

به نام خدا

فیزیک سال دهم ریاضی-تجربی

فصل اول (اندازه گیری)

فیزیک (۱) پایه ی دهم دوره ی دوم متوسطه

فصل : اول (اندازه گیری)

موضوع : اندازه گیری

فهرست

مدل سازی در فیزیک

خطا و دقت

اندازه گیری و کمیت های فیزیکی

تخمین مرتبه بزرگی در فیزیک

اندازه گیری و دستگاه بین المللی یکاها

چگالی



فیزیک چیست؟

واژه ی فیزیک، ریشه در یونان باستان دارد و به معنای شناخت طبیعت است.

نکته:

فیزیک علم تجربی است و اندازه گیری در آن نقش اساسی دارد، همچنین فیزیک، پایه و اساس تمامی مهندسی ها و فناوری ها است.

مدل فیزیکی

صورت ساده شده ای از یک دستگاه فیزیکی است که تحلیل آن با در نظر گرفتن تمام جزئیات، مسئله را پیچیده می کند.

مدل باز نمایی یک پدیده یا جسم ، به منظور آسان ساختن درک و فهم آن پدیده است.

(مدل سازی در فیزیک)

فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آنقدر ساده و آرمانی می شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

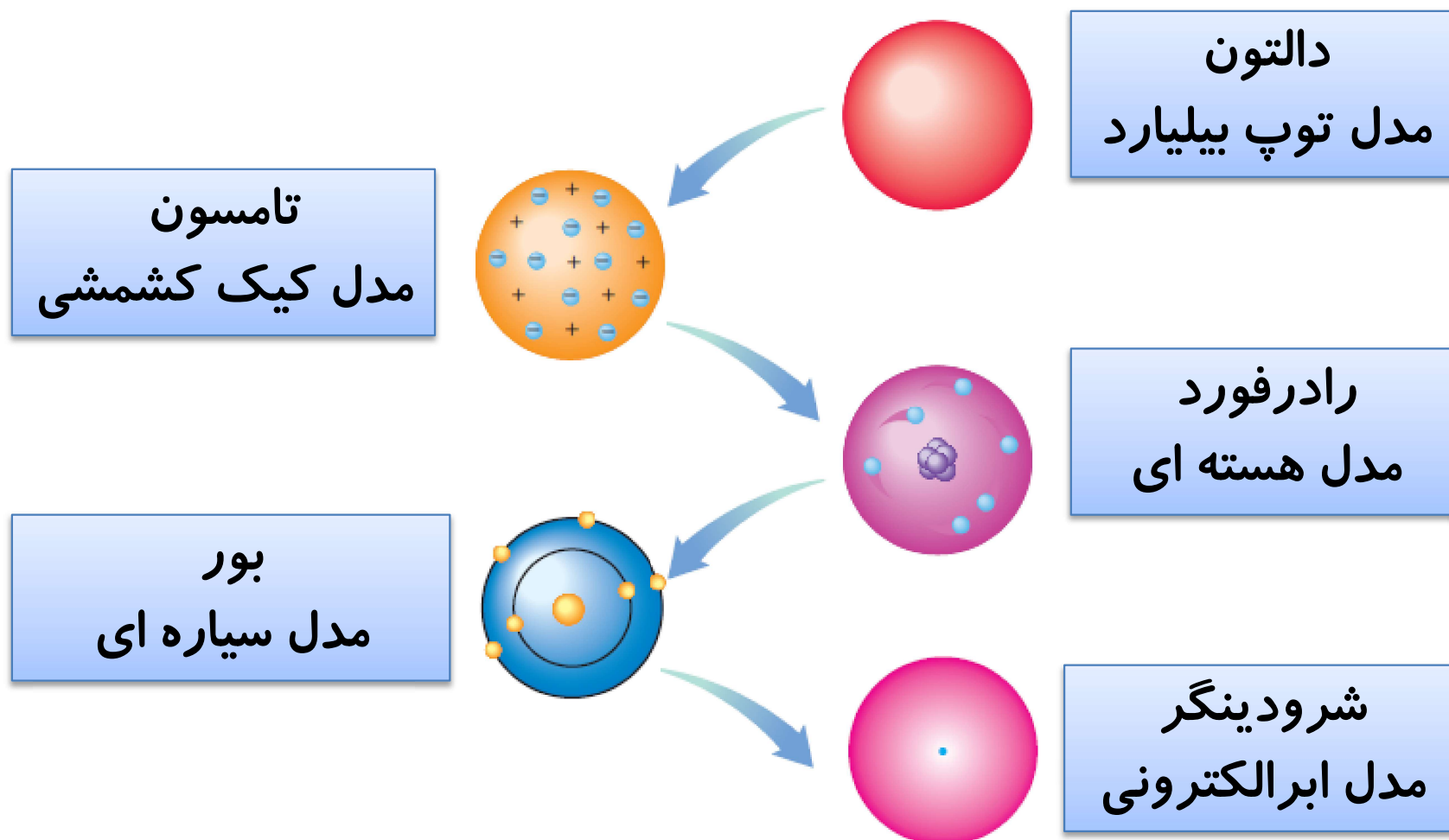
نظریه فیزیکی:

مجموعه ای از گزاره هایی که چرایی و چگونگی وقوع پدیده ها را توضیح می دهد مثل نظریه ی جنبشی مولکولهای گازها

مدل اتمی:

نتیجه نظریات دانشمندان مختلف درباره ساختار درون اتم

نظریه اتمی که دنیای درون اتم را توصیف می کند چندین بار به خاطر بدست آوردن اطلاعات جدید از رفتار اتم ها اصلاح شد



قانون فیزیکی

به گزاره های کلی که دانشمندان رابطه بین برخی از کمیت های فیزیکی را توصیف می کنند و در دامنه وسیعی از پدیده های گوناگون طبیعت معتبرند مانند قانون های نیوتون ، قانون پایستگی انرژی ، قانون گازهای آرمانی ، قانون اول و دوم ترمودینامیک

اصل

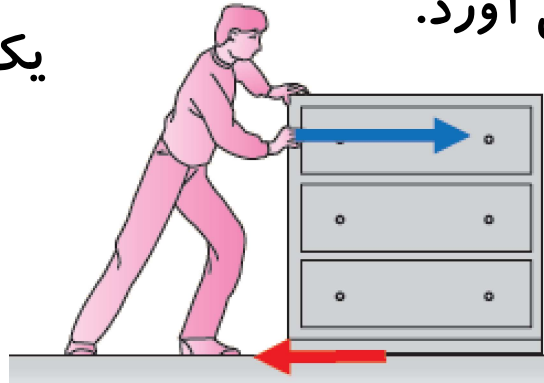
گزاره هایی که دامنه ی محدود تری از پدیده های فیزیکی را که عمومیت کمتری دارند را توصیف می کند.

مانند اصل پاسکال ، اصل ارشمیدس ، اصل برنولی ، اصل پایستگی انرژی مکانیکی

مدل سازی تحلیل حرکت میز روی زمین

نیروی دست، که جسم را رو به جلو، به حرکت درمی آورد.

شخصی در حال هل دادن یک جسم نسبتاً بزرگ



نیروی اصطکاک، که برخلاف جهت حرکت جسم وارد می شود.

جسم را به صورت یک ذره در نظر می گیریم

نیروی دست ← → نیروی اصطکاک

مدل سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

جهت حرکت توپ

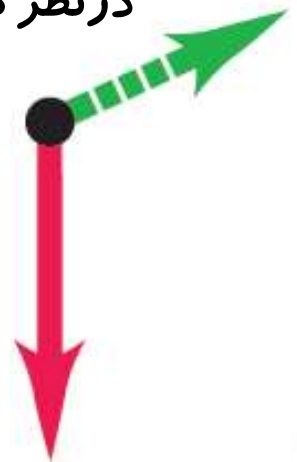
توپ بسکتبال
می چرخد.



مقاومت هوا و باد نیروهایی
به توپ وارد می کنند.

نیروی گرانشی وارد بر توپ
به ارتفاع بستگی دارد.

توپ بسکتبال به صورت
یک جسم نقطه ای
در نظر گرفته می شود.



نیروی گرانشی وارد
بر توپ ثابت است.

مدل سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

پیش‌بینی	فرض

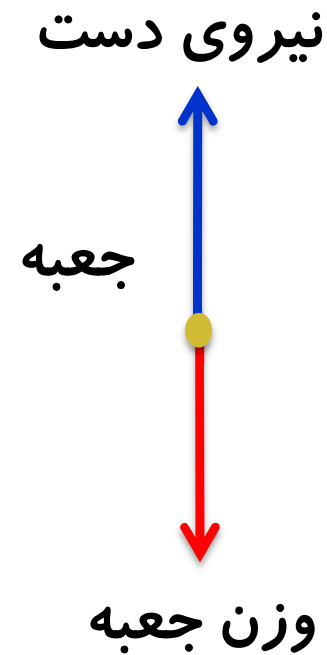
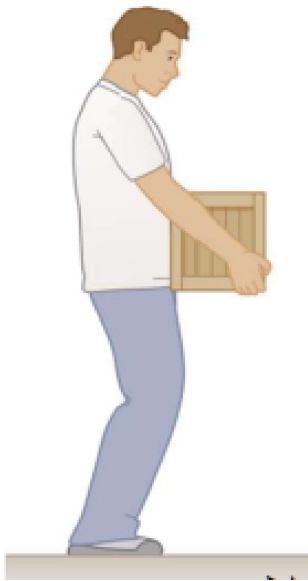
مدل سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

پیشگیری	فرض
توپ یک کره ی کامل نیست و درزها و برجستگی هایی دارد و توپ در حال حرکت به دور خود می چرخد.	با چشم پوشی از اندازه، شکل و چرخش توپ، آن را به شکل به نقطه در نظر می گیریم
باد و مقاومت هوا بر حرکت توپ اثر می گذارد.	فرض می کنیم توپ در خلأ حرکت می کند و باد و هوایی در کار نیست.
وزن توپ با تغییر ارتفاع تغییر می کند	فرض می کنیم وزن توپ با تغییر ارتفاع ثابت است.

پرسش:

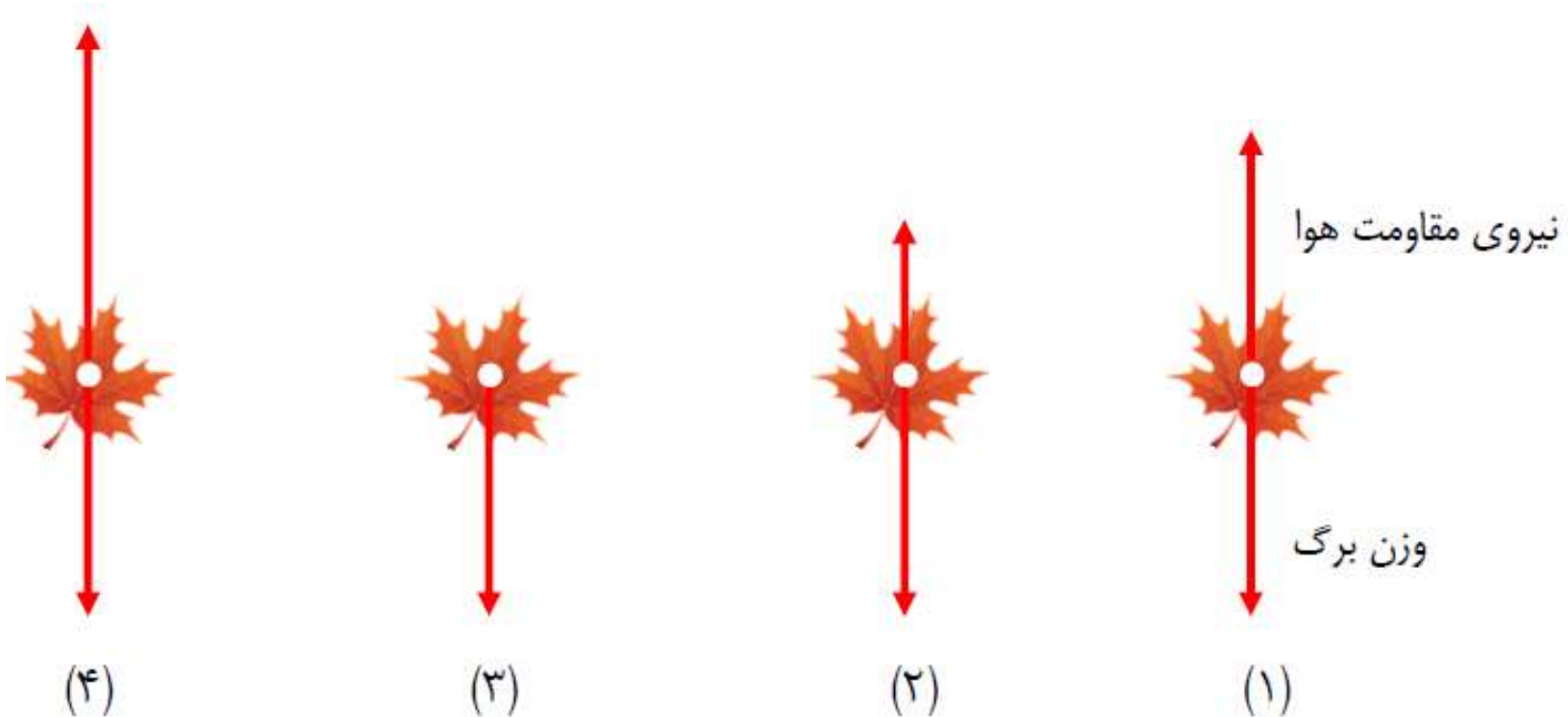
شکل زیر شخصی را در حالت ایستاده نشان می دهد که جعبه ای در دست خود گرفته است. نیروهای وارد بر جعبه را مدل سازی کنید.

پاسخ:



تست:

شکل زیر سقوط برگ درختی را به طرف زمین نشان می دهد. کدام گزینه حرکت برگ درخت به طرف زمین را بهتر مدل سازی کرده است؟



پاسخ:

با توجه به نوع حرکت برگ درخت هنگام سقوط به طرف زمین، گزینه ۲ درست است.

توجه:

هنگام مدلسازی یک پدیده فیزیکی، باید **اثرهای جزئی تر** را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین کننده را.

مثال:

اگر به جای مقاومت هوا، نیروی جاذبه زمین را نادیده می گرفتیم، آن گاه مدل ما پیش بینی می کرد که وقتی توپی به بالا پرتاب شود در یک خط مستقیم بالا می رود!

در غیاب نیروی جاذبه

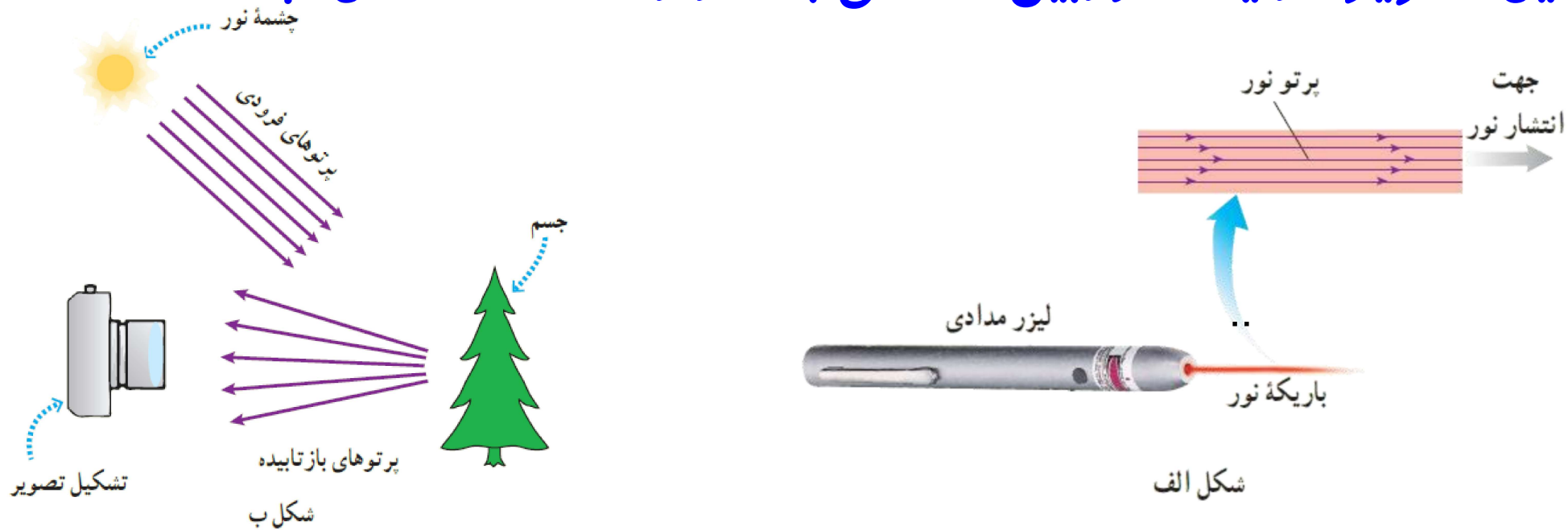


در حضور نیروی جاذبه



پرسش ۱-۱:

در شکل الف، چه چیزی مدل سازی شده است. این مدل سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به کار رفته است شکل ب؟



پاسخ:

شکل الف، باریکه نورتابیده شده از لیزر مدادی به صورت پرتوهای موازی نور که با خطهایی با پیکان هایی هم جهت روی آن مدل سازی شده است

شکل ب چشمه ی نوری رانشان می دهد که پرتوهای موازی فرودی پس از بازتاب از جسم، واگرا شده و وارد دوربین می شوند و تصویری از جسم تشکیل می دهند.

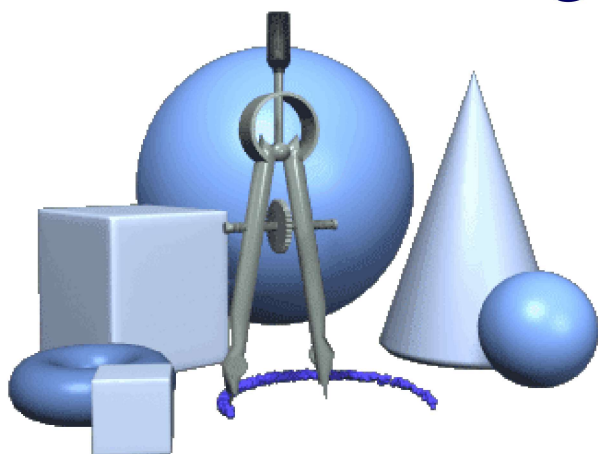
فرق کیفیت و کمیت چیست؟

کیفیت: آنچه را که نتوان اندازه گیری کرد

مانند : زیبایی - مهربانی - بد اخلاقی - کثیفی -

کمیت: آنچه را که بتوان اندازه گیری کرد

مانند : ارتفاع - حجم - زمان - جرم - دما - نیرو - انرژی -



یکا یا واحد اندازه گیری:

به مقدار مشخصی از هر کمیت گفته می شود که به عنوان مقیاس انتخاب شده است.

برای انجام اندازه گیری های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه گیری نیاز داریم

به طور مثال برای طول، یکاهای مختلفی وجود دارد مثل یک متر، یک کیلو متر ...

برای زمان هم یکاهای متفاوتی وجود دارد مانند یک ثانیه، یک ساعت و ...

ویژگی های یکای هر کمیت فیزیکی چیست؟

۱- تغییر نکنند

۲- قابلیت بازتولید در مکان های مختلف باشند.

کمیتهای فیزیکی از نظر بیان به چند دسته تقسیم میشوند؟

کمیت نردهای: کمیت هایی که، تنها دارای یک عدد و یکا باشد.

مانند: انرژی، دما، حجم، جرم و زمان

مثال: جرم $\rightarrow$

یک	عدد
----	-----

 5kg نمایش کمیت نرده ای

کمیت های برداری: کمیت هایی که علاوه بر عدد و یکا، دارای جهت باشد.

مانند: جابه جایی، سرعت، شتاب و نیرو.....



مثال: جابه جایی $\rightarrow$

جهت	یک	عدد
-----	----	-----

 25m (به طرف شمال) نمایش کمیت برداری

نکته:

دانشمندان در نشست‌های بین‌المللی توافق کرده‌اند که برای هر کمیت، **یکای معینی** تعریف کنند،

سیستم SI:

سیستمی است بین‌المللی که همه کمیت‌ها در آن دارای **واحد مشخص و ثابتی** هستند.

برای بیان برخی کمیت های فیزیکی آنها را به چند دسته تقسیم می کنند نام ببرید؟

کمیت های اصلی

به کمیت هایی که یکای آنها به صورت مستقل تعریف می شود، کمیت های اصلی و به یکاهایشان، یکاهای اصلی گفته می شود

مثال: طول ، جرم ، زمان ، دما ، شدت جریان ، مقدار ماده

کمیت های فرعی

به کمیت هایی که یکاهای آنها بر حسب یکاهای اصلی مشخص می گردد، کمیت های فرعی گفته شده و به یکاهایشان، یکاهای فرعی می گویند

مثال: مساحت ، حجم ، انرژی ، سرعت ، شتاب ، چگالی ، فشار و ...

جدول زیر نشان دهنده ی هفت کمیت اصلی و یکای اصلی است

نام کمیت	نام یکا	نماد اختصاری
طول		
جرم		
زمان		
دما		
مقدار ماده		
جریان الکتریکی		
شدت روشنایی		

جدول زیر نشان دهنده ی هفت کمیت اصلی و یکای اصلی است

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

تعریف یکای طول:

تعریف قدیمی (آغازین) اواخر قرن هجدهم،

یک ده میلیونیم $(\frac{1}{10,000,000})$ فاصله استوا تا قطب شمال است.

تعریف فعلی: (آخرین توافق جهانی):

مسافتی است که نور در مدت زمان $(\frac{1}{300,000,000})$ ثانیه در خلأ طی می کند.

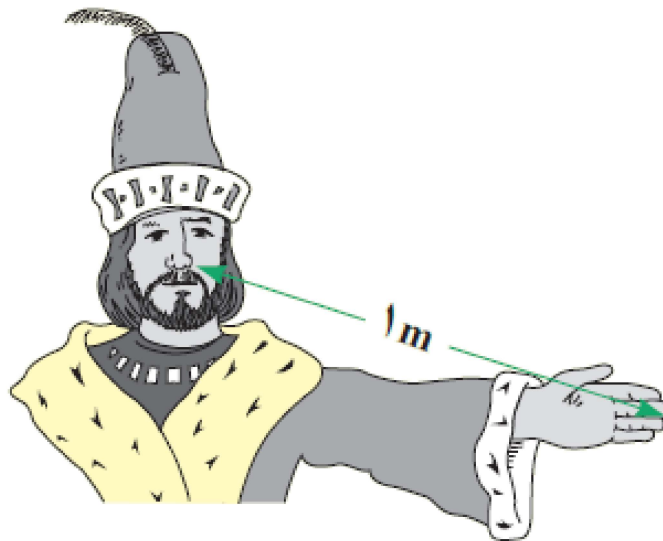


مسافتی تعریف شد که نور در مدت زمان ۱ ثانیه در خلأ طی می کند.

مدت زمانی است که اتم سزیم-۱۳۳ در $(Cs \ 133)$ حالت پایه 7172331119 بار نوسان می کند

پرسش ۱-۲:

اگر مطابق شکل روبه رو، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده شده بگیریم، چه مزایا و چه معایبی دارد؟



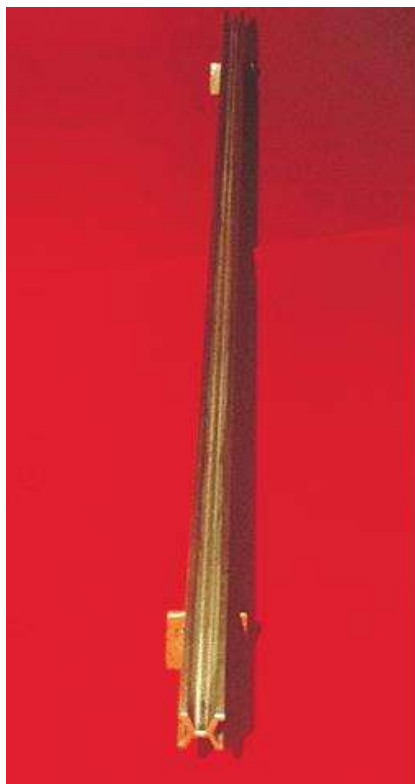
پاسخ:

مزایا: همواره و در همه جا در دسترس است.

معایب: این یکا ثابت نبوده و از فردی به فرد دیگر تغییر می کند.

یکای طول در SI یک متر

فاصلهٔ میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سرمیله ای از جنس پلاتین - ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار داشت، برابر یک متر تعریف شده بود.



نمونه ی استاندارد یکای طول

یکای جرم در SI (کیلوگرم)

جرم استوانه‌ای فلزی از جنس پلاتین و ایریدیوم است که در اداره بین‌المللی وزن‌ها و مقیاس‌ها نگه داری می شود



یکای زمان در SI

۱ ثانیه است .

$\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می شود



بازه زمانی Δt

مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را بازه زمانی می نامیم.



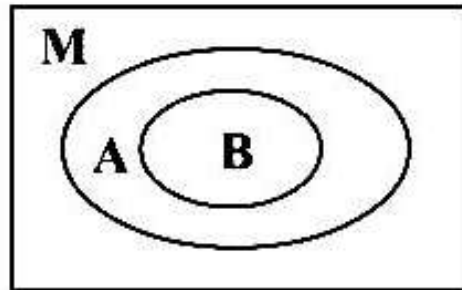
$$\Delta t = t_2 - t_1$$

آهنگ

تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می نامیم.

تمرین:

در نمودار شکل مقابل از راست به چپ M ، A و B کدام است؟



۱- قانون، پدیده های فیزیک، اصل

۲- اصل، پدیده های فیزیکی، قانون

۳- پدیده های فیزیک، اصل، قانون

۴- پدیده های فیزیکی، قانون، اصل

پاسخ:



آزمون پیشرفت تحصیلی دهم ریاضی سال ۹۵

کدام گزینه صحیح نیست؟

(۱) مدل ها و نظریه های فیزیکی در طول زمان معتبر نیستند.

(۲) اصلاح نظریه های فیزیکی نقطه قوت دانش فیزیک است.

(۳) اساس تجربه و آزمایش، اندازه گیری است.

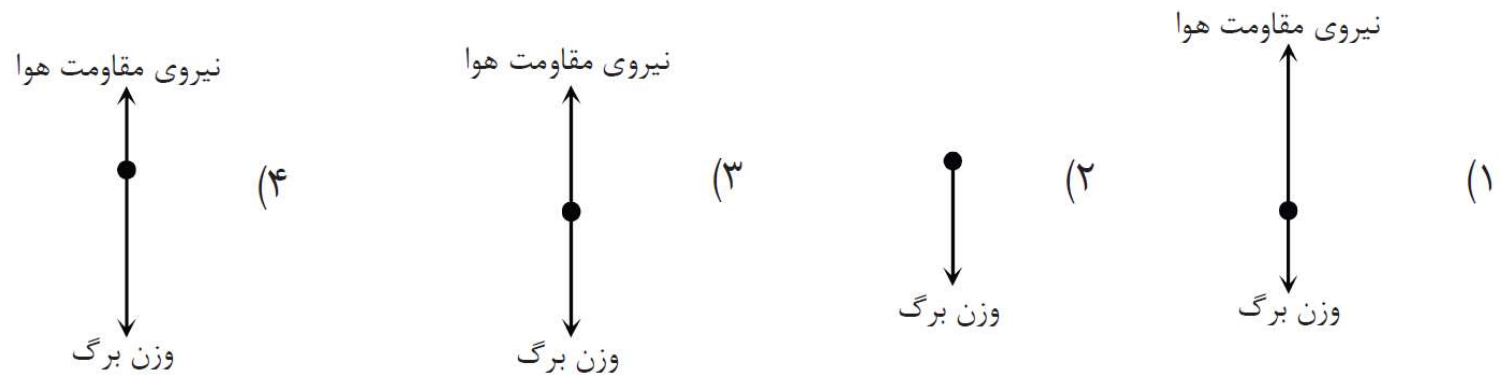
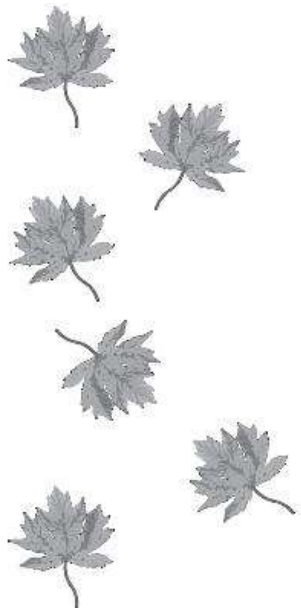
(۴) می توان با انتخاب وسیله های دقیق و روش صحیح، خطای اندازه گیری را به صفر رساند.

پاسخ:

گزینه ۴

تست:

مطابق شکل، برگ درختی به طرف زمین سقوط می کند. کدام گزینه مدل سازی بهتری برای حرکت برگ درخت به طرف زمین است؟



پاسخ:

گزینه ۴

موضوع : تبدیل واحد

سازگاری یکاها:

اگر بخواهیم یکای یک طرف رابطه بر حسب یکای SI باشد یکاهای طرف دیگر رابطه نیز باید بر حسب یکای SI بیان شوند مثلاً اگر در رابطه $F=ma$ یکاهای جرم و شتاب بر حسب یکاهای SI باشند، یکای نیرو نیز بر حسب یکای SI بدست می آید:

$$\begin{array}{ccc} F & = & m \ a \\ \downarrow & & \downarrow \quad \downarrow \\ \text{N (نیوتن)} & & \text{kg} \quad \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{array}$$

۱- تبدیل واحد به روش زنجیره ای:

از ریاضیات می دانیم ضرب کردن در یک، اندازه آن کمیت را تغییر نمی دهد.

در این روش، اندازه **کمیت اولیه** را در یک ضریب تبدیل (نسبتی از یکا ها که برابر عدد یک است) ضرب می کنیم .

ضرایب تبدیل کسرهایی هستند که صورت و مخرج آن معادل هم هستند مثل کسر های زیر

$$\frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 1 \quad \text{و} \quad \frac{100\text{cm}}{1\text{m}} = 1$$

توجه داشته باشید که ذکر یکا در صورت و مخرج کسر الزامی است

پرسش:

میزی ۲۳۰ سانتی متر است بر حسب متر بیان کنید.

پاسخ:

۲ / ۳m

$$۲۳۰ \cdot \text{cm} = x \text{ m} \rightarrow ۲۳۰ \cdot \text{cm} \times ۱ = ۲۳۰ \cdot \cancel{\text{cm}} \times \frac{۱\text{m}}{۱۰۰ \cdot \cancel{\text{cm}}} = ۲ / ۳\text{m}$$

ضریب تبدیل

پرسش:

سرعت اتومبیلی 72 km/h است بر حسب m/s بیان کنید.

پاسخ:

$$20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = x \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 1 \times 1 = 72 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \times \frac{1000 \cancel{\text{m}}}{1 \cancel{\text{km}}} \times \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{s}} = \frac{72000 \text{m}}{3600 \text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ضریب تبدیل

ضریب تبدیل

برخی یکاهای غیر SI طول

یکاهای قدیمی

اطلاعات عمومی

$$۱ \text{ ذرع} = ۱۰۴ \text{ cm}$$

$$۱ \text{ فرسنگ} = ۶۰۰۰ \text{ ذرع}$$

$$۱ \text{ ft} = ۱۲ \text{ in}$$

$$۱ \text{ in} = ۲ / ۵۴ \text{ cm}$$

ذرع

فرسنگ

فوت (پا)

مایل (mi)

اینچ (in)

یکای نجومی (AU) میانگین فاصله زمین تا خورشید ($۱ \text{ AU} \approx ۱ / ۵ \times ۱۰^{۱۱} \text{ m}$) است

سال نوری (ly) مسافتی است که نور در مدت یکسال طی می کند.

برخی یکاهای غیر SI جرم

یکاهای قدیمی

اطلاعات عمومی

(۱ خروار = ۱۰۰ مَن تبریز)

(۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم)

(۱ مَن تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال)

(۱ مثقال = ۴/۶۸ گرم)

(۱ قیراط = ۲۰۰ میلی گرم)

خروار

مَن تبریز

مثقال

سیر

نخود

گندم

قیراط : کاربرد در اندازه گیری الماس و جواهرات

پرسش:

۱۰ سیر معادل چند گرم است؟

(یک سیر ۱۶ مثقال و هر مثقال، ۴/۶۸ g است.)

پاسخ:

۷۴۸/۸g

گرم $X = ۱۰$ سیر

$$۱۰ \times ۱۶ \times \frac{۴/۶۸ \text{ گرم}}{۱ \text{ مثقال}} = ۱۰ \times ۱ \times ۱ \text{ سیر}$$

$$X = ۱۰ \times ۱۶ \times ۴/۶۸ \text{ گرم} \rightarrow X = ۷۴۸/۸ \text{ گرم}$$

پرسش:

۴۵ هزار نانو ثانیه چند کیلو ثانیه است؟

پاسخ:

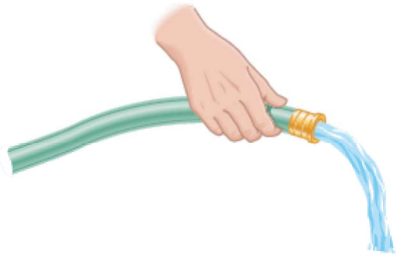
$$۴۵۰۰۰ \text{ ns} = x \text{ ks}$$

$$۴۵۰۰۰ \text{ ns} \times 1 \times 1 = ۴۵۰۰۰ \cancel{\text{ns}} \times \left(\frac{1 \cdot 10^{-9} \cancel{\text{s}}}{1 \cancel{\text{ns}}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ ks}}{1 \cdot 10^3 \cancel{\text{s}}} \right)$$

$$x = ۴۵۰۰۰ \times 1 \cdot 10^{-9} \times 1 \cdot 10^{-3} \text{ ks} \rightarrow x = ۴۵ \times 1 \cdot 10^{-9} \text{ ks}$$

تمرین ۱-۲:

در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می نامیم. از شلنگ شکل روبه رو، آب با آهنگ $125 \text{ cm}^3/\text{s}$ خارج می شود. این آهنگ را به روش تبدیل زنجیره ای، بر حسب یکای لیتر بر دقیقه (L/min) بنویسید (هر لیتر معادل 1000 cm^3 است).



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

پاسخ:

$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = x \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

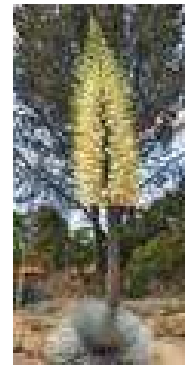
$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times 1 \times 1 = 125 \frac{\cancel{\text{cm}^3}}{\cancel{\text{s}}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{cm}^3}} \times \frac{\cancel{60 \text{ s}}}{1 \text{ min}} = \frac{125 \times 60}{1000} \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$x = 7.5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۱:

۱۰- سریع ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هِسپروئوکا است که در مدت ۱۴ روز، ۳/۷ متر رشد می کند. آهنگ رشد این گیاه بر حسب میکرومتر

بر ثانیه چقدر است؟



پاسخ:

$$\frac{3/7 \text{ m}}{14 \text{ day}} = x \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{3/7 \text{ m}}{14 \text{ day}} = \frac{3/7 \cancel{\text{m}}}{14 \cancel{\text{day}}} \times \frac{1 \cancel{\text{day}}}{24 \cancel{\text{h}}} \times \frac{1 \cancel{\text{h}}}{60 \cancel{\text{min}}} \times \frac{1 \cancel{\text{min}}}{60 \cancel{\text{s}}} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \cancel{\text{m}}}$$

$$x = \frac{3/7}{14 \times 24 \times 60 \times 60 \times 10^{-6}} \frac{\mu\text{m}}{\text{s}} = 3/0.6 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

پرسش:

$۴۵۷/۲ \text{ cm}$ برابر چند فوت است؟
 ($۱ \text{ ft} = ۱۲ \text{ in}$ و $۱ \text{ in} = ۲/۵۴ \text{ cm}$)

پاسخ:

۱۵ft

$$۴۵۷/۲ \text{ cm} = x \text{ ft}$$

$$۴۵۷/۲ \text{ cm} \times ۱ \times ۱ = ۴۵۷/۲ \text{ cm} \times \frac{۱ \cancel{\text{in}}}{۲/۵۴ \cancel{\text{cm}}} \times \frac{۱ \text{ ft}}{۱۲ \cancel{\text{in}}} = \frac{۴۵۷/۲}{۲/۵۴ \times ۱۲} \text{ ft}$$

$$x = ۱۵ \text{ ft}$$

پرسش:

۶/۲۵ خروار برابر چند تُن است؟

(۱ خروار = ۱۰۰ مَن تبریز، ۱ مَن تبریز = ۶۴۰ مثقال، ۱ مثقال = ۴/۶۸ گرم)

پاسخ:

۱/۸۷۲ton

تُن = X ۶/۲۵ خروار

$$\cancel{\text{خروار}} \frac{6.25}{1} \times \frac{100 \cancel{\text{مَن}}}{\cancel{\text{خروار}}} \times \frac{640 \cancel{\text{مثقال}}}{\cancel{\text{مَن}}} \times \frac{4.68 \cancel{\text{گرم}}}{\cancel{\text{مثقال}}} \times \frac{1 \cancel{\text{کیلوگرم}}}{1000 \cancel{\text{گرم}}} \times \frac{1 \cancel{\text{تن}}}{1000 \cancel{\text{کیلوگرم}}}$$

$$= \frac{6.25 \times 100 \times 640 \times 4.68}{1000 \times 1000} \text{ تُن} = 1.872 \text{ تُن}$$

آزمون پیشرفت تحصیلی دهم ریاضی سال ۹۵

لوله یک ماشین آتشنشانی در هر دقیقه ۳۶۰ لیتر آب روی آتش می ریزد
این عدد بر حسب $\frac{m^3}{s}$ کدام گزینه است؟

(۴) 10^{-3}

(۳) 10^{-4}

(۲) 6×10^{-3}

(۱) 6×10^{-3}

پاسخ:

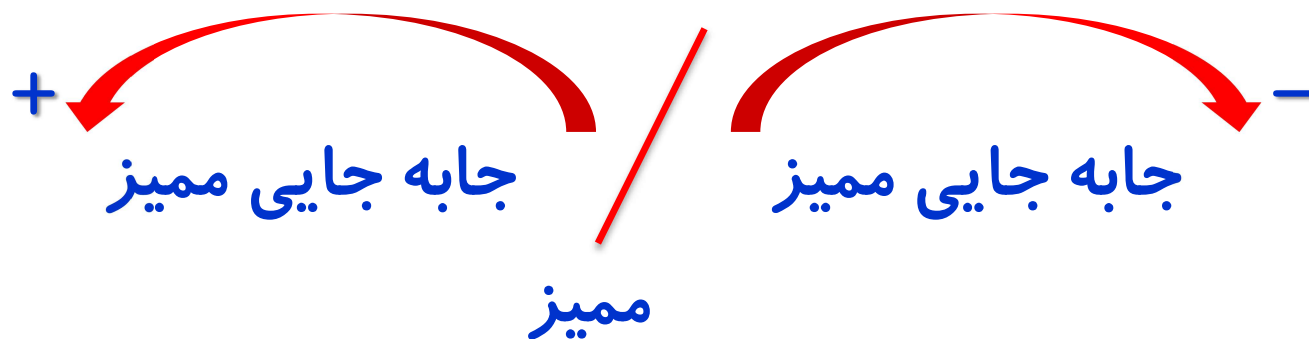
گزینه ۲

نمادگذاری علمی

هر مقدار را به صورت حاصل ضرب عددی بین ۱ تا ۱۰ و توان صحیحی از ۱۰ می نویسند

n یک عدد صحیح است $\times 10^n (1 - 10)$

$10 > \text{عدد} \geq 1$



در بعضی از اندازه گیری ها با مقادیر بسیار بزرگ یا بسیار کوچک سر و کار داریم

به طور مثال میانگین فاصله زمین تا خورشید $150,000,000,000$ متر است

$$150,000,000,000 \text{ m} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m} \approx 1 \text{ AU}$$

جرم یک ذره برابر 1.2×10^{-6} گرم می باشد

$$1.2 \times 10^{-6} \text{ g} = 1.2 \times 10^{-9} \text{ kg}$$

AU را یکای نجومی می نامیم

اعداد زیر را با نمادگذاری علمی بنویسید.

(الف) 5400000

(ب) 0.625×10^{-4}

(پ) 73×10^4

(الف) $54,000,000 = 54 \times 10^7$

(ب) $0.625 \times 10^{-4} = 625 \times 10^{-7} = 6.25 \times 10^{-5}$

(پ) $73 \times 10^4 = 73 \times 10^1 \times 10^3 = 7.3 \times 10^5$

عددهای زیر را با نمادگذاری علمی بنویسید؟

$$0.00301078 =$$

$$985003600 =$$

$$734 / 21 \times 10^{-5} =$$

$$0.071 \times 10^{-4} =$$

جدول ۱-۶ پیشوندهای یکاها

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
10^{24}	یوتا	Y	10^{-24}	یوکتو	y
10^{21}	زِتا	Z	10^{-21}	زِپتو	z
10^{18}	اِگزا	E	10^{-18}	اَتو	a
10^{15}	پِتا	P	10^{-15}	فِمتو	f
10^{12}	ترا	T	10^{-12}	پیکو	p
10^9	گیگا (جیگا)	G	10^{-9}	نانو	n
10^6	مِگا	M	10^{-6}	میکرو	μ
10^3	کیلو	k	10^{-3}	میلی	m
10^2	هکتو	h	10^{-2}	سانتی	c
10^1	دِکا	da	10^{-1}	دِسی	d

در SI به توان‌های صحیح ۱۰ نام‌هایی را نسبت می‌دهند که به عنوان **پیشوند یکاها** مورد استفاده قرار می‌گیرند

یکای مناسب برای کمیت‌های خیلی بزرگ یا خیلی کوچک:

در SI به توان‌های صحیح 10^n نام‌هایی را نسبت می‌دهند که به عنوان پیشوند یکاها مورد استفاده قرار می‌گیرند

پیشوند	مضرب	نماد	پیشوند	مضرب	نماد
دسی			دکا		
سانتی			هکتو		
میلی			کیلو		
میکرو			مگا		
نانو			گیگا		
پیکو			ترا		

یکای مناسب برای کمیت‌های خیلی بزرگ یا خیلی کوچک:

در SI به توان‌های صحیح ۱۰ نام‌هایی را نسبت می‌دهند که به عنوان پیشوند یکاها مورد استفاده قرار می‌گیرند

پیشوند	مضرب	نماد	پیشوند	مضرب	نماد
دسی	10^{-1}	d	دکا	۱۰	da
سانتی	10^{-2}	c	هکتو	10^2	h
میلی	10^{-3}	m	کیلو	10^3	K
میکرو	10^{-6}	μ	مگا	10^6	M
نانو	10^{-9}	n	گیگا	10^9	G
پیکو	10^{-12}	P	ترا	10^{12}	T

۲- حذف پیشوند در تبدیل واحد:

نماد پیشوند را برداشته معادل عددی آن را جای گذاری می کنیم.

به طور مثال چون مضرب مگا 10^6 است، نمایش ۲۰ مگاژول بر حسب ژول به صورت زیر می باشد:

$$20 \text{ MJ} = X \text{ J} \quad \rightarrow \quad X = 20 \times 10^6 \text{ J}$$

۳- حل مسائل با تناسب گیری:

ابتدا زبان فارسی مسئله را به زبان ریاضی درآورده سپس مجهول را پیدا می کنیم.

تمرین:

۱۳۸۹ دکا متر چند دسی متر است

بزرگ
کوچک

پاسخ:

$$1389 \text{ da m} = x \text{ d m} \Rightarrow x = \frac{1389 \text{ da m}}{1 \text{ d m}} = \frac{1389 \times 10^1}{1 \times 10^{-1}} = 1389 \times 10^5$$

تمرین:

۲۰ دسی گرم چند کیلوگرم است

پاسخ:

$$۲۰ \text{ dg} = x \text{ kg} \rightarrow x = \frac{۲۰ \cancel{\text{dg}}}{۱ \cancel{\text{kg}}} = \frac{۲۰ \times ۱۰^{-۱}}{۱ \times ۱۰^{+۳}} = ۲۰ \times ۱۰^{-۴} = ۲ \times ۱۰^{-۳}$$

تمرین:

۱۰۸ کیلومتر بر ساعت چند متر بر ثانیه است

پاسخ:

$$108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = x \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow x = \frac{108 \text{ km}}{\frac{\text{h}}{\frac{\text{m}}{\text{s}}}} = \frac{108 \times 1000 \cancel{\text{m}}}{1 \times 60 \times 60 \cancel{\frac{\text{s}}{\text{m}}}} = \frac{108000}{3600} = 30$$

چند نکته مهم

نماد بعضی از پیشوندها مشابه نماد بعضی از یکاها است
بطور مثال m برای یکای مترو پیشوند میلی به کار می رود، به چنین تشابهاتی کاملاً دقت کنید.

اگر در یک اندازه گیری، **یکا به توان** رسیده باشد، در این گونه موارد **پیشوند یکا نیز به توان می رسد**.

به $m \cdot 10^{-6}$ (میکرومتر) اصطلاحاً یک میکرون گفته می شود.

به $m \cdot 10^{-10}$ متر نیز یک آنگستروم گفته می شود.

تمرین:

۳۰۵ دکا متر مربع چند دسی متر مربع است

پاسخ:

$$۳۰۵(\text{dam})^2 = x (\text{dm})^2 \rightarrow x = \frac{۳۰۵(\text{da}^2\text{m}^2)}{(\text{d}^2\text{m}^2)} = \frac{۳۰۵(۱۰^1)^2}{(۱۰^{-1})^2} = ۳/۰۵ \times ۱۰^۶$$

تمرین:

۳۰۰۰ دسی متر مکعب چند هکتو متر مکعب است

پاسخ:

$$۳۰۰۰ \cdot (\text{dm})^3 = x \cdot (\text{hm})^3 \rightarrow x = \frac{۳۰۰۰ \cdot (\cancel{\text{d}}^3 \cancel{\text{m}}^3)}{(\cancel{\text{h}}^3 \cancel{\text{m}}^3)} = \frac{۳ \times ۱۰^3 \times (۱۰^{-1})^3}{۱ \times (۱۰^2)^3}$$

$$= \frac{۳ \times ۱۰^3 \times ۱۰^{-۳}}{۱ \times ۱۰^6} = ۳ \times ۱۰^{-۶}$$

پاسخ سوالات زیر را با نماد علمی نمایش دهید.

$$۸۳۰ \mu\text{g} = \text{X Kg}$$

$$x = ۸ / ۳ \times ۱۰^{-۷} \text{kg}$$

$$۰ / ۰ \cdot ۲۰ \text{ ps} = \text{X S}$$

$$x = ۲ / ۰۱ \times ۱۰^{-۱۵} \text{S}$$

$$۲۵ / ۰۶ (\text{mm})^۳ = \text{X m}^۳$$

$$x = ۲ / ۵۰۶ \times ۱۰^{-۸} \text{m}^۳$$

$$۷۴۲ (\text{km})^۲ = \text{X m}^۲$$

$$x = ۷ / ۴۲ \times ۱۰^۸ \text{m}^۲$$

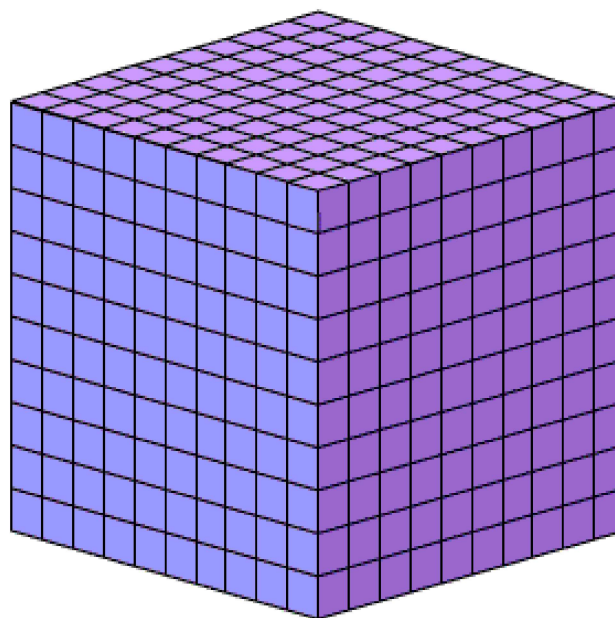
چند نکته :

$$1 \text{ سی سی} = 1 \text{ سانتی متر مکعب}$$

$$1 \text{ متر مکعب} = 1000 \text{ لیتر}$$

$$1 \text{ سی سی} = 1 \text{ میلی لیتر}$$

$$1 \text{ لیتر} = 1 \text{ دسی متر مکعب}$$



تست:

کدامیک از اندازه گیری های زیر ، طول بزرگتری را نشان می دهد؟

۱ - 10^{-9} Gm

۲ - 10^{-10} nm

۳ - 10^{-10} Tm

۴ - $10^{-9} \mu\text{m}$

پاسخ:

گزینه ۴

تست:

حاصل عبارت $3 \times 10^6 \mu\text{m}^2 + 4 \text{cm}^2 + 4 \times 10^{-3} \text{dm}^2$ کدام است

۱- 8.3mm^2

۲- 443mm^2

۳- $8.0/3 \text{cm}^2$

۴- $44/3 \text{cm}^2$

پاسخ:

گزینه ۲

موضوع : دقت و خطا

دقیق بودن یک اندازه گیری به سه عامل زیر بستگی دارد.

دقت و حساسیت وسیله اندازه گیری

مهارت شخص آزمایشگر:

تعداد دفعات اندازه گیری:

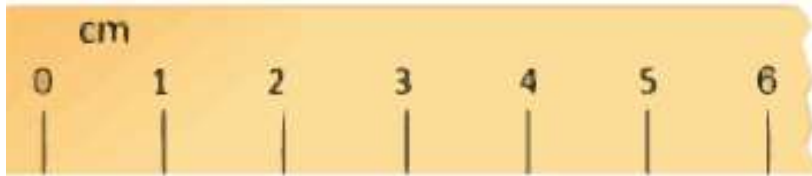
نکته:

با انتخاب وسیله های دقیق و روش صحیح اندازه گیری می توان مقدار خطا را کاهش و دقت اندازه گیری را افزایش داد.

۱- دقت وسیله اندازه گیری:

برای ابزارهای مدرج: برابر کمینه درجه بندی آن ابزار است.

برای ابزارهای دیجیتال: حداقل مقداری است که یک ابزار اندازه گیری می تواند اندازه بگیرد.
یا کمینه تقسیم بندی مقیاس آن وسیله است



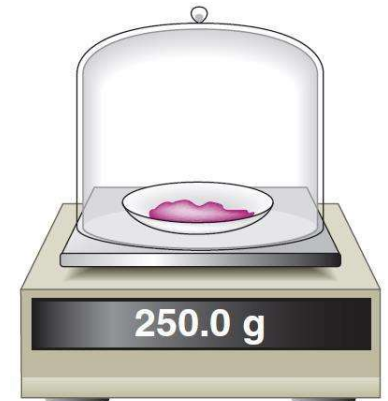
دقت = 1cm



دقت = 1mm



دقت = 0.2A



دقت = 0.1g



دقت = 0.1°C

طبق قرارداد خطای اندازه گیری

برای تمامی ابزارهای مدرج: $\pm \frac{\text{دقت}}{2} = \text{خطای ابزار مدرج}$

مثبت منفی نصف کمینه ی تقسیم بندی مقیاس آن ابزار (وسیله) است

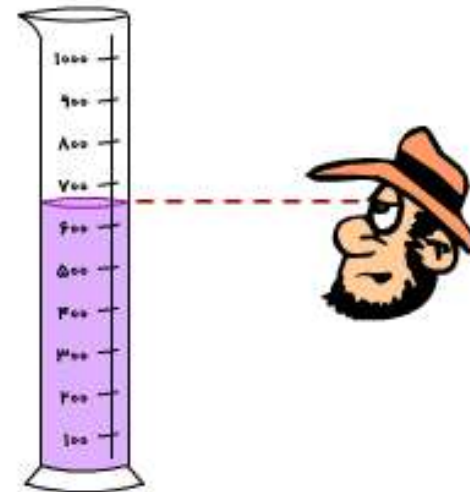
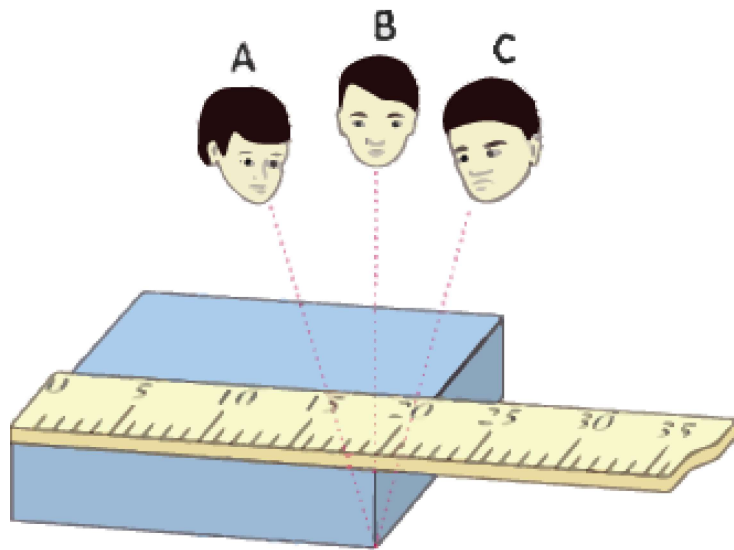
برای ابزارهای دیجیتال (نمایشگر رقمی): $\pm \text{دقت} = \text{خطای ابزار دیجیتال}$

مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می تواند اندازه گیری کند.

۲- مهارت شخص آزمایشگر:

نحوه خواندن نتیجه اندازه گیری است.

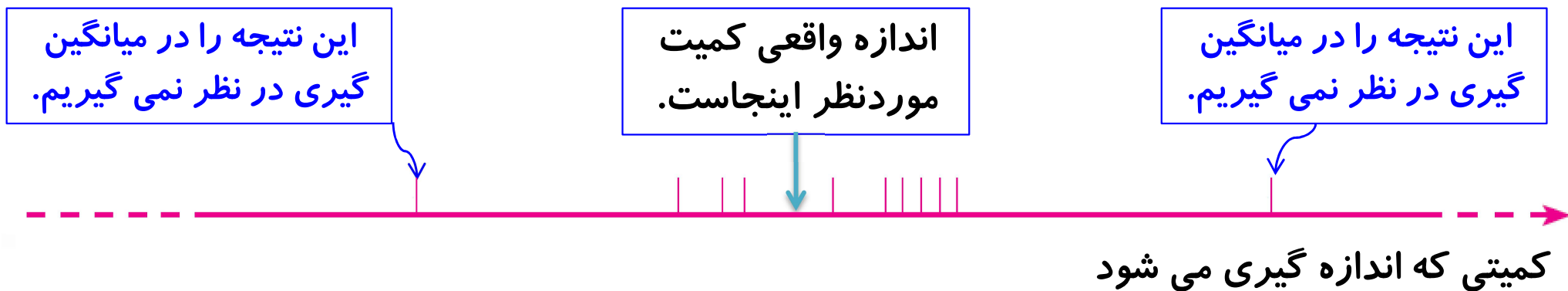
گزارش شخصی که از منظر **B** نتیجه اندازه گیری را می خواند دقت بیشتری دارد.



۳- تعداد دفعات اندازه گیری:

اندازه گیری هر کمیت را چندبار تکرار می کنند. میانگین عددهای حاصل از اندازه گیری به عنوان نتیجه اندازه گیری گزارش می شود.

اگر یک یا دو عدد **اختلاف زیادی با بقیه** داشته باشند در میانگین گیری به حساب نمی آید



پرسش:

در آزمایشی، عددهای $۰/۳$ ، $۱/۱۰$ ، $۴/۱۰$ ، $۰/۱۸$ و $۷/۹$ به عنوان نتیجه به دست آمده است. جواب نهایی برای آزمایش چه عددی است؟

پاسخ:

 $۱/۱۰$

اعداد $۰/۳$ و $۱۸/۰$ به علت اختلاف زیادی که با دیگر اعداد دارند از میانگین گیری حذف می شوند و نتیجه نهایی اندازه گیری به صورت زیر بدست می آید:

$$\text{نتیجه نهایی} = \frac{۹/۷ + ۱۰/۱ + ۱۰/۲ + ۱۰/۴}{۴} = ۱۰/۱$$

آزمون پیشرفت تحصیلی دهم ریاضی سال ۹۵

در آزمایشگاه جرم یک جسم به وسیله ترازو، درشش بار اندازه گیری، مقادارهای زیر به دست آمده است. کدام گزینه، گزارش دقیق ترو قابل قبولی از این اندازه گیری است؟

مرحله	۱	۲	۳	۴	۵	۶
جرم (gr)	۱۱۵	۱۱۴	۱۱۰	۱۱۶	۱۱۵	۱۱۴

(۱) ۱۱۵

(۲) ۱۱۴

(۳) ۱۱۴/۸

(۴) ۱۱۶

پاسخ:

گزینه ۳

تمرین:

دانش آموزی طول یک نردبان را ده بار اندازه گیری نموده و اعداد زیر بر حسب سانتی متر به دست آورده است. با کمترین خطای اندازه گیری، طول این نردبان چند سانتی متر است؟

۲۱۹/۵ - ۲۲۱/۵ - ۲۰۴/۵ - ۲۲۲/۰ - ۲۱۸/۵ - ۲۲۱/۰ - ۲۴۸/۰ - ۲۱۸/۰ - ۲۲۱/۵ - ۲۱۸/۰

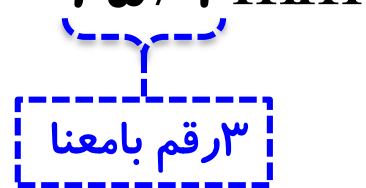
پاسخ:

برای داشتن کمترین خطا، اعدادی که تفاوت زیادی با بقیه دارند را حذف
۲۴۸ (سپس از مابقی اعداد باقیمانده ۲۰۴ و ۰ می‌کنیم). (در این جا ۵
میانگین می‌گیریم:

۲۲۰/۰cm

ارقام با معنی

رقم هایی را که بعد از اندازه گیری یک کمیت فیزیکی ثبت می کنیم
رقم های بامعنا می گویند.

$$15/2 \text{ mm}$$


۳ رقم بامعنا

رقم غیر قطعی نیز جزء **ارقام با معنی** محسوب می شود.

در تبدیل یکاها و نماد گذاری علمی نباید تعداد رقم های بامعنا تغییر کند

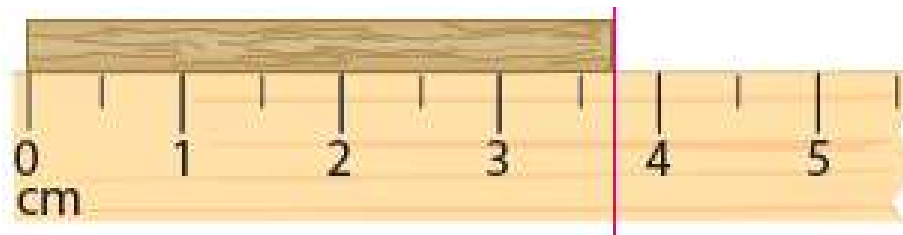
رقم حدسی یا غیر قطعی یا مشکوک

رقمی را که آزمایش گرمی تواند قاطعانه نظر بدهد. (ابزار مدرج)

یا آخرین رقم سمت راست حاصل از اندازه گیری را رقم غیر قطعی می گویند. اگرچه ما آن را حدس نمی زنیم و توسط دستگاه گزارش می شود، ولی غیر قطعی و مشکوک است (ابزار دیجیتالی)



رقم غیر قطعی



۳ / ۷ mm

رقم حدسی

چند نکته:

مثلاً: $۱۸/۳۲\text{mm}$ را از یک خط کش میلیمتری نمی توان پذیرفت زیرا با احتساب رقم غیر قطعی، نتیجه اندازه گیری mm عدد آزمایشگر فقط تا مرتبه دهم میلی متر معتبر است.

هرچه اندازه گیری دقیق تر باشد **تعداد ارقام با معنای** نتیجه ی اندازه گیری نیز **بیشتر** خواهد بود.

$$۱۰/۲۰\text{g}$$


۴ رقم با معنا

$$۱۰/۲\text{g}$$


۳ رقم با معنا

قراردادهای ارقام با معنا

تشخیص تعداد ارقام بامعنا یک عدد که ابزار اندازه گیری و یکای آن مشخص نشده است.

۱- هر عدد غیر صفر یک رقم با معنا است.

مانند عدد: $۱/۳۱$ سه رقم بامعنا

۲- صفرهای میان رقم های غیر صفر با معنا هستند.

مانند عدد: $۱۰۱/۰۳$ پنج رقم بامعنا

۳- صفرهای سمت چپ اولین عدد غیر صفر با معنا نیستند.

مانند عدد: $۰/۰۰۰۳۰۵$ سه رقم بامعنا

۴- در اعداد اعشاری همه صفرهای سمت راست عدد (بعد از ممیز) معنا دارند.

مانند عدد: $۰/۱۰۳۰۰$ پنج رقم بامعنا

چند مثال از تعداد ارقام با معنا

تعداد ارقام	عدد	تعداد ارقام	عدد
۱	$./۰۰۰۳$	۲	$۲/۰ \times ۱۰^۵$
۲	$./۰۵۶$	۳	$۲/۰۱ \times ۱۰^{-۳}$
۴	$./۰۰۰۰۲۰۳$	۵	$۲۵۰۰/۰$
۴	$۲/۰۰$	۶	$۲۵۰/۰۰۰$
۴	$۲۴/۰$	۲	۹۵
۴	$۲/۴۰$	۴	۱۳۹۵
۲	$۲/۴ \times ۱۰^۲$	۴	$۱/۳۹۵$
۲	$۲/۳$	۴	۱۰۰۲
۵	$۱۰/۰۰۲$	۳	۱۰۲
۴	$۱۰/۰$	۴	$۲۰/۰۰$
۴	$./۰۰۱۳۰۰$	۴	$./۲۳۰۰$
۴	$۷/۰۰۰$	۳	$./۰۲۰۱$

پرسش:

چه موقع خطای ابزار مدرج را گرد می کنیم؟

پاسخ:

هرگاه تعداد ارقام با معنای خطا، از تعداد ارقام با معنای دقت وسیله **بیشتر** باشد آنگاه باید خطا به بالا گرد شود.

چند مثال:

ارقم با معنا		۲ رقم با معنا
دقت = ۳mm	→	خطا = $\pm \frac{3\text{mm}}{2} = \pm 1.5\text{mm} \approx \pm 2\text{mm}$
دقت = . / ۵mm	→	خطا = $\pm \frac{. / 5\text{mm}}{2} = \pm . / 25\text{mm} \approx \pm . / 3\text{mm}$
دقت = . / ۰.۷mm	→	خطا = $\pm \frac{. / 0.7\text{mm}}{2} = \pm . / 0.35\text{mm} \approx \pm . / 0.4\text{mm}$

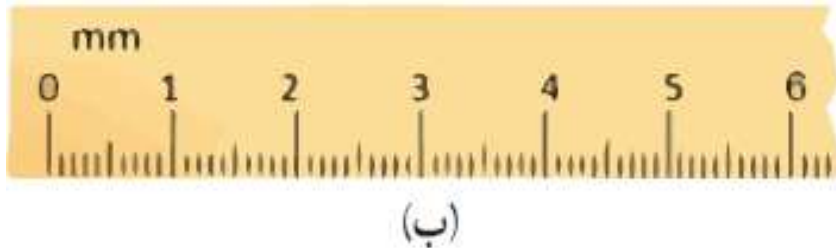
پرسش:

در هر یک از شکل های زیر دقت و خطای وسیله را مشخص کنید.



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = 1\text{cm} \\ \text{خطا} = \pm \frac{1}{2} = \pm .5\text{cm} \end{array} \right.$$

پاسخ:



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = 1\text{mm} \\ \text{خطا} = \pm \frac{1}{2} = \pm .5\text{mm} \end{array} \right.$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = .1^{\circ}\text{C} \\ \text{خطا} = \pm .1^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = 1^{\circ}\text{C} \\ \text{خطا} = \pm 1^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$$

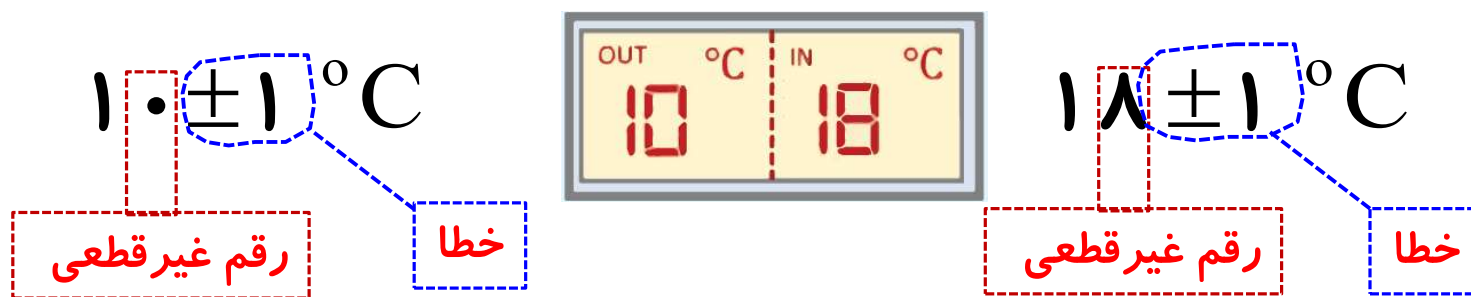
تمرین ۱-۴:

۲- شکل روبه رو یک دماسنج رقمی را نشان می دهد که دمای خارج و داخل گلخانه ای را به ترتیب 10°C و 18°C می خواند. عدد غیرقطعی و خطای دماسنج را مشخص کنید.

۳- نتیجه اندازه گیری توسط دماسنج شکل زیر را به همراه خطای آن بنویسید.



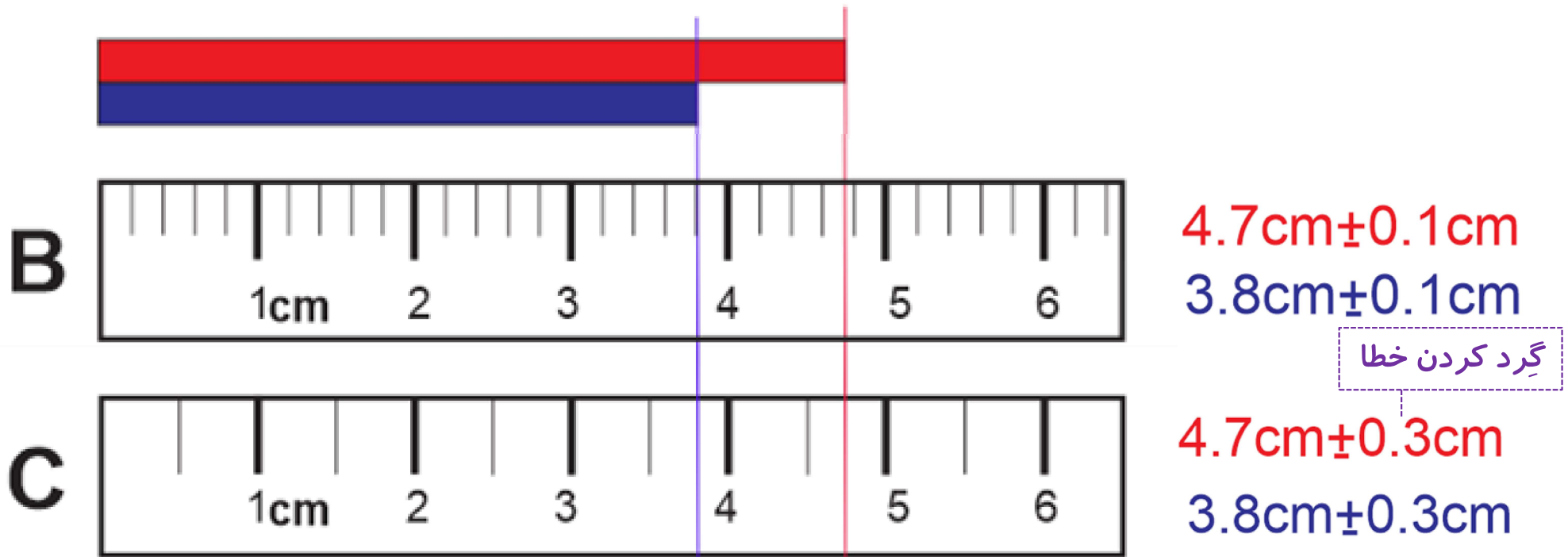
۲- در دمای داخل گلخانه عدد ۸ غیرقطعی و در دمای خارج گلخانه عدد **صفر**، عدد غیرقطعی است خطای این دماسنج رقمی $\pm 1^{\circ}\text{C}$ است.



پرسش:

نتیجه اندازه گیری طول را با خط کش به همراه خطای آن بنویسید.

پاسخ:



پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط دماسنج دیجیتالی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$31.2 \pm 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط ترازوی دیجیتالی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$\text{دقت} = \pm 1 \text{ kg}$$

$$109.4 \pm 1 \text{ kg}$$

$$\text{خطای ابزار دیجیتالی} = \pm \text{دقت} = \pm 1 \text{ kg}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط ترازوی آشپزخانه را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

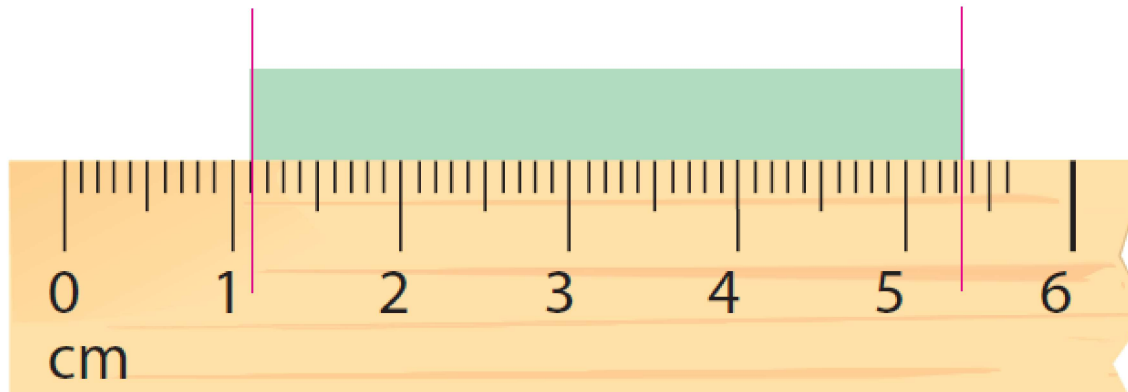
$$\text{دقت} = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$$

$$(1.6 \pm 0.1) \text{ kg}$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{100}{2} = \pm 50 \text{ g} = 0.05 \text{ kg}$$

پرسش:

به کمک یک خط کش میلی متری، طول میله را بر حسب میلی متر، سانتی متر و متر گزارش کنید. در گزارش خود رقم حدسی و خطای خط کش را مشخص کنید.



پاسخ:

$$\text{طول جسم} = (53/5 - 11/0 \pm . / 5) \text{ mm} = (42/5 \pm . / 5) \text{ mm}$$

شروع از اینجا

رقم غیر قطعی

خطا

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج خودرو را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

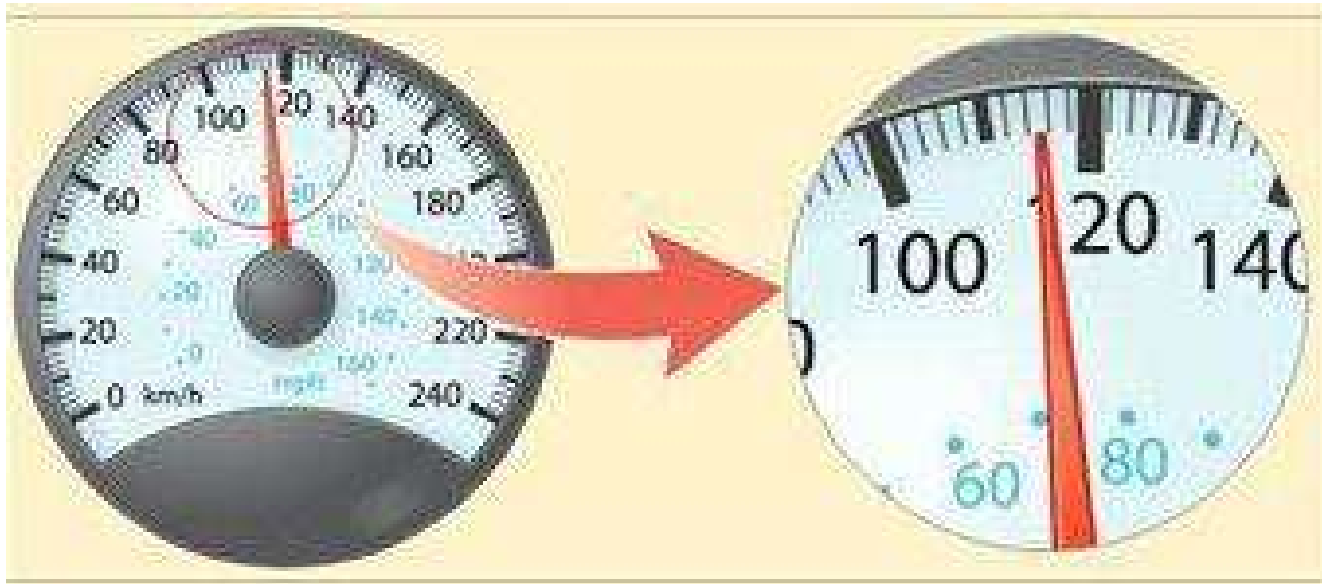
$$\text{دقت} = 1 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$(50 \pm 5) \text{ km}$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{1}{2} = \pm 5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج خورو را به همراه خطای آن بنویسید.



$$\text{دقت} = 2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{2}{2} = \pm 1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

پاسخ:

$$(115 \pm 1) \text{ km}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط دورسنج موتور اتومبیل را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

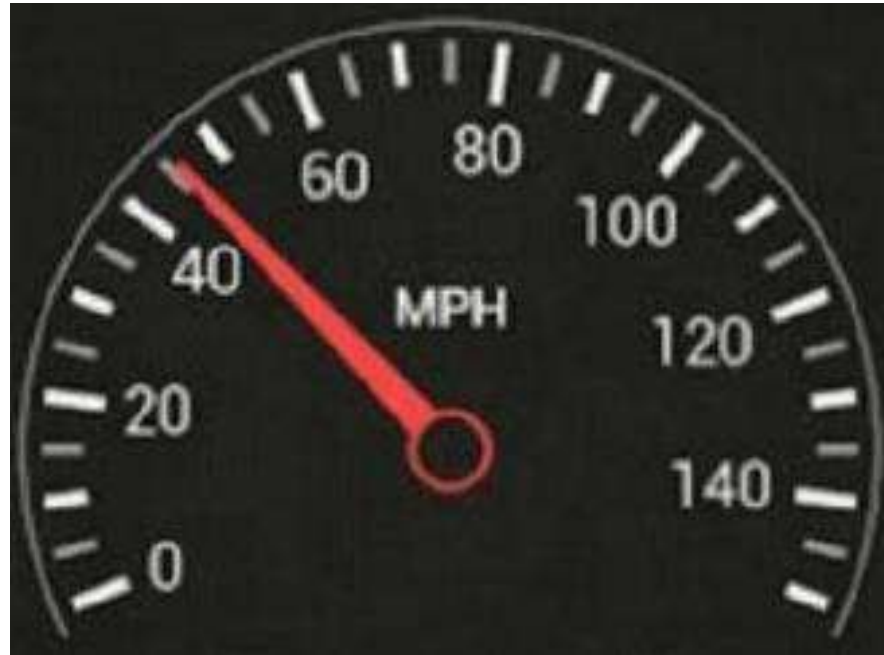
$$(22 \pm 3) \times 10^2 \text{ rpm}$$

دوربردقیقه $5 \times 100 \text{ rpm}$ = دقت

چون خطا و دقت هم مرتبه نیستند باید خطا روبه بالا گرد شود. $\pm \frac{5 \times 100}{2} \approx \pm 3 \times 100 \text{ rpm}$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج خورو مایل بر ساعت را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(46 \pm 3) \text{ MPH}$$

مایل بر ساعت $5 \text{ MPH} = \text{دقت}$

چون خطا و دقت هم مرتبه نیستند باید خطا روبه بالا گرد شود $\pm \frac{5}{2} \approx \pm 3 \text{ MPH}$ خطا

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط آمپرسنج را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

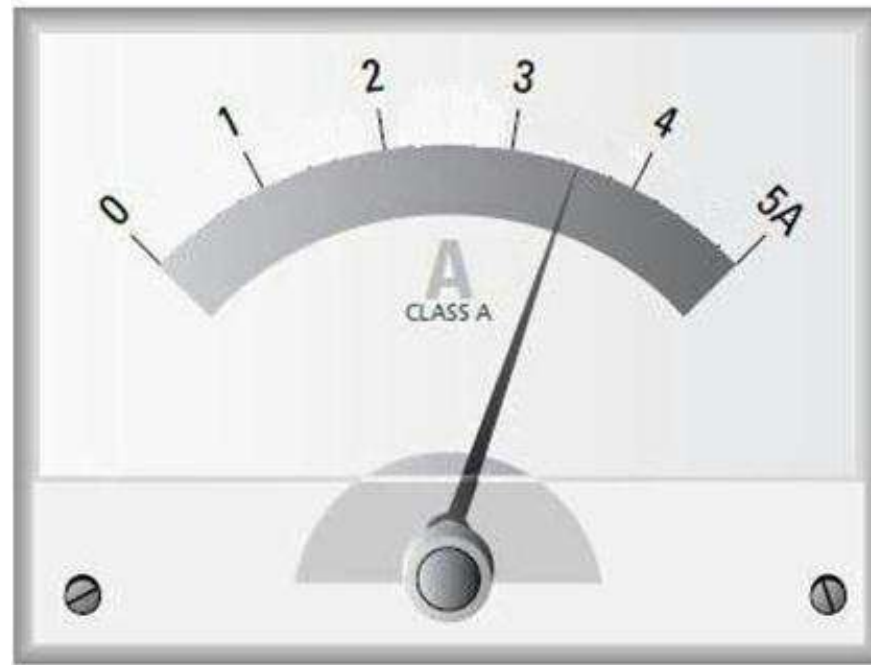
$$\text{دقت} = \pm 0.2 \text{ A}$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{0.2 \text{ A}}{2} = \pm 0.1 \text{ A}$$

$$(3.2 \pm 0.1) \text{ A}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط آمپرسنج را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

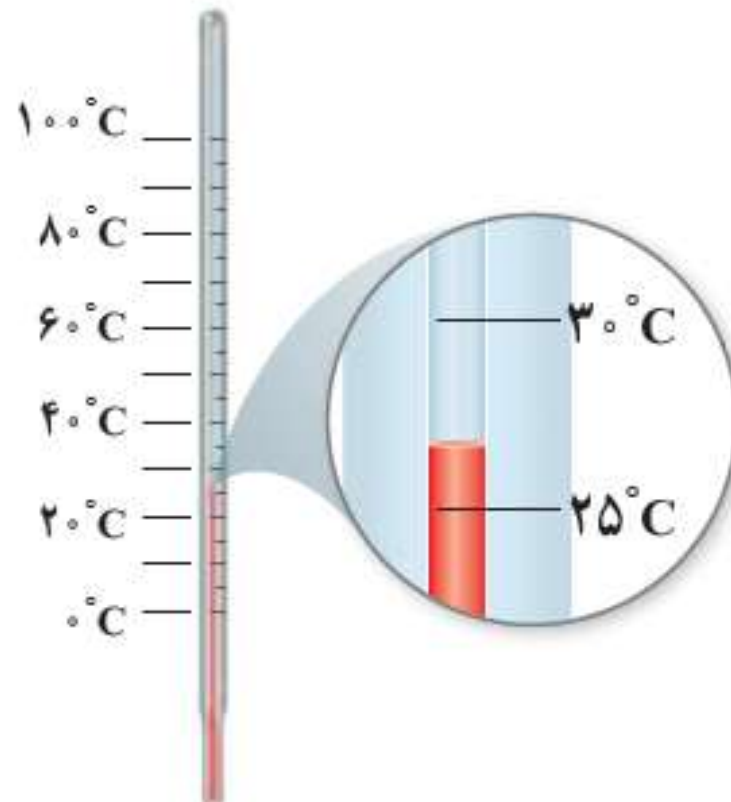
$$\text{دقت} = 1A$$

$$(3.5 \pm 0.5)A$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{1A}{2} = \pm 0.5A$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط دماسنج را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(27 \pm 3)^{\circ}\text{C}$$

$$\text{دقت} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{5}{2} \approx \pm 3^{\circ}\text{C}$$

چون خطا ودقت هم مرتبه نیستند باید خطا روبه بالا گرد شود

پرسش:

شکل زیر ابزار دیجیتال را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

$$\text{دقت} = . / 1g$$

$$\text{خطا} = \pm . / 1g$$

$$(250.0 \pm . / 1)g$$

مقدار واقعی جرم، بین $249.0g$ و $251.0g$ قرار دارد.

پرسش:

شکل زیر دماسنج دیجیتال را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

$$\text{دقت} = 1^{\circ}\text{C}.$$

$$\text{خطا} = \pm 1^{\circ}\text{C}.$$

$$36.5 \pm 1^{\circ}\text{C}$$

مقدار واقعی دما، بین ۳۶/۴ °C و ۳۶/۶ °C قرار دارد.

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط کولیس رقمی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$\text{دقت} = \pm 0.1 \text{ mm}$$

$$\text{خطا} = \pm 0.1 \text{ mm}$$

$$(23 / 33 \pm 0.1) \text{ mm}$$

مقدار واقعی طول، بین $23/32 \text{ mm}$ و $23/34 \text{ mm}$ قرار دارد.

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط ریزسنج رقمی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(19.977 \pm 0.001) \text{ mm}$$

مقدار واقعی طول، بین 19.976 mm و 19.978 mm قرار دارد.

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط ریزسنج دیجیتالی یک هزارم را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(3 / 548 \pm . / 0 . 0 1) \text{mm}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط کولیس دیجیتالی را به همراه خطای آن بنویسید.

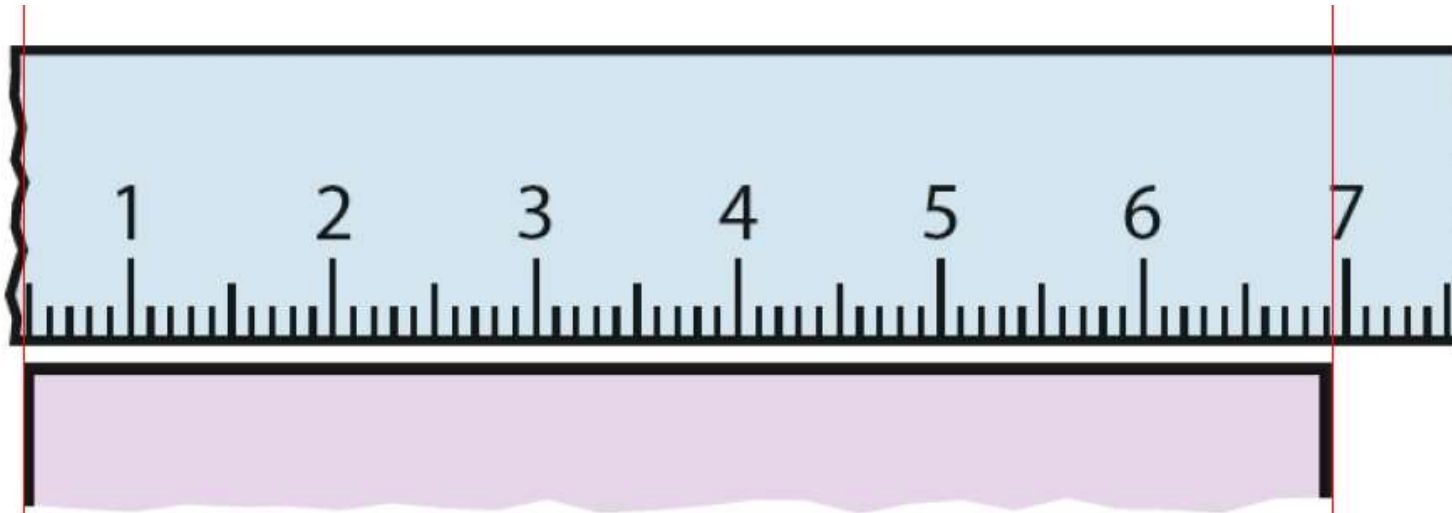


پاسخ:

$$(12.34 \pm 0.01) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر خط کشی را نشان می دهد که ابتدای آن از بین رفته است. نتیجه اندازه گیری توسط این خط کش را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$\text{طول جسم} = (6.9 - 5.0) \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm} = (1.9 \pm 0.5) \text{ mm}$$

از بین رفته

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج شکل زیر را به همراه خطای آن بنویسید.



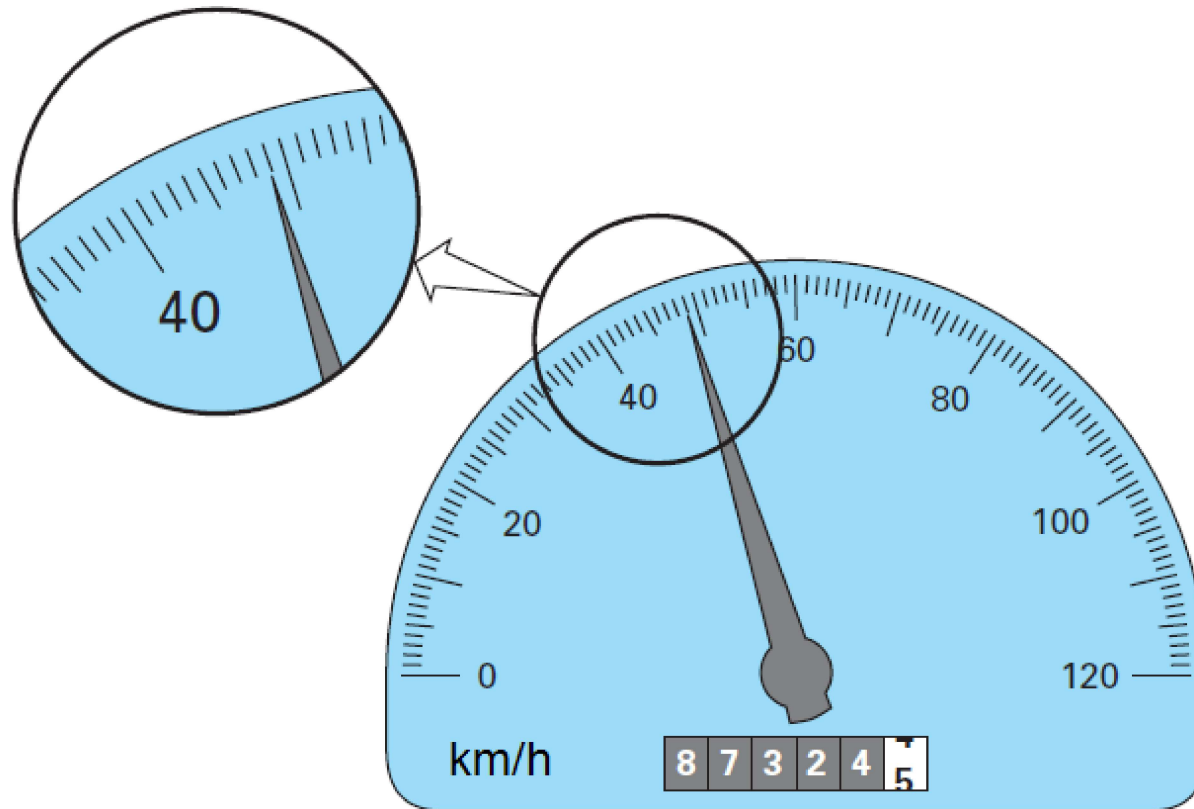
پاسخ:

$$\text{مقدار تندی خودرو} = (70 \pm 5) \text{ km/h}$$

مقدار واقعی تندی خودرو، بین 65 km/h و 75 km/h قرار دارد.

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج شکل زیر را با همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$\text{مقدار تندی خودرو} = (48 / 9 \pm . / 5) \text{ km/h}$$

مقدار واقعی تندی خودرو، بین $48/4 \text{ km/h}$ و $49/4 \text{ km/h}$ قرار دارد.

تست:

خط کشی بر حسب میلی متر مدرج شده است. کدامیک از گزینه های زیر می تواند طول جسمی بر حسب سانتی متر باشد که توسط این خط کش اندازه گیری شده است؟

- (۱) $7/87 \pm ./.01$ (۲) $3/2 \pm ./.05$ (۳) $3/02 \pm ./.05$ (۴) $6/2 \pm ./.01$

پاسخ:

گزینه ۳

تست:

کدام گزینه می تواند نتیجه اندازه گیری یک ریزسنگ مدرج با کمینه درجه بندی 0.5 mm باشد.

$$(1) \quad 5/20.3 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$$

$$(2) \quad 5/20. \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$$

$$(3) \quad 5/20. \text{ mm} \pm 0.3 \text{ mm}$$

$$(4) \quad 5/20.3 \text{ mm} \pm 0.3 \text{ mm}$$

پاسخ:

گزینه ۳

تست:

نتیجه اندازه گیری یک خط کش مدرج به صورت $5\text{mm} \pm 0.5/8\text{mm}$ گزارش شده است. دقت اندازه گیری این خط کش، تعداد رقم های با معنای آن ورقم غیرقطعی آن به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

۵,۲,۰ / ۵mm(۴

۵,۲,۱mm(۳

۸,۳,۱mm(۲

۸,۴,۰ / ۵mm(۱

پاسخ:

گزینه ۲

تست:

اندازه گیری ضخامت یک لایه شیشه بوسیله کولیس به صورت $7/85\text{mm} \pm X\text{mm}$ گزارش شده است. کمینه اندازه گیری و مقدار خطای اندازه گیری X بر حسب میلی متر به ترتیب از راست به چپ مطابق کدام گزینه می تواند باشد؟

- (۱) $0.1/0.5$ (۲) $0.1/0.2$ (۳) $0.3/0.5$ (۴) $0.5/2.5$

پاسخ:

گزینه ۳

پرسش ها و مسئله های فصل ۱:

۵-جرم یک سوزن ته گرد را چگونه می توان با یک ترازوی آشپزخانه اندازه گیری کرد؟

پاسخ:

جرم تعداد معینی سوزن ته گرد را با ترازو اندازه می گیریم و عدد حاصل را بر تعداد سوزن ها تقسیم می کنیم تا جرم یک سوزن ته گرد به دست آید



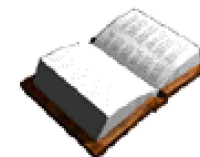
پرسش:

روشی ابداع کنید که بتوان باکمک خط کش معمولی ضخامت یک برگ کاغذ را اندازه گیری نمود؟



پاسخ:

تعدادی ورقه کاغذ را روی هم قرار می دهیم با خط کش ضخامت ورقه ها را اندازه می گیریم عدد به دست آمده را بر تعداد ورقه ها تقسیم می کنیم تا ضخامت یک ورقه کاغذ به دست آید.



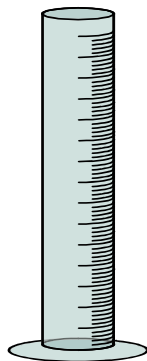
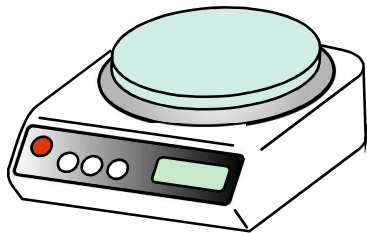
فعالیت ۱-۴:

الف) آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان جرم و حجم یک قطره آب را اندازه گیری کرد.

پاسخ:

به کمک قطره چکان تعداد ۵۰ یا ۱۰۰ قطره آب را داخل یک استوانه مدرج می ریزیم. حجم آن بدست می آید، این عدد را بر تعداد قطره ها تقسیم می کنیم، **حجم یک قطره** بدست می آید.

برای تعیین جرم، جرم تعداد ۵۰ تا ۱۰۰ قطره آب را به کمک ترازوی حساسی اندازه گیری کرده، مقدار بدست آمده را بر تعداد قطره ها تقسیم می کنیم و **جرم یک قطره** را به دست می آید.

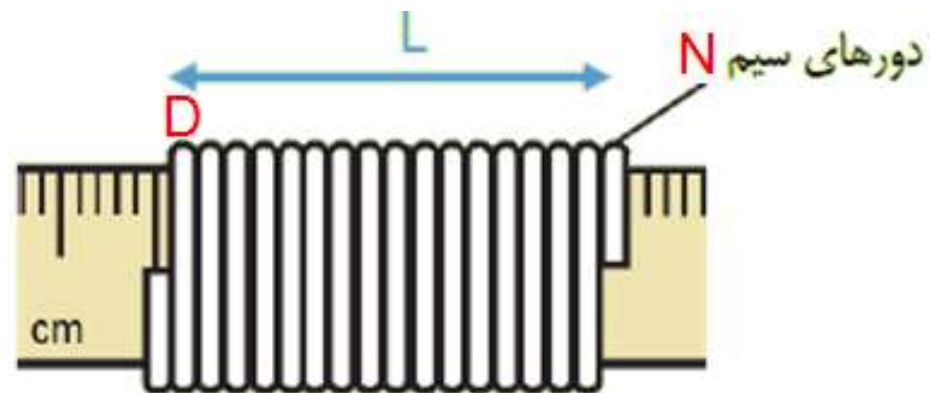
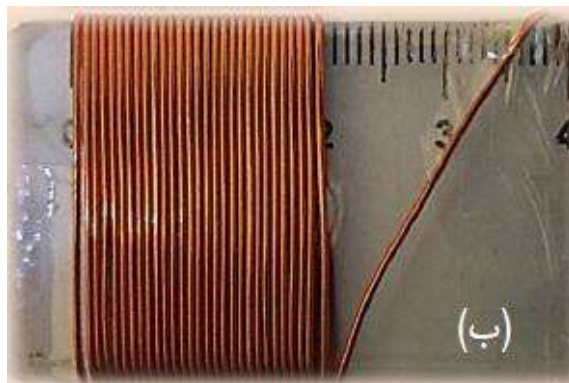


فعالیت ۱-۴:

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 اندازه گیری کرد.

پاسخ:

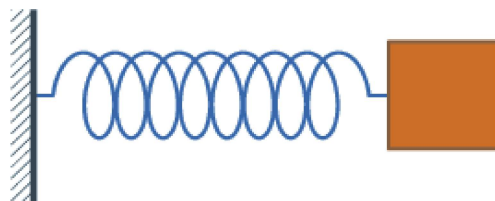
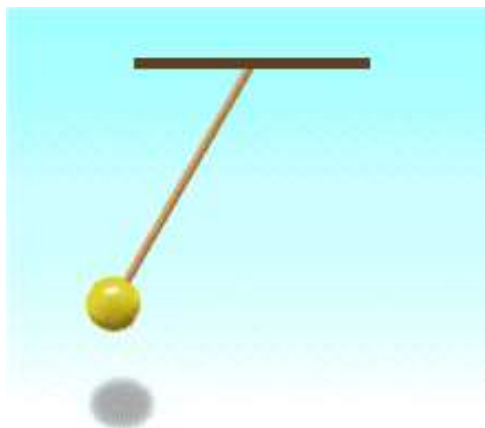
سیم را دور یک خط کش میلیمتری و کاملاً مجاور هم پیچید. با **تقسیم طول** L بر **تعداد دور سیم** N ، قطر سیم D به دست می آید.



$$L = ND$$

پرسش:

روشی ابداع کنید که بتوان باکمک ساعت، زمان نوسان آونگ (رفت و برگشت) را اندازه گیری نمود؟





پرسش:

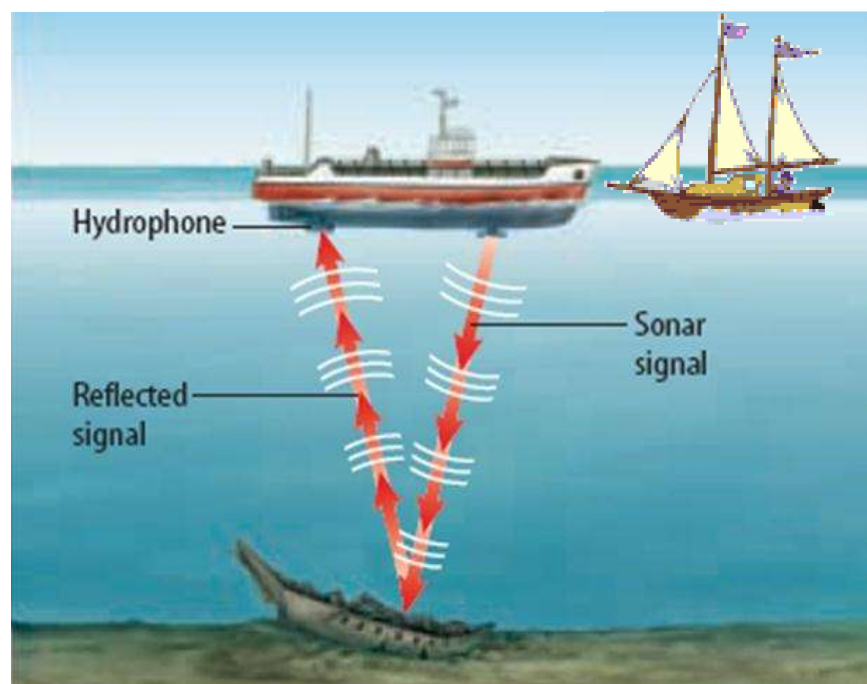
روشی ابداع کنید که بتوان باکمک آن، ارتفاع چاهی را اندازه گیری نمود؟





پرسش:

روشی ابداع کنید که بتوان باکمک آن ، عمق اقیانوس را اندازه گیری نمود؟



پرسش:

روشی ابداع کنید که بتوان باکمک آن ارتفاع یک برج را اندازه گیری نمود؟

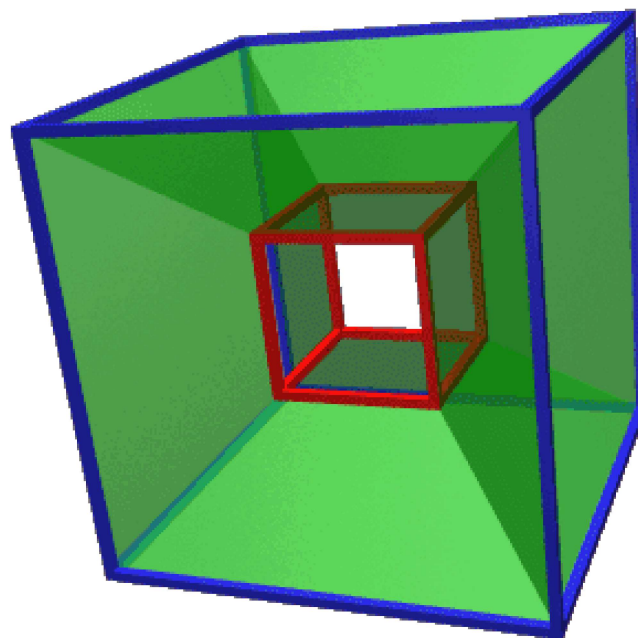
انیمیشن



چگالی ρ (رُو)

جرم یکای حجم هر ماده را چگالی آن ماده می نامند :

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

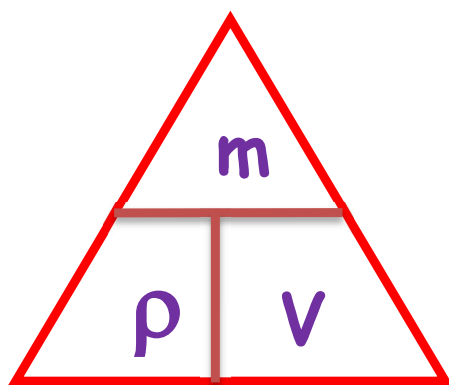


نکته:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

در SI، یکای چگالی، $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است

یکاهای $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\frac{\text{g}}{\text{lit}}$ هم رایج اند



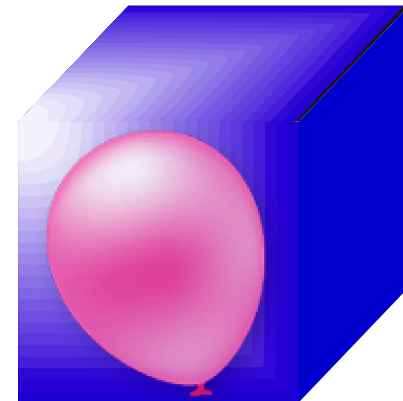
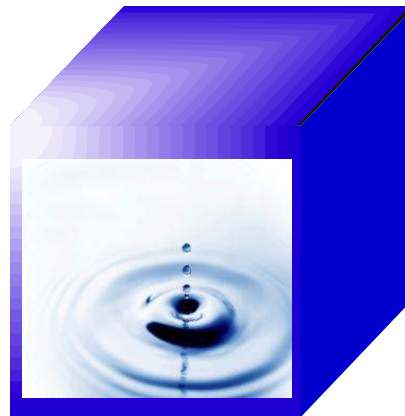
پرسش:

چگالی کدام حالات ماده بیشتر است؟

پاسخ:

چگالی گازها > چگالی مایعات > چگالی جامدات

هرچه فاصله بین مولکولها یک جسم کمتر باشد چگالی جسم بیشتر است (چگال تر است).

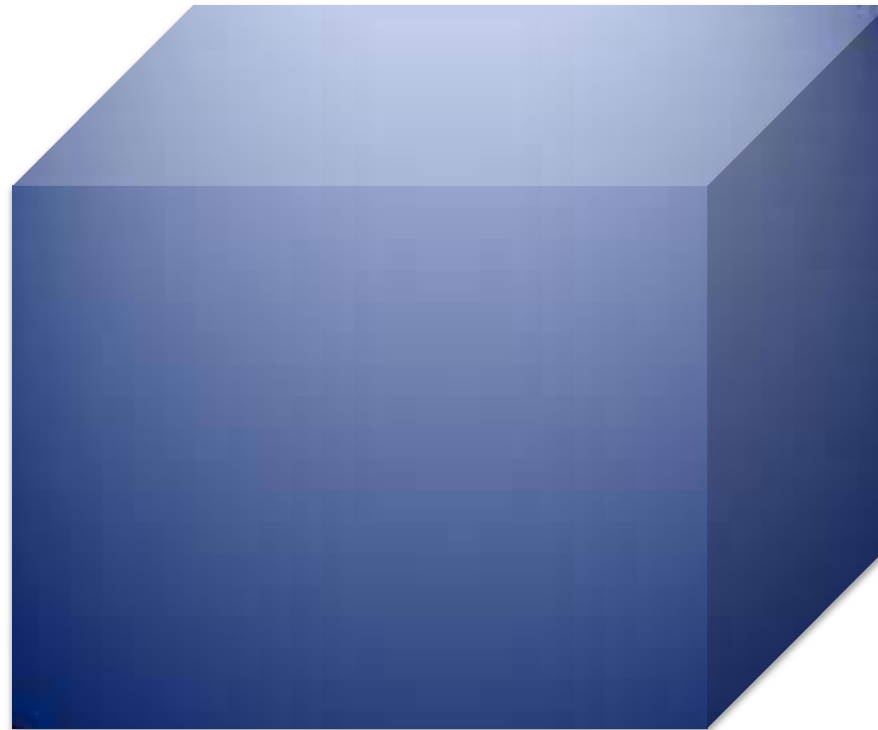


پرسش:

۱- چگالی جیوه 13600 kg/m^3 است یعنی چه؟

پاسخ:

یعنی هریک متر مکعب جیوه، 13600 kg جرم دارد



پرسش:

۲- چگالی آب 1 g/cm^3 است یعنی چه؟ ■

پاسخ:

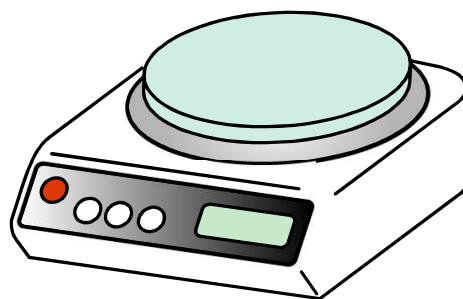
یعنی هر سانتی متر مکعب آب، یک گرم جرم دارد.

به چگالی اجسام جرم حجمی نیز گفته می شود.

جرم:

مقدار ماده تشکیل دهنده یک جسم را جرم گویند.

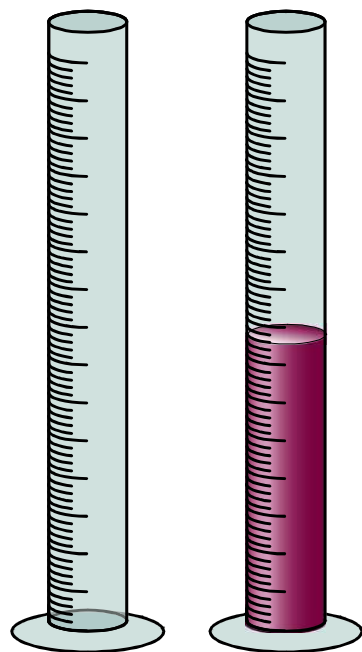
جرم را معمولا با ترازواندازه می گیرند.



حجم:

فضایی که یک جسم اشغال می کند

حجم را با روابط هندسی یا استوانه مدرج اندازه می گیرند



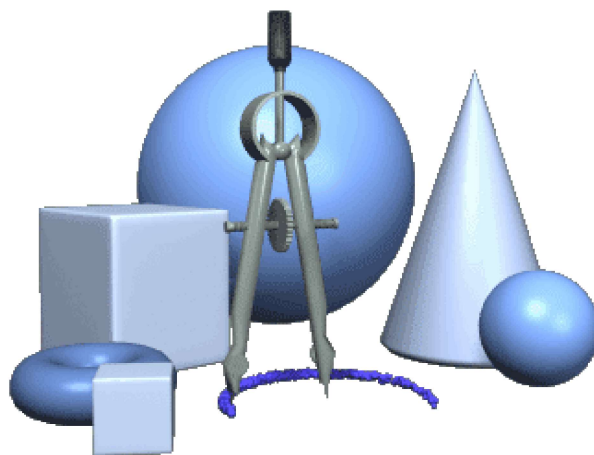
پرسش:

حجم یک جسم را چگونه می توان تعیین کرد؟

پاسخ:

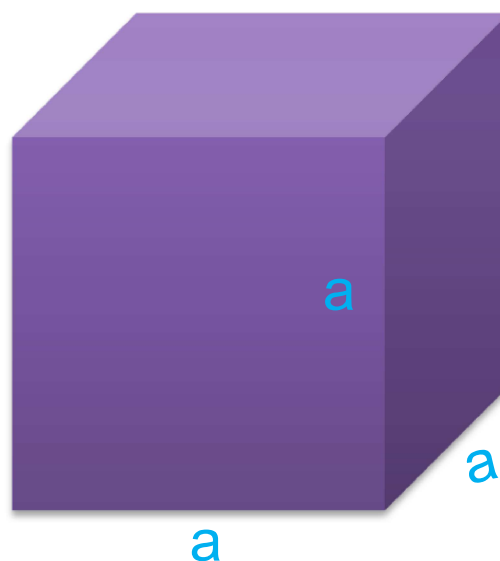
۱- اگر جسم شکل هندسی مشخصی داشته باشد (مکعب، مکعب مستطیل، استوانه، کره و...)

به کمک فرمولهای هندسی محاسبه می کنیم



الف-حجم مکعب

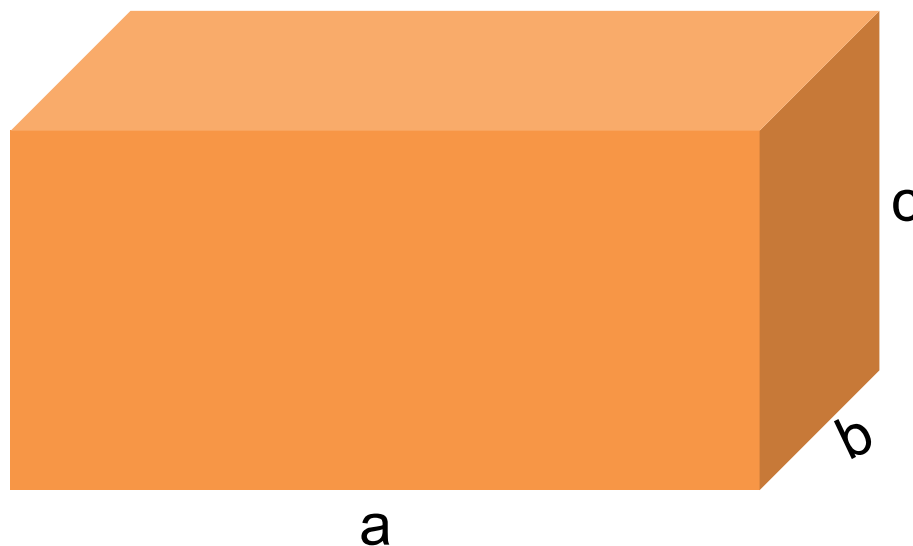
یک ضلع مکعب را به توان ۳ می رسانیم ، حجم مکعب پیدا می شود



$$V = a^3$$

ب- حجم مکعب مستطیل

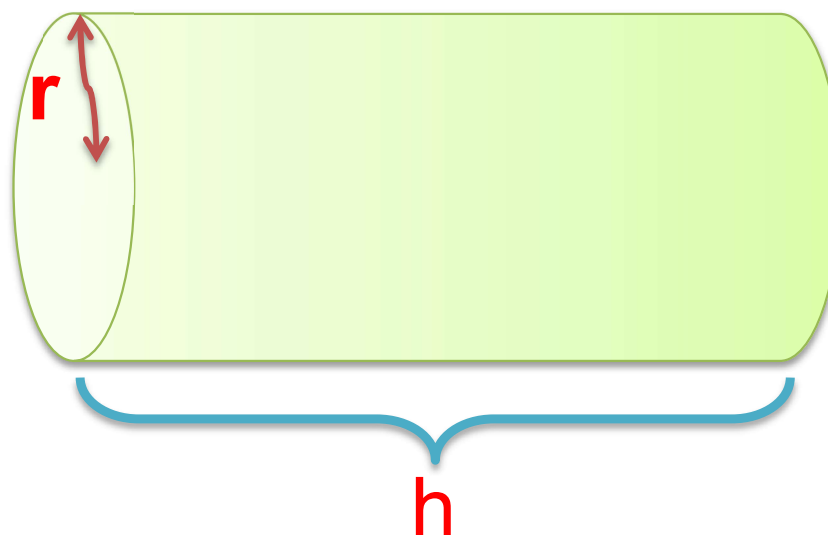
حاصل ضرب **طول** در **عرض** در **ارتفاع**، حجم مکعب مستطیل پیدا می شود



$$V=abc$$

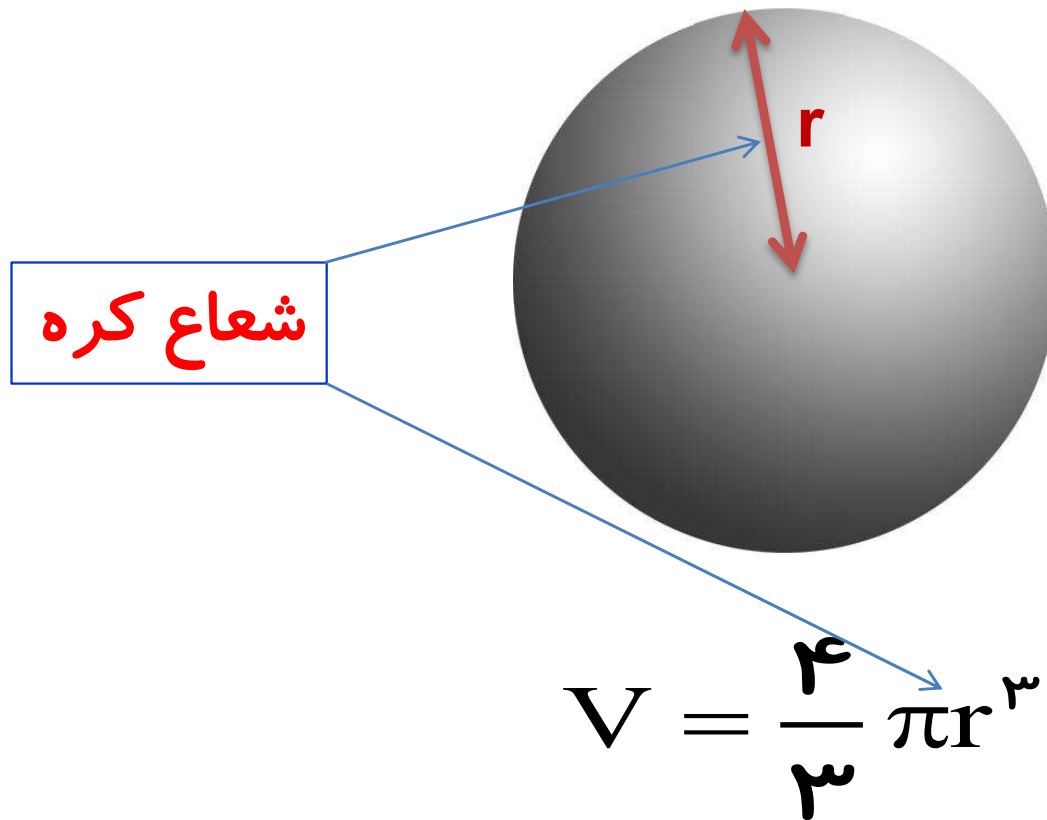
ج-حجم استوانه

حاصل ضرب **مساحت قاعده** (دایره) در **ارتفاع** ، حجم استوانه پیدا می شود



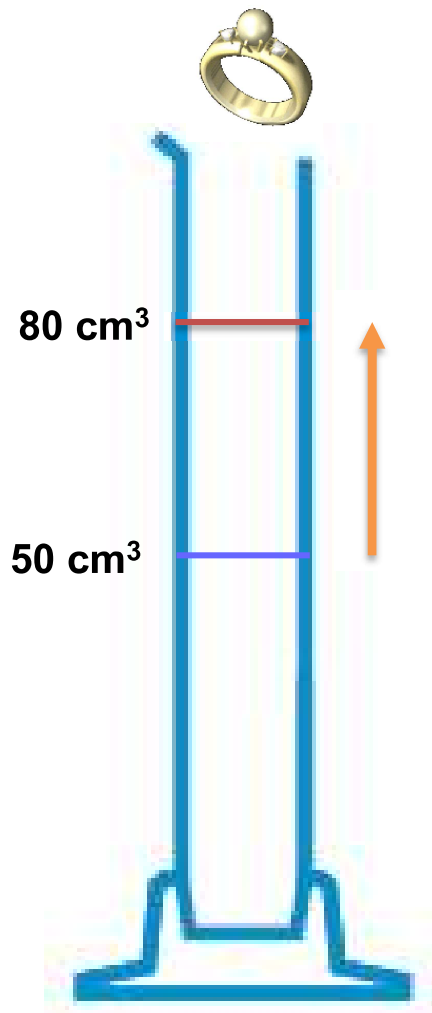
$$V = A.h = \pi r^2 . h$$

د-حجم کره



۲- اگر جسم شکل هندسی مشخصی نداشته باشد

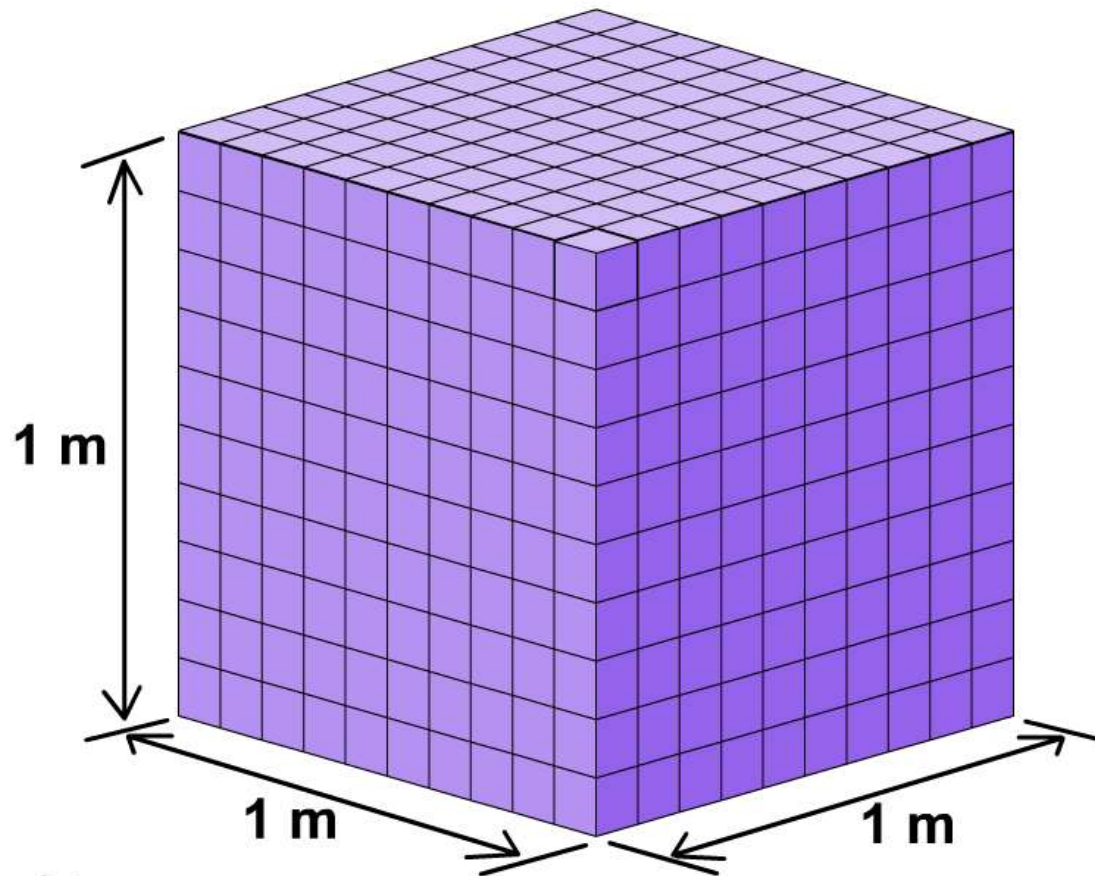
جسم را داخل استوانه ی مدرجی که حاوی مقدار مشخصی آب است می اندازیم ؛ حجم بالا آمده ، حجم جسم است (با کم کردن حجم جسم و آب از حجم اولیه آب ، حجم بالا آمده بدست می آید)



انیمیشن تبدیل واحد حجم

Start

$$1\text{m}^3 = x \text{ lit}$$

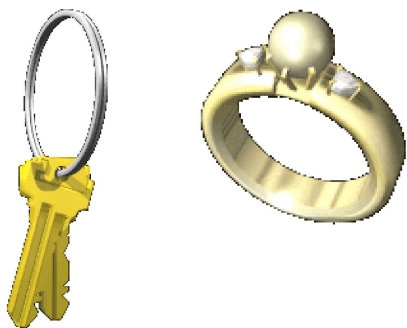


ویرایش: انصاری تبار

پرسش:

چگونه چگالی اشیایی مانند؛ کلید، قاشق، چنگال، کارد، انگشتر و ... را بدست بیاوریم؟

پاسخ:



۱. جسم را در ترازو قرار داده و جرم آنها را بدست می آوریم

۲. جسم مورد نظر را در استوانه مدرجی که حاوی مقداری آب است . انداخته ، بصورتی که کاملاً در آب فرو رود ، حجم آب بالا آمده ، حجم جسم مورد نظر است.

۳. طبق فرمول چگالی ، جرم را بر حجم تقسیم کنیم تا چگالی بدست آید.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

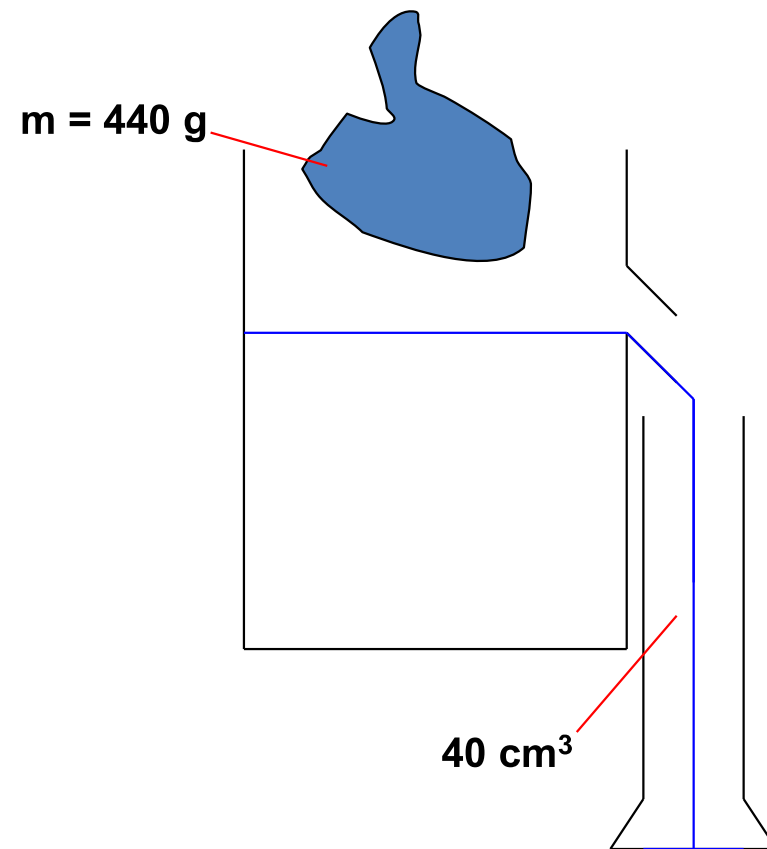
تمرین:

چگالی یک قطعه فلز به جرم 440 g و حجم 40 cm^3 را بدست آورید؟

پاسخ:

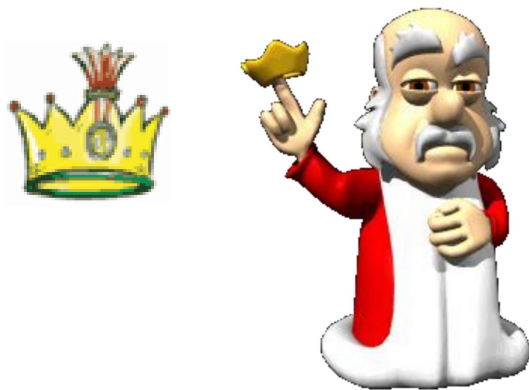
$$\rho = 11 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m = 440\text{ g} \\ V = 40\text{ cm}^3 \\ \rho = ? \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \rho = \frac{m}{V} \\ \rho = \frac{440}{40} \\ \rho = 11 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \end{array}$$



پرسش ها و مسئله های فصل ۱:

۱۹- الف) قطعه ای فلزی به شما داده شده است و ادعا می شود که از طلای خالص ساخته شده است. چگونه می توانید درستی این ادعا را بررسی کنید؟



پاسخ:

m جرم قطعه فلزی را با استفاده از ترازو به دست می آوریم. **v** حجم آن را بایک استوانه مدرج محتوی آب و اندازه گیری تغییر حجم آن قطعه به دست می آوریم. حال باتقسیم جرم بر حجم **ρ** چگالی را به دست می آوریم، حال اگر نتیجه با **چگالی طلا یعنی $19/3 \text{ g/cm}^3$** مطابقت داشت، می توان ادعای خالص بودن طلا را پذیرفت .

پرسش ها و مسئله های فصل ۱:

ب) بزرگ ترین شمش طلا با حجم $1.0 \times 10^4 \text{ cm}^3$ و جرم 250.0 kg توسط یک شرکت ژاپنی ساخته شده است. چگالی این شمش طلا را به دست آورید.



پاسخ:

(ب)

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{l} V = 1.0 \times 10^4 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0^{-6} \text{ m}^3}{1 \text{ cm}^3} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \\ m = 250.0 \text{ kg} \\ \rho = ? \end{array} \right. \quad \rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{250.0}{1.0 \times 10^{-2}} = 15893 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}
 \end{aligned}$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۱:

(پ) نتیجه 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.

پاسخ:

جدول ۱-۸ چگالی برخی مواد متداول			
ماده	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	ماده	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$
یخ	0.917×10^3	آب	1.000×10^3
آلومینیم	2.70×10^3	گلیسرین	1.26×10^3
آهن	7.86×10^3	اتیل الکل	0.806×10^3
مس	8.92×10^3	بنزن	0.879×10^3
نقره	10.5×10^3	جیوه	13.6×10^3
سرب	11.3×10^3	هوا	۱/۲۹
اورانیم	19.1×10^3	هلیوم	1.79×10^{-1}
طلا	19.3×10^3	اکسیژن	۱/۴۳
پلاتین	21.4×10^3	هیدروژن	8.99×10^{-2}

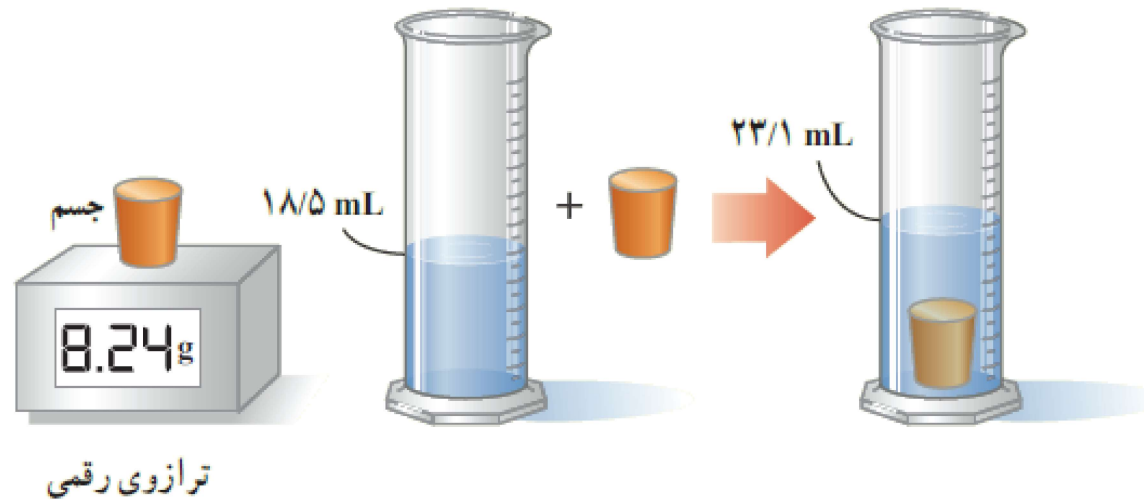
$$\rho = 15893 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

علت این است که طلای خالص نرم و انعطاف پذیر است که برای استحکام قطعه هایی که از طلا ساخته می شوند، مقدار ناخالصی (از فلزهای مس، نقره، نیکل و روی) با آن مخلوط می کنند در نتیجه چگالی مخلوط از چگالی طلای خالص کمتر به دست می آید.

تمرین:

برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده ایم. با توجه به داده های روی شکل، چگالی جسم را بر حسب g/L و g/cm^3 حساب کنید.

پاسخ:



$$m = 8.24 \text{ g}$$

$$V = (23.1 - 18.5) \text{ mL} = 4.6 \text{ mL} = 4.6 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8.24}{4.6 \times 10^{-3}} = 1.79 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$\rho = \frac{8.24 \text{ g}}{4.6 \text{ cm}^3} = 1.79 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

تمرین:

حجم خون در گردش یک فرد بالغ با توجه به جرمش، می تواند بین $4/70\text{ L}$ تا $5/50\text{ L}$ باشد. جرم $4/70\text{ L}$ خون چند کیلوگرم است؟ چگالی خون را $1/05\text{ g/cm}^3$ بگیرید.

پاسخ:

$$m = . / 439\text{ kg}$$

$$V = 4/70\text{ L} \times \frac{1000\text{ cm}^3}{1\text{ L}} = 4/70 \times 10^3\text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 1/05 \times 4/70 \times 10^3 = 493\text{ g}$$

$$m = . / 439\text{ kg}$$

$$m = ?$$

$$\rho = 1/05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

تمرین:

جرم و وزن تقریبی هوای درون کلاستان را پیدا کنید.

(ابعاد یک کلاس فرضی $4m \times 9m \times 3m$ برآورد شود و چگالی هوا $\rho = 1/29 \frac{kg}{m^3}$ است)

پاسخ:

$$m = 139kg$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 1/29 \times 108$$

$$m = 139kg$$

$$W = mg = 139 \times 10 = 1390N$$

$$V = 4 \times 9 \times 3 = 108m^3$$

$$m = ?$$

$$\rho = 1/29 \frac{kg}{m^3}$$

تمرین:

جرم ۲۰۰ لیتر نفت، چند کیلوگرم است؟ (چگالی نفت 0.8 g/cm^3 .)

پاسخ:

$$m = 160 \text{ kg}$$

$$V = 200 \text{ lit} = \frac{200}{1000} = 0.2 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0.8 \times 1000 = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = \rho V$$

$$m = ?$$

$$m = 800 \times 0.2 = 160 \text{ kg}$$

تمرین:

۲L لیتر روغن چند گرم سنگین تر از ۲L بنزین است؟ (چگالی روغن 0.8 g/cm^3 / چگالی بنزین 0.68 kg/m^3)

پاسخ:

تمرین:

حجم ۱۵۸۰ گرم الکل، چند لیتر است؟ (چگالی الکل 790 Kg/m^3)

پاسخ:

$$v = 2L$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m = 1580 \cdot g = \frac{1580}{1000} = 1.58 \cdot \text{kg} \\ \rho = 790 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ V = ? \end{array} \right.$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{1.58}{790} = 0.002 \text{ m}^3$$

$$V = 0.002 \times 1000 = 2L$$

تمرین:

چگالی کره‌ای همگن به جرم 2 Kg و به شعاع 20 cm چند کیلو گرم بر متر مکعب و چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟ ($\pi \cong 3$)

پاسخ:

$$\rho = 6/25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0.625 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = 2\text{ Kg}$$

$$r = 20\text{ cm} = 0.2\text{ m}$$

$$\rho = ?$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \rightarrow V = \frac{4}{3} \times 3 \times 0.2^3 = 4 \times 0.08 = 32 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{2}{32 \times 10^{-3}} = 62/5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{یا} \quad \rho = 0.625 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

تمرین:

چگالی هوا در شرایط متعارفی، تقریباً $1/3 \text{ kg/m}^3$ است. جرم هوای داخل یک سالن به ابعاد 20 m ، 15 m و 3 m ، چند کیلوگرم است؟

پاسخ:

$$m = 117 \cdot \text{kg}$$

$$V = a.b.c$$

$$V = 20 \times 15 \times 3 = 900 \cdot \text{m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V = 1/3 \times 900 = 1170 \cdot \text{kg}$$

$$\rho = 1/3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$a = 20 \cdot \text{m}$$

$$b = 15 \text{m}$$

$$c = 3 \text{m}$$

$$m = ?$$

پرسش:

چگونه به کمک رابطه چگالی حجم حفره (قسمتی از جسم توخالی است) را محاسبه می کنیم؟

پاسخ:

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

$$\rho_{\text{توپر}} = \frac{m}{V_{\text{توپر}}} \rightarrow V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho}$$

پرسش:

چرا کشتی های فولادی روی آب شناور می مانند؟



پاسخ:

چون چگالی کل کشتی (با در نظر گرفتن فضاهای خالی) از چگالی آب کمتر است

تمرین:

جرم جسمی به حجم 100 cm^3 برابر 500 g است. اگر چگالی آن 8 g/cm^3 باشد،
حجم حفره‌ی درون جسم چند cm^3 است؟



پاسخ:

$$V_{\text{حفره}} = 37/5 \text{ cm}^3$$

ابتدا مشخص می‌کنیم که اگر جسم 500 g توپر بود چه حجمی می‌داشت:

$$V = 100 \text{ cm}^3 \text{ حجم ظاهری}$$

$$m = 500 \text{ g}$$

$$\rho = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$V_{\text{حفره}} = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{500}{8} = 62/5 \text{ cm}^3 \text{ حجم توپر}$$

حجم توپر - حجم ظاهری = حجم حفره

$$V_{\text{حفره}} = 100 - 62/5 = 37/5 \text{ cm}^3$$

تمرین:

یک مجسمه فلزی 40 kg جرم و 0.60 m^3 حجم دارد. چگالی فلز به کار رفته در مجسمه 8000 kg/m^3 است. حجم فضای خالی درون مجسمه را حساب کنید.

پاسخ:

$$V_{\text{حفره}} = 0.55 \text{ m}^3$$

ابتدا مشخص می کنیم که اگر جسم 40 kg توپر بود چه حجمی می داشت:

$$V = 0.60 \text{ m}^3 \quad \text{حجم ظاهری}$$

$$m = 40 \text{ kg}$$

$$\rho = 8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_{\text{حفره}} = ?$$

$$V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho} \rightarrow V = \frac{40}{8000} = 0.005 \text{ m}^3$$

حجم توپر

حجم توپر - حجم ظاهری = حجم حفره

$$V_{\text{حفره}} = 0.60 - 0.005 = 0.595 \text{ m}^3$$

تمرین:

دومکعب مشابه از یک فلز به چگالی $۱۰ \frac{g}{cm^3}$ ، یکی توپرو دیگری توخالی داریم
اگر جرم مکعب توپر $۸۰۰g$ و جرم مکعب توخالی $۴۰۰g$ باشد، حجم فضای خالی
داخل مکعب را حساب کنید.

پاسخ:

$$\Delta v = ۴ \cdot cm^3$$

پرسش:

چگالی خون بین 1.04 g/cm^3 تا 1.06 g/cm^3 است. علت این اختلاف چیست؟

پاسخ:

زیرا افزایش گلبول های سرخ خون باعث افزایش چگالی آن می شود.

پرسش:

اگر برای اندازه گیری جرم جسمی وزنه در اختیار نداشته باشیم چگونه می توانیم جرم آن را اندازه بگیریم؟

پاسخ:

با استفاده از فرمول چگالی $\rho = \frac{m}{V}$ با داشتن چگالی و حجم جسم به راحتی می توانیم جرم را بدست آوریم

$$m = \rho v$$

نکته:

۱- اگر دو مایع را مخلوط کنیم و هیچ تغییر حجمی صورت نگیرد، چگالی مخلوط با توجه به تعریف چگالی از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

۲- دو مایع به چگالیهای ρ_1 و ρ_2 به حجمهای برابر بایکدیگر مخلوط شده‌اند. اگر در مخلوط کردن، تغییر حجم صورت نگیرد، چگالی مخلوط را بدست آورید؟

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \quad \left. \begin{array}{l} \\ V_1 = V_2 = V \end{array} \right\} \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V + \rho_2 V}{V + V} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

نکته:

چگالی مخلوط (آلیاژ) همواره بین چگالی اجزای تشکیل دهنده آن است

تمرین:

۱۲ g از مایعی به حجم ۲۰ cm^3 را با ۱۸ g مایع دیگری به حجم ۳۰ cm^3 را مخلوط کرده ایم. چگالی مخلوط به شرط اینکه در اختلاط تغییر حجم صورت نگیرد، چند گرم بر لیتر است؟

پاسخ:

$$m_1 = ۱۲ \text{ g}$$

$$V_1 = ۲۰ \cdot \text{cm}^3$$

$$m_2 = ۱۸ \text{ g}$$

$$V_2 = ۳۰ \cdot \text{cm}^3$$

$$\rho = ?$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{۱۲ + ۱۸}{۲۰ + ۳۰} = \frac{۳۰}{۵۰} = ۰.۶ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = ۰.۶ \frac{\text{g}}{\text{lit}}$$

تست:

یک قطعه فلزی که چگالی آن $7/8 \text{ g/cm}^3$ است را کاملاً در ظرف پر از الکل به چگالی 800 kg/m^3 وارد می کنیم و به اندازه 240 gr ، الکل از ظرف بیرون می ریزد، جرم قطعه فلز چند گرم است؟

(۴) 2340 (۳) $23/4$ (۲) $2/34$ (۱) 234

پاسخ:

گزینه ۴

تمرین:

می خواهیم از ماده ای به چگالی 800 kg/m^3 ، مکعب توپُر به ضلع ۵ سانتی متر درست کنیم. چند کیلوگرم از این ماده لازم است؟

پاسخ:

۱kg

تمرین:

درون مکعبی که از آلیاژی با چگالی 6 g/cm^3 ساخته شده است، حفره ای وجود دارد در صورتی که حجم ظاهری مکعب 400 cm^3 و جرم آن 1500 g باشد، حجم حفره چند درصد از حجم ظاهری مکعب است؟

پاسخ:

۳۷ / ۵%

تمرین:

چگالی کره A، $\frac{2}{5}$ برابر چگالی مکعب B است. اگر جرم کره A، 73 درصد کمتر از جرم مکعب B باشد، شعاع کره A تقریباً چند برابر ضلع مکعب B است؟ ($\pi \approx 3$)

پاسخ:

$$R = \frac{3}{10} a$$