

# فیزیک و اندازه گیری

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

**هدف علم فیزیک:** فیزیک علمی تجربی است وهدف آن بررسی پدیده های فیزیکی در جهان است.

**نکته ۱-** آزمایش و مشاهده در فیزیک ، اهمیت زیادی دارد ، اما آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می کند ، تفکر نقادانه و اندیشه ورزی فعال فیزیکدانان نسبت به پدیده هایی است که با آنها مواجه می شوند.

**نکته ۲-** ویژگی آزمون پذیری و اصلاح نظریه های فیزیکی ،نقطه قوت دانش فیزیک است .

**تعریف قانون های فیزیکی :** رابطه ی بین برخی کمیت های فیزیکی را توصیف می کند و در دامنه ی وسیعی از پدیده های گوناگون طبیعت معتبرند.(مثل قوانین نیوتن)

**تعریف اصل :** برای توصیف دامنه ی محدودتری از پدیده های فیزیکی ، که عمومیت کمتری دارند، اغلب از اصطلاح اصل به جای قانون استفاده می شود.(مثل اصل پاسکال)

**تعریف مکانیک:** یکی از شاخه های فیزیک است که در آن به بررسی حرکت اجسام و نیروهای وارد شده به آنها می پردازد.

**تعریف مدل سازی:**فرآیندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی ،آن قدر ساده و آرمانی می شود تا امکان تحلیل و بررسی آن فراهم شود.

**نکته-** هنگام مدل سازی یک پدیده ی فیزیکی ، باید اثرهای جزئی را نادیده بگیریم وتنها اثرهای مهم وتعیین کننده را در نظر بگیریم.

**کمیت فیزیکی:** در فیزیک هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت کمیت فیزیکی است ( مثل دما، طول ، جرم و... )

**نکته-** اساس تجربه و آزمایش ، اندازه گیری است و برای بیان نتایج اندازه گیری ، به طور معمول از عدد و یکای مناسب آن استفاده می کنیم و بیان یک کمیت بدون ذکر یکای آن معنایی ندارد.

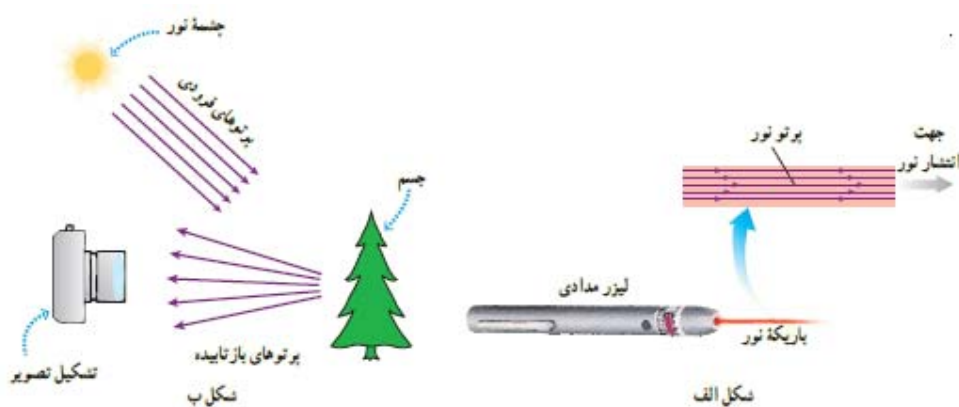
**مثال ۱-** در رابطه با سقوط توپ از یک ارتفاع به طرف زمین به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف) چرا بررسی و تحلیل حرکت توپ برخلاف تصور کاملاً ساده نیست؟

ب) چگونه با کمک مدل سازی می توان بررسی حرکت توپ را به صورت ساده امکان پذیر ساخت؟

**تمرین ۱-** شکل الف براساس مباحث نورشناسی رسم شده است. در این شکل، چه چیزی مدل سازی شده است؟ در

شکل ب توضیح دهید این مدل سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به کار رفته است؟



### انواع کمیت های فیزیکی:

**۱- کمیت های نرده ای یا اسکالر:** کمیت هایی هستند که برای بیان آنها تنها از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده می شود. به طور مثال جرم ، طول، زمان، دما، چگالی ، فشار، شدت جریان و... کمیت اسکالر هستند.

**۱- کمیت های برداری:** هر کمیت فیزیکی که علاوه بر عدد و یکا نیاز است جهت آن را نیز مشخص کنیم کمیت برداری نامیده می شود. به طور مثال جابه جایی، سرعت ، شتاب، نیرو، وزن و... همگی برداری هستند.

**ویژگی های یک یکا برای اندازه گیری درست:**

۱- این یکا نباید تغییر کند.

۲- دارای قابلیت بازتولید در مکان های مختلف باشد.

**کمیت های اصلی و فرعی:**

نماد یکا	نام یکا	کمیت اصلی
m	متر	طول
Kg	کیلوگرم	جرم
S	ثانیه	زمان
K	کلوین	دما
mol	مول	مقدار ماده
A	آمپر	جریان الکتریکی
Cd	کندلا (شمع)	شدت روشنایی

۱- کمیت های اصلی: شامل ۱- طول ۲- جرم ۳- دما ۴- جریان الکتریکی ۵- مقدار ماده ۶- زمان و ۷- شدت روشنایی است که با توافق بین المللی یکای استاندارد برای آنها تعیین شده است و مستقل از سایر کمیت ها می باشند.

یکای فرعی	یکای SI	کمیت فرعی
m/s	m/s	تندی و سرعت
kgm/s <sup>۲</sup>	نیوتن (N)	نیرو
kg/ms <sup>۲</sup>	پاسکال (Pa)	فشار
kgm <sup>۲</sup> /s <sup>۲</sup>	ژول (J)	انرژی

۲- کمیت های فرعی: کمیت های فیزیکی که بر حسب یکاهای اصلی بیان می شوند را کمیت فرعی می نامند. به طور مثال جدول مقابل مهمترین کمیت های فرعی که در فصل های مختلف کتاب مطرح است را نشان می دهد:

**نکته ۱-** دستگاه یک‌گانه‌ای که برای کمیت‌های اصلی توسط مهندسان و دانشمندان انتخاب شده است را به طور متداول «دستگاه متریک» می‌نامند ولی در حال حاضر به آن به طور رسمی دستگاه بین‌المللی SI گفته می‌شود. یک‌گانه‌های اصلی اساس دستگاه بین‌المللی یک‌گانه را تشکیل می‌دهد.

**نکته ۲-** تندی متوسط یک کمیت فرعی با فرمول زیر است:

$$V = \frac{d}{t}$$

V: تندی متوسط (m/s)

d: مسافت طی شده (m)

t: زمان (s)

**آهنگ یک کمیت:** تغییر یک کمیت نسبت به زمان آهنگ آن کمیت نامیده می‌شود.

**تعریف یکای طول:** یک متر برابر مسافتی است که نور در مدت زمان  $\frac{1}{299792458}$  ثانیه در خلأ طی می‌کند.

**تعریف یکای جرم:** یک کیلوگرم برابر جرم استوانه‌ای از جنس آلایزپلاتین-ایریدیوم تعریف شده است که در موزه‌ی سور فرانسه نگهداری می‌شود.

**تعریف یکای زمان:** یک ثانیه برابر  $\frac{1}{86400}$  میانگین روز خورشیدی است. (این تعریف، تعریف قدیمی زمان است و در حال حاضر یکای زمان بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است)

**تذکر:** حفظ کردن تعریف یک‌گانه‌های طول، جرم و زمان ضرورت ندارد و طرح سؤال از آن در امتحانات ممنوع است.

**تعریف بازه‌ی زمانی:** مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را بازه‌ی زمانی می‌گوییم.

**تبدیل یک‌گانه‌ها به روش زنجیره‌ای:** در این روش، اندازه‌ی کمیت را در یک ضریب تبدیل ضرب می‌کنیم، به طور

مثال، چون ۱m برابر ۱۰۰cm است، می‌توان از ضرایب تبدیل زیر استفاده نمود:

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

**مثال ۲- ۲/۵ کیلومتر چند سانتی متر است؟**

**مثال ۳-** هر ذره ۱۰۴ سانتیمتر و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذره است. محاسبه کنید ۱۲۰ کیلومتر چند ذره و چند فرسنگ

است؟

**مثال ۴-** خروار، من تبریز، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه گیری جرم است. این یکاها به صورت زیر به یکدیگر مرتبطند:

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز

۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال

۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم

باتوجه به اینکه هر مثقال معادل  $\frac{4}{86}$  گرم است، هر کدام از این یکاها را بر حسب گرم بیان کنید.

**مثال ۵-** با کمک تبدیل واحدهای زنجیره ای محاسبه کنید  $18 \frac{km}{h}$  چند  $\frac{m}{s}$  است؟

**مثال ۶-** آهنگ خروج آب از یک شیلنگ  $125 \text{ cm}^3/\text{s}$  است. این آهنگ را به روش زنجیره ای به  $L/\text{min}$  تبدیل کند. (هر یک لیتر  $1000 \text{ cm}^3$  است.)

**مثال ۷-** یکای نجومی (AU) برابر میانگین فاصله زمین تا سطح خورشید و حدود  $1.5 \times 10^{11}$  متر است. الف) با توجه به اینکه قطر زمین حدود  $12 \times 10^6$  متر است محاسبه کنید این فاصله بر حسب یکای نجومی چقدر است؟ ب) مسافتی که نور در مدت یک سال درخلاً می پیماید یک سال نوری نامیده و با ly نمایش داده می شود. فاصله ی اخترش ها (کوازارها) که دورترین اجرام آسمانی از منظومه شمسی هستند  $10^{26}$  متر برآورد شده است. این فاصله را بر حسب سال نوری پیدا کنید. (سرعت نور درخلاً را  $3 \times 10^8$  متر بر ثانیه فرض کنید)

**تمرین ۲-** محاسبه کنید  $0/12$  تن چند گرم است؟

**تمرین ۳-** تعیین کنید یک قرن چند ثانیه است؟

**تمرین ۴-** در دستگاه بریتانیایی یکاها در کشورهای نظیر آمریکا و انگلستان یکای اصلی طول فوت یا پا (ft) و یکای کوچکتر آن اینچ (in) است به طوری که  $1\text{ft}=12\text{in}$  است. ارتفاع هواپیمایی که در ارتفاع  $20000$  پا از سطح آزاد دریا در حال پرواز است را بر حسب متر بدست آورید. هر اینچ  $2/540$  سانتیمتر است.

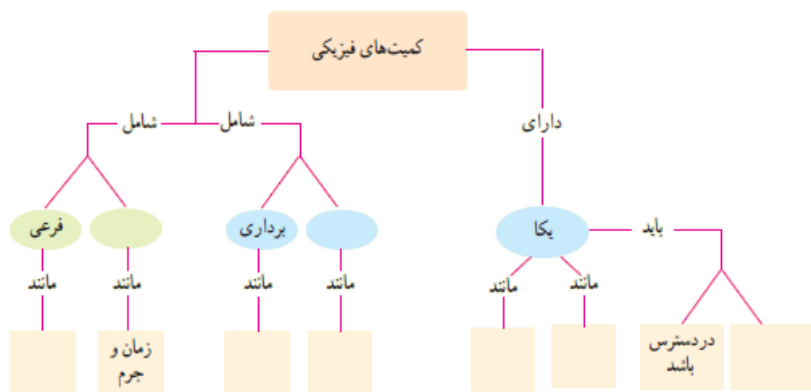
**تمرین ۵-** تندی شناورها در دریا بر حسب یکایی به نام گره بیان می شود که هر گره دریایی معادل  $0/5144$  متر بر ثانیه است.

الف) اگر یک کشتی با تندی  $14$  گره حرکت کند ، تندی آن بر حسب کیلومتر بر ساعت چقدر است؟  
ب) مایل که یکی از یکاهای طول در بریتانیا است در دریا برابر  $1852$  متر است تندی کشتی قسمت الف را بر حسب مایل بر ساعت بدست آورید.

**تمرین ۶-** سریع ترین رشد در گیاهان متعلق به گیاهی موسوم به هسپروویوکا است که در مدت  $14$  روز  $3/7$  متر رشد می کند. آهنگ رشد این گیاه بر حسب میکرو متر بر ثانیه چقدر است؟

**تمرین ۷-** اگر یکای استاندارد طول را به صورت فاصله ی بینی تا نوک انگشت اشاره ی دست کشیده شده بگیریم، چه مزایا و چه معایبی دارد؟

**تمرین ۸-** نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.



**پیشوندهای مورد نیاز برای تبدیل واحدها:** هر گاه در اندازه گیری ها با اندازه های بسیار بزرگتر یا بسیار کوچکتر از یکای اصلی آن مواجه شویم از پیشوندهای جدول زیر استفاده می کنیم:

نماد	پیشوند	ضریب
da	دکا	۱۰ <sup>۱</sup>
h	هکتو	۱۰ <sup>۲</sup>
k	کیلو	۱۰ <sup>۳</sup>
M	مگا	۱۰ <sup>۶</sup>
G	گیگا(جیگا)	۱۰ <sup>۹</sup>
T	ترا	۱۰ <sup>۱۲</sup>
P	پتا	۱۰ <sup>۱۵</sup>
E	اگزا	۱۰ <sup>۱۸</sup>
Z	زتا	۱۰ <sup>۲۱</sup>
Y	یوتا	۱۰ <sup>۲۴</sup>

نماد	پیشوند	ضریب
d	دسی	۱۰ <sup>-۱</sup>
c	سانتی	۱۰ <sup>-۲</sup>
m	میلی	۱۰ <sup>-۳</sup>
μ	میکرو	۱۰ <sup>-۶</sup>
n	نانو	۱۰ <sup>-۹</sup>
p	پیکو	۱۰ <sup>-۱۲</sup>
f	فمتو	۱۰ <sup>-۱۵</sup>
a	آتو	۱۰ <sup>-۱۸</sup>
z	زپتو	۱۰ <sup>-۲۱</sup>
y	یوکتو	۱۰ <sup>-۲۴</sup>

**نکته ۱-** برای تبدیل واحدهای دارای پیشوند علاوه بر روش زنجیره ای به صورت زیر نیز می توانید عمل کنید:

اگر بخواهید پیشوندی را از بین ببرید کافی است عدد را در ضریب های موجود در جداول بالا ضرب کنید.

اگر بخواهید پیشوندی را ایجاد کنید کافی است عدد را در ضریبهای موجود در جداول بالا با توان قرینه ضرب کنید.

**نکته ۲-** علت استفاده از این پیشوندها در جداول فوق آن است که از نوشتن اعداد بسیار بزرگ با تعداد صفرهای زیاد و نوشتن اعداد بسیار کوچک با تعداد رقمهای اعشار زیاد خودداری شود.

مثال ۸- تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

۱)  $75 \text{ dm} = ? \text{ m}$

۲)  $685 \text{ m} = ? \text{ km}$

۳)  $1/0.41 \text{ hj} = ? \text{ mj}$

۴)  $21/0.1 \text{ fw} = ? \mu \text{ w}$

۵)  $6/1 \text{ daA} = ? \text{ cA}$

۶)  $800 \text{ Mj} = ? \text{ nj}$

۷)  $58/3 \text{ am} = ? \text{ Tm}$

۸)  $11 \text{ nm} = ? \text{ dam}$

۹)  $16/0.01 \text{ kV} = ? \text{ dV}$

۱۰)  $4/0.6 \mu \text{ N} = ? \text{ cN}$

۱۱)  $0/0.3 \text{ Mm} = ? \text{ mm}$

۱۲)  $209 \text{ s} = ? \text{ Es}$

۱۳)  $1/0.41 \text{ hA} = ? \text{ daA}$

۱۴)  $650 \text{ TV} = ? \text{ aV}$

۱۵)  $34 \text{ cw} = ? \text{ dw}$

نمادگذاری علمی: روشی است برای نوشتن اعداد که در آن یک مقدار به صورت حاصلضرب عددی بزرگتر یا مساوی با ۱ و کوچکتر از ۱۰ و ضربی با توان صحیحی از ۱۰ بیان می شود.



مثال ۹- تبدیل واحدهای زیر را انجام داده و به صورت نماد گذاری علمی بنویسید.

۱(۱)  $12/50$  میلی متر چند میکرو متر است؟

۲(۲)  $0/034$  یوتا متر چند زتا متر است؟

۳(۳)  $342/04$  زپتو ژول چند فمتو ژول است؟

۴(۴)  $2000$  یوکتو ولت چند میلی ولت است؟

۵(۵)  $0/003$  دکا آمپر چند آتو آمپر است؟

۶(۶)  $10/005$  اثنایه چند پتا ثانیه است؟

۷(۷)  $487$  کیلو ژول چند اگزا ژول است؟

۸(۸)  $49/13 \times 10^3$  متر چند یوتا متر است؟

**تبدیل واحدهای تواندار:** برخی کمیتها نظیر مساحت و حجم دارای یكاهای تواندار به صورت  $m^2$  و  $m^3$  (مترمربع و متر مکعب) می باشند، برای تبدیل اینگونه کمیتها باید ضریب مربوط به این تبدیل را به توان برسانید.

**تبدیل واحدهای کسری:** برخی کمیتها نظیر چگالی، سرعت و... دارای یكاهای کسری  $\frac{kg}{m^3}$  و  $\frac{m}{s}$  هستند، برای تبدیل اینگونه کمیتها، باید ضرایب تبدیل برای صورت و مخرج به صورت جداگانه و در یک کسر انجام شود.

**مثال ۱۰-** تبدیل واحدهای زیر را انجام داده و به صورت نماد گذاری علمی بنویسید.

۱)  $175 \text{ dm}^2 = ? \text{ m}^2$

۲)  $98.5/1 \text{ m}^3 = ? \text{ hm}^3$

۳)  $875/1 \text{ dam}^2 = ? \text{ mm}^2$

۴)  $900 \text{ cm}^3 = ? \text{ nm}^3$

۵)  $26/1 \frac{kg}{m^3} = ? \frac{g}{mm^3}$

۶)  $0.879 \frac{dg}{cm^3} = ? \frac{g}{m^3}$

۷)  $43/0.79 \frac{g}{\mu m^3} = ? \frac{kg}{m^3}$

۸)  $20 \frac{mg}{cm^3} = ? \frac{g}{m^3}$

۹)  $16/0.01 \frac{hg}{m^3} = ? \frac{mg}{dm^3}$

۱۰)  $4/0.6 \frac{ng}{hm^3} = ? \frac{dag}{\mu m^3}$

تمرین ۹- تبدیل واحدهای زیر را انجام داده و به صورت نماد گذاری علمی بنویسید.

۱)  $15/27 \text{ dm} = ? \text{ hm}$

۲)  $4005/1 \text{ mm}^3 = ? \text{ nm}^3$

۳)  $125/1 \text{ dam}^2 = ? \text{ Gm}^2$

۴)  $400 \text{ } \mu\text{m}^3 = ? \text{ cm}^3$

۵)  $256/1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = ? \frac{\text{dg}}{\text{mm}^3}$

۶)  $0/079 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = ? \frac{\text{g}}{\text{nm}^3}$

۷)  $413/029 \frac{\text{g}}{\mu\text{m}^3} = ? \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

۸)  $302/04$  زتا ژول چند فمتو ژول است؟

۹)  $7000$  یوکتو ولت چند میکرو ولت است؟

۱۰)  $0/0013$  کیلو آمپر چند آتو آمپر است؟

برخی تبدیل واحدهای بدون پیشوند:

$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$

$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

$1 \text{ s} = \frac{1}{3600} \text{ h}$

$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$

$1 \text{ min} = \frac{1}{60} \text{ h}$

مثال ۱۱- تبدیل واحد های زیر را انجام دهید:

$$۱) ۷۲ \frac{km}{h} = ? \frac{m}{s}$$

$$۲) ۱۰ \frac{g}{L} = ? \frac{mg}{cm^3}$$

$$۳) \Delta L = ? m^3$$

$$۴) ۱۰ \frac{cm}{s} = ? \frac{mm}{min}$$

$$۵) ۲ \frac{kg}{m^3} = ? \frac{g}{L}$$

$$۶) ۳۱ \frac{L}{s} = ? \frac{cm^3}{min}$$

$$۷) ۲ \Delta dm^3 = ? L$$

تمرین ۱۰- تبدیل واحد های زیر را انجام دهید:

$$۱) ۱۰۸ \frac{km}{h} = ? \frac{m}{s}$$

$$۲) ۳۰ \frac{Kg}{L} = ? \frac{g}{mm^3}$$

$$۳) ۱۱ L = ? dm^3$$

$$۴) ۱۲ \cdot \frac{m}{\text{min}} = ? \frac{dm}{s}$$

$$۵) ۱/۳ \frac{g}{L} = ? \frac{kg}{m^3}$$

$$۶) ۴/۳ \frac{m^3}{\text{min}} = ? \frac{L}{s}$$

$$۷) ۵/۱ \text{mm}^3 = ? L$$

$$۸) ۴ \cdot \mu L = ? \text{cm}^3$$

$$۹) ۹ \text{nm}^3 = ? \text{mL}$$

$$۱۰) ۰/۶۵ \text{ML} = ? \text{km}^3$$

**تمرین ۱۱-** هر هکتار ۱۰۰۰۰ متر مربع است. اگر شعاع کره ی زمین حدود ۶۴۰۰ کیلومتر باشد ، مساحت کل کره ی

زمین چند هکتار است؟ ( $\pi=۳$ )

**عوامل مؤثر در افزایش دقت اندازه گیری :** در اندازه گیری کمیت‌های فیزیکی مانند طول ، جرم، زمان و ...

قطعیّت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد، ولی هیچ گاه نمی توان آن را به صفر رساند، با این وجود

توجه به عوامل زیر نقش مهمی در افزایش دقت اندازه گیری دارد:

۱- دقت وسیله ی اندازه گیری

۲- مهارت شخص آزمایشگر

۳- تعداد دفعات اندازه گیری

### تعیین دقت اندازه گیری :

**۱- دقت اندازه گیری ابزارهای مدرج:** دقت اندازه گیری ابزارهای درجه بندی شده ( مدرج ) برابر کمینه ی

درجه بندی آن ابزار است. به طور مثال دقت اندازه گیری خط کش معمولی که تا میلی متر درجه بندی شده است،

برابر ۱mm است:



**۲- دقت اندازه گیری ابزارهای رقمی (دیجیتال):** دقت اندازه گیری در ابزارهای رقمی (دیجیتال)، برابر یک

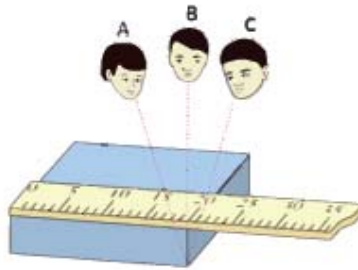
واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می خواند. برای مثال ، آخرین رقمی که دماسنج زیر نشان می دهد  $0.6^{\circ}\text{C}$ .

و دقت آن  $0.1^{\circ}\text{C}$  است:



آخرین رقمی که دماسنج شکل زیر نشان می دهد  $0.6^{\circ}\text{C}$  و دقت آن  $0.1^{\circ}\text{C}$  است.

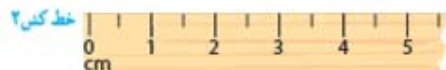
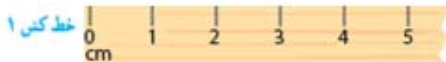
**تأثیر مهارت شخص آزمایشگر در دقت اندازه گیری:** یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه گیری ، مهارت های شخص آزمایشگر است . یکی از این مهارتها ، نحوه ی خواندن نتیجه ی اندازه گیری است . به طور مثال شکل زیر تأثیر اختلاف منظر در خواندن نتیجه ی اندازه گیری را نشان می دهد، خواندن نتیجه ی اندازه گیری از منظرهای A و C خطا را افزایش می دهد، در حالی که گزارش شخصی که از منظر B نتیجه اندازه گیری را می خواند دقت بیشتری دارد:



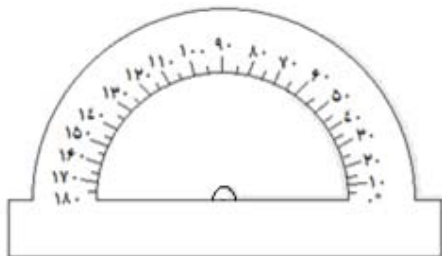
**تأثیر تعداد دفعات اندازه گیری در دقت اندازه گیری:** برای کاهش خطا در اندازه گیری هر کمیت ، معمولاً اندازه گیری آن را چند بار تکرار می کنند . میانگین عددهای حاصل از اندازه گیری به عنوان نتیجه گیری گزارش می شود. البته در میان عددهای متفاوت ، اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند در میانگین گیری به حساب نمی آیند:



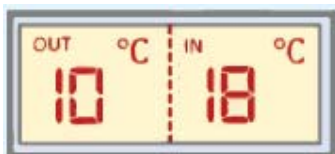
**مثال ۱۲-** در شکل های زیر، دقت اندازه گیری هر خط کش را بر حسب cm و mm بنویسید.



مثال ۱۳- دقت اندازه گیری نقاله ی شکل زیر چقدر است؟



مثال ۱۴- شکل زیر 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. دقت این وسیله چقدر است؟



مثال ۱۵- با چند ترازوی دیجیتال متفاوت جرم هایی را به صورت زیر اندازه گیری کرده ایم. دقت اندازه گیری هر

ترازو بر حسب کیلوگرم چقدر بوده است؟ دقت اندازه گیری کدام ترازو بیش تر است؟

الف)  $0.02\text{Kg}$

ب)  $0.035\text{Kg}$

پ)  $300\text{g}$

ت)  $0.03\text{g}$

مثال ۱۶- روی یک ترازوی دیجیتال با دقت  $0.1$  کیلوگرم، اجسامی به جرم های زیر قرار داده ایم، این ترازو جرم هر

یک را چه عددی نمایش می دهد؟

الف)  $2.545\text{Kg}$

ب)  $2.08\text{Kg}$

پ)  $239\text{g}$

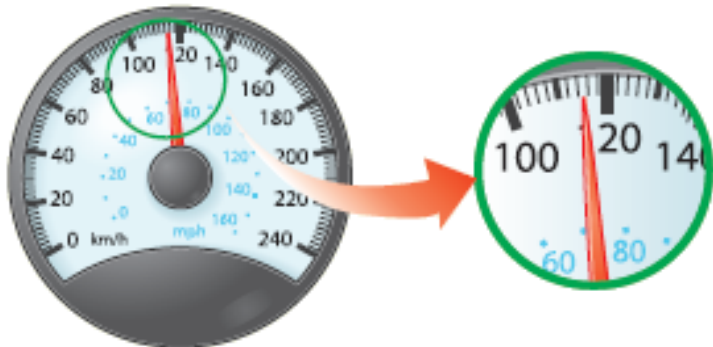
ت)  $327\text{g}$

مثال ۱۷- توضیح دهید چگونه باکمک یک خط کش معمولی ضخامت یک برگ کاغذ از یک کتاب را می توان تعیین

نمود؟



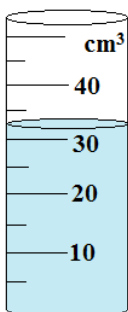
تمرین ۱۲- شکل زیر، صفحه ی تندی سنج یک خودرو را نشان می دهد. دقت اندازه گیری آن چند متر بر ثانیه است؟



تمرین ۱۳- خطای اندازه گیری دماسنج زیر چقدر است؟



تمرین ۱۴- دقت اندازه گیری استوانه ی مدرج زیر چند لیتر است؟



تمرین ۱۵- روی یک ترازوی دیجیتال با دقت  $0.001$  کیلوگرم، اجسامی به جرم های زیر قرار داده ایم، این ترازو

جرم هر یک را چه عددی نمایش می دهد؟

الف)  $4/3645 \text{ Kg}$

ب)  $649 \text{ g}$

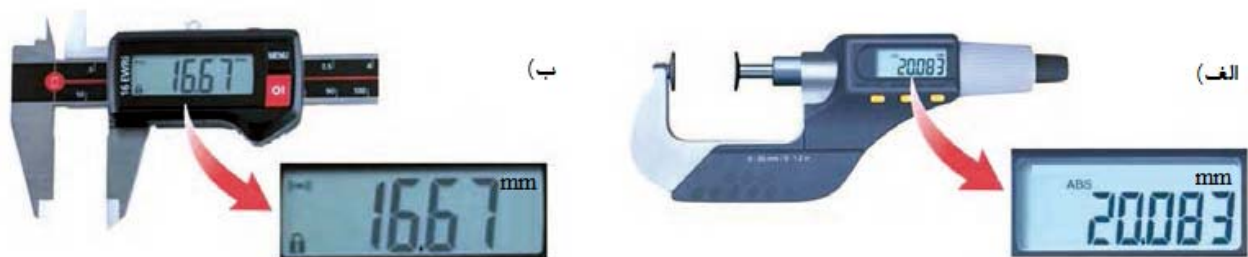
پ)  $2 \text{ Kg}$

ت)  $0.2 \text{ g}$

ث)  $2/61 \text{ Kg}$

**تمرین ۱۶** - دقت اندازه گیری یک استوانه مدرج برابر  $1\text{cm}^3$  است. با این استوانه ی مدرج حجم یک مایع را در ۵ آزمایش متفاوت به صورت  $25/22$ ،  $24/91$ ،  $25/11$ ،  $23/01$  و  $24/76$  سانتی متر مکعب خوانده ایم. نتیجه نهایی باید چه عددی نوشته شود؟

**تمرین ۱۷** - شکل های (الف) و (ب) ، به ترتیب مربوط به یک ریز سنج و یک کولیس رقمی است. دقت هر یک را بر حسب سانتی متر بنویسید.



**تمرین ۱۸** - چگونه با کمک ترازوی آشپزخانه می توان جرم یک سوزن ته گرد را به دست آورد؟

**تمرین ۱۹** - چگونه به کمک یک خط کش معمولی می توان قطر یک سیم لاکی یا نخ را به دست آورد؟

**تمرین ۲۰** - حجم یک قطره ی آب را چگونه می توان اندازه گیری کرد؟

**چگالی:** جرم واحد حجم یک جسم چگالی نامیده می شود:

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

$\rho$ : چگالی ( $\frac{kg}{m^3}$ )

m : جرم (Kg)

V: حجم ( $m^3$ )

**نکته ۱-** چگالی یک جسم به جرم (m) و حجم (v) جسم بستگی ندارد و تنها به «جنس» و «دمای جسم» بستگی دارد.

**نکته ۲-** برای استفاده از فرمول فوق تبدیل اعداد به یکاهای SI ضروری نیست ،اما باید دو طرف تساوی هم واحد باشند.

**نکته ۳-** یکی از یکاهای رایج چگالی  $\frac{g}{cm^3}$  است که برای تبدیل آن به صورت SI بهتر است تساوی زیر را حفظ کنید:

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

**نکته ۴-** برای حل مسائل چگالی باید فرمول محاسبه ی حجم اجسام را حفظ باشید:

$V_{\text{مکعب}} = a^3$  طول: a

$V_{\text{مکعب مستطیل}} = a.b.h$  عرض: b

$V_{\text{کره}} = \frac{4}{3} \pi r^3$  ارتفاع: h

$V_{\text{استوانه}} = A.h = \pi r^2 h$  مساحت قاعده: A

$V_{\text{مخروط}} = \frac{1}{3} A.h = \frac{1}{3} \pi r^2 h$  شعاع قاعده: r

**نکته ۵-** برای محاسبه حجم قسمت توخالی یا حفره یک جسم ابتدا با فرمول چگالی حجم واقعی جسم را بدست آورید، سپس از رابطه زیر استفاده کنید:

$V_{\text{حفره}} = V_{\text{کل}} - V_{\text{واقعی}}$

**نکته ۶-** چگالی مخلوط (محلول یا آلیاژ) چند جسم را به صورت زیر می توان بدست آورد:

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

**نکته ۷-** وزن اجسام به صورت زیر محاسبه می شود:

$W = mg$

(در این رابطه حتماً جرم باید برحسب کیلوگرم باشد)

مثال ۱۸- از فلزی با چگالی  $5 \frac{g}{cm^3}$  یک استوانه به مساحت قاعده ی  $20 \text{ cm}^2$  و ارتفاع  $50 \text{ cm}$  ساخته ایم وزن این استوانه چقدر است؟

مثال ۱۹- کره ای فلزی با چگالی  $8 \frac{g}{cm^3}$  و وزن  $320$  نیوتن در نظر بگیرید. شعاع این کره چند  $\text{cm}$  است؟ ( $\pi = 3$ )

مثال ۲۰- داخل ظرفی حداکثر با  $200$  گرم آب پر می شود، داخل همان ظرف را حداکثر با چند گرم روغن می توان پر نمود. (چگالی آب و روغن به ترتیب  $1 \frac{g}{cm^3}$  و  $0.8 \frac{g}{cm^3}$  است)

مثال ۲۱- از یک فلز با چگالی  $5000 \frac{kg}{m^3}$  یک کره توخالی با شعاع  $10 \text{ cm}$  ساخته ایم . اگر جرم این کره توخالی  $4000$  گرم باشد، حجم حفره خالی آن چند  $\text{cm}^3$  است؟ ( $\pi \approx 3$ )

مثال ۲۲- دو ظرف در نظر بگیرید که با دو مایع متفاوت پر شده اند. اگر حجم ظرف اول ،  $3$  برابر حجم ظرف دوم و جرم مایع ظرف اول نصف جرم مایع دوم باشد، چگالی مایع اول چند برابر چگالی مایع دوم است؟

**مثال ۲۳-** اگر از یک فلز دو کره ی مختلف ساخته باشیم که جرم دومی ۲۷ برابر جرم اولی باشد، شعاع کره ی اول چند برابر شعاع کره ی دوم است؟

**مثال ۲۴-** آلیاژی را از ذوب کردن دو فلز که اولی ۲۰۰ گرم جرم دارد و چگالی آن  $\frac{g}{cm^3}$  ۵ است و دومی ۳۶۰ گرم جرم داشته و چگالی آن  $\frac{g}{cm^3}$  ۶ است بدست آورده ایم، چگالی این آلیاژ را بدست آورید.

**مثال ۲۵-**  $30 \text{ cm}^3$  از مایعی به جرم ۴۰ گرم با  $70 \text{ cm}^3$  از مایع دیگری به جرم ۱۰ گرم را مخلوط می کنیم. چگالی این مخلوط را به دست آورید.

**مثال ۲۶-**  $3 \text{ cm}^3$  از مایعی به چگالی  $\frac{g}{cm^3}$  ۸ با  $2 \text{ cm}^3$  از مایع دیگری به چگالی  $\frac{g}{cm^3}$  ۹ مخلوط می شود. چگالی این مخلوط را به دست آورید.

**تمرین ۲۱-** از فلزی با چگالی  $\frac{g}{cm^3}$  ۱۲ استوانه ای به شعاع قاعده ۱۰ cm و ارتفاع ۲۰ cm ساخته ایم. وزن این استوانه چقدر است؟ ( $\pi \approx 3$ )

**تمرین ۲۲-** از ماده ای با چگالی  $\frac{g}{cm^3}$  ۲ یک مکعب مستطیل که قاعده آن  $5cm \times 2cm$  است ساخته ایم . اگر این مکعب مستطیل  $0.2$  کیلوگرم باشد، ارتفاع آن چقدر است؟

**تمرین ۲۳-** استوانه ای به مساحت قاعده ی  $5cm^2$  و ارتفاع  $20cm$  از ماده ای به چگالی  $10 \frac{g}{cm^3}$  دارای یک حفره است. اگر این استوانه  $800g$  جرم داشته باشد، حجم حفره داخل آن چقدر است؟

**تمرین ۲۴-** مکعب مستطیلی به ابعاد  $8cm \times 5cm \times 20cm$  از فلزی با چگالی  $8 \frac{g}{cm^3}$  ساخته شده است و جرم آن  $8kg$  است:

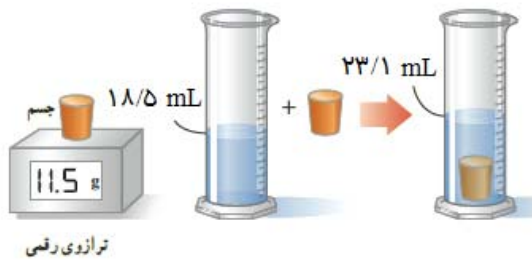
الف) آیا مکعب مستطیل تو خالی است؟ چرا؟

ب) اگر پاسخ قسمت «الف» مثبت است حجم حفره را بدست آورید.

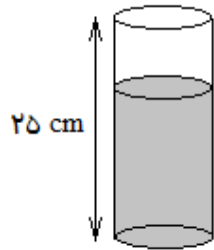
**تمرین ۲۵-** از حل کردن  $50cm^3$  از مایعی به چگالی  $4 \frac{g}{cm^3}$  در  $300g$  از مایع دیگری به چگالی  $2 \frac{g}{cm^3}$  یک محلول بدست آورده ایم. چگالی این محلول را بدست آورید.

**تمرین ۲۶-** حجم های برابر از دو ماده متفاوت با چگالی های  $2$  و  $8$  گرم بر سانتیمتر مکعب را به طور همگن مخلوط کرده ایم ، چگالی این مخلوط را بدست آورید.

**تمرین ۲۷** - برای تعیین چگالی یک جسم ، از آزمایش زیر استفاده شده است. چگالی جسم را برحسب  $g/L$  و  $g/cm^3$  به دست آورید.



**تمرین ۲۸** - مساحت مقطع استوانه زیر  $200 \text{ cm}^2$  است و ارتفاع آن  $25 \text{ cm}$  است و داخل آن  $20 \text{ cm}$  آب ریخته شده است. جسم جامدی با چگالی  $4 \text{ g/cm}^3$  داخل استوانه می اندازیم و  $200 \text{ cm}^3$  آب از ظرف بیرون می ریزد. چگالی این جسم را به دست آورید.



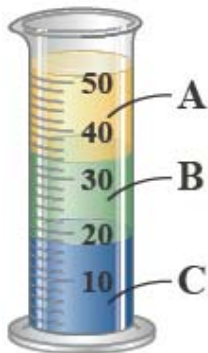
**تمرین ۲۹** - چگونه می توان چگالی یک جسم فاقد شکل هندسی را تعیین نمود.

**تمرین ۳۰** - یک قطعه فلز زرد رنگ پیدا کرده ایم چگونه می توان با روشی ساده ثابت کرد این فلز طلا است یا خیر؟

**تمرین ۳۱** - دو ظرف در نظر بگیرید که با دو مایع متفاوت پر شده اند. اگر حجم ظرف اول ، نصف حجم ظرف دوم و جرم مایع ظرف اول چهار برابر جرم مایع دوم باشد، چگالی مایع اول چند برابر چگالی مایع دوم است؟

**تمرین ۳۲-** از فلز آهن دو استوانه متفاوت ساخته ایم. اگر جرم استوانه ی اول ۳ برابر جرم استوانه ی دوم و شعاع قاعده ی اولی نصف شعاع قاعده دومی باشد ، ارتفاع استوانه ی اول چند برابر استوانه ی دوم است؟

**تمرین ۳۳-** از فلز مس دو مکعب مستطیل ساخته ایم. اولی به ابعاد ۲cm، ۵cm و ۱۰cm و دومی به ابعاد ۶cm، ۸cm و ۱cm است. اگر اولی ۲۴ کیلوگرم باشد، جرم دومی چند کیلوگرم است؟



**تمرین ۳۴-** سه مایع مخلوط نشدنی A، B و C که چگالی های متفاوتی دارند درون استوانه ای شیشه ای ریخته شده است. این سه مایع عبارتند از : حیوه (با چگالی  $13/6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )، روغن زیتون ( با چگالی  $9/20 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) و آب (با چگالی  $1/00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) است. جنس هر یک از مایع های A، B و C درون استوانه را مشخص کنید.

**تمرین ۳۵-** توضیح دهید آیا ریختن آب روی بنزین شعله ور روش مناسبی برای خاموش کردن شعله ی آن است یا خیر؟