جزوه جمع بندی

فیزیک

کنکور ۱۴ صفر یک

درس نامه، خلاصه، جدول بندی و
تیپ بندی

به قلم مهندس علی عاقلی

فصل اول فیزیک دهم

فیزیک و اندازه گیری

(معمولا ۱ تست)

۱-٤ فیزیک، دانش بنیادی

فیزیک یکی از بنیادی ترین دانش هاست و شالوده تمامی مهندسی ها ست که به طور مستقیم در زندگی ما نقش دارند.

۱-۱-٤ مراحل تولید علم فیزیک

مرحله ۱: فیزیک دانان، پدیده های طبیعت را مشاهده می کنند.

مرحله ۲: می کوشند الگوها ونظم های خاص میان این پدیده ها بیابند.

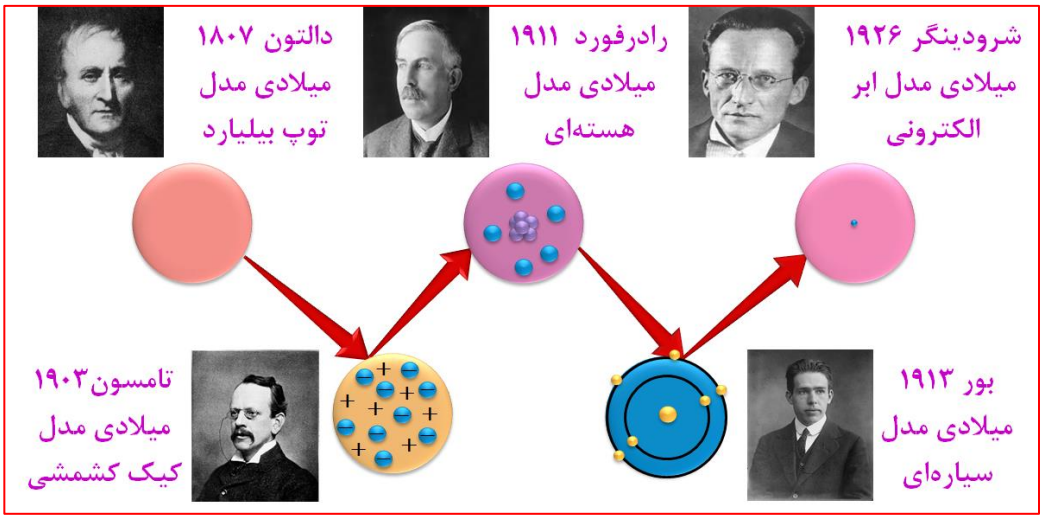
مرحله ۳: برای توصیف و توضیح پدیده های مورد بررسی، اغلب از قانون،مدل ونظریه ی فیزیک است.

مرحله ۴: این قوانین، مدل ها ونظریه های فیزیکی را توسط ازمایش مورد ازمون قرار می دهند.

نکته ۱: مدل ها و نظریه های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند ، بلکه می توانند دستخوش تغییر شوند.

به بیان دیگر همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش های جدید منجر به بازنگری مدل یانظریه ای شود و حتی ممکن است نظریه ای جدید جایگزین آن شود.

مثلاً در دهه های آغازین قرن گذشته، نظریه اتمی در خصوص رفتار اتم ها، بارها اصلاح شد.



ویژگی آزمون پذیری واصلاح نظریه های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است ونقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش وتکامل پیرامون داشته است.

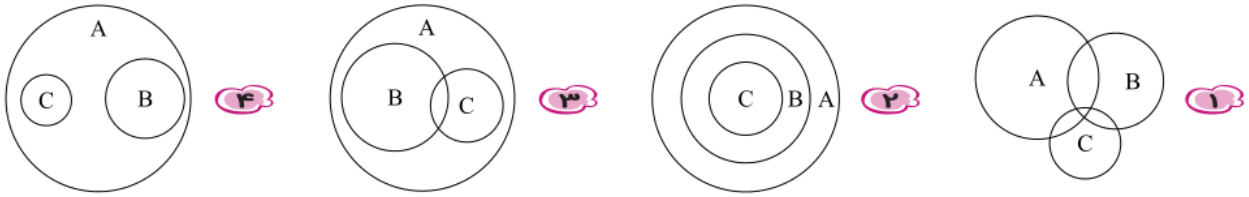
نکته ۲: دانشمندان برای توصیف پدیده های فیزیکی ورابطه بین کمیت ها از قانون ها واصل ها استفاده می کنند.

۱. قانون های فیزیکی: معمولاً رابطه ی بین برخی از کمیت های فیزیکی را توصیف می کنند و در دامنه ی وسیعی از پدیده های گوناگون طبیعت معتبرند. (مانند قانون دوم نیوتن)

۲. اصل فیزیکی: برای توصیف دامنه ی محدودتری از پدیده های فیزیکی ، که عمومیت کمتری دارند استفاده می شوند.(مانند اصل پاسکال)

تست ۱:

اگر پدیده‌های فیزیکی را با شکل A، قانون فیزیکی را با شکل B و اصل فیزیکی را با شکل C نشان دهیم، کدام‌یک از گزینه‌های زیر، طرح‌وارهٔ مفهومی درستی را نشان می‌دهد؟



۲-۱-٤ مدل سازی در فیزیک

مدل سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیده ی فیزیکی ، آن قدر ساده وآرمانی می شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

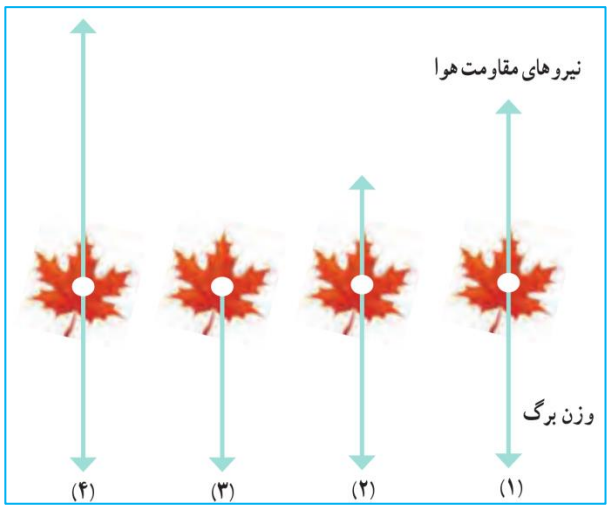
واقعیت پیچیده	مدل ساده
توپ، کره کامل نیست (درزها و برجستگی هایی دارد)	چشم پوشی از اندازه و شکل: توپ به عنوان جسم نقطه ای یا ذره در نظر گرفته می شود
وجود مقاومت هوا و اثر باد	توپ در خلاء حرکت می کند.
تغییر وزن توپ با تغییر فاصله از مرکز زمین	فرض می کنیم وزن توپ با تغییر فاصله از مرکز زمین ثابت می ماند.

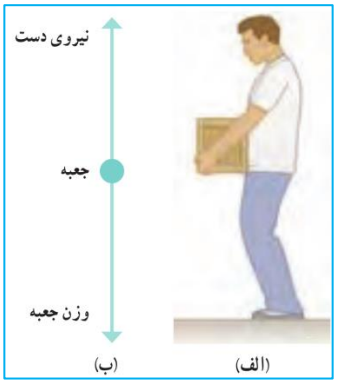
حال مسـله ما به قدر کافی ساده شده است و می توانیم حرکت آن را بررسی و تحلیل کنیم.

نکته۳: هنگام مدل سازی یک پدیده ی فیزیکی ، باید اثرهای جزئی تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم وتعیین کننده.

مثلاً اگر به جای مقاومت هوا، نیروی جاذبه ی 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 !

مثال ۱:

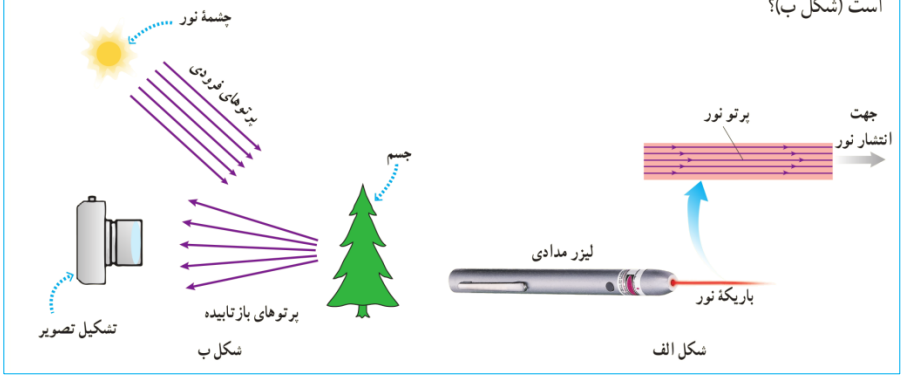




برای حذف اثر این دو سوال را بپرس : ۱) مسیر حرکت عوض میشه؟ ۲) زمان حرکت تغییر میکنه؟

مثال ۲:

شکل الف براساس آنچه در علوم سال هشتم در زمینهٔ نورشناسی خواندید آمده است. اجزای این شکل را توضیح دهید و بگویید که در آن، چه چیزی مدل‌سازی شده است. این مدل‌سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به‌کار رفته است (شکل ب)؟



شکل الف، باریکه‌ای را نشان می‌دهد که از یک لیزر مدادی خارج شده است. باریکهٔ نور، به‌صورت پرتوهای موازی نور مدل‌سازی شده است. همان‌طور که می‌دانید مدل پرتوی نور در نور هندسی، اهمیت زیادی دارد و دانش‌آموزان در علوم سال هشتم نیز تا حدودی با برخی از جنبه‌های آن آشنا شده‌اند. در شکل ب از مدل پرتوی نور برای انتشار نور از یک چشمهٔ نور استفاده شده است. چون چشمهٔ نور در فاصلهٔ دوری قرار دارد پرتوهایی که به جسم رسیده‌اند به‌صورت موازی مدل‌سازی شده‌اند. برخی از پرتوها پس از بازتاب از جسم، وارد دوربین می‌شوند و تصویری از جسم تشکیل می‌دهند.

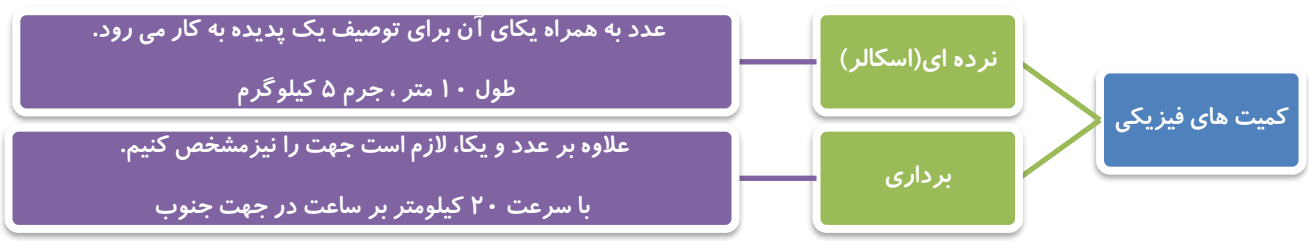
۲-۴ اندازه گیری و کمیت های فیزیکی

فیزیک، علمی تجربی است وهدف آن بررسی پدیده های فیزیکی در جهان پیرامون است.

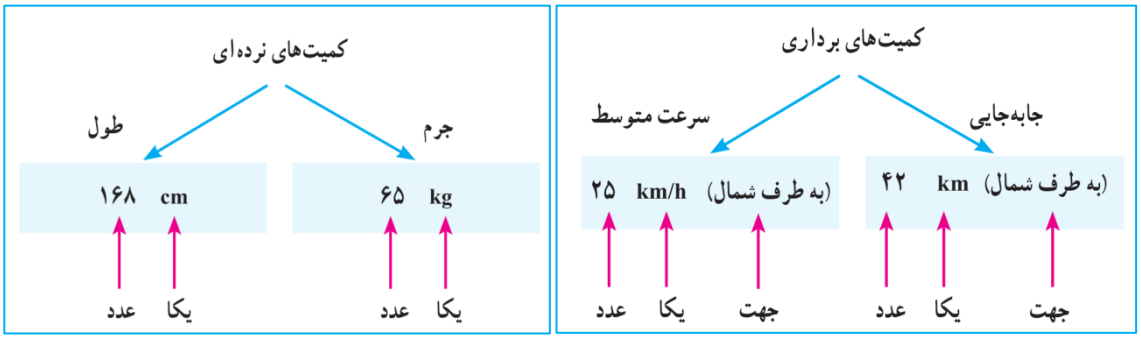
اساس تجربه و آزمایش، اندازه گیری است و برای بیان نتایج اندازه گیری به طور معمول از عدد ویکای مناسب آن استفاده می کنیم.

نکته۴: در فیزیک به هرچیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول ، جرم، تندی، نیرو و... کمیت فیزیکی گفته می شود.

کمیت‌های فیزیکی به دو نوع نرده‌ای یا اسکالر و برداری تقسیم می‌شوند: (دسته بندی اول)



مثال۳:



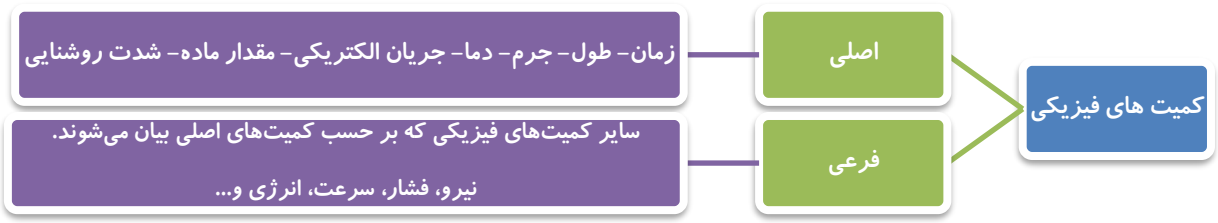
۱-۲-٤ اندازه گیری ودستگاه بین المللی یکاها

- برای انجام اندازه گیری های درست وقابل اطمینان به یکاهای اندازه گیری ای نیاز داریم که تغییر نکنند ودارای قابلیت بازتولید درمکان های مختلف باشند.
- دستگاه یکاهایی که بیشتر مهندسان ودانشمندان در سراسر جهان به کار می برند را اغلب دستگاه متریک می نامند، ولی این دستگاه یکاها به طور رسمی دستگاه بین المللی (SI) نامیده شده است.
- هفت کمیت که به آنها کمیت های اصلی می گوییم اساس دستگاه بین المللی را تشکیل می دهند.
- سایر کمیت های دیگر را که برحسب کمیت های اصلی بیان می شوند ، کمیت های فرعی می نامند.
- تعداد کمیت های فیزیکی آن چنان زیاد است که تعیین یکای مستقل برای همه آنها در عمل ناممکن است. اما خوشبختانه ، بسیاری از کمیت های فیزیکی مستقل از یکدیگر نیستند وتوسط رابطه ها وتعریف های فیزیکی به یکدیگر وابسته اند.

کمیت های اصلی		
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

کمیت های فرعی			
کمیت	فرمول	یکای فرعی	یکای SI
تندی	$S_{av}=\frac{l}{\Delta t}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s}$
سرعت	$V_{av}=\frac{d}{\Delta t}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s}$
شتاب	$a_{av}=\frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\frac{\frac{m}{s}}{s}=\frac{m}{s^2}$	$\frac{\frac{m}{s}}{s}=\frac{m}{s^2}$
نیرو	$F=ma$	$kg\times\frac{m}{s^2}$	نیوتن (N)
فشار	$P=\frac{F}{A}$	$\frac{kg\times\frac{m}{s^2}}{m^2}=\frac{kg}{m\times s^2}$	پاسکال (Pa)
انرژی	$W=Fd$	$kg\times\frac{m^2}{s^2}$	ژول (J)

۴-۲-۲ دسته‌بندی دوم کمیت‌های فیزیکی



۴-۲-۳ سازگاری یکاها

هرکمیت فیزیکی را بانماد مشخص نشان میدهیم. مانند: a شتاب، F نیرو، V سرعت و m جرم

برای بیان ارتباط بین کمیت های فیزیکی، از روابط ومعادله ها استفاده می کنیم.مانند:

$$F = ma$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F = ma = (۰/۳۲۵\,\text{kg})(۱/۷۵\,\text{m/s}^۲) = ۰/۵۶۹\,\text{N}$$

یکای دو طرف معادله با هم سازگار است.

نکته۵: هنگام استفاده از رابطه ها وجایگذاری اندازه هرکمیت در آن ، باید به سازگاری یکاها در دوطرف رابطه توجه کنیم.

اگر بخواهیم هر دو طرف رابطه برحسب یکاهای SI بیان شود باید یکای کمیت های داده شده را نیز به یکاهای SI تبدیل کنیم.

مانند: $P = \frac{F}{A} \rightarrow ۲/۵Pa = \frac{۵N}{۲m^۲}$

۴-۲-۴ معرفی چند یکای اصلی

طول (m)

اولین تعریف متر در سال ۱۷۹۱ میلادی

به لحاظ تاریخی، یکای طول (متر) به صورت زیر تعریف شده است:

- **اواخر قرن هجدهم:** یک ده میلیونیم فاصله‌ی استوا تا قطب شمال (در طول جغرافیایی گذرنده از پاریس)
- **تا سال ۱۳۴۰:** فاصله‌ی میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین-ایریدیوم در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس.
- **از سال ۱۳۶۲:** مسافتی که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلاء طی می‌کند. (حفظ نشه)
- **برخی یکاهای قدیمی (ایرانی) :**

۱ ذرع =۱۰۴ سانتی‌متر ۱ فرسنگ =۶۰۰۰ ذرع

- **برخی یکاهای مهندسی (انگلیسی) :**

۱ مایل =۱،۶۰۹ کیلومتر ۱ یارد =۰،۹۱۴۴ متر

۱ اینچ =۲،۵۴ سانتی ۱ فوت =۰،۳۰۴۸ متر

تذکر: حفظ کردن یکاهای قدیمی و غیر SI واجب نیست و تو امتحان نمیاد ولی دونستنشون خیلی باحاله.

مقادیر تقریبی برخی طول‌های اندازه‌گیری‌شده

جسم	طول (m)	جسم	طول (m)
فاصلهٔ منظومهٔ شمسی تا نزدیک‌ترین کهکشان	$2/8\times10^{21}$	طول زمین فوتبال	9×10^{1}
فاصلهٔ منظومهٔ شمسی تا نزدیک‌ترین ستاره	4×10^{16}	طول بدن نوعی مگس	5×10^{-3}
یک سال نوری	9×10^{15}	اندازهٔ ذرات کوچک گرد و خاک	1×10^{-4}
شعاع مدار میانگین زمین به دور خورشید	$1/50\times10^{11}$	اندازهٔ یاخته‌های بیشتر موجودات زنده	1×10^{-5}
فاصلهٔ میانگین ماه از زمین	$3/84\times10^{8}$	اندازهٔ بیشتر میکروب‌ها	$0/2_2\times10^{-6}$
شعاع میانگین زمین	$6/40\times10^{6}$	قطر اتم هیدروژن	$1/06\times10^{-10}$
فاصلهٔ ماهواره‌های مخابراتی از زمین	$3/6\times10^{7}$	قطر هستهٔ اتم هیدروژن (قطر پروتون)	$1/75\times10^{-15}$

جرم (kg)

یکای جرم در SI کیلوگرم (kg) نامیده می‌شود و به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین-ایریدیوم تعریف شده است.

- **برخی یکاهای قدیمی (ایرانی) :**

۱ مثقال= ۲۴ نخود= ۹۶ گندم =۴،۸۶ گرم

۱ من تبریز= ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال= ۳،۱۱۰۴ کیلو

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز=۳۱۱،۰۴ کیلوگرم

- **برخی یکاهای مهندسی (انگلیسی) :**

۱ پوند = ۰،۴۵۳۶ کیلوگرم

مقادیر تقریبی برخی جرم‌های اندازه‌گیری‌شده

جسم	جرم (kg)	جسم	جرم (kg)
عالم قابل مشاهده	1×10^{52}	انسان	7×10^{1}
کهکشان راه شیری	7×10^{41}	قورباغه	1×10^{-1}
خورشید	2×10^{30}	پشه	1×10^{-5}
زمین	6×10^{24}	باکتری	1×10^{-15}
ماه	$7/34\times10^{22}$	اتم هیدروژن	$1/67\times10^{-27}$
کوسه	1×10^{3}	الکترون	$9/11\times10^{-31}$

زمان (s)

یکای زمان در SI ثانیه (s) است که به صورت زیر تعریف شده است:

- **تا ۱۳۴۶:** $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی
- از سال ۱۳۴۶ تاکنون بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت های اتمی تعریف شده است.

(اطلاعات عمومی : بازه‌ی زمانی که اتم سزیم ^{133}CS در وضعیت عادی ۹۱۹۲۶۳۱۷۷۰ ارتعاش انجام می‌دهد.)

نکته۶: در بسیاری از موارد، نیاز به اندازه‌گیری مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد داریم. این مدت زمان را بازه‌ی زمانی می‌گوییم.

اگر با تغییر فرد ، مکان و زمان یکا تغییر کرد، یکای خوبی نیست!

۳-٤ تبدیل یکاها

اغلب در حل مسائل فیزیک، لازم است یکای کمیتی را تغییر دهیم . این کار با روش تبدیل زنجیره ای انجام می شود.

در این روش، اندازه ی کمیت را در یک عامل تبدیل (نسبتی از یکاها که برابر عدد یک است) ضرب می کنیم.

برای مثال چون $1kg$ برابر ۱۰۰۰ گرم است داریم:

$$\frac{1kg}{1000g}=1 \quad , \quad \frac{1000g}{1kg}=1$$

بنابراین هردوکسر بالا را که برابر یک هستند می توان به عنوان عامل تبدیل به کار برد.

نکته۷:ضرب کردن هرکمیت در عدد یک، اندازه آن کمیت را تغییرنمی دهد.هرگاه عاملی تبدیلی را مناسب بدانیم می توانیم از آن استفاده کنیم.

$$85cm=(85cm)(1)=(85\,\cancel{cm})\left(\frac{1m}{100\,\cancel{cm}}\right)=0/85m$$

ضریب تبدیل

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

۱-۳-٤ پیشوندهای یکاها

هرگاه در اندازه گیری ها بااندازه های بسیار بزرگ تر یا بسیار کوچک تر از یکاهای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوند هایی استفاده میکنیم.

هرپیشوند توان معینی از ۱۰ را نشان می دهد که به صورت یک عامل ضرب به کار می رود.

نوع پیشوند	پیشوند	نماد	ضریب	ضریب به صورت توان ده
پیشوند های بزرگ ساز	ترا	T	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۱۲}$
	گیگا (جیگا)	G	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۹}$
	مگا	M	۱,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۶}$
	کیلو	k	۱,۰۰۰	$۱۰^{۳}$
	هکتو	h	۱۰۰	$۱۰^{۲}$
	دکا	da	۱۰	$۱۰^{۱}$
پیشوند های کوچک ساز	دسی	d	۰/۱	$۱۰^{-۱}$
	سانتی	c	۰/۰۱	$۱۰^{-۲}$
	میلی	m	۰/۰۰۱	$۱۰^{-۳}$
	میکرو	μ	۰/۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۶}$
	نانو	n	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۹}$
	پیکو	p	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۱۲}$
	فمتو	f	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۱۵}$

۱) روش زنجیره ای:

الف : معمولی

$$۱۲\mu g = \cdots g \rightarrow ۱۲\mu g\left(\frac{۱۰^{-۶} g}{۱\mu g}\right) = ۱۲ \times ۱۰^{-۶} g$$

$$۷MN = \cdots N \rightarrow ۷MN\left(\frac{۱۰^{۶} N}{۱MN}\right) = ۷ \times ۱۰^{۶} N$$

$$۱/۲kPa = \cdots Pa \rightarrow ۱/۲kPa\left(\frac{۱۰^{۳} Pa}{۱kPa}\right) = ۱۲۰۰ Pa$$

$$۲۷mm = \cdots m \rightarrow ۲۷mm\left(\frac{۱۰^{-۳} m}{۱mm}\right) = ۰/۰۲۷ m$$

ب: توانی

$$۱۵(cm)^{۲} = \cdots m^{۲} \rightarrow ۱۵(cm)^{۲}\left(\frac{۱۰^{-۲} m}{۱cm}\right)^{۲} = ۱۵ \times ۱۰^{-۴} m^{۲}$$

$$۶ \times ۱۰^{-۴} m^{۳} = \cdots (mm)^{۳} \rightarrow ۶ \times ۱۰^{-۴} m^{۳}\left(\frac{۱mm}{۱۰^{-۳} m}\right)^{۳} = ۶ \times ۱۰^{۵} (mm)^{۳}$$

ج: کسری	$۱/۲\frac{km}{min}=\cdots\frac{m}{s}\rightarrow ۱/۲\frac{km}{min}(\frac{۱۰^{۳}m}{۱km})(\frac{۱min}{۶۰s})=۲۰\frac{m}{s}$ $۳\frac{kN}{m^{۲}}=\cdots\frac{N}{(cm)^{۲}}\rightarrow ۳\frac{kN}{m^{۲}}(\frac{۱۰^{۳}N}{۱kN})(\frac{۱۰^{-۲}m}{۱cm})^{۲}=۰/۳\frac{N}{(cm)^{۲}}$
د: دوطرف پیشوند	$۱/۲\times ۱۰^{۴}\mu g=\cdots hg\rightarrow ۱/۲\times ۱۰^{۴}\mu g(\frac{۱۰^{-۶}g}{۱\mu g})(\frac{۱hg}{۱۰^{۲}g})=۱/۲\times ۱۰^{-۴}hg$ $۴(cm)^{۳}=\cdots(mm)^{۳}\rightarrow ۴(cm)^{۳}(\frac{۱۰^{-۲}m}{۱cm})^{۳}(\frac{۱mm}{۱۰^{-۳}m})^{۳}=۴\times ۱۰^{-۶}\times\frac{۱}{۱۰^{-۹}}(mm)^{۳}=۴\times ۱۰^{۳}(mm)^{۳}$

نکته۸: تبدیل واحدها (مخصوصاً فرعی به فرعی) برای سهولت کار می توان، توان ضریب پیشوند ها را از هم کم کرد.

مثال۴:

$$۴(cm)^{۳}=\cdots(mm)^{۳}\rightarrow ۴(cm)^{۳}=۴\times ۱۰^{+۳}(mm)^{۳}$$
$$\begin{cases}(cm)^{۳}=(۱۰^{-۲})^{۳}=۱۰^{-۶}\\(mm)^{۳}=(۱۰^{-۳})^{۳}=۱۰^{-۹}\end{cases}\Rightarrow(-۶)-(-۹)=+۳$$

تست۲:

جرم یک قطعه سنگی قیمتی ۲۰۰ قیراط است و هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است. جرم این سنگ چند گرم است؟

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: گزینه ۳

$$M=۲۰۰\text{ قیراط}=۲۰۰\text{ قیراط}\times\frac{۲۰۰\text{ میلی‌گرم}}{\text{قیراط}}\times\frac{۱۰^{-۳}\text{ گرم}}{۱\text{ میلی‌گرم}}=۴۰g$$

تبدیل واحدها
طول
سطح
حجم
1D
2D
3D
Cm ×10^-2 m
×10^2
mm ×10^-3 m
μm ×10^-6 m
nm ×10^-9 m
Cm^2 ×10^-4 m^2
×10^4
mm^2 ×10^-6 m^2
μm^2 ×10^-12 m^2
nm^2 ×10^-18 m^2
m^3
×10^3
×10^-3
Lit = dm^3
Cm^3 = CC
بزرگ
کوچک
μ حرفی ×10^-6 ×10^6 حرفی
μC ×10^-6 C
μJ ×10^-6 J
μm ×10^-6 m
حرفی ×10^3 ×10^-3 حرفی
1kg ×10^3 gr
1kj → J
1kpa → Pa
@Physics_Agheli
مهندس علی عاقلی
طراح قلم چی
کارشناس ارشد مهندسی مکانیک
استعداد درخشان کارشناسی ارشد و عضو بنیاد ملی نخبگان
Physics_Agheli

٤-٤ نمادگذاری علمی

در پاره‌ای از اندازه‌گیری‌ها با مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک سر و کار داریم.

مثلاً مقدار بارالکتریکی یک الکترون برابر است با:

$$|q_e| = ۰,۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱۶۰C$$

٤-٤-١ تعریف نمادگذاری علمی

هر مقدار را به‌صورت حاصل‌ضرب عددی بزرگ‌تر یا مساوی ۱ و کوچک‌تر از ۱۰ ($۱ \le a < ۱۰$) و ضریبی با توان صحیحی از ۱۰ (۱۰^n) می‌نویسند:

$$Each\ number: a \times ۱۰^n$$

٤-٤-٢ روش نماد گذاری علمی

۱) ابتدا ممیز را پیدا می کنیم. اگر ممیز نداشت، بعد از آخرین عدد ممیز دارد.

۲) ممیز را بعد از اولین عدد بین ۱ تا ۹ قرار می دهیم.

۳) حرکت به سمت راست توان منفی و حرکت به سمت چپ توان مثبت!

مثلا مقدار بار الکتریکی یک الکترون برابراست با: $|q_e| = ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹} C$

بیان اندازهٔ چند کمیت به‌صورت نمادگذاری علمی

نمونه	اندازهٔ کمیت (شامل عدد و یکا)	بیان به‌صورت نمادگذاری علمی
حجم بنزین مصرفی در ایران در سال ۱۳۹۴	۲۶ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ L	$۲/۶۰ \times ۱۰^{۱۰}$ L
تندی نور در هوا	۳۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ m/s	$۳/۰۰ \times ۱۰^{۸}$ m/s
طول کل خطوط انتقال نفت خام، گاز و سایر فراورده‌های سوختی در ایران	۳۸ ۹۰۰ ۰۰۰ m	$۳/۸۹ \times ۱۰^{۷}$ m
حجم یک بشکه نفت	۱۵۹L	$۱/۵۹ \times ۱۰^{۲}$ L
قطر موی انسان	۰/۰۰۰ ۰۰۸ ۰۱ m	$۸/۰۱ \times ۱۰^{-۶}$ m
قطر اتم هیدروژن	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۱۰۶ m	$۱/۰۶ \times ۱۰^{-۱۰}$ m

۵-٤ دقت (خطا حذف شده است)

در اندازه‌گیری، تمام کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... عدم قطعیت و خطا وجود دارد. به‌عبارت دیگر:

هیچ‌گاه نمی‌توان اندازه‌ی واقعی یک کمیت را به کمک اندازه‌گیری به‌دست آورد.

با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری، تنها می‌توان مقدار خطا را کاهش داد، ولی هیچ‌گاه نمی‌توان آن‌را به صفر رساند.

نکته۹: دقت اندازه‌گیری به ۱) دقت و حساسیت وسیله، ۲) مهارت شخصی که اندازه‌گیری می‌کند و۳) تعداد دفعاتی که اندازه‌گیری تکرار می‌شود، بستگی دارد.

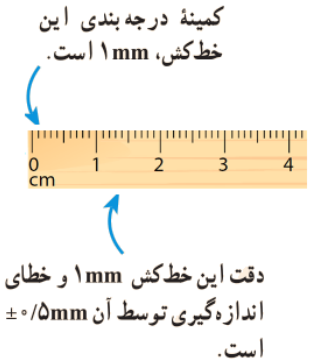
۱) دقت و حساسیت وسیله اندازه گیری

یکی از عوامل مهم در دقت اندازه گیری، دقت و حساسیت وسیله اندازه گیری است.

در مورد خطا و دقت اندازه گیری ابزارهای مختلف اندازه گیری می توان گفت:

نوع وسیله	دقت اندازه گیری
وسیله درجه بندی شده	کمینه تقسیم بندی مقیاس وسیله
وسیله رقمی (دیجیتال)	واحد آخرین رقمی که خوانده می شود

برای مثال:



مثال۵: خطای هر یک از وسایل زیر را حساب کنید:

	دقت = ۱ cm
	دقت = ۱ mm
	دقت = ۱ ^{o}C
	دقت = ۰.۱ ^{o}C

تست ۳:

یکی از واحدهای اندازه‌گیری تندی، مایل بر ساعت می‌باشد که به‌صورت MPH در نیم‌دایرهٔ بزرگ‌تر نمایش داده شده است. همین سرعت در نیم‌دایرهٔ کوچک‌تر براساس km/h نوشته شده است. نتیجهٔ اندازه‌گیری براساس هر دو مقیاس MPH و km/h به‌ترتیب چه مقدار می‌باشد؟

قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $۲۸MPH \pm ۵MPH$ و $۴۵km/h \pm ۱۰km/h$

۲) $۲۸MPH \pm ۳MPH$ و $۴۵km/h \pm ۵km/h$

۳) $۳۲MPH \pm ۵MPH$ و $۵۱km/h \pm ۱۰km/h$

۴) $۳۲MPH \pm ۳MPH$ و $۵۱km/h \pm ۵km/h$

پاسخ: گزینه ۴ برای MPH داریم:

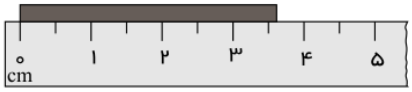
کمینهٔ درجه‌بندی برابر ۵ می‌باشد که خطای آن، $\pm ۲/۵ = \frac{۱}{۲} \times ۵$ یعنی ± ۳ می‌باشد. از طرفی عقربه از روی ۳۰ عبور کرده پس گزینه‌های «۱» و «۲» غلط می‌باشند و $۳۲MPH \pm ۳MPH$ صحیح می‌باشد.

برای km/h داریم:

کمینهٔ درجه‌بندی برابر ۱۰ می‌باشد که خطای آن، $\pm \frac{۱}{۲} \times ۱۰$ یعنی ± ۵ می‌باشد. پس گزینهٔ «۳» غلط و $۵۱km/h \pm ۵km/h$ صحیح می‌باشد.

تست ۴:

در شکل روبه‌رو، کدام گزارش برای نشان دادن طول جسم مناسب است؟



۱) $۳/۷cm \pm ۰/۳cm$

۲) $۳/۷cm \pm ۰/۲۵cm$

۳) $۳/۷۰cm \pm ۰/۲۵cm$

۴) $۳/۷۰cm \pm ۰/۳۰cm$

پاسخ: گزینه ۱ قدم اول: دقت اندازه‌گیری طبق شکل نشان داده شده برابر $۰/۵cm$ است. بنابراین:

$$\text{مقدار خطای اندازه‌گیری} = \frac{۰/۵cm}{۲} = ۰/۲۵cm$$

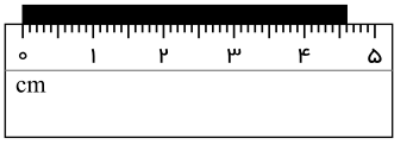
قدم دوم: مقدار حدسی باتوجه به شکل داده شده و گزینه‌ها $۳/۷cm$ است.

قدم سوم: مرتبهٔ خطا و مرتبهٔ دقت اندازه‌گیری می‌بایستی یکسان باشد. بنابراین ۰/۲۵ را گرد می‌کنیم: $۰/۲۵ \rightarrow ۰/۳cm$

قدم چهارم: گزارش عدد: $۳/۷cm \pm ۰/۳cm$

تست ۵:

در شکل‌های (الف) و (ب) خطای اندازه‌گیری‌ها به‌ترتیب ..... و دقت اندازه‌گیری‌ها به‌ترتیب ..... است.



(ب)

(الف)

۱) $۱mm, ۱cm, \pm ۰/۵mm, \pm ۰/۵cm$

۲) $۱mm, ۱cm, \pm ۱mm, \pm ۱cm$

۳) $۰/۵mm, ۰/۵cm, \pm ۰/۵mm, \pm ۰/۵cm$

۴) $۰/۵mm, ۰/۵cm, \pm ۱mm, \pm ۱cm$

پاسخ: گزینه ۱ در خط‌کش (الف):

۱) دقت اندازگیری $۱cm$

۲) خطای اندازه‌گیری $\pm \frac{۱}{۲} = \pm ۰/۵cm$

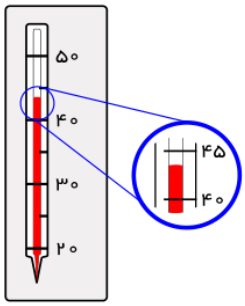
در خط کش (ب):

۱) دقت اندازه‌گیری $۱mm$

۲) خطای اندازه‌گیری آن $\pm \frac{۱mm}{۲} = \pm ۰/۵mm$

تست ۶:

کدام گزارش می تواند عدد خوانده‌شده دماسنج باشد؟



۱) $۴۴^\circ C \pm ۲٫۵^\circ C$

۲) $۴۴^\circ C \pm ۳^\circ C$

۳) $۴۹^\circ C \pm ۲٫۵^\circ C$

۴) $۴۴^\circ C \pm ۵^\circ C$

پاسخ: گزینه ۲ چون وسیلهٔ اندازه‌گیری مدرج شده است، دقت آن $\pm \frac{۱}{۲}$ کوچک‌ترین واحد اندازه‌گیری آن‌که $۵^\circ C$ است که می‌شود $۲٫۵^\circ C$ ولی چون خطای وسیله اندازه‌گیری و عدد اصلی گزارش شده باید هم‌مرتبه باشند خطای اندازه‌گیری را به $۳^\circ C$ رند می‌کنیم.

تست ۷:

یک آمپرسنج رقمی، جریان الکتریکی مداری را به صورت $\boxed{۳٫۲۵A}$ نشان می‌دهد. این اندازه را به کدام صورت باید گزارش کنیم؟

۱) $۳٫۲۵A \pm ۰٫۰۱A$

۲) $۳٫۲۵۰A \pm ۰٫۰۰۱A$

۳) $۳٫۲۵A \pm ۰٫۰۳A$

۴) $۳٫۲۵۰A \pm ۰٫۰۰۵A$

پاسخ: گزینه ۱ خطای آمپرسنج رقمی مرتبه آخرین رقم نشان داده شده توسط آن است.پس خطای آمپرسنج $\pm ۰٫۰۱A$ وگزارش درست اندازه گیری به صورت $۳٫۲۵A \pm ۰٫۰۱A$ است.

تست ۸:

با ترازویی که دقت آن ۰٫۱ گرم است. جرم جسمی را اندازه گرفته‌ایم. کدام مقدار نمی‌تواند گزارش نتیجه‌ی این اندازه گیری (برحسب گرم) باشد؟

۱) ۳۲٫۰

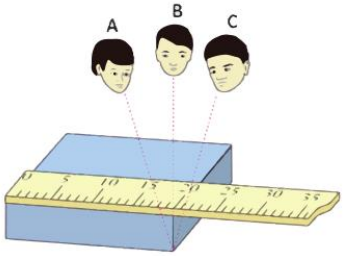
۲) ۳۲٫۰۹

۳) ۳۲٫۵

۴) ۳۲٫۹

پاسخ: گزینه ۲ هر وسیله‌ی اندازه‌گیری فقط می‌تواند مقدارهایی رانشان دهد که مضرب درستی از مقدار دقت آن باشد.

۲) مهارت شخص آزمایشگر



یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه‌گیری، مهارت شخص آزمایش‌گر است.

یکی از مهارت‌های شخص آزمایش‌گر، نحوه‌ی خواندن نتیجه‌ی اندازه‌گیری است.

انتخاب منظر صحیح در خواندن نتیجه‌ی اندازه‌گیری، از مهم‌ترین مهارت‌های شخص آزمایش‌گر است.

مثلاً خواندن نتیجه اندازه‌گیری از منظرهای C,A خطا را افزایش می‌دهد درحالی‌که گزارش شخصی که از منظر B نتیجه اندازه‌گیری را می‌خواند دقت بیشتری دارد.

۳) تعداد دفعات اندازه‌گیری

برای کاهش خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً اندازه‌گیری آن‌را چندبار تکرار می‌کنند.

* اگر عددهای به‌دست آمده متفاوت باشند، میانگین آن عددها به‌عنوان نتیجه‌ی اندازه‌گیری گزارش می‌شود.

* اگر در میان عددهای متفاوت، یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند، در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند.

تست ۹:

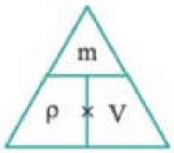
برای اندازه گیری طول یک جسم از یک خط کش میلی‌متری رقمی (دیجیتال) استفاده می کنیم. با ۴ بار اندازه گیری به‌وسیلهٔ این خط کش مقادیر $۲۱٫۹mm, ۲۸٫۲mm, ۲۰٫۳mm, ۲۲٫۶mm$ به‌دست آمده است. نتیجهٔ اندازه گیری به‌وسیلهٔ این خط کش برحسب میلی‌متر گزارش می‌شود؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۲۳٫۲۵ ۲) ۲۱٫۳ ۳) ۲۲٫۴۸ ۴) ۲۱٫۶

پاسخ: گزینه ۴ نتیجهٔ اندازه گیری برابر با میانگین اندازه گیری‌ها به‌وسیلهٔ این خط کش است. دقت کنید چون نتیجهٔ اندازه گیری $۲۸٫۲mm$ اختلاف زیادی با بقیهٔ اندازه گیری‌ها دارد، آن‌را در محاسبهٔ میانگین در نظر نمی گیریم.

$$\text{نتیجهٔ اندازه گیری} = \frac{۲۲٫۶ + ۲۰٫۳ + ۲۱٫۹}{۳} = ۲۱٫۶mm$$

۶-۴ چگالی



چگالی هر ماده یکی از ویژگی‌های مهم آن به شمار می‌رود که کاربردهای گوناگونی دارد.

اگر ماده همگنی دارای جرم m و حجم V باشد، چگالی (ρ) آن به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

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

ρ: چگالی و واحد آن $\frac{kg}{m^3}$ می باشد.	m: جرم و واحد آن kg می باشد.	V: حجم و واحد آن m^3 می باشد. ($1L = 10^{-3} m^3$)

نکته ۱۰:

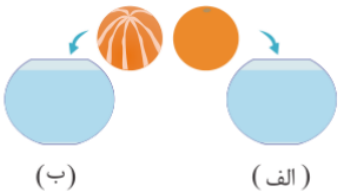
اگر پرتقالی را درون ظرف محتوی آب بیندازیم پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید (شکل الف) و نتیجهٔ مشاهدهٔ خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

اگر پرتقال را بدون پوست درون ظرف محتوی آب بیندازیم دوباره پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟

آزمایش را مطابق شکل (ب) انجام دهید و نتیجهٔ مشاهدهٔ خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

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

پاسخ: در شکل (الف) پرتقال روی سطح آب شناور می‌ماند، زیرا چگالی آن از آب کم‌تر است.
در شکل (ب) پرتقال بدون پوست درون آب فرو می‌رود، زیرا چگالی آن از آب بیش‌تر است.
با وجود جرم بیش‌تر پرتقال در شکل (الف)، چگالی آن نسبت به شکل (ب) کم‌تر است.



نکته ۱۱: فرمول طبقه ای (مقایسه ای):

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{V_1}{V_2}$$

نکته ۱۲: مایع چگال تر در پایین قرار میگیره! یعنی چی؟ بریم سراغ این تست.

۱-۶-۴ چگالی مخلوط

هرگاه دو ماده با جرم های m_1 و m_2 و حجم های V_1 و V_2 را با هم مخلوط کنیم

به شرطی که کاهش حجم نداشته باشیم، چگالی مخلوط :

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}}$$

اما اگر x درصد کاهش حجم داشتیم :

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{\frac{100 - x}{100}(V_1 + V_2)}$$

نکته۱۳:

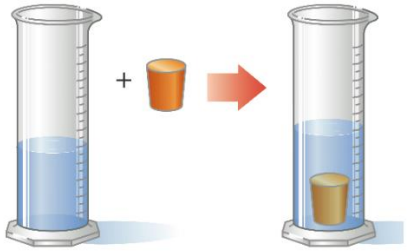
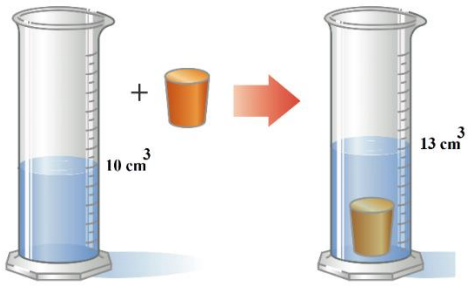
$$1\frac{g}{cm^3} = 1\frac{kg}{lit} \quad , \quad 1\frac{kg}{m^3} = 1\frac{g}{lit}$$

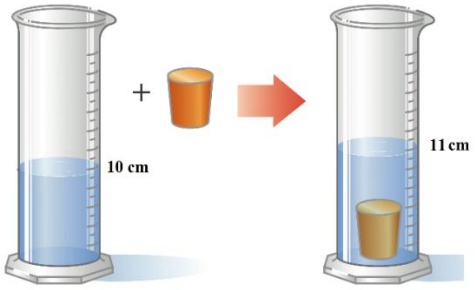
۲-۶-۴ احجام!

۱) از طریق فرمولشون : در فصل صفر گفتمشون

۲) برای اندازه گیری حجم اجسامی که شکل مشخصی ندارند، از استوانه مدرج استفاده می شود.

افزایش حجم مایع = حجم جسم انداخته شده

<table>
<tr>
<td rowspan="2">  </td>
<td>مدرج شده بر اساس حجم</td>
<td> 

حجم تغییر کرده = حجم جسم = ۳ سانتی متر مکعب</td>
</tr>
<tr>
<td>مدرج شده بر اساس ارتفاع (مساحت قاعده استوانه مدرج ۳ سانتی متر مکعب)</td>
<td> 

$\Delta V = A \times \Delta h = ۳ \times ۱ = ۳ cm^{۳}$</td>
</tr>
</table>

نکته۱۴: اگر در اثر انداختن جسم ، مقداری از مایع بیرون بریزد:

حجم ریخته شده + حجم بالا آمده = حجم جسم

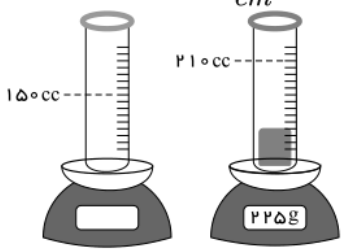
نکته۱۵: انداختن جسم در یک ظرف پر از مایع :

نکته۱۶:اگر در ظرف پر از مایعی به جرم m_f و چگالی ρ_f، جسمی به جرم m_s و چگالی ρ_s بیاندازیم و مقداری مایع خارج شود :

حجم مایع خارج شده = حجم جسم $V_s = V_f \rightarrow \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{m_f}{\rho_f}$

تست ۱۰:

استوانهٔ مدرجی به جرم ناچیز روی یک ترازو قرار دارد و داخل آن $۱۵۰cc$ آب ریخته‌ایم. جسمی را مطابق شکل داخل آب می‌اندازیم، جسم به‌طور کامل در آب فرو می‌رود و در این حالت، ترازو $۲۲۵g$ را نشان می‌دهد. چگالی جسم چند $\frac{g}{cm^۳}$ است؟ ($\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}$) قلم چی- ۱۳۹۹



۱) ۰٫۸
۲) ۱۲٫۵
۳) ۱٫۲۵
۴) ۸

گزینه ۳ ابتدا جرم آب داخل استوانه را به کمک رابطهٔ چگالی محاسبه می‌کنیم.

$$m_{آب} = \rho V = ۱ \times ۱۵۰ = ۱۵۰g$$

تغییر حجم آب برابر با حجم جسم است:

$$V_{جسم} = ۲۱۰ - ۱۵۰ = ۶۰cm^۳$$

تغییر عدد ترازو برابر با جرم جسم است:

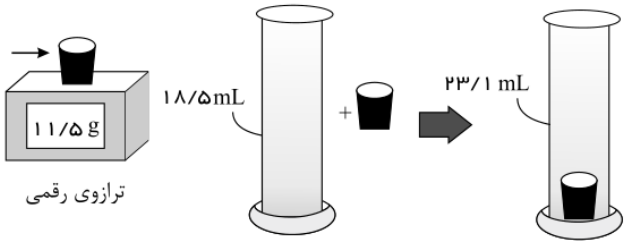
$$m_{جسم} = ۲۲۵ - ۱۵۰ = ۷۵g$$

می‌دانیم $۱cc$ برابر با $۱cm^۳$ است.

$$\rho_{جسم} = \frac{m_{جسم}}{V_{جسم}} = \frac{۷۵}{۶۰} = ۱٫۲۵ \frac{g}{cm^۳}$$

تست ۱۱:

در یک آزمایش، جرم و حجم یک جسم جامد را مطابق شکل زیر، پیدا می‌کنیم. باتوجه به داده‌های روی شکل چگالی جسم در SI، چقدر است؟



۱) ۲۵۰۰
۲) ۲۰۵۰
۳) ۲٫۵
۴) ۲٫۰۵

پاسخ: **گزینه ۱** گام اول: جرم جسم $۱۱٫۵g$ است.

$$m = ۱۱٫۵g = ۱۱٫۵ \times ۱۰^{-۳}kg$$

گام دوم: حجم جسم برابر مقدار افزایش حجم مایع درون اُستوانه می‌باشد:

$$V = ۲۳٫۱ml - ۱۸٫۵ml = ۴٫۶ml = ۴٫۶ \times ۱۰^{-۳}L = ۴٫۶ \times ۱۰^{-۶}m^۳$$

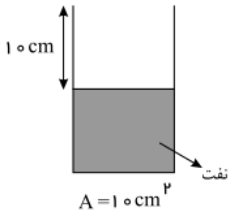
گام سوم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۱۱٫۵ \times ۱۰^{-۳}kg}{۴٫۶ \times ۱۰^{-۶}m^۳} = ۲۵۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

تست ۱۲:

قطعه فلزی به جرم $۱۰۵۰g$ را درون ظرف استوانه‌ای‌شکل مقابل می‌اندازیم. جسم کاملاً در نفت فرو رفته و $۴۰g$ نفت از ظرف بیرون می‌ریزد. چگالی فلز چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(\rho_{\text{نفت}} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳})$

قلم چی- ۱۳۹۹



۱) ۲۱
۲) ۷
۳) ۷/۵
۴) ۱۰/۵

گزینه ۲ حجم جسم برابر با مجموع حجم فضای خالی بالای ظرف و حجم نفت بیرون ریخته شده است:

$$V_{\text{فضای خالی}} = A \cdot h = ۱۰ \times ۱۰ = ۱۰۰cm^۳$$

$$V_{\text{نفت بیرون ریخته‌شده}} = \frac{m_{\text{نفت بیرون ریخته‌شده}}}{\rho_{\text{نفت}}} = \frac{۴۰}{۰/۸} = ۵۰cm^۳$$

$$\Rightarrow V_{\text{فلز}} = ۱۰۰ + ۵۰ = ۱۵۰cm^۳ \Rightarrow \rho_{\text{فلز}} = \frac{m_{\text{فلز}}}{V_{\text{فلز}}} = \frac{۱۰۵۰}{۱۵۰} = ۷ \frac{g}{cm^۳}$$

۳-۶-٤ مسائل حفره

- **حجم واقعی: حجمی که متناسب با جرم واقعی و چگالی جسم از طریق رابطه چگالی محاسبه می شود را حجم واقعی گویند:**

حجم از طریق $\rho = \frac{m}{V}$

- **حجم ظاهری: حجمی‌که از محاسبه‌های هندسی و یا روش غوطه‌ور کردن به دست می‌آید حجم ظاهری یک جسم است : حجم از طریق فرمول جسم**

اگر حجم واقعی = حجم ظاهری : ماده تو پر است و حفره ندارد.

اگر حجم واقعی ≠ حجم ظاهری : ماده تو خالی است و حفره دارد . که در این حالت حجم ظاهری > حجم واقعی و حفره اختلاف این دو است.

تست ۱۳:

شعاع یک کرهٔ فلزی ۵ سانتی‌متر و جرم آن ۱۰۸۰ گرم و چگالی آن $۲/۷ \frac{g}{cm^۳}$ است. درون این کره یک حفره وجود دارد. حجم این حفره چند درصد حجم کره را تشکیل می‌دهد؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۲۰
۴) ۲۵

پاسخ: گزینه ۳ حجمی که با رابطهٔ چگالی و جرم جسم به‌دست می‌آید، حجم خالص (توپر) کره می‌باشد:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۲/۷ = \frac{۱۰۸۰}{V} \Rightarrow V = ۴۰۰cm^۳$$ حجم واقعی

یعنی اگر کره حفره نداشته باشد، حجم آن $۴۰۰cm^۳$ است، اما حجم کره‌ای که حفره دارد برابر است با:

$$V' = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ \Rightarrow V' = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times (۵)^۳ \Rightarrow V' = ۵۰۰cm^۳$$ حجم ظاهری

بنابراین داریم: $V_{\text{حفره}} = ۵۰۰ - ۴۰۰ = ۱۰۰cm^۳ \Rightarrow$ حجم واقعی- حجم ظاهری= حجم حفره

پس: درصد حجم حفره به حجم کره : $\frac{V_{\text{حفره}}}{V'} = \frac{۱۰۰}{۵۰۰} \times ۱۰۰ = ۲۰\%$

تست۱۴:

جرم یک ظرف فلزی توخالی ۳۰۰ گرم است. اگر این ظرف را پر از مایعی به چگالی $۱٫۲\frac{g}{cm^۳}$ نماییم، جرم مجموعه ۵۴۰ گرم و در صورتی که پر از نوعی روغن نماییم، جرم مجموعه ۴۶۰ گرم می‌شود، چگالی این روغن چند گرم بر لیتر است؟

۱) ۹۵۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۸۵۰ ۴) ۸۰۰

پاسخ: گزینه ۴ راه حل اول:

$۵۴۰-۳۰۰=۲۴۰g$ جرم مایع $\rightarrow \rho_{مایع}=\frac{m}{V}\rightarrow ۱٫۲=\frac{۲۴۰}{V}\rightarrow V=۲۰۰cm^۳$

$۴۶۰-۳۰۰=۱۶۰g$ جرم روغن $\rightarrow \rho_{روغن}=\frac{m}{V}\rightarrow \rho_{روغن}=\frac{۱۶۰}{۲۰۰}=۰٫۸\frac{g}{cm^۳}=۸۰۰\frac{gr}{lit}$

* نکته: تبدیل چگالی بر حسب یکاهای $\frac{g}{lit}$ و $\frac{kg}{lit}$ به صورت زیر است:

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

راه حل دوم:

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

$\frac{m_{روغن}}{m_{مایع}}=\frac{\rho_{روغن}}{\rho_{مایع}}\times\frac{V_{روغن}}{V_{مایع}}\Rightarrow\frac{۱۶۰}{۲۴۰}=\frac{\rho_{روغن}}{۱٫۲}\times ۱$

$\Rightarrow \rho_{روغن}=۰٫۸\frac{g}{cm^۳}=۸۰۰\frac{kg}{m^۳}=۸۰۰\frac{g}{lit}$

نکته۱۷: اگر مقداری یخ آب شود، حجم آن کاهش می یابد. (جرم یکسانه اما حجم کم میشه!) $\leftarrow m_{ice}=m_{water}$

حجم کاهش یافته $\Delta V=V_{ice}-V_{water}=(\frac{m}{\rho})_{ice}-(\frac{m}{\rho})_{water}=m(\frac{۱}{\rho_{ice}}-\frac{۱}{\rho_{water}})$

٤-٦-٤ نمودار چگالی

۱) ترازو

۲) بشر

۳) مایع

بشر را تا نیمه پر از مایع می کنیم ، حجم نشان داده شده ۰.۲۵ لیتر است و جرم آن ۱۰ گرم است. بشر را تا نصفه پر میکنیم ، حجم نشان داده شده ۰.۵ لیتر و جرم آن ۲۰ گرم می شود. یعنی حجم و جرم با هم متناسب هستند . زیرا چگالی مقداری ثابت است و با افزایش حجم، جرم هم زیاد می شود. یعنی حجم و جرم متناسب اند.