



هم کلاسی  
[Hamkelasi.ir](http://Hamkelasi.ir)

بسمه تعالی

جزوه کمک آموزشی

# فیزیک ۱

مناسب دانش آموزان دهم رشته ریاضی و تجربی

فصل اول - فیزیک و اندازه گیری

محتوای جزوه:

ارائه و آموزش مطالب کتاب به زبان ساده و پاسخگویی تمامی مسائل و سوالات درسی

تهیه شده توسط :

امین گرمرودی - دبیر فیزیک (کارشناس ارشد فیزیک ذرات بنیادی)

(نسخه ۱)

**فیزیک:** یکی از بنیادی ترین دانش ها و شالوده ی تمامی مهندسی ها و فناوری هایی است که به طور مستقیم و غیر مستقیم در زندگی ما نقش دارند.

**علم فیزیک:** به مطالعه و توصیف و توضیح پدیده های گوناگون طبیعت می پردازد.

**توجه!** فیزیک علمی تجربی است ، یعنی باید به صورت عملی به تجربه و آزمایش پدیده ها پرداخت.

**توجه!** برای توصیف پدیده های فیزیکی اغلب از قانون ، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می شود.

**توجه!** مدل ها و نظریه های فیزیکی همواره معتبر نیستند و ممکن است نقض یا تغییر یابند.

**قانون فیزیک:** رابطه بین برخی از کمیت های فیزیکی را توصیف می کند که در دامنه وسیعی از پدیده های گوناگون طبیعت معتبر است. (مانند قانون نیوتون)

**اصل فیزیک:** برای توصیف دامنه محدودتری از پدیده های فیزیکی که عمومیت کمتری دارند اغلب از اصطلاح اصل استفاده می شود. (مانند اصل پاسکال)

**مدل سازی در فیزیک:** 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.

**مثال:** به طور مثال وقتی یک توپ در حال پرواز در هوا را بررسی می کنیم عوامل مختلفی روی توپ اثر می گذارند: مثلا توپ به طور کامل گرد نیست ، زبری و پستی و بلندی در سطح اش وجود دارد ، مستقیم حرکت نمی کند و هنگام پرتاب به دور خود می چرخد ، مقاومت هوا به توپ وارد می شود و همچنین هنگام بالا رفتن مقدار جاذبه کم می شود و ....

اگر بخواهیم تمامی این موارد را هنگام مطالعه پرتاب توپ بررسی کنیم دچار پیچیدگی های فراوانی در مسئله خواهیم شد ، پس برای راحتی حل مسئله از برخی عوامل که تاثیر چندانی روی مسئله ندارند چشم پوشی می کنیم. (به شکل زیر توجه کنید)



**توجه!** هنگام مدل سازی یک پدیده فیزیکی باید اثر های جزئی را نادیده بگیریم نه اثر های مهم و تعیین کننده را .

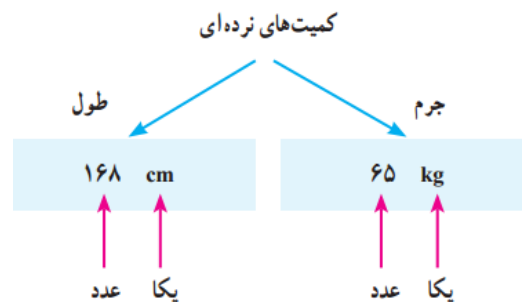
### اندازه گیری و کمیت های فیزیکی:

**کمیت فیزیکی:** در علم فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت کمیت فیزیکی می گویند. مانند طول، زمان، تندی، نیرو و ....

**انواع کمیت های فیزیکی:** به دو نوع کلی ۱. کمیت نرده ای (اسکالر) ۲. کمیت برداری، تقسیم می شود.

**کمیت نرده ای:** برای بیان برخی کمیت ها تنها به یک عدد و یکای مناسب نیاز داریم، که به آن کمیت نرده ای می گویند.

**مثال:** کمیت جرم = ۶۵kg، کمیت طول: ۱۶۸cm



**کمیت برداری:** کمیتی است که علاوه بر عدد و یکای مناسب برای مشخص کردن آن به جهت نیز نیاز داریم.



**کمیت و یکاهای اصلی :** در سال ۱۹۷۱ دانشمندان در مجمعی هفت کمیت را به عنوان کمیت اصلی انتخاب کردند و یکاهای آن ها را یکای اصلی نامیدند.

جدول ۱-۱ کمیت‌های اصلی و یکای آنها		
کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندلا (شمع)	cd

**یکاهای فرعی :** سایر یکهایی که بر اساس یکاهای اصلی تعریف و معرفی می شوند را یکاهای فرعی می گویند. در جدول زیر برخی از یکاهای فرعی نشان داده شده اند:

جدول ۲-۱ چند مثال از یکاهای فرعی که در فصل‌های این کتاب استفاده شده اند		
کمیت	یکای SI	یکای فرعی
تندی و سرعت	m/s	m/s
نیرو	نیوتون (N)	kg m/s <sup>2</sup>
فشار	پاسکال (Pa)	kg/ms <sup>2</sup>
انرژی	ژول (J)	kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
توان	وات (W)	kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
گرمای ویژه	J/kg K	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> K

**تبدیل یکاها:** اغلب در حل مسئله های فیزیک، لازم است یکای کمیتی را تغییر دهیم. برای مثال، ممکن است لازم باشد کیلوگرم (kg) را به میکروگرم ( $\mu\text{g}$ )، یا متر بر ثانیه (m/s) را به کیلومتر بر ساعت (km/h) تبدیل کنیم. این کار با روش تبدیل زنجیره ای انجام می شود.

**تبدیل زنجیره ای:** در تبدیل زنجیره ای از یک ضریب تبدیل که یک کسر می باشد برای تبدیل یکای موجود به یکای مورد نظرمان استفاده می کنیم.

**به طور مثال** برای تبدیل یکای متر به سانتی متر و یا برعکس از ضرایب تبدیل زیر استفاده می کنیم.

برای تبدیل یکای سانتی متر به متر استفاده می شود.

$$\frac{1m}{100cm}$$

برای تبدیل یکای متر به سانتی متر استفاده می شود.

$$\frac{100cm}{1m}$$

**توجه!** در ضرایب تبدیل چون صورت و مخرج کسر با هم مساوی هستند پس کسر برابر ۱ می باشد و هنگام استفاده از این ضرایب مقدار کمیت تغییر نمی کند و فقط یکای کمیت عوض می شود.

**مثال:** می‌خواهیم مقدار ۸۵cm را بر حسب متر بنویسیم (به متر تبدیل کنیم).

$$85cm = (85cm)(1) = (85\cancel{cm}) \left( \frac{1m}{100\cancel{cm}} \right) = 0.85m$$

← ضریب تبدیل

**توجه!** دقت کنید هنگام نوشتن ضریب تبدیل سانتی متر به متر در بالای کسر عدد یک متر را نوشتیم و مقدار مساوی با آن را بر حسب سانتی متر در زیر کسر نوشتیم به این صورت سانتی متر با سانتی متر عدد مورد نظر ساده شده و جواب بر حسب متر بدست می آید. **به یاد داشته باشید** ضریب تبدیل را باید طوری بنویسیم که یکای قبلی ساده شود و یکای جدید باقی بماند.

**مثال دوم:** میدانیم که km/h و m/s از یکاهای تندی و سرعت می باشند.

حال می خواهیم مقدار ۳۶km/h (۳۶ کیلومتر بر ساعت) را بر حسب m/s (متر بر ثانیه) بنویسیم. باید توجه داشته باشیم که در km/h دو یکا وجود دارد که باید تبدیل شوند. اولی km کیلومتر است که باید به m متر تبدیل شود، و دیگری h ساعت است که باید به s ثانیه تبدیل شود.

پس برای تبدیل کیلومتر بر ساعت km/h به متر بر ثانیه m/s باید از دو ضریب تبدیل به صورت زیر

استفاده کنیم:

$$36 \text{ km/h} = \left(36 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) (1)(1) = \left(36 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}}\right) \left(\frac{1\cancel{\text{h}}}{3600\text{s}}\right) \left(\frac{1000\text{m}}{1\cancel{\text{km}}}\right) = 10 \text{ m/s}$$

مشاهده می کنید ضرایب تبدیل را طوری نوشتیم که یکای قبلی حذف شود.

**سازگاری یکاها:** برای حل صحیح مسائل همواره دقت کنیم تا یکاها را برحسب یکاهای SI بنویسیم، زیرا اگر در هنگام حل مسائل یکاها برحسب SI نباشند جواب معادله ناصحیح خواهد بود.

**به طور مثال** هنگام محاسبه نیرو چون جرم را بر حسب کیلوگرم و شتاب را برحسب متر بر مجذور ثانیه نوشتیم می توانیم جواب را بر حسب نیوتون بنویسیم. و مثلا اگر به جای کیلوگرم از گرم استفاده می کردیم جواب بر حسب نیوتون بدست نمی آمد.

$$F = ma = (0.325 \text{ kg})(1/75 \text{ m/s}^2) = 0.569 \text{ N}$$

یکای دو طرف معادله با هم سازگار است.

**پیشوند یکاها:** هرگاه در اندازه گیری ها با اندازه های بسیار بزرگتر یا بسیار کوچکتر از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوندهایی استفاده میکنیم. هر پیشوند، توان معینی از ۱۰ را نشان میدهد که به صورت یک عامل ضرب به کار میرود. جدول زیر را مشاهده کنید:





**الف:** اگر عدد بسیار بزرگ باشد: عدد را طوری می نویسیم که در طرف چپ اعشار عددی بین صفر تا ۱۰ قرار گیرد، در سمت راست اعشار نیز فقط دو عدد باقی می گذاریم، سپس به مقدار اعدادی که در سمت راست اعشار قرار گرفته بودند در توان عدد ۱۰ می نویسیم. برای درک بهتر مطلب به مثال های زیر توجه فرمایید.

**مثال:** اعداد زیر را به صورت نماد گذاری علمی بنویسید:

$$\bigcirc 2352100000 = \frac{2}{\underbrace{352100000}_{\text{عدد } 9}} \times 10^9 = 2/35 \times 10^9$$

$$\bigcirc 10002000000 = \frac{1}{\underbrace{0002000000}_{\text{عدد } 10}} \times 10^{10} = 1/00 \times 10^{10}$$

$$\bigcirc 95821 = \frac{9}{\underbrace{5821}_{\text{عدد } 4}} \times 10^4 = 9/58 \times 10^4$$

**ب:** اگر عدد بسیار کوچک باشد: اگر اعداد بسیار کوچک اعشاری داشته باشیم، اعشار را طوری جابه جا میکنیم که در سمت چپ اعشار فقط یک عدد بین صفر تا ۱۰ قرار گیرد (نه خود صفر و ده) سپس در سمت راست اعشار دو عدد باقی می گذاریم. حال به تعداد جابجایی اعشار در توان ۱۰ قرار می دهیم. برای درک بهتر مطلب به مثال های زیر توجه فرمایید.

**مثال:** اعداد زیر را به صورت نماد گذاری علمی بنویسید.

$$\bigcirc 0/0000023 = \frac{2}{30} \times 10^{-6}$$

اعشار را ۶ واحد به سمت راست جابه جا کردیم تا در سمت چپ اش یک عدد باقی بماند

$$\bigcirc 0/0100205 = \frac{1}{00} \times 10^{-2}$$

اعشار را ۲ واحد به سمت راست جابه جا کردیم تا در سمت چپ اش یک عدد باقی بماند

**توجه!** علامت توان ۱۰ اعداد بسیار بزرگ مثبت می باشد و علامت توان ۱۰ اعداد بسیار کوچک در نماد گذاری علمی منفی می باشد.

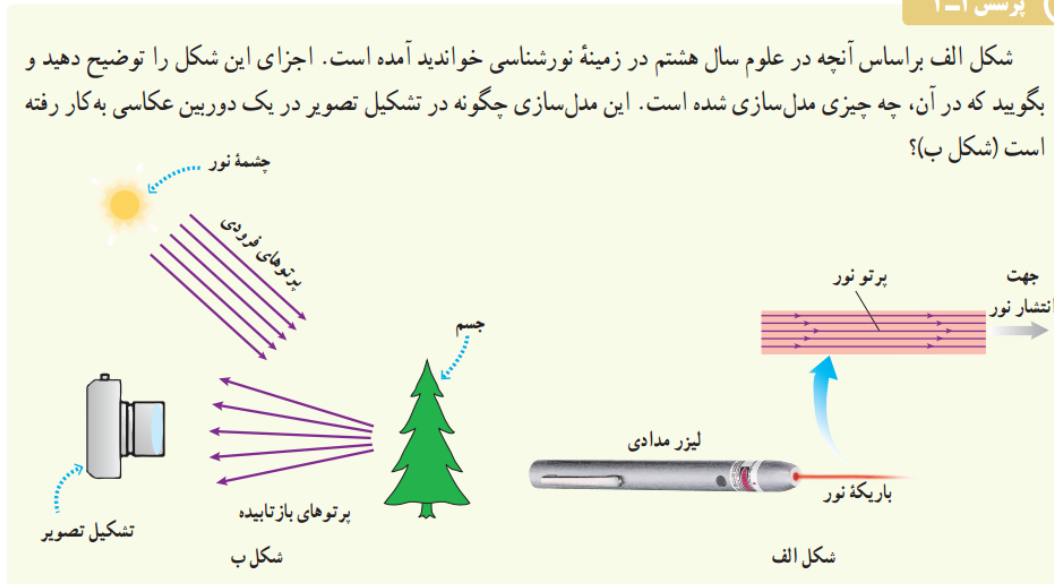
در جداول زیر نمونه ای از کمیت های اندازه گیری شده در فیزیک را مشاهده می کنید که به صورت نماد گذاری علمی نوشته شده است:



تا این قسمت نصفی از فصل اول را مرور کردیم حال به حل تمامی سوالات کتاب مرتبط با این قسمت از مطالب می پردازیم.

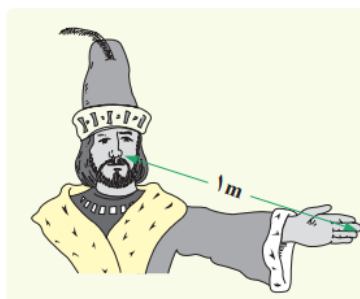
## سوالات کتاب درسی:

### پرسش ۱-۱



**پاسخ پرسش ۱-۱:** شکل الف یک لیزر مدادی است که در این شکل پرتوهای نور با خطوط راست موازی رسم شده است. در مدل سازی شکل ب پرتوهای فرودی از چشمه نور گسترده خورشید به صورت موازی فرض شده است و هنگام بازتاب پرتوهای نور فقط پرتوهای نوری که به سمت دوربین بازتاب شده اند را در نظر گرفته ایم (در حالی که هنگام فرود نور به درخت قسمتی از پرتوها جذب درخت می شود و پرتوهای زیادی به طور نامنظم به تمام نقاط بازتاب می گردد)

### پرسش ۲-۱



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

### پاسخ پرسش ۲-۱:

مزایا: همیشه همراه ما خواهد بود و به راحتی می توانیم طول اجسام را اندازه بگیریم

معایب: دقت اندازه گیری پایین - عدم دسترسی دیگران به این یکا - عدم قابلیت باز تولید - ثابت نبودن مقدار و ....



### فعالیت ۱-۲

ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. هر ذرع ۱۰۴ سانتی متر و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است.<sup>۱</sup> قشم، بزرگ‌ترین جزیره 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.

**پاسخ فعالیت ۱-۲:** در این سوال باید ۱۲۰ کیلومتر را بر حسب ذرع و فرسنگ بنویسیم.

ضرایب تبدیلی که می‌توانیم از روی مسئله بنویسیم بدین صورت است:

$$\text{ضریب تبدیل سانتی متر و ذرع: } \frac{104 \text{ cm}}{1 \text{ ذرع}} \text{ یا } \frac{104 \text{ cm}}{104 \text{ ذرع}} \text{ (بنا به شرایط مسئله از یکی استفاده می‌کنیم)}$$

$$\text{ضریب تبدیل ذرع و فرسنگ: } \frac{6000 \text{ ذرع}}{1 \text{ فرسنگ}} \text{ یا } \frac{6000 \text{ ذرع}}{6000 \text{ فرسنگ}} \text{ (بنا به شرایط مسئله از یکی استفاده می‌کنیم)}$$

ابتدا ۱۲۰ کیلومتر را به سانتی متر تبدیل می‌کنیم و سپس با استفاده از ضریب تبدیل به ذرع و فرسنگ تبدیل می‌کنیم.

$$120 \text{ km} = 120000 \text{ m} = 120000 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 12000000 \text{ cm} = 1/2 \times 10^7 \text{ cm} \text{ (عملیات تبدیل به سانتی متر)}$$

$$1/20 \times 10^7 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ ذرع}}{104 \text{ cm}} = 1/15 \times 10^6 \text{ ذرع} \text{ (عملیات تبدیل سانتی متر به ذرع)}$$

$$1/15 \times 10^6 \text{ ذرع} \times \frac{1 \text{ فرسنگ}}{6000 \text{ ذرع}} = 19/16 \text{ فرسنگ} \text{ (عملیات تبدیل ذرع به فرسنگ)}$$

### فعالیت ۱-۳

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:

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

$$1 \text{ من تبریز} = 40 \text{ سیر} = 640 \text{ مثقال}$$

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

با توجه به اینکه هر مثقال معادل ۴/۸۶ گرم است، هر کدام از این یکاها را بر حسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

**پاسخ فعالیت ۱-۳:** می‌خواهیم این یکاها را بر حسب گرم و کیلوگرم بنویسیم. و می‌دانیم هر مثقال

معادل  $4/86g$  است. پس ضریب تبدیل گرم و مثقال به صورت  $\frac{4/86g}{1 \text{ مثقال}}$  و یا  $\frac{4/86g}{1 \text{ مثقال}}$  می‌باشد.

- برای تبدیل یک نخود به گرم و کیلوگرم ابتدا آن را به مثقال تبدیل کرده سپس به گرم و کیلوگرم تبدیل می‌کنیم.

$$1 \text{ نخود} \times \frac{1 \text{ مثقال}}{24 \text{ نخود}} = 0/04 \text{ مثقال} \rightarrow 0/04 \text{ مثقال} \times \frac{4/86g}{1 \text{ مثقال}} = 0/194 \text{ g} \rightarrow 0/194 \text{ g} \times \frac{1kg}{1000g} = 1/94 \times 10^{-4} kg$$

- برای تبدیل یک گندم به گرم و کیلوگرم نیز به همین روش عمل می‌کنیم:

$$1 \text{ گندم} \times \frac{1 \text{ مثقال}}{96 \text{ گندم}} = 0/01 \text{ مثقال} \rightarrow 0/01 \text{ مثقال} \times \frac{4/86g}{1 \text{ مثقال}} = 0/086 \text{ g} \rightarrow 0/086 \text{ g} \times \frac{1kg}{1000g} = 8/6 \times 10^{-5} kg$$

- برای تبدیل یک سیر به گرم و کیلوگرم به صورت زیر عمل می‌کنیم. (۴۰ سیر برابر ۶۴۰ مثقال)

$$1 \text{ سیر} \times \frac{640 \text{ مثقال}}{40 \text{ سیر}} = 160 \text{ مثقال} \rightarrow 160 \text{ مثقال} \times \frac{4/86g}{1 \text{ مثقال}} = 1376/6 \text{ g} \rightarrow 1376/6 \text{ g} \times \frac{1kg}{1000g} = 1/3766 \text{ kg}$$

- برای تبدیل یک من تبریز به گرم و کیلوگرم به صورت زیر عمل می‌کنیم. (۱ من تبریز برابر ۶۴۰ مثقال)

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

- برای تبدیل خروار به گرم و کیلوگرم ابتدا آن را به من تبریز سپس به مثقال تبدیل کرده و به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$1 \text{ خروار} \times \frac{100 \text{ من}}{1 \text{ خروار}} \times \frac{640 \text{ مثقال}}{1 \text{ من}} = 64000 \text{ مثقال} \rightarrow 64000 \text{ مثقال} \times \frac{4/86g}{1 \text{ مثقال}} = 311040 \text{ g} \rightarrow 311040 \text{ g} \times \frac{1kg}{1000g} = 311/04 \text{ kg}$$

## تمرین ۱-۲



در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم. از شلنگ شکل روبه‌رو، آب با آهنگ  $125 \text{ cm}^3/\text{s}$  خارج می‌شود. این آهنگ را به روش تبدیل زنجیره‌ای، برحسب یکای لیتر بر دقیقه (L/min) بنویسید. (هر لیتر معادل  $1000$  سانتی‌متر مکعب است.)

- یکای این کمیت از دو یکای  $\text{cm}^3$  و  $\text{s}$  تشکیل یافته پس باید از دو ضریب تبدیل استفاده کنیم. یکی برای تبدیل سانتی متر مکعب  $\text{cm}^3$  به لیتر L و دیگری برای تبدیل ثانیه s به دقیقه min.

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

## مثال ۱-۱

مقدار بار الکتریکی الکترون  $1.6 \times 10^{-19} \mu\text{C}$  است. مقدار این بار را برحسب کولن و با نمادگذاری علمی بنویسید.

**پاسخ:** با توجه به جدول ۱-۶، پیشوند میکرو ( $\mu$ ) برابر  $10^{-6}$  است. به این ترتیب داریم:

$$1.6 \times 10^{-19} \mu\text{C} = 1.6 \times 10^{-25} \text{C} = 1/60 \times 10^{-19} \text{C}$$

## پرسش ۱-۳

کدام گزینه جرم یک زنبور عسل ( $0.00015 \text{ kg}$ ) را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می‌کند؟

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

$$1/5 \times 10^{-4} \text{kg} \quad \square$$

$$0.15 \times 10^{-2} \text{kg} \quad \square$$

**پاسخ پرسش ۱-۳:** بهتر است به جای بررسی گزینه‌ها، خودمان جرم زنبور را برحسب نمادگذاری

علمی بنویسیم و سپس با گزینه‌ها مقایسه کنیم:


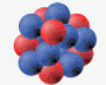

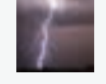

$$0.00015 \text{ kg} = 0.00015 \times 10^4 \text{ kg} = 1/50 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

یاد آوری: ممیز را طوری جابجای می‌کنیم که یک عدد در سمت چپ اعشار قرار گیرد و به تعدادی که

اعشار را به سمت راست جابجا کرده ایم در توان ۱۰ عدد منفی می‌گذاریم.

## تمرین ۱-۳

با توجه به پیشوندهای یکاهای SI و نمادگذاری علمی جدول زیر را کامل کنید.

	قطر میانگین یک گلبول (گویچه) قرمز	$7/0 \times 10^{-6} m$	..... mm	..... $\mu m$
	قطر هسته اتم اورانیوم	$1/75 \times 10^{-14} m$	..... pm	..... fm
	جرم یک گیره کاغذ	$1/0 \times 10^{-4} kg$	..... g	..... mg
	زمانی که نور مسافت ۰/۳ متر را در هوا طی می کند.	$1/0 \times 10^{-9} s$	..... $\mu s$	..... ns
	زمانی که صوت مسافت ۰/۳۵ متر را در هوا طی می کند.	$1/0 \times 10^{-3} s$	..... ms	..... $\mu s$

قطر میانگین یک گلبول:

- $7/0 \times 10^{-6} m \times \frac{1 mm}{10^{-3} m} = 7/0 \times 10^{-3} mm$
- $7/0 \times 10^{-6} m \times \frac{1 \mu m}{10^{-6} m} = 7/0 \mu m$

قطر هسته اتم اورانیوم:

- $1/75 \times 10^{-14} m \times \frac{1 pm}{10^{-12} m} = 1/75 \times 10^{-2} pm$
- $1/75 \times 10^{-14} m \times \frac{1 fm}{10^{-15} m} = 17/5 fm$

جرم یک گیره کاغذ:

- $1/0 \times 10^{-4} kg \times \frac{10^3 g}{1 kg} = 0/1 g \rightarrow 0/1 g \times \frac{1 mg}{10^{-3} g} = 100 mg$

زمانی که نور ۰/۳ متر را در هوا طی می کند:

- $1/0 \times 10^{-9} s \times \frac{1 \mu s}{10^{-6} s} = 1/0 \times 10^{-3} \mu s$
- $1/0 \times 10^{-9} s \times \frac{1 ns}{10^{-9} s} = 1 ns$

زمانی که صوت مسافت ۰/۳۵ متر را در هوا طی می کند:



- $1/0 \times 10^{-3} s \times \frac{1ms}{10^{-3}s} = 1ms$
- $1/0 \times 10^{-3} s \times \frac{1\mu s}{10^{-6}s} = 1/0 \times 10^3 ms$

### ۱-۱ و ۲-۱ فیزیک: دانش بنیادی و مدل سازی در فیزیک

- ۱ در چه صورت یک مدل یا نظریه فیزیکی بازنگری می شود؟
- ۲ فرایند مدل سازی در فیزیک را با ذکر یک مثال توضیح دهید.

**پاسخ تمرین سوال ۱-۱:** مدل ها و نظریه های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و اگر نتایج

آزمایش های جدید نشان دهد که نظریه فیزیکی صحیح نیست باید بازنگری شود.

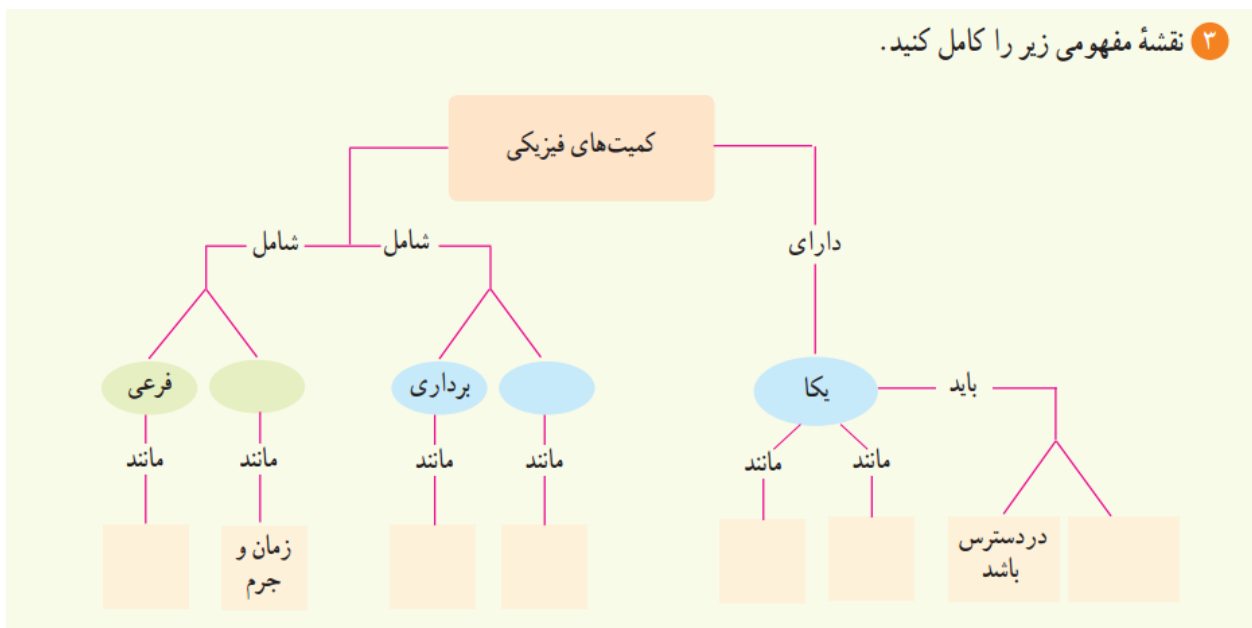
**پاسخ تمرین سوال ۲-۱:** در فرایند مدل سازی یک پدیده فیزیکی را مورد بررسی قرار می دهیم بدین

صورت که عواملی که تاثیر چندانی بر مسئله ندارند و فقط مطالعه مسئله را پیچیده می کند را حذف می کنیم.

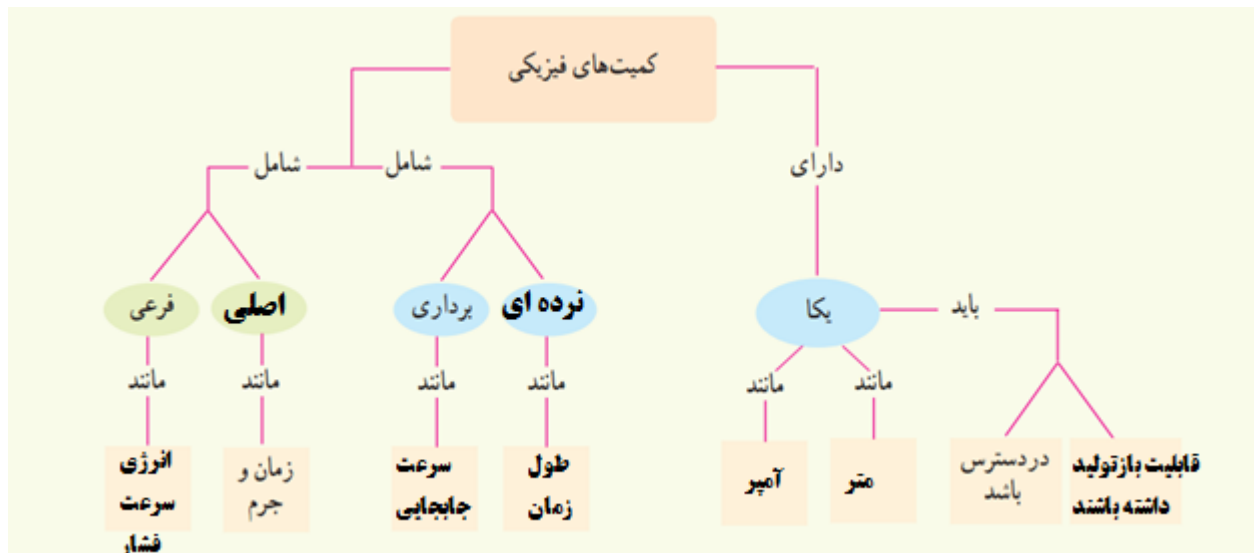
به طور مثال هنگام افتادن توپ از ارتفاع از عواملی مانند چرخیدن توپ ، اندازه توپ ، زبری و نرم ، تغییر

شتاب جاذبه و ... صرف نظر می کنیم تا مطالعه ساده تر شود.

۳ نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.



**پاسخ تمرین سوال ۱-۳:**



- ۴ سعی کنید با نگاه کردن، طول برخی از اجسامی را که در محیط اطرافتان هستند، بر حسب سانتی متر یا متر برآورد کنید. سپس طول آنها را با خط کش یا متر اندازه بگیرید. برآوردهای شما تا چه حد درست بوده اند؟
- ۵ جرم یک سوزن ته گرد را چگونه می توان با یک ترازوی آشپزخانه اندازه گیری کرد؟
- ۶ گاليله در برخی از کارهایش از ضربان نبض خود به عنوان زمان سنج استفاده کرد. شما نیز چند پدیده تکرار شونده در طبیعت را نام ببرید که می توانند به عنوان ابزار اندازه گیری زمان به کار روند.

**پاسخ تمرین سوال ۴-۱ :** خوب دیگه اینو باید خودتون انجام بدید.

**پاسخ تمرین سوال ۵-۱ :** از آنجایی که جرم یک سوزن ته گرد با ترازو قابل اندازه گیری نیست ، جرم

تعداد مشخصی از سوزن ته گرد (مثلا ۱۰۰ عدد) را توسط ترازو اندازه می گیریم و عدد بدست آمده را بر تعداد سوزن ها تقسیم کرده جرم یک سوزن بدست می آید.

**پاسخ تمرین سوال ۵-۱ :** ابتدا لازم به ذکر است که استفاده از پدیده تکرار شونده ضربان نبض به عنوان

زمان سنج مقیاس مناسبی نیست زیرا ضربان هر شخص در هر حالت جسمی و روحی متفاوت می باشد.(از

دانشمندی مانند گاليله بعید بود!) و اما می توانیم از پدیده های تکرار شونده به تعداد تنفس انسان ، چکه

کردن قطره آب ، حرکت خورشید و ستارگان، حرکت آونگ و ....

## اندازه گیری ، خطا و دقت

به طور قطع وقتی می خواهیم مقدار کمیتی را بدست آوریم باید آن کمیت را اندازه بگیریم. برای این منظور از وسیله هایی برای اندازه گیری استفاده می کنیم، اندازه گیری هایی که ما انجام می دهیم به طور کاملاً دقیق نمی تواند مقدار کمیت را اندازه بگیرد و ممکن است اندکی با مقدار اصلی تفاوت داشته باشد.

### عوامل موثر در دقت اندازه گیری یک کمیت:

- **دقت وسیله اندازه گیری** : هر چه وسیله اندازه گیری دقیق تر باشد قطعاً اندازه گیری نیز با دقت بیشتر صورت خواهد پذیرفت.
- **مهارت شخص آزمایشگر** : مهارت شخص اندازه گیرنده نیز تاثیر مستقیمی بر دقت اندازه گیری کمیت دارد.
- **تعداد دفعات اندازه گیری** : هر چه تعداد اندازه گیری از یک کمیت را بیشتر کنیم ، بیشتر به اندازه واقعی کمیت نزدیک خواهیم شد.

**تعریف دقت اندازه گیری وسیله اندازه گیری:** کمترین مقداری را که یک وسیله می تواند اندازه بگیرد را دقت اندازه گیری آن وسیله می گویند. به عنوان مثال دقت خط کشی که تا میلیمتر مدرج شده همان میلیمتر است و دقت خط کشی که تا سانتی متر مدرج شده همان سانتی متر می باشد.

**خطای اندازه گیری:** هر وسیله اندازه گیری خود مقداری خطای اندازه گیری دارد که خطای اندازه گیری در وسایل مدرج شده مانند خط کش با وسایل دیجیتالی مانند ترازوی دیجیتالی متفاوت است.

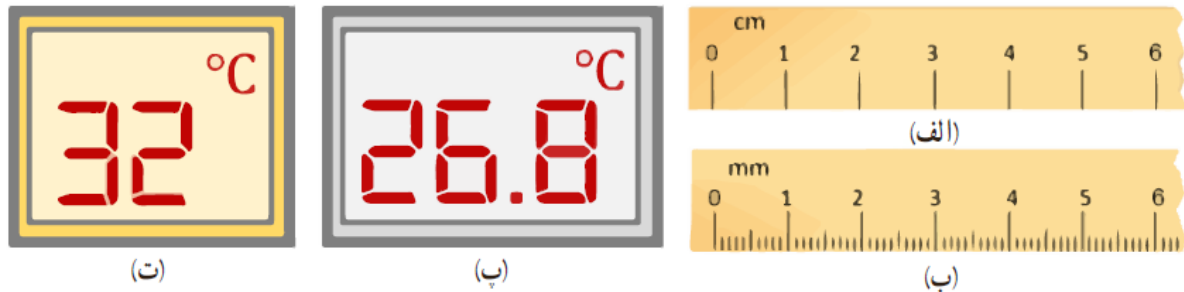
**خطای اندازه گیری در وسایل مدرج شده :** در ابزار مدرج شده مانند خط کش و دماسنج مدرج خطای اندازه گیری برابر  $\pm \frac{1}{2}$  ، کمینه تقسیم بندی مقیاس آن وسیله است.

**مثال :** خطای اندازه گیری خط کشی که با cm مدرج شده برابر  $\pm 0.5$  cm خواهد بود.

**خطای اندازه گیری وسایل دیجیتالی:** در این ابزار خطای اندازه گیری برابر مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقمی است که صفحه نمایشگر نشان می دهد می باشد.

**مثال:** اگر یک ترازو مقدار  $23/7 \text{ kg}$  را نشان دهد، خطای اندازه گیری آن برابر  $0/1 \text{ kg}$  خواهد بود.

در شکل زیر نیز دو مثال در این رابطه نشان داده شده است.



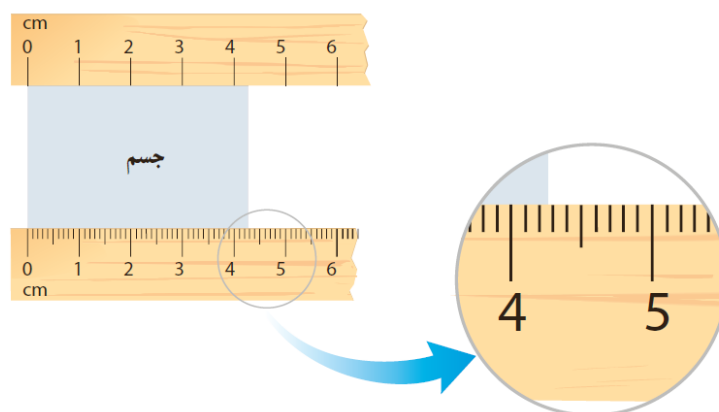
در (الف) خطای اندازه گیری (الف) با خط کش سانتی متری برابر  $\pm 0/5 \text{ cm}$ ، (ب) با خط کش میلی متری برابر  $\pm 0/5 \text{ mm}$ ، و (ت) با دماسنج های رقمی به ترتیب برابر  $\pm 0/1^\circ\text{C}$  و  $\pm 1^\circ\text{C}$  است.

**رقم های با معنا و گزارش نتیجه اندازه گیری:** رقم هایی را که بعد از اندازه گیری یک کمیت فیزیکی

ثبت می کنیم را رقم های با معنا می گویند. آخرین رقم با معنا که آن را حدس می زنیم را رقم غیر قطعی و مشکوک می گویند.

**مثال:** فرض کنید طول یک جسم را یکبار با یک خط کش درجه بندی شده با مقیاس  $\text{cm}$  و بار دیگر با

خط کش مقیاس  $\text{mm}$  اندازه می گیریم. به شکل زیر توجه کنید:



ابتدا به خط کش بالایی که بر حسب سانتی متر مدرج شده است نگاه کنید، مقداری که خط کش نشان می

دهد چقدر است؟  $4/2$  سانتی متر یا  $4/3$ ؟ رقم ۲ یا ۳ را چون حدس می زنیم پس این رقم ها رقم های

غیرقطعی هستند. پس در اینجا دو رقم با معنی داریم که یکی اش حدسی می باشد. در نتیجه اندازه گیری ما به صورت زیر خواهد شد:

$$4/2 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm} \quad \text{یا} \quad 4/3 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$$

↑ دو رقم با معنا
↑ خطای وسیله اندازه گیری
↑ رقم حدسی و غیرقطعی

حال می خواهیم اندازه گیری را با خط کش پائینی که بر حسب میلی متر مدرج شده بنویسیم، خطای اندازه گیری این خط کش مثبت و منفی نصف دقت اندازه گیری آن خواهد بود، یعنی  $\pm 0/5 \text{ mm}$ . طولی که خط کش نشان می دهد تقریباً  $42/8 \text{ mm}$  یا  $42/7 \text{ mm}$  می باشد. در اینجا نیز رقم ۷ یا ۸ یک رقم حدسی و غیر قطعی می باشد. پس در اینجا سه رقم با معنی داریم که یکی اش حدسی می باشد. در نتیجه اندازه گیری ما به صورت زیر خواهد شد:

$$42/7 \text{ mm} \pm 0/5 \text{ mm} \quad \text{یا} \quad 42/8 \text{ mm} \pm 0/5 \text{ mm}$$

↑ سه رقم با معنا
↑ خطای وسیله اندازه گیری
↑ رقم حدسی و غیرقطعی

**توجه:** در تمام وسیله های درجه بندی شده رقم آخر جزو رقم های با معنی بوده و اما حدسی و غیر قطعی می باشد.

**توجه:** در ابزارهای اندازه گیری دیجیتالی نیز با اینکه وسیله مقدار را اندازه گیری می کند و ما دخالتی نداریم، اما باز هم رقم آخر نمایش داده شده یک رقم حدسی و غیر قطعی می باشد.

**مثال:** به عنوان مثال در دماسنج شکل زیر، دمای هوا برابر  $26/8$  درجه سلسیوس شده است، هر سه رقم ۲ و ۶ و ۸ جزو رقم های با معنی بوده و رقم ۸ یک رقم غیر قطعی می باشد. خطای اندازه گیری این وسیله نیز  $\pm 0/1$  می باشد.



**تخمین:** برخی اوقات برای شمارش چیزی به مقدار دقیق آن نیاز نداریم و مقدار تقریبی آن کافی است، در این صورت از تخمین استفاده می کنیم.

### در چه شرایطی تخمین مورد استفاده قرار می گیرد؟

- دقت بالا در محاسبه ها، اهمیت چندانی نداشته باشد.
- زمان کافی برای محاسبه های دقیق نداشته باشیم.
- همه یا بخشی از داده های مورد نیاز، در دسترس نباشد.

**تخمین مرتبه بزرگی:** نوعی از تخمین است که در فیزیک به کار می رود، عبارت مرتبه بزرگی اغلب برای ارجاع به توان های ۱۰ به کار می رود، یعنی اینکه جواب تخمینی که زده ایم به صورت ۱۰ به توان یک عدد نوشته می شود.

**نحوه تخمین مرتبه بزرگی:** ابتدا عدد مورد نظرمان را به صورت نمادگذاری علمی می نویسیم. (به صورت  $X \times 10^n$ )، اگر عدد  $X$  از ۵ کوچکتر باشد به جای  $X$  مقدار  $10^1$  را می نویسیم و اگر عدد  $X$  برابر با ۵ یا بزرگتر از ۵ باشد به جای  $X$  مقدار  $10^1$  قرار می دهیم. به صورت زیر:

اگر  $5 \leq x < 10^1$  باشد در این صورت:  $x \sim 10^1$

اگر  $1 \leq x < 5$  باشد در این صورت:  $x \sim 10^0$

در مثال های زیر اعدادی را به صورت مرتبه بزرگی می نویسیم:

$$0.000499 = 4/99 \times 10^{-4} \sim 10^{-4}$$

این عدد کوچکتر از ۵ است و به صورت  $10^0$  گرد می شود.

$$92137 = 9/2137 \times 10^4 \sim 10^5$$

این عدد بزرگتر از ۵ است و به صورت  $10^1$  گرد می شود.

$$136 = 1/36 \times 10^2 \sim 10^2$$

این عدد کوچکتر از ۵ است و به صورت  $10^0$  گرد می شود.



**چگالی :**

آیا تا به حال شده دو جسم که اندازه یکسانی دارند را در دست بگیرید و احساس کنید یکی سنگین تر از دیگری است؟ مثلاً اگر یک مشت ماسه را با یک مشت آرد مقایسه بکنیم خواهیم دید که ماسه سنگینتر است. به این ویژگی اجسام در فیزیک چگالی می گویند.

**تعریف چگالی :** نسبت جرم جسم به حجم آن را چگالی جسم می گویند که از رابطه زیر بدست می آید.

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

در این رابطه  $m$  جرم جسم (برحسب  $kg$  کیلوگرم) و  $V$  حجم جسم (برحسب  $m^3$  متر مکعب) می باشد. همچنین  $\rho$  چگالی جسم است.

**توجه :** چگالی کمیتی نرده ای بوده و یکای آن در سیستم بین المللی SI برابر  $kg/m^3$  (کیلوگرم بر متر مکعب) می باشد.

**توجه :** یکی دیگر از یکاهای متداول برای چگالی یکای  $g/cm^3$  می باشد. که بیشتر در علم شیمی به کار می رود.

در جدول شکل زیر چگالی برخی از مواد پرکاربرد ذکر شده است:

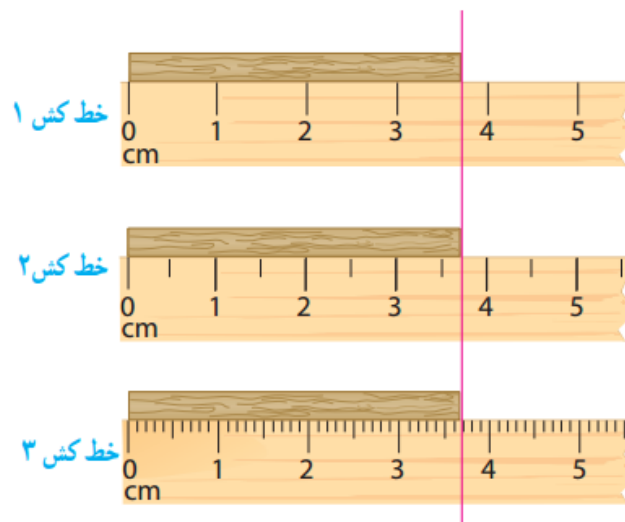


ماده	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	ماده	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
یخ	$0/917 \times 10^3$	آب	$1/000 \times 10^3$
آلومینیم	$2/700 \times 10^3$	گلیسرین	$1/260 \times 10^3$
آهن	$7/860 \times 10^3$	اتیل الکل	$0/806 \times 10^3$
مس	$8/920 \times 10^3$	بنزن	$0/879 \times 10^3$
نقره	$10/500 \times 10^3$	جیوه	$13/600 \times 10^3$
سرب	$11/300 \times 10^3$	هوا	1/29
اورانیم	$19/800 \times 10^3$	هلیوم	$1/79 \times 10^{-1}$
طلا	$19/300 \times 10^3$	اکسیژن	1/43
پلاتین	$21/400 \times 10^3$	هیدروژن	$8/99 \times 10^{-2}$

به پایان فصل نزدیک شدیم ، حال به حل و بررسی سوالات مطرح شده کتاب می پردازیم:

### مثال ۱-۲

نتیجه اندازه گیری توسط هر خط کش را به همراه خطای آن بنویسید.



خط کش ۱ :  $3/7 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$

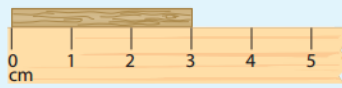
خط کش ۲ :  $3/7 \text{ cm} \pm 0/3 \text{ cm}$

خط کش ۳ :  $\underbrace{36/9}_{\text{خطا}} \text{ mm} \pm 0/5 \text{ mm}$

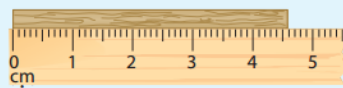
**نکته مهم!** به خط کش ۲ توجه کنید، دقت اندازه گیری این خط کش نیم سانتی متر است ۰/۵ است پس خطای اندازه گیری این خط کش باید  $0/25 \text{ cm}$  باشد. ولی چرا  $0/3$  نوشته ایم؟! این نکته را به خاطر داشته باشید که مرتبه خطای اندازه گیری نباید پایین تر از آخرین رقم اندازه گیری شده باشد! در خط کش ۲ آخرین رقم با معنی  $0/7$  (هفت دهم) است، و خطای اندازه گیری  $0/25$  (بیست و پنج صدم) می باشد. و مرتبه صدم پایین تر از مرتبه دهم می باشد. بنابراین  $0/25$  را گرد کرده و  $0/3$  (سه دهم) می نویسیم. این گونه مرتبه آخرین عدد با معنی و خطای اندازه گیری یکسان می شود.

تمرین ۱-۴

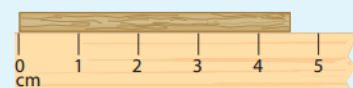
۱- در هر یک از شکل های (الف) تا (پ)، طول جسم را چقدر گزارش می کنید؟ در گزارش خود، هم عدد غیرقطعی و هم خطای وسیله را مشخص کنید.



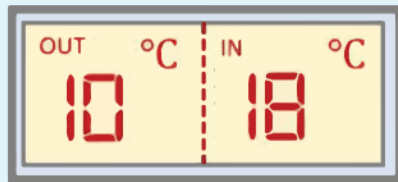
(ب)



(ب)



(الف)



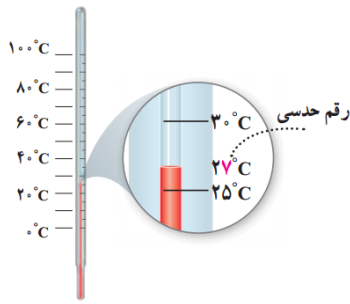
۲- شکل روبه رو یک دماسنج رقمی را نشان می دهد که دمای خارج و داخل گلخانه ای را به ترتیب  $10^{\circ}\text{C}$  و  $18^{\circ}\text{C}$  می خواند. عدد غیرقطعی و خطای دماسنج را مشخص کنید.

۳- نتیجه اندازه گیری توسط دماسنج شکل ۱-۱۲ را به همراه خطای آن بنویسید.

پاسخ تمرین ۱-۴ سوال ۱ :

الف :  $4/5 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$  ، خطا غیرقطعی ، ب :  $45/9 \text{ mm} \pm 0/5 \text{ mm}$  ، خطا غیرقطعی ، پ :  $3/0 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$  ، خطا غیرقطعی

**پاسخ تمرین ۱-۴ سوال ۲ :** در ابزار های دیجیتالی آخرین رقمی که نمایش داده می شود رقم غیر قطعی نامیده می شود . پس رقم غیر قطعی برای دمای بیرون عدد صفر و برای دمای داخل عدد ۸ است. همچنین خطای دماسنج مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقم می باشد به عبارتی :  $\pm 1^{\circ}\text{C}$

**پاسخ تمرین ۱-۴ سوال ۳ : شکل ۱-۱۲ به صورت زیر می باشد :**

شکل ۱-۱۲ اندازه‌گیری دما با دماسنج

نتیجه اندازه‌گیری :  $27^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  ، توجه داشته باشید که این  
 دماسنج در مقیاس  $10^{\circ}\text{C}$  درجه بندی شده است که خطای اندازه‌گیری اش نصف این  
 مقدار می شود.

**فعالیت ۱-۶**

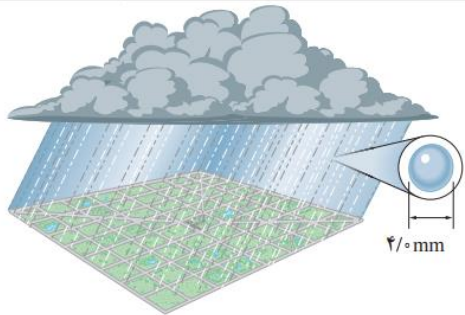
الف) آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان جرم و حجم یک قطره آب را اندازه‌گیری کرد.  
 ب) تکه‌ای سیم لاک‌ی نازک یا نخ قرقره به طول تقریبی یک متر تهیه کنید. آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک یک  
 خط‌کش میلی‌متری بتوان قطر این سیم یا نخ را اندازه‌گیری کرد.

**پاسخ فعالیت ۱-۶ الف :** یک لوله مدرج (درجه بندی شده) تهیه می کنیم به تعداد معین قطره آب داخل آن  
 می اندازیم ، حجم کل قطره ها را یادداشت کرده و به تعداد قطره ها تقسیم می کنیم ، حجم یک قطره بدست  
 می آید . به همین صورت جرم قطره ها را با ترازو بدست می آوریم.

**پاسخ فعالیت ۱-۶ ب :** میتوانیم سیم یا نخ را به دور یک قرقره بپیچیم ، ضخامت ایجاد شده را اندازه گرفته  
 و به تعداد دورهایی که پیچیده ایم تقسیم کنیم ، آنگاه قطر سیم یا نخ بدست می آید.

**مثال ۱-۳**

شهر رشت با مساحتی حدود  $180^{\circ}$  کیلومتر مربع در زمینی مسطح و هموار در شمال ایران واقع است. در یک روز طوفانی  
 حدود  $10\%$  میلی‌متر باران در این شهر باریده است. مرتبه بزرگی تعداد قطره‌های باران را در این روز طوفانی تخمین بزنید.



**پاسخ:** مساحت شهر را با  $A$  و ارتفاع باران باریده شده را با  $d$  نشان می‌دهیم.

به این ترتیب داریم:

$$A = 180 \times 10^6 \text{ m}^2 = 1/8 \times 10^8 \text{ m}^2 \sim 10^8 \text{ m}^2$$

$$d = 4/10 \text{ mm} = 10^{-2} \text{ m}$$

به این ترتیب حجم باران باریده شده برابر است با:

$$V_1 = Ad \sim (10^8 \text{ m}^2)(10^{-2} \text{ m}) = 10^6 \text{ m}^3$$

اگر هر قطره باران را به صورت کُره‌ای به قطر  $4/10 \text{ mm}$  فرض کنیم (شکل

روبه‌رو)، در این صورت حجم هر قطره باران برابر است با:

$$V_2 = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (2/10 \times 10^{-3} \text{ m})^3 \sim 10^{-8} \text{ m}^3$$

به این ترتیب، مرتبه بزرگی تعداد قطره‌های باران برابر است با:

$$\frac{V_1}{V_2} \sim \frac{10^6 \text{ m}^3}{10^{-8} \text{ m}^3} = 10^{14}$$

### مثال ۱-۴

تخمین بزنید که قلب یک نفر در طول عمرش چند لیتر خون را به سرخرگ آئورت پمپ می‌کند. قلب در هر ضربان (beat)

به طور میانگین  $70 \text{ cm}^3$  خون به سرخرگ آئورت پمپ می‌کند.

**پاسخ:** برای حل این مثال لازم است اطلاعاتی را از قبل بدانید. این اطلاعات را ممکن است از کتاب‌های درسی سال‌های

قبل یا از طریق رسانه‌های دیگر کسب کرده باشید.

- با توجه به جدول ۱-۵، قلب یک شخص سالم در هر  $1/8 \text{ s}$  یک بار خون را به سرخرگ آئورت پمپ می‌کند که با توجه به

تخمین مرتبه بزرگی، مقدار آن را بر حسب توانی از  $10$  به صورت  $10^s$  گرد می‌کنیم.

- طول عمر میانگین انسان‌ها حدود  $75$  سال ( $75 \text{ year}$ ) است که به صورت  $10^2 \text{ year}$  گرد می‌کنیم.

- هر لیتر (L) برابر با  $10^3 \text{ cm}^3$  است.

- از جدول ۱-۴ داریم هر سال تقریباً برابر  $3 \times 10^7$  ثانیه است. با توجه به تخمین مرتبه بزرگی و بر حسب توانی از  $10$ ، یک

سال را به صورت  $10^7$  ثانیه گرد می‌کنیم.

به این ترتیب، تعداد ضربان قلب ( $N$ ) یک انسان در طول عمرش را می‌توان به صورت زیر تخمین زد:

$$N \sim (10^2 \text{ year}) \left( \frac{10^7 \text{ s}}{1 \text{ year}} \right) \left( \frac{10^3 \text{ beat}}{1 \text{ s}} \right) = 10^9 \text{ beat}$$

با توجه به فرض مسئله، مقدار خونی که در هر ضربان به سرخرگ آئورت پمپ می‌شود را به صورت  $10^2 \text{ cm}^3$  گرد می‌کنیم.

بنابراین، حجم خون پمپ شده ( $V$ ) به سرخرگ آئورت برابر است با:

$$V \sim (10^9 \text{ beat}) \left( \frac{10^2 \text{ cm}^3}{\text{beat}} \right) \left( \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cm}^3} \right) = 10^8 \text{ L}$$

مثال ۱-۵



جو زمین که ضخامت آن به مقیاس رسم نشده است.

اطراف کره زمین، لایه‌ای از هوا وجود دارد. به این لایه که از گازهای متفاوتی تشکیل شده است، جو زمین گفته می‌شود (شکل روبه‌رو). مرتبه بزرگی جرم جو زمین را تخمین بزنید. فشار جو را در تمام نقاط سطح زمین  $10^5$  فرض کنید.

**پاسخ:** برای برآورد مرتبه بزرگی جرم جو زمین، از رابطه  $P = F/A$  که در علوم سال نهم با آن آشنا شدید استفاده می‌کنیم. در این رابطه، به جای  $F$ ، وزن جو زمین  $(mg)$  و به جای  $A$ ، مساحت سطح زمین  $(4\pi R^2)$  را قرار می‌دهیم. همچنین از جدول ۱-۳ می‌دانیم شعاع تقریبی زمین  $R = 6/4 \times 10^6 \text{ m}$  است. به این ترتیب داریم:

$$A = 4\pi R^2 \approx 13(6/4 \times 10^6 \text{ m})^2 \sim 10^{15} \text{ m}^2 \quad (\text{تخمین مرتبه بزرگی مساحت سطح زمین})$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow F \sim (10^5 \text{ Pa})(10^{15} \text{ m}^2) \Rightarrow F \sim 10^{20} \text{ N} \quad (\text{تخمین مرتبه بزرگی وزن کل جو زمین})$$

$$mg \sim 10^{20} \text{ N} \Rightarrow m \sim 10^{19} \text{ kg} \quad (\text{تخمین مرتبه بزرگی جرم کل جو زمین})$$

تمرین ۱-۶

یکی دیگر از یکاهای متداول چگالی، گرم بر سانتی متر مکعب ( $\text{g/cm}^3$ ) است. به روش تبدیل زنجیره‌ای نشان دهید:

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

پاسخ تمرین ۱-۶:

$$1000 \text{ kg/m}^3 \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} = 1 \text{ g/cm}^3$$

پرسش ۱-۴

چگالی بنزین  $6/80 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$  است. توضیح دهید چرا آب مایع مناسبی برای خاموش کردن بنزین شعله‌ور نیست.

**پاسخ پرسش ۱-۴:** چگالی آب بیشتر از چگالی بنزین است پس اگر آب را روی بنزین بریزیم آب به زیر

بنزین می‌رود و بنزین نه تنها خاموش نمی‌شود بلکه شعله‌ور تر می‌شود.

## مثال ۱-۶

فلز آسمیم ( $\rho = 22/5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) یکی از چگال‌ترین مواد یافت شده روی زمین است. جرم قطعه‌ای از این ماده به حجم  $23/0 \text{ cm}^3$ ، چند کیلوگرم است؟

**پاسخ:** از رابطه ۱-۱ داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = (22/5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3) \times (23/0 \times 10^{-6} \text{ m}^3) = 0/518 \text{ kg}$$

این نتیجه نشان می‌دهد که اگر قطعه‌ای مکعبی، به اندازه یک قوطی کبریت، از این فلز داشته باشیم، در این صورت جرم آن کمی بیشتر از نیم کیلوگرم خواهد بود.

## تمرین ۱-۷

حجم خون در گردش یک فرد بالغ با توجه به جرمش، می‌تواند بین  $4/7 \text{ L}$  تا  $5/5 \text{ L}$  باشد. جرم  $4/7 \text{ L}$  خون چند کیلوگرم است؟ چگالی خون را  $1/05 \text{ g/cm}^3$  بگیرید.

**پاسخ تمرین ۱-۷:** با استفاده از رابطه چگالی  $\rho = \frac{M}{V}$  بدست می‌آوریم.

قبل از محاسبه باید یکاها را برحسب SI بنویسیم تا با هم سازگار باشند.

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

$$\rho = 1/05 \text{ g/cm}^3 \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ cm}^3}{10^{-6} \text{ m}^3} = 1050 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{M}{V} \rightarrow M = \rho \times V = 1050 \text{ kg/m}^3 \times 4/70 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 4/93 \text{ kg}$$

## تمرین ۱-۸

جرم و وزن تقریبی هوای درون کلاستان را پیدا کنید.

**پاسخ تمرین ۱-۸:** با استفاده از رابطه  $M = \rho \times V$  جرم را بدست می‌آوریم. چگالی هوا برابر

$1/29 \text{ kg/m}^3$  است و حجم را با توجه به ابعاد کلاس بدست می‌آوریم، فرض کنید طول و عرض و ارتفاع

کلاس به ترتیب ۶ متر، ۵ متر و ۳ متر است پس حجم کلاس برابر  $V = ۶m \times ۵m \times ۳m = ۹۰m^3$  می شود. در نتیجه جرم هوای کلاس برابر می شود با:

$$M = \rho \times V = ۱/۲۹ \text{ kg/m}^3 \times ۹۰m^3 = ۱۱۶/۱kg$$

## فعالیت ۷-۱



اگر پرتقالی را درون ظرف محتوی آب بیندازیم پیش بینی کنید چه اتفاقی می افتد؟ آزمایش را انجام دهید (شکل الف) و نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

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

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

**پاسخ فعالیت ۷-۱:** در حالت اول پرتقال با پوست روی آب می ماند اما در حالت دوم پرتقال بدون پوست

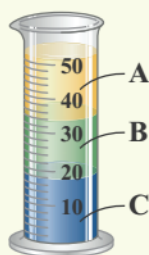
به زیر آب می رود. پرتقال با پوست چون حجم بیشتری دارد چگالی کمتری پیدا کرده رو روی آب می ماند.

**توجه!** لازم به ذکر است که سنگین بودن جسم دلیل بر فرو رفتن در آب نیست، به عنوان مثال یک تنه

درخت بزرگ با اینکه بسیار سنگین است اما روی آب می ماند زیرا به همان اندازه که سنگین است حجم اش

هم بزرگ است، و هرچه حجم بزرگ تر باشد چگالی کمتر می شود.

## پرسش ۵-۱



سه مایع مخلوط نشدنی A، B و C که چگالی های متفاوتی دارند درون استوانه ای شیشه ای ریخته شده اند. این سه مایع عبارتند از: جیوه (با چگالی  $۱۳/۶ \times ۱۰^۲ \text{ kg/m}^3$ )، روغن زیتون (با چگالی  $۹/۲۰ \times ۱۰^۲ \text{ kg/m}^3$ ) و آب (با چگالی  $۱/۰۰ \times ۱۰^۲ \text{ kg/m}^3$ ) است. جنس هر یک از مایع های A، B و C درون استوانه را مشخص کنید.

**پاسخ پرسش ۱-۵:** هر مایعی که چگالی آن بیشتر باشد در قسمت پایین تر باقی می ماند، پس مایع A روغن زیتون، مایع B آب و مایع C جیوه می باشد.

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

**پاسخ پرسش ۵ تمرینات آخر فصل:** جرم تعداد مشخصی (مثلاً ۱۰۰ عدد) سوزن را اندازه می گیریم سپس جرم بدست آمده را تقسیم بر تعداد سوزن کرده و جرم یک سوزن بدست می آید.

**۷ الف)** هر میکروقرن، تقریباً چند دقیقه است؟  
**ب)** یک میلیارد ثانیه دیگر، تقریباً چند سال بیشتر می شوید؟

**پاسخ پرسش ۷ تمرینات: الف)** (راهنما: min دقیقه، hour ساعت، day روز، year سال)

$$T = 1\mu(100\text{year}) \times \frac{10^{-6}}{1\mu} \times \frac{365\text{day}}{1\text{year}} \times \frac{24\text{hour}}{1\text{day}} \times \frac{60\text{min}}{1\text{hour}} = 52/56\text{min}$$

**ب:** یک میلیارد ثانیه را به سال تبدیل می کنیم: یک سال ۳۶۵ روز و ۱ روز ۲۴ ساعت و یک ساعت ۳۶۰۰ ثانیه است.

$$T = 10^9\text{s} \times \frac{1\text{hour}}{3600\text{s}} \times \frac{1\text{day}}{24\text{hour}} \times \frac{1\text{year}}{365\text{day}} = 31/7\text{years}$$

**۸** هکتار، از جمله یکاهای متداول مساحت است. هر هکتار برابر ۱۰ هزار متر مربع است.  
الف) اگر زمین را کره ای یکنواخت به شعاع ۶۴۰۰ کیلومتر در نظر بگیریم (شکل روبه رو)، مساحت آن چند هکتار است؟  
ب) تحقیق کنید مساحت کل سرزمین ایران، شامل خشکی و دریا، چند هکتار است؟ این مساحت چند درصد از مساحت کره زمین است؟

**پاسخ پرسش ۸ تمرینات: الف)** مساحت زمین را محاسبه کرده آن را به هکتار (ha) تبدیل می کنیم:

شعاع کره زمین برای ۶۴۰۰ km است:

$$S = 4\pi r^2 = 4 \times 3/14 \times (6/40 \times 10^6\text{m})^2 = 5/14 \times 10^{14}\text{m}^2$$

$$S = 5/14 \times 10^{14}\text{m}^2 \times \frac{1\text{ha}}{10^4\text{m}^2} = 5/14 \times 10^{10}\text{ha}$$



**ب:** تحقیقه دیگه ! باید خودتون انجام بدین.

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

### پاسخ پرسش ۹ تمرینات:

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

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



۱۰ سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هِسپروئو کا است که در مدت ۱۴ روز، ۳/۷ متر رشد می‌کند (شکل روبه‌رو). آهنگ رشد این گیاه بر حسب میکرومتر بر ثانیه چقدر است؟

**پاسخ پرسش ۱۰ تمرینات:** آهنگ رشد گیاه ۳/۷ متر در ۱۴ روز است، یعنی  $\frac{۳/۷ \text{ m}}{۱۴ \text{ day}}$ ، که باید متر را به

میکرومتر و روز را به ثانیه تبدیل کنیم:

$$\frac{۳/۷ \text{ m}}{۱۴ \text{ day}} \times \frac{۱ \mu\text{m}}{۱۰^{-۶} \text{ m}} \times \frac{۱ \text{ day}}{۲۴ \text{ hour}} \times \frac{۱ \text{ hour}}{۳۶۰۰ \text{ s}} = ۳/۰۵ \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

۱۱ دستگاه بریتانیایی یکاها، دستگاهی است که در برخی از کشورها مانند آمریکا و انگلستان همچنان استفاده می‌شود. یکای اصلی طول در این دستگاه پا (فوت) و یکای کوچک‌تر آن اینچ است به طوری که  $۱ \text{ ft} = ۱۲ \text{ in}$  است. ارتفاع هواپیمایی را که در فاصله ۳۰۰۰۰ پا از سطح آزاد دریاها در حال پرواز است بر حسب متر به دست آورید. هر اینچ ۲/۵۴ سانتی‌متر است.

**پاسخ پرسش ۱۱ تمرینات:** هر فوت ۱۲ اینچ است و هر اینچ ۲/۵۴ سانتی‌متر می‌باشد.

$$h = ۳۰۰۰۰ \text{ ft} \times \frac{۱۲ \text{ in}}{۱ \text{ ft}} \times \frac{۲/۵۴ \text{ cm}}{۱ \text{ in}} \times \frac{۱۰^{-۲} \text{ m}}{۱ \text{ cm}} = ۹۱۴۴ \text{ m}$$



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

**پاسخ پرسش ۱۲ تمرینات:** ۲۵۵۰ سال را بر حسب ثانیه می نویسیم سپس مرتبه بزرگی آن را تخمین می زنیم.

$$2550 \text{ year} \times \frac{365 \text{ day}}{1 \text{ year}} \times \frac{24 \text{ hour}}{1 \text{ day}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hour}} = 80416800000$$

$$80416800000 = 8/04 \times 10^{10} \rightarrow 10^1 \times 10^{10} = 10^{11}$$

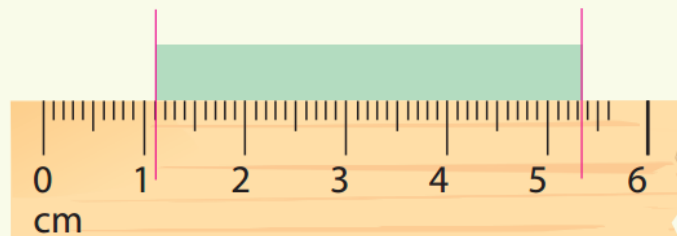
۱۳ تندی شناورها در دریا بر حسب یکایی به نام گره بیان می شود. هر گره دریایی برابر ۵۱۴۴/۰ متر بر ثانیه است. تاریخچه گره دریایی به حدود ۴۰۰ سال پیش باز می گردد، زمانی که ملوانان تندی متوسط کشتی خود را با استفاده از وسیله ای به نام تندی سنج شناور اندازه می گرفتند. این وسیله، شامل طنابی بود که در فواصل مساوی، گره ای روی آن زده شده بود. در حین کشیده شدن طناب به دریا، تعداد گره های رد شده از دست ملوان در یک زمان معین شمرده می شد و تندی متوسط کشتی را به دست می آوردند. پس از آن، ملوان ها از واژه «گره» برای بیان تندی متوسط کشتی استفاده می کنند.

الف) اگر یک کشتی حمل کالا با تندی ۱۴ گره از بندر شهید رجایی به طرف جزیره لاوان حرکت کند، تندی آن را بر حسب 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.

**پاسخ پرسش ۱۳ تمرینات:** حوصله ام نکشید بخونمش! بیخیال این سوال

۱۴ دانش آموزی برای اندازه گیری طول میله ای به کمک یک خط کش میلی متری، مطابق شکل زیر عمل کرده است. طول میله را بر حسب میلی متر، سانتی متر و متر گزارش کنید. در گزارش خود رقم حدسی (غیر قطعی) و خطای خط کش را مشخص کنید.



**پاسخ پرسش ۱۴ تمرینات:** از خط قرمز سمت چپ تا خط قرمز سمت راست شروع به شمردن می کنیم.

کمی بیشتر از ۴۲ میلی متر، پس داریم:

$$42/3mm \pm 0/5mm, \quad 4/2cm \pm 0/5cm, \quad 0/4m \pm 0/5m$$

۱۵ شکل زیر، صفحه تندی سنج یک خودرو را نشان می‌دهد. تندی خودرو چند کیلومتر بر ساعت است؟ رقم غیرقطعی و خطای تندی سنج را در گزارش مشخص کنید.



**پاسخ پرسش ۱۵ تمرینات:** اگر دقت کنید این کیلومتر سنج با مقیاس دو کیلومتر درجه بندی شده پس دقت اندازه گیری این وسیله ۲km است و خطای اندازه گیری آن  $\pm 1km$  می شود.

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

ب غیرقطعی                      خطا

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



**پاسخ پرسش ۱۶ تمرینات:**

**الف:** رقم غیرقطعی : ۳ ، خطای اندازه گیری : ۰/۰۰۱

**ب:** رقم غیرقطعی : ۷ ، خطای اندازه گیری : ۰/۰۷

## ۱-۶ تخمین مرتبه بزرگی در فیزیک

- ۱۷ الف) مرتبه بزرگی تعداد نفس‌هایی را که یک شخص در طول عمرش می‌کشد، تخمین بزنید.  
 ب) مرتبه بزرگی تعداد پلک‌هایی را که چشم یک شخص در طول عمرش می‌زند، تخمین بزنید.

**پاسخ پرسش ۱۷ تمرینات:** ابتدا محاسبه می‌کنیم که هر انسان به طور متوسط چند دقیقه زندگی می‌کند. سپس تعداد دقیق عمر را در تعداد نفس‌هایی که هر دقیقه می‌کشیم ضرب می‌کنیم (تعداد نفس‌هایی که در یک دقیقه میکشیم ۱۵ و عمر متوسط را ۷۰ سال در نظر می‌گیریم) و در آخر مرتبه بزرگی عدد بدست آمده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{دقیقه } 60 \times \text{ساعت } 24 \times \text{روز } 365 \times \text{سال } 70 = 36792000 \text{ دقیقه}$$

$$36792000 \times 15 = 551880000 = 5/51 \times 10^8 \rightarrow 10^1 \times 10^8 = 10^9$$

## ۱۸ مرتبه بزرگی جرم آب اقیانوس‌ها را تخمین بزنید.

**پاسخ پرسش ۱۷ تمرینات:** تقریباً ۷۱ درصد از سطح کره زمین (که مساحتی حدود ۳۶۱ میلیون کیلومتر مربع را شامل می‌شود) که به طور کلی به چند اقیانوس و تعدادی دریا تقسیم می‌شوند. حجم کلی اقیانوس‌ها حدود  $1/3$  میلیارد کیلومتر مربع است. هر لیتر آب تقریباً ۱ kg است. مقدار حجم آب اقیانوس را برحسب لیتر بدست می‌آوریم و مرتبه بزرگی این مقدار جواب ما خواهد بود:

$$V = 1/3 \times 10^9 m^3 \times \frac{10^3 L}{1 m^3} = 1/3 \times 10^{12} L \cong 1/3 \times 10^{12} kg \rightarrow 10^0 \times 10^{12} = 10^{12}$$



## ۷-۱ چگالی

۱۹ الف) قطعه‌ای فلزی به شما داده شده است و ادعا می‌شود که از طلای خالص ساخته شده است. چگونه می‌توانید درستی این ادعا را بررسی کنید؟  
 ب) بزرگ‌ترین شمش طلا با حجم  $1.04 \times 10^4 \text{ cm}^3$  و جرم  $250 \text{ kg}$  توسط یک شرکت ژاپنی ساخته شده است (شکل روبه‌رو). چگالی این شمش طلا را به دست آورید.  
 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.

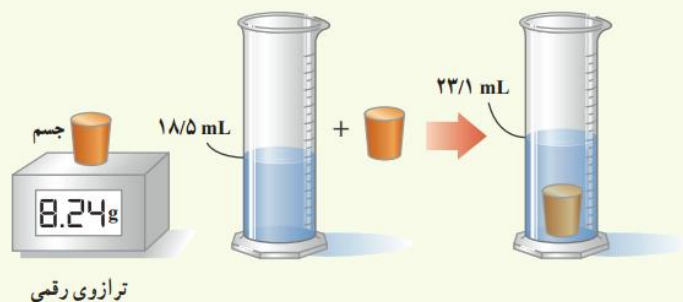
## پاسخ پرسش ۱۹ تمرینات: الف: با محاسبه چگالی آن

$$\text{ب: حجم را به } m^3 \text{ تبدیل می‌کنیم: } V = 1.04 \times 10^4 \text{ cm}^3 \times \frac{10^{-6} m^3}{1 \text{ cm}^3} = 1.04 \times 10^{-2} m^3$$

$$\text{و برای چگالی داریم: } \rho = \frac{M}{V} = \frac{250 \text{ kg}}{1.04 \times 10^{-2} m^3} = 15893 / 19 \text{ kg} / m^3$$

پ: دلیل تفاوت چگالی که ما بدست آوردیم ممکن است به علت وجود ناخالصی در طلای مورد نظر باشد.

۲۰ 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 بر حسب  $\text{g/L}$  و  $\text{g/cm}^3$  حساب کنید.



پاسخ پرسش ۲۰ تمرینات: جرم جسم مورد نظر برابر با  $m = 8.24 \text{ g}$  است و حجم جسم نیز بر حسب لیتر

$$\text{به صورت مقابل بدست می‌آید: } V = 23.1 \times 10^{-3} \text{ L} - 18.5 \times 10^{-3} \text{ L} = 4.6 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$\text{پس برای چگالی داریم: } \rho = \frac{M}{V} = \frac{8.24 \text{ g}}{4.6 \times 10^{-3} \text{ L}} = 1.79 \times 10^3 \text{ g} / \text{L}$$

برای تبدیل  $g/L$  به  $g/cm^3$  باید بدانیم که هر لیتر برابر  $10^3$  سانتی متر مکعب است پس :

$$\rho = 1/79 \times 10^3 \frac{g}{L} \times \frac{1L}{10^3 cm^3} = 1/79 g/cm^3$$

**۲۱ الف)** ستاره‌های کوتوله سفید بسیار چگال هستند و چگالی آنها در SI حدود  $10^9$  میلیون است. اگر شما یک قوطی کبریت از ماده تشکیل دهنده این ستاره‌ها در اختیار داشتید، جرم آن چند کیلوگرم می‌شد؟ ابعاد و حجم قوطی کبریت را خودتان تخمین بزنید! (ب) اگر جمعیت کره زمین ۷ میلیارد نفر، جرم میانگین هر نفر ۶۰ کیلوگرم و ماده تشکیل دهنده انسان‌ها از جنس ستاره‌های کوتوله سفید فرض شود (فرضی ناممکن!)، ابعاد یک اتاق چقدر باشد تا همه انسان‌ها در آن جای گیرند؟

### پاسخ پرسش ۲۱ تمرینات:

**الف:** ابعاد یک قوطی کبریت برابر ۵ در ۳ در ارتفاع ۱ سانتی متر است پس حجم قوطی کبریت در سیستم SI برابر می‌شود با :

$$V = 5 \times 10^{-2} m \times 3 \times 10^{-2} m \times 1 \times 10^{-2} m = 15 \times 10^{-6} m^3$$

جرم یک قوطی کبریت از آن سیاره با چگالی  $10^9$  میلیون برابر می‌شود با :

$$M = \rho \times V = 10^9 \times 10^6 kg/m^3 \times 15 \times 10^{-6} m^3 = 1500 kg$$

**ب:** جرم ۷ میلیارد انسان ۶۰ کیلوگرمی میشود :  $M = 7 \times 10^9 \times 60 kg = 4/2 \times 10^{11} kg$

حجم این مقدار جرم اگر چگالی اش  $10^9$  میلیون باشد از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\rho = \frac{M}{V} \rightarrow V = \frac{M}{\rho} = \frac{4/2 \times 10^{11} kg}{10^9 \times 10^6 kg/m^3} = 4/2 \times 10^3 m^3$$

پایان

پی نوشت: بی شک این جزوه درسی عاری از اشکال نگارشی و محاسباتی و همچنین غلط های املایی نیست. از شما خوانندگان گرامی تقاضا دارم نقد های خود را برای هر چه بهتر شدن این جزوه و همچنین جزوات بعدی برایمان ارسال فرمایید.

راههای ارتباطی :

سایت : [www.garmroudi.ir](http://www.garmroudi.ir)

تلگرام: <https://telegram.me/grmrd>

توجه: هر گونه استفاده از مطالب جزوه بدون ذکر منبع و نام نویسنده حرام بوده و پیگرد قانونی دارد..