهید از سوزن‌های ته‌گرد به عنوان سنگ ترازو استفاده کنید، اما جرم یک سوزن را نمی‌دانید. چگونه می‌توانید جرم یک سوزن را با ترازوی معمولی که در آشپزخانه دارید حساب کنید؟

۳۱- یک آزمایش اندازه‌گیری زمان را چند بار تکرار کرده‌ایم. اطلاعات زیر از این تکرارها به دست آمد:

۱۴۱ ms، ۱۵۰ ms، ۱۳۹ ms، ۲۲۸ ms، ۱۵۷ ms، ۸۴ ms، ۱۵۹ ms، ۱۴۴ ms

نتیجهٔ نهایی این آزمایش را چگونه باید گزارش کنیم؟

چگالی از ویژگی‌های مهم هر ماده است و به صورت روبه‌رو تعریف می‌شود:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow \boxed{\rho = \frac{m}{V}}$$

یکای چگالی در SI، کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3) است.

چگالی را جرم واحد حجم یا جرم حجمی نیز می‌نامند.

مهم‌ترین یکاهای غیراستاندارد برای چگالی g/cm^3 و kg/L است.

چگالی برحسب kg/L و چگالی برحسب g/cm^3 $\overset{\times 1000}{\underset{\div 1000}{\rightleftarrows}}$ چگالی برحسب kg/m^3

مثال **این‌که می‌گوییم چگالی سیمان $2300\ kg/m^3$ است، چه مفهومی دارد؟**

مثال **تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.**

الف $1\ g/cm^3 = \cdots\cdots\ kg/L$　　**ب** $1\ kg/m^3 = \cdots\cdots\ g/cm^3$　　**پ** $1\ kg/L = \cdots\cdots\ kg/m^3$

مثال **در ظرفی ۲۷۲ گرم جیوه وجود دارد. اگر جیوه را خالی کنیم و به جای آن آب بریزیم، جرم آب چند کیلوگرم خواهد شد؟**
$(\rho_{آب} = 1\ g/cm^3\ ,\ \rho_{جیوه} = 13/6\ g/cm^3)$

مثال **۱۰ L آب چند گرم بیشتر از ۱۰ L بنزین جرم دارد؟ $(\rho_{آب} = 1\ g/cm^3\ ,\ \rho_{بنزین} = 680\ kg/m^3)$**

برای محاسبهٔ چگالی یک جسم باید دو چیز را تعیین کرد:

۱) جرم جسم (m)　　۲) حجم جسم (V)

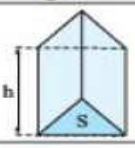
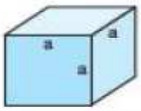
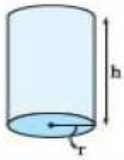
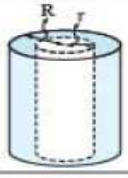
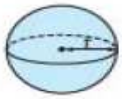
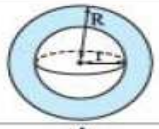
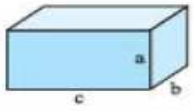
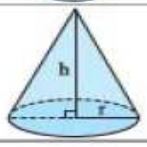
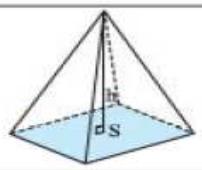
تعیین جرم: جرم جسم را با استفاده از ترازو اندازه می‌گیریم.

تعیین حجم: برای تعیین حجم یک جسم دو حالت ممکن است رخ دهد:

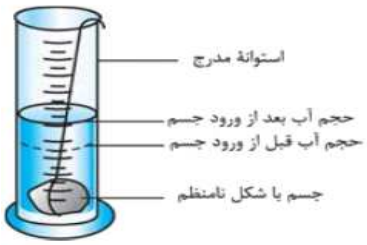
۱) حجم اجسامی که شکل هندسی ساده دارند به کمک روابط تعیین حجم در هندسه به دست می‌آیند. چند نمونه از این اجسام و رابطهٔ محاسبهٔ حجم هر یک را در شکل‌های زیر می‌بینید:

حجم‌هایی که باید بلد باشیم:

خیلی وقت‌ها برای محاسبهٔ چگالی نیاز به محاسبهٔ حجم یک جسم داریم، برای همین باید فرمول‌های محاسبهٔ حجم‌های معروف را بدانیم:

نام حجم	شکل	فرمول محاسبهٔ حجم	نام حجم	شکل	فرمول محاسبهٔ حجم
منشور		$V = Sh$ ↓ مساحت قاعده	مکعب		$V = a^3$
استوانه		$V = \pi r^2 h$	استوانهٔ توخالی		$V = \pi(R^2 - r^2)h$
کره		$V = \frac{4}{3}\pi r^3$	کرهٔ توخالی		$V = \frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3)$
مکعب‌مستطیل		$V = abc$	مخروط		$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$
هرم		$V = \frac{1}{3}Sh$ ↓ مساحت قاعده			

۲ برای محاسبهٔ حجم جسمی که شکل هندسی ساده ندارد، آن را داخل یک استوانهٔ مدرج حاوی آب می‌اندازیم به گونه‌ای که تمام حجم آن زیر آب قرار گیرد. تغییر ارتفاع آب در استوانهٔ مدرج، برابر با حجم جسم است.



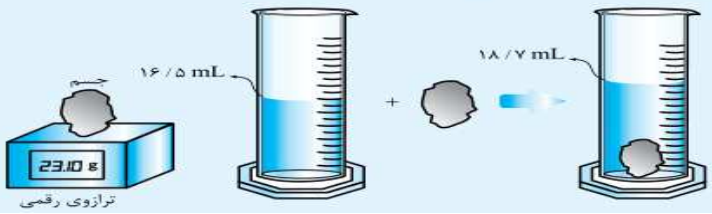
حالا وقت آن است که ادعای خود را ثابت کنیم. مثال زیر را دریابید.

مثال کلاستان را مکعب‌مستطیلی با ابعاد $۹m \times ۴m \times ۳m$ در نظر بگیرید. هوای موجود در کلاس شما چند کیلوگرم است؟

مثال فلز اُسمیوم از چگال‌ترین عناصر یافت‌شده روی زمین است. قطعه‌ای از این فلز به اندازهٔ تقریبی یک توپ والیبال به شعاع ۱۰ cm، چند کیلوگرم است؟ ($\rho_{\text{اسمیوم}} = ۲۲/۵ \times ۱۰^۳ \ kg/m^۳$ ، $\pi \approx ۳$)

مثال **الف)** با توجه به شکل زیر، چگالی جسم را برحسب g/L، g/cm^3، kg/m^3 به دست آورید.

ب) با استفاده از جدول چگالی‌ها، جنس جسم را تعیین کنید.



محاسبهٔ چگالی اجسام حفره‌دار

در انواعی از مسائل چگالی با اجسامی روبه‌رو هستیم که دارای حفره هستند؛ یعنی تمام یا قسمتی از جسم موردنظر، توخالی است. در این مسائل می‌توان حجم حفره را از تفاوت حجم ظاهری و حجم واقعی جسم به دست آورد:

حجم واقعی − حجم ظاهری = حجم حفره (فضای خالی)

حجم ظاهری، حجم جسم با توجه به ابعادش و با در نظر گرفتن حجم حفره است.

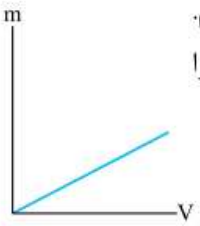
حجم واقعی، حجم مادهٔ به کار رفته در جسم است. این حجم را می‌توان با استفاده از جرم و چگالی جسم تعیین کرد:

حجم واقعی: $V = \frac{m}{\rho}$

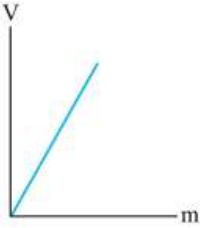
مثال **یک مجسمهٔ فلزی $40\ kg$ جرم و $0/060\ m^3$ حجم دارد. چگالی فلز به کار رفته در مجسمه $8000\ kg/m^3$ است. حجم فضای خالی درون مجسمه را حساب کنید.**

محاسبهٔ چگالی از روی نمودار

در مسائل مختلف ممکن است با هر یک از نمودارهای مقابل روبه‌رو شویم. این نمودارها در دمای ثابت رسم می‌شوند و اطلاعات لازم برای حل سؤال را در اختیار ما قرار می‌دهند.

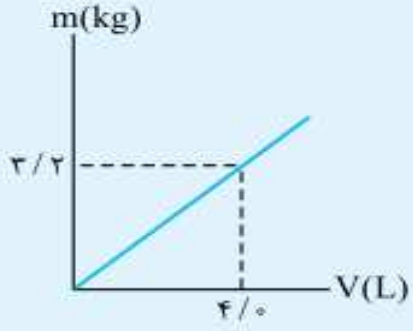


در نمودار $m - V$، شیب خط نشان‌دهندهٔ چگالی ماده است.



در نمودار $V - m$، شیب خط وارون چگالی ماده را نشان می‌دهد.

مثال **نمودار تغییرات جرم برحسب حجم $(m - V)$ ماده‌ای در دمای ثابت به صورت مقابل است. چگالی این ماده را در SI به دست آورید.**



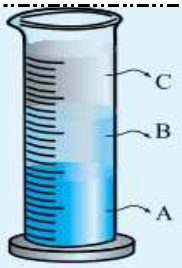
چگالی آلیاژ (مخلوط)

اگر دو یا چند ماده با هم مخلوط شوند و حجم هر کدام از آن‌ها بر اثر مخلوط‌شدن تغییر نکند، داریم:

$$\text{چگالی آلیاژ (مخلوط)} = \frac{\text{جرم کل}}{\text{حجم کل}} \Rightarrow \boxed{\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2 + \cdots}{V_1 + V_2 + \cdots}}$$

مثال ۹۰۰ گرم آب و ۸۰۰ گرم الکل را با هم مخلوط می‌کنیم. اگر تغییر حجمی رخ ندهد، چگالی محلول چه‌قدر است؟
$(\rho_{\text{آب}} = 1\,g/cm^3 \ , \ \rho_{\text{الکل}} = 0/8\,g/cm^3)$

مثال سه مایع مخلوط‌نشدنی را در یک استوانهٔ مدرج ریخته‌ایم. این سه مایع عبارت‌اند از: آب $(\rho_{\text{آب}} = 1/0 \times 10^3\ kg/m^3)$ و جیوه $(\rho_{\text{جیوه}} = 1/36 \times 10^4\ kg/m^3)$ و گلیسرین $(\rho_{\text{گلیسرین}} = 1/26 \times 10^3\ kg/m^3)$. با توجه به مطلبی که در نمونهٔ ۳ دیدید، تعیین کنید A، B و C هرکدام چه مایعی هستند؟



مثال چگالی خون برای یک فرد سالم در محدودهٔ $1/04\,g/cm^3$ تا $1/06\,g/cm^3$ قابل‌قبول است. در آزمایشگاه به اندازهٔ $6\,cm^3$ از شخصی خون گرفته می‌شود. اگر جرم خون گرفته‌شده $6/12\,g$ باشد، شخص سالم است یا خیر؟

۳۲- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) چگالی مایعات، همیشه از چگالی جامدات کم‌تر است.

ب) یک چوب‌کبریت روی آب استخر شناور می‌ماند، زیرا جرم آن از جرم آب استخر کم‌تر است.

پ) در دما و فشار ثابت، چگالی آب درون یک لیوان و چگالی آب استخر با هم برابر است.

ت) چگالی آلیاژ از چگالی هر کدام از مواد مخلوط‌شده بیشتر است.

۳۳- چگالی یک نوشابهٔ گازدار وقتی که هنوز بطری آن باز نشده بیشتر است یا هنگامی که آن را داخل لیوان ریخته‌ایم؟

۳۴- در زمان ارشمیدس، پادشاه مقداری طلای خالص به طلاسازی می‌دهد تا یک تاج طلایی زیبا برایش ساخته شود. وقتی طلاساز تاج را به پادشاه می‌دهد، پادشاه شک می‌کند که آیا تاج جدیدش از طلای خالص ساخته شده یا ناخالصی مس دارد. پادشاه از ارشمیدس برای حل این مشکل کمک می‌خواهد و او این مسئله را حل می‌کند. به نظر شما راه حل ارشمیدس چه بوده است؟

۳۵- چگالی ستاره‌های کوتولهٔ سفید در SI حدود ۱۰۰ میلیون است. جرم مقداری از این ستاره به اندازهٔ تقریبی یک حبه‌قند چند کیلوگرم است؟

۳۶- اگر مقداری یخ را به طور کامل ذوب کنیم، حجم آن $10\ cm^3$ تغییر می‌کند. جرم یخ ذوب‌شده چه‌قدر است؟
$(\rho_{آب} = 1000\ kg/m^3\ ,\ \rho_{یخ} = 900\ kg/m^3)$

۳۷- یک قطعه فلز با چگالی $4/0\ g/cm^3$ را درون ظرفی لبریز از روغن می‌اندازیم. اگر $72\ g$ روغن از ظرف سرریز شود، جرم قطعه فلز چند گرم است؟ $(\rho_{روغن} = 0/8\ g/cm^3)$

۳۸- جرم یک ورقهٔ مسی $21/6\ g$ و مساحت آن $20\ cm^2$ است. ضخامت ورقه را به دست آورید. $(\rho_{مس} = 9\ g/cm^3)$

۳۹- قطر یک گوی فلزی نصف قطر یک گوی چوبی است. اگر جرم آن ۴ برابر جرم گوی چوبی باشد، چگالی فلز چند برابر چگالی چوب است؟

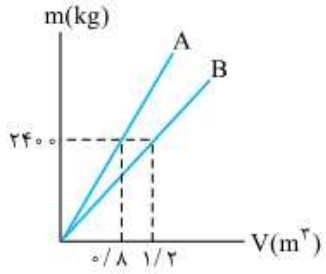
۴۰- الف) مکعبی آلومینیمی داریم که $21/6\ g$ جرم دارد. طول ضلع این مکعب را به دست آورید.
ب) مکعب بالا را ذوب کرده و از آن یک حجم کروی می‌سازیم. شعاع این کره را به دست آورید. $(\rho_{آلومینیم} = 2/7 \times 10^3\ kg/m^3\ ,\ \pi = 3)$

۴۱- یک کرهٔ نقره‌ای به قطر $10\ cm$ و جرم $3150\ g$ در اختیار داریم. حجم حفره‌ای که درون این کره وجود دارد را به دست آورید.
$(\rho_{نقره} = 10500\ kg/m^3\ ,\ \pi = 3)$

۴۲- یک بطری وقتی با مایعی به چگالی $1/2\ g/cm^3$ پر شود، $400\ g$ و هنگامی که با مایعی به چگالی $2\ g/cm^3$ پر شده باشد، $500\ g$ جرم دارد. جرم و حجم بطری را تعیین کنید.

۴۳- $500\ cm^3$ آب را با چند سانتی‌متر مکعب از مایعی به چگالی $1/2\ g/cm^3$ مخلوط کنیم تا چگالی مخلوط $1/1\ g/cm^3$ شود؟ $(\rho_{آب} = 1\ g/cm^3)$

۴۴- در دمای ثابت، نمودار تغییرات جرم برحسب حجم $(m-V)$ دو مادهٔ A و B به صورت روبه‌رو است.



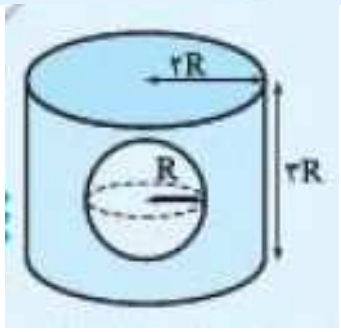
الف) اگر جرم‌های مساوی از آن‌ها را با هم مخلوط کنیم، چگالی مخلوط چه‌قدر خواهد شد؟

ب) اگر حجم‌های مساوی از آن‌ها را با هم مخلوط کنیم، چگالی مخلوط چه‌قدر خواهد شد؟

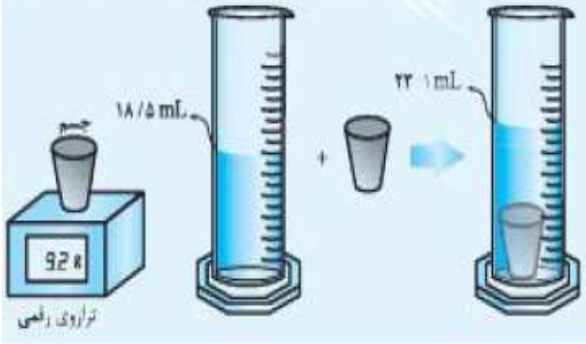
تست مطابق شکل درون یک استوانهٔ فلزی یک حفرهٔ کروی وجود دارد. اگر چگالی فلز $8\ g/cm^3$ و جرم فلز به کار رفته در این استوانه $256\ kg$ باشد، R چند سانتی‌متر است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۰/۱　　۲) ۱۰

۳) ۰/۲　　۴) ۲۰

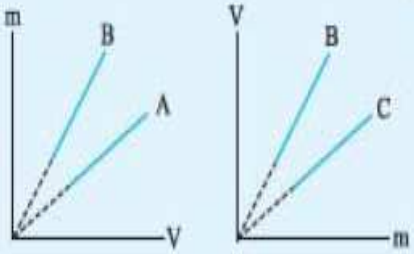


تست با توجه به شکل روبه‌رو، چگالی جسم چند گرم بر میلی‌متر مکعب است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) 5×10^{-4}
۲) 5×10^{4}
۳) 2×10^{-3}
۴) 2×10^{3}

تست با توجه به نمودارهای داده‌شده برای سه مادهٔ A، B و C کدام مقایسه در مورد چگالی سه ماده درست است؟



۱) $\rho_C > \rho_B > \rho_A$
۲) $\rho_A > \rho_B > \rho_C$
۳) $\rho_B > \rho_C ، \rho_B > \rho_A$
۴) $\rho_B < \rho_C ، \rho_B < \rho_A$

تست چگالی جسم A، ۱/۸ برابر چگالی جسم B است. اگر حجم ۴۰۰ g از جسم B، ۹۰۰ cm^3 باشد، حجم ۱۰۰ g از جسم A چند سانتی‌متر مکعب است؟

۱) ۱۰۰　　۲) ۱۲۵　　۳) ۲۰۰　　۴) ۲۵۰

تست چگالی جسم A، ۱/۸ برابر چگالی جسم B است. اگر حجم ۴۰۰ g از جسم B، ۹۰۰ cm^3 باشد، حجم ۱۰۰ g از جسم A چند سانتی‌متر مکعب است؟

۱) ۱۰۰　　۲) ۱۲۵　　۳) ۲۰۰　　۴) ۲۵۰

تست یک کرهٔ توخالی از فلزی با چگالی $5000\ kg/m^3$ ساخته شده است. اگر چگالی کره $1000\ kg/m^3$ باشد، حجم فضای خالی چند برابر حجم فلز به کار رفته در آن است؟

۱) ۵　　۲) ۴　　۳) ۰/۲۵　　۴) ۰/۲

تست $500\,cm^3$ آب را با چند سانتی‌متر مکعب از مایعی به چگالی $1/2\,g/cm^3$ مخلوط کنیم تا چگالی مخلوط $1/1\,g/cm^3$ شود؟ (چگالی آب $1\,g/cm^3$ است.)

۱) ۲۵۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۷۵۰

تست در مخلوطی از آب و یخ، $27\,g$ یخ ذوب می‌شود. حجم مخلوط چگونه تغییر می‌کند؟ ($\rho_{آب}=1\,g/cm^3$, $\rho_{یخ}=0/9\,g/cm^3$)

۱) $3\,cm^3$ افزایش می‌یابد ۲) $3\,cm^3$ کاهش می‌یابد ۳) $1\,cm^3$ افزایش می‌یابد ۴) $1\,cm^3$ کاهش می‌یابد