فیزیک واندازه گیری

مدرس:مسعود رهنمون

سال تحصیلی:۹۶-۹۵

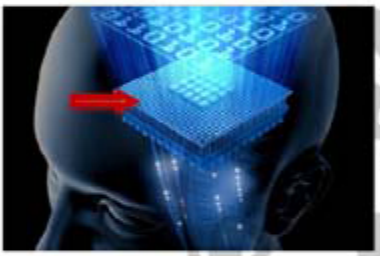
دانلود از اپلیکیشن پادرس

فیزیک علم پایه :

علم، که روزگاری فلسفه ی طبیعی خوانده می شد، مطالعه ی موجودات زنده غیرزنده، علوم زیستی و علوم فیزیکی را در بر می گیرد. علوم زیستی شامل زیست شناسی، جانورشناسی و گیاه شناسی است و علوم فیزیکی، اخترشناسی، شیمی و فیزیک را در بر می گیرد.

فیزیک فقط بخشی از علوم فیزیکی نیست. فیزیک علم پایه است و طبیعت و موضوع هایی بنیادی چون حرکت، نیروها، انرژی، ماده، گرما، صوت، نور و ساختار اتم ها را بررسی می کند. علم شیمی نشان می دهد که اتم ها چگونه با هم ترکیب می شوند، چگونه اتم ها برای تشکیل مولکول ها به هم می پیوندند، چگونه مولکول ها به یکدیگر می پیوندند و مواد اطراف ما را به وجود می آورند. زیست شناسی پیچیده تر و شامل ماده زنده است. بنابراین، بنیاد زیست شناسی بر شیمی و بنیان شیمی بر فیزیک قرار دارد. مفاهیم فیزیک برای دست یافتن به این علوم پیچیده تر ضروری است. بنابراین، فیزیک بنیادی ترین علم است و شناخت علم با درک فیزیک آغاز می شود.

علم وفن آوری:



علم و فناوری با یکدیگر تفاوت دارند. علم به گردآوری معلومات و سازمان دهی آن ها می پردازد. فناوری این دانش را برای اهداف عملی در اختیار انسان قرار می دهد و ابزارهای لازم را برای اکتشاف بیشتر در اختیار دانشمندان می گذارد.

فناوری شمشیر دولبه ای است که می تواند هم مفید باشد و هم مضر. برای مثال استخراج سوخت های فسیلی از زمین و سوزاندن آن ها برای تولید انرژی یک نوع فناوری است. تولید انرژی از سوخت های فسیلی در موارد بی شماری به سود جامعه ی ما بوده است.اما ضرر آن به مخاطره افتادن محیط زیست بر اثر سوزاندن سوخت های فسیلی است. مقصر دانستن فناوری برای مشکلاتی چون آلودگی، تهی شدن منابع، و حتی رشد بیش از حد جمعیت معقولانه نیست و مانند این است که زخم ناشی از گلوله را از تفنگ بدانیم. انسان از فناوری استفاده می کند و مسئولیت چگونگی بهره گیری از آن نیز بر عهده ی اوست.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

اهمیت اندازه گیری در علم :

اندازه گیری شـــاخصی کارامد برای علم است. برای فهمیدن آن که چه قدر درباره ی مطلبی می دانید اغلب باید دید چه قـــدر می توانید آن را خوب اندازه بگیریـــد. این مطلب را لُرد کلوین، فیزیک دان معروف در قرن نوزدهم، به خوبی بیان کرده اســـت: «اغلب می گویم وقتی بتوانید چیزی را اندازه بگیرید و آن را با اعداد بیان کنید، چیزی درباره ی آن می دانید. اگر نتوانید آن را اندازه بگیرید و وقتی قادر نباشـــید آن را با اعداد بیان کنید دانش شـــما ناچیز و غیرقابل قبول اســـت، که گرچه شـــاید آغاز معرفت باشد، ولی هر چه هست مشـــکل بتوان گفت که تفکر شما تا مرحله ی علم پیش رفته اســـت.» اندازه گیری های علمی چیز جدیدی نیست و به دوران باستان برمی گردد، مثلاً در قرن سوم پیش از میلاد، اندازه ی زمین، ماه، خورشید و نیز فاصله ی بین آن ها تقریباً دقیق اندازه گیری شده بود.

کمیت های فیزیکی: بـــرای بررســـی و مطالعه ی پدیده های فیزیکـــی به طور کمّی، از یک دســـته کمیت های فیزیکی استفاده‌می کنیم، به طوری که علم فیزیک مبتنی بر اندازه گیری این کمیت هاست.

کمیت های اصلی: به کمیت هایی که به طور مستقیم قابل اندازه گیری باشند، کمیت های اصلی گفته می شـــود.

همان طور که دیدیم زمان، طول و جرم از جمله کمیت های اصلی در SIهســـتند که می توان آن ها را به طور مستقیم اندازه گرفت

کمیت های فرعی: برای اندازه گیری تعداد بسیار زیادی از کمیت ها در فیزیک باید از رابطه هایی که بین کمیت ها وجود دارد اســـتفاده کنیم و به طور غیر مســـتقیم کمیت موردنظر را اندازه بگیریم. به کمیت هایی که روشـــی مستقیم برای اندازه گیری آن ها وجود ندارد، کمیت های فرعی گفته می شـــود

بـــرای مثال درعلـــوم دوره ی راهنمایـــی دیدیم اگر بخواهیم ســـرعت متوسط دوچرخه سواری را حساب کنیم باید فاصله ی طی شـــده را بر زمانی که این مســـافت طی می شـــود تقســـیم کنیم مقدار سرعت متوسط دوچرخه سوار را به دست می آوریم

دانلود از اپلیکیشن پادرس

آوریم.به این ترتیب یکای سرعت متوسط از تقسیم دو یکای اصلی به دست می آید ودر SI یکای آن متر بر ثانیه m/s است. مساحت و حجم از کمیت های فرعی دیگری هستند که پیش از این با چگونگی اندازه گیری یا محاسبه ی آن ها آشنا شده اید. همان طور که به یاد دارید برای محاسبه ی مساحت سطح یک جسم که شکل هندسی منظم دارد، می توانیم از رابطه ی مربوط به مساحت آن سطح استفاده کنیم. مثلاً مساحت مستطیلی به ضلع های a و b برابر A= ab و مساحت یک قرص دایره ای به شعاع R برابر $A=\pi R^2$ است. اما شکل سطح هرچه باشد، واحد مساحت در SI متر مربع است که به صورت m^2 نوشته می شود. سانتی متر مربع cm^2 واحد دیگری برای مساحت است که به صورت زیر با متر مربع رابطه دارد:

$$1m^2=100cm\times100cm=10^4cm^2$$

همچنین به یاد دارید که حجم یک مکعب مستطیل به ابعاد a و b و c برابر v=abc است. یکای حجم در SI متر مکعب است که به صورت m^3 نوشته می شود. یکاهای دیگر متر مکعب)لیتر(و سانتی متر مکعب، یکاهای کوچک تر از متر مکعب اند که به صورت زیر با یکدیگر رابطه دارند:

$$1m^3=10^3\ lit=10^6cm^3$$

مثال:

مطابق شکل قطعه ای سنگ به شکل نامنظم در اختیار داریم. آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان حجم این قطعه سنگ را اندازه گرفت.

کمیت های نرده ای و برداری: در بخش قبل دیدیم که برخی از کمیت های فیزیکی مانند جرم، زمان و طول را که در SI کمیت های اصلی نامیده می شوند می توان به طور مستقیم اندازه گرفت. همچنین تعداد بسیاری دیگر از کمیت ها مانند حجم، سرعت، نیرو، انرژی، توان و ... را که در SI کمیت های فرعی نامیده می شوند تنها به طور غیرمستقیم قابل اندازه گیری هستند. به این ترتیب کمیت های فیزیکی با توجه به چگونگی اندازه گیری آن ها، که می تواند مستقیم یا غیرمستقیم باشد، به کمیت های اصلی و فرعی رده بندی می شوند. از سوی دیگر کمیت های فیزیکی به دو نوع نرده ای و برداری نیز تقسیم می شوندکه در ادامه با این تقسیم بندی بیش تر آشنا خواهیم شد.

کمیت های نرده ای: کمیت هایی مانند جرم یک جسم، تعداد صفحه های یک کتاب، حجم یک استخر، مساحت حیاط مدرسه ی شما، زمان اذان مغرب در روز معینی از سال در یک محل خاص، طول قد شما و نظایر آن که تنها با یک عدد و یکای مشخص می شوند، کمیت های نرده ای)عددی(نامیده می شوند.

جمع، تفریق، تقسیم و دیگر محاسبه های ریاضی کمیت های نرده ای، از قاعده های متداول در ریاضی پیروی می کنند. به طور مثال اگر یک لیتر آب را در ظرفی که دو لیتر آب دارد بریزیم، سه لیتر آب در ظرف خواهیم داشت:

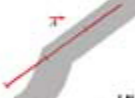
۳ لیتر = ۲ لیتر + ۱ لیتر

کمیت های برداری: فرض کنید از دانش آموزی پرسیده شود که فاصله ی خانه تا مدرسه اش چقدر است؟ و او بگوید «۰۵۲۱ متر». آیا با این پاسخ می توان با پیمودن یک مسیر دلخواه به مسافت ۰۵۲۱متر از خانه ی او به مدرسه اش رسید؟ آشکار است که پاسخ منفی است، زیرا نقطه های زیادی هستند که فاصله ی آن ها از خانه ی او ۰۵۲۱متر است.بنابراین موقعیت مدرسه نسبت به خانه را نمی توان تنها با یک عدد بیان کرد. بلکه باید جهتی را هم، مثلاً

دانلود از اپلیکیشن پادرس

جنوب غربی، بر آن عدد اضافه کرد. در فیزیـــک کمیت هایی وجود دارد که افزون بر مقدار یا اندازه، دارای جهت نیز هســـتند و جمع آن ها نیز از قاعده های معینی پیروی می کند. به این کمیت ها، کمیت های برداری گفته می شـــود. جابه جایی، سرعت، شتاب و نیرو از جمله کمیت های برداری هستند که در فصل های بعدی با آن ها بیش تر آشنا خواهیم شد

برای نشان دادن هر بردار دلخواهی مانند بردار $\vec{A}$ ، از خط جهت داری استفاده می کنیم که طول آن خط، اندازه ی بردار و جهت آن، جهت بردار را نشان می دهد(شکل الف) در صورتی که اندازه و جهت دو بردار مطابق شـــکل(ب)یکســـان باشـــد، دو بردار را مســـاوی می نامند و می توان نوشت $\vec{A} = \vec{B}$



بردار $\vec{A}$ با طول ۳ واحد

الف:

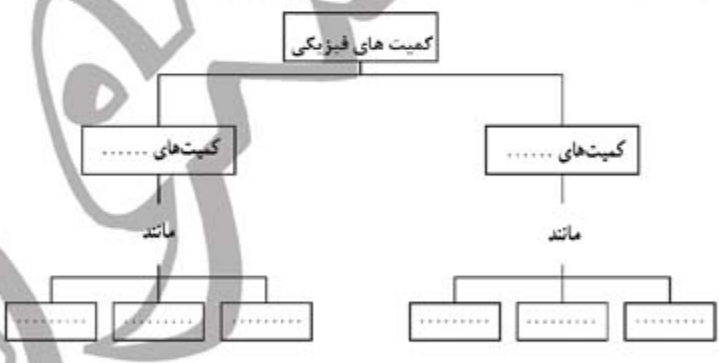
دو بردار مســـاوی $\vec{A}$ و $\vec{B}$ که جهت یکسان و بزرگی برابری دارند.

ب:

مثال:

با استفاده از کلمه های زیر، نقشه ی مفهومی داده شده را کامل کنید.

اصلی ، فرعی ، زمان ، انرژی ، طول ، سرعت ، جرم ، نیرو



دانلود از اپلیکیشن پادرس

اندازه گیری ودستگاه بین المللی یکاها

در علم فیزیک هرچیزی قابل اندازه گیری است. اندازه گیری در واقع مقایسه ی یک کمیت با یک مقدار مرجع و استاندارد است. مثلاً وقتی مقداری برنج را در کفه ی ترازو می گذاریم، در طرف دیگر چند سنگ کیلو می گذاریم و دو طرف را با هم مقایسه می کنیم تا برابر شوند. سیستم SI یک سیستم مرجع استاندارد بین المللی برای اندازه گیری است. نیازهای امروز بشر باعث می شود تا نتایج اندازه گیری در تمام دنیا قابل فهم باشد. به عنوان مثال اگر به یک توریست فرانسوی بگوییم فاصله ی دو شهر از هم ۵۰ فرسنگ است هیچ چیز متوجه نمی شود. دانشمندان مقادیر مشخصی از کمیت های مختلف را به عنوان یکا تعریف می کنند و مورد پذیرش بین المللی قرار می گیرد. حال مسئله ی دیگری پیش می آید و آن اینکه هزاران کمیت فیزیکی وجود دارد که اگر بخواهیم برای هریک، یکایی تعریف کنیم کاری بسیار مشکل و بیهوده است. چرا بیهوده؟ زیرا بسیاری از کمیت ها به هم وابسته اند. در نتیجه کمیت های مستقل از هم را کمیت اصلی می نامیم و کمیت های وابسته به کمیت های اصلی را کمیت فرعی می نامیم.

یکاهای دستگاه بین المللی

سرنام SI از عبارت Le Système International d' Unités

گرفته شده که در زبان فرانسه به معنی دستگاه بین المللی یکاها است، و گاهی آن را دستگاه متری نوین هم می گویند. بین المللی شدن دستگاه متری از پیمان نامه ای درباره ی متر حاصل شده است که در سال ۱۸۷۵ به امضای هفده کشور عضو رسید. دستگاه بین المللی SI در سال ۱۹۶۰ و اساساً به دنبال اصلاحاتی پدید آمد که رد یکی از دستگاه های متر ـــ کیلو گرم ـــ ثانیه (MKS) صورت گرفت. یکاهای اندازه گیری مورد قبول عموم،برقراری ارتباط و تجارت را در سطح فراملی آسان می کنند. دانشمندانی که نیاز به برقراری ارتباط در سطح بین المللی دارند، جز در مواردی خاص،همیشه یکاهای دستگاه متری را به کار می برند. شرکت های فعال در زمینه ی تجارت بین المللی نیز SIرا به کار می برند. یکاهای رایج در برخی کشورها نیز براساس ISمشخص می شوند. اینچ و پوند برحسب متر و کیلوگرم تعریف می شوند؛ و یکاهای دیگر مانند یکاهای الکتریکی هم مستقیماً ازSI گرفته شده اند.

ویژگی های اصلی SI

یکاهای SIاز بسیاری جهات واقعاً از یکاهای دیگر برترند،و بسیاری از کاربران بعد از کمی کارکردن با آن سادگی اش را تحسین می کنند. یکاهای اصلی SIهفت یکا هستند و تمام یکاهای دیگر به اصطلاح فرعی را هم با استفاده از آن ها می سازند.

جدول ۱ــ یکای اصلی SI

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

استاندارد های طول - جرم - زمان

طول: یکای طول در SI متر نام دارد که آن را با نماد m نمایش می دهند. بنابر آخرین تعریف مجمع عمومی اوزان و مقیاس ها در سال ۲۶۳۱ هـ. ش، یک متر برابر فاصله ای است که نور در بازه ی زمانی $\frac{1}{299792458}$ ثانیه، در خلأ می پیماید.

این تعریف بسیار تخصصی که لازم نیست آن را از بر کنید! برای اندازه گیری های بسیار دقیق طول به کار می رود. شکل زیرمیله ی استاندارد طول را نشان می دهد.

وقتی طول هایی را اندازه می گیریم که از یک متر خیلی بزرگ تر یا خیلی کوچک ترند، معمولاً یکاهایی را به کار می بریم که ده ها بار از متر بزرگ تر یا کوچک ترند. برای مثال، ضخامت یک ورقه ی کاغذ، اگر بر حسب میلی متر بیان شود بسیار مناسب تر است تا بر حسب متر

میله ی استاندارد طول از جنس پلاتین ـ ایریدیم که در موزه ای نزدیک پاریس نگه داری می شود.

در شکل زیر مرتبه بزرگی برخی طولها دیده میشود

در اندازه گیری طولهایی که خیلی بزرگ یا کوچک نیستند از خط کشهایی که بر حسب سانتی متر یا میلی متر درجه بندی شده اند استفاده به عمل می اوریم

دانلود از اپلیکیشن پادرس

ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. هر ذرع 10^{2}cmو هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع اســـت.
حساب کنید قطر زمین تقریباً چند ذرع و چند فرسنگ است؟ قطر متوسط زمین را ۱۲۸۰۰km بگیرید

$$\text{قطر زمین بر حسب ذرع} = \frac{۱۲۸۰۰ \times ۱۰^{۳}\,m}{۱/۰۴\,m} = ۱۲۳ \times ۱۰^{۵} \quad \text{ذرع}$$

$$\text{قطر زمین بر حسب فرسنگ} = \frac{۱۲۳ \times ۱۰^{۵}}{۶۰۰۰} = ۲۰۵۰ \quad \text{فرسنگ}$$

جـــرم: یکای جرم در SI کیلوگرم نام دارد که آن را با نماد kg نمایش می دهند.
اســـتاندارد جرم در SI ،جرم استوانه ای از جنس پلاتین- ایرید یم است با ۹۰درصد پلاتیـــن و ۱۰ درصـــد ایریدیم که در سازمان بین المللی اوزان و مقیاس هادر نزدیکی پاریس نگه داری می شـــود

قطعـــه ای از آلیاژ پلاتین ایریدیـــم

خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی است که برای اندازه گیری جرم به کار می رفته است. این یکاها به صورت زیر با یکدیگر مرتبط اند

۱من تبریز=۴۰ سیر=۶۴۰ مثقال ۱ مثقال=۲۴ نخود=۹۶ گندم ۱ خروار= ۱۰۰من تبریز

بـا توجـه به این که هـر مثقال معادل ۴/۸۶ گرم اسـت، هر کـــدام از این یکاها را برحسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

ابتدا باید همه ی یکاهای ذکر شده را برحسب مثقال به دست آوریم، ســـپس هر کدام را در عدد۴/۸۶ ضرب نماییم حاصل برحسب گرم باشد. برای مثال داریم:

گرم۳۱۱۰/۴=گرم ۴/۸۶×۶۴۰= مثقال ۶۴۰= ۱من تبریز

$$\text{گرم} \quad ۰/۰۵ \simeq \frac{\text{گرم}\ ۴/۸۶}{۹۶} = \frac{\text{۱مثقال}}{۹۶} = \text{۱ گندم}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

زمان

مفهـــوم زمان با ایده ی تغییرات مداوم و مکرری که در دنیای فیزیکی صورت می گیرد، ارتباط دارد. تغییر)و تغییر مکرر(را آشکارا می بینیم. بدن هر انسانی به پیری می گراید، در عین حال نسل های جدیدی به دنیا می آیند و آن ها هم پیر می شوند. خورشید هر روز صبح طلوع می کند، فصل ها تغییر می کنند و تکرار می شوند. قلب ما با آهنگی نسبتاً ثابت می تپد و ما به ساعتی روان شناختی و داخلی مجهز هستیم که با استفاده از آن می توانیم به تند و کند بودن ضربان قلب پی ببریم. گالیله متوجه شـــد که آهنگ رفت و برگشـــت آونگ هایی که در حال تاب خوردن هستند ثابت است. او با شمارش ضربان نبض خود این نکته را به اثبات رساند. ساعت آونگی، برای مدت زمانی، یکی از پایدارترین روش های اندازه گیری زمان محسوب می شد. تا چندی پیش، از چرخش (یا حرکت وضعی) زمین به عنوان مبنا برای اندازه گیری زمان اســـتفاده می شـــد و هم چنین پایدارترین ســـاعت های آونگی در اندازه گیری زمان با پایداری چرخش زمین قابل مقایسه اند. قبل از اختراع ساعت قابل حمل)مثل ساعت مچی(تعیین وقت بسیار دقیق نبود و برنامه های کاری با الفاظی مانند سپیده دم، وسط روز، ظهر و از این قبیل تنظیم می شد

زمـان: یکای زمان در SI ثانیه نام دارد که آن را با نماد s نمایش می دهند. برای تعیین یکای زمان و نیز ساخت وسیله ی اندازه گیری زمان همواره از پدیده های تکرار شونده استفاده می شود. حرکت زمین برای انســـان ســـاعتی طبیعی بوده اســـت. وقتی زمین به دور خورشـــید می چرخد، سال ها را می شمارد و وقتی به دور خود می چرخـــد)حرکت وضعی(، روزها را شـــمارش می کند. برای مدت طولانی حرکت وضعی زمین مبنایی برای تعیین یکای زمان بود. مطابق این مبنا، هر شـــبانه روز یعنی مدتی که زمین یک بار به دور محورش می چرخد به ۲۴قســـمت تقسیم شـــده و هر قسمت یک ساعت نام گرفته است. هر ساعت به ۶۰ دقیقه و هر دقیقه به ۶۰ قسمت به نام ثانیه تقسیم شده است.

به این ترتیب یکای زمان، $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ برابر مدتی که طول می کشد تا زمین یک بار به دور محور خود بچرخد، تعریف شد

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پیشوندهای SI:

همان طور که دیدید و گفته شد ، برای راحتی محاسبه ی اعداد بسیار بزرگ و کوچک از نمادگذاری علمی استفاده می کنیم . برای راحتی خواندن و بیان کردن اعداد بسیار بزرگ و کوچک از پیشوندهای SI استفاده می کنیم. هر پیشوند یک‌ضریب‌است.

پیشوندهای کوچکتر از ۱: ضریب این پیشوندها که برای اعداد کوچک به کار می رود ، کوچکتر از ۱ است.

پیشوند	ضریب تبدیل	نماد	پیشوند	ضریب تبدیل	نماد
دسی	$\frac{۱}{۱۰}=۱۰^{-۱}$	d	دکا	۱۰	da
سانتی	$\frac{۱}{۱۰۰}=۱۰^{-۲}$	c	هکتو	۱۰۰	h
میلی	$\frac{۱}{۱۰۰۰}=۱۰^{-۳}$	m	کیلو	۱۰۰۰	k
میکرو	$\frac{۱}{۱۰^{۶}}=۱۰^{-۶}$	μ	مگا	$۱۰^{۶}$	M
نانو	$\frac{۱}{۱۰^{۹}}=۱۰^{-۹}$	n	گیگا	$۱۰^{۹}$	G
پیکو	$\frac{۱}{۱۰^{۱۲}}=۱۰^{-۱۲}$	p	ترا	$۱۰^{۱۲}$	T

نماد گذاری علمی :

در فیزیک گاهی پس از اندازه گیری با اعداد بسیار بزرگ و گاهی با اعداد بسیار کوچک برخورد می کنیم . برای راحتی انجام محاسبات با این اعداد ، از روش نماد گذاری علمی استفاده می کنیم.

تبدیل اعداد بزرگ به اعداد کوچک با توانهای مثبت ده :

ابتدا یک ممیز فرضی جلوی عدد می گذاریم و یک ممیز در جایی که می خواهیم. به تعداد ارقامی که بین دو ممیز قرار دارد ، به عدد ده توان مثبت می دهیم.

مثال حل شده:

$۳۰۰۰۰۰ = ۳ \times ۱۰^{?}$

$۳۰۰۰۰۰ = ۳/۰۰۰۰۰ = ۳ \times ۱۰^{۵}$

$۲۵۰۰ = ۲/۵ \times ۱۰^{?}$

$۲۵۰۰ = ۲/۵۰۰ = ۲/۵ \times ۱۰^{۳}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

اعداد زیر را به شیوه ی نماد علمی بنویسید:

الف) $۶۵۰۰۰۰ = ۶/۵ \times ۱۰^{?}$

ب) $۸۳۴۰۰۰۰۰۰ = ۸۳/۴ \times ۱۰^{?}$

-تبدیل اعداد کوچک به اعداد بزرگ با توانهای منفی ده:

دو ممیز در جایی که می خواهیم قرار می دهیم و به تعداد ارقام بین دو ممیز، به ۱۰ توان منفی می دهیم.

مثال حل شده :

$۰/۰۰۰۰۴۵ = ۴/۵ \times ۱۰^{?}$

$۰/۰۰۰۰۴۵ = ۰/۰۰۰۰۴/۵ = ۴/۵ \times ۱۰^{-۵}$

$۰/۰۰۳۴۵ = ۳/۴۵ \times ۱۰^{?}$

$۰/۰۰۳۴۵ = ۰/۰۰۳/۴۵ = ۳/۴۵ \times ۱۰^{-۳}$

تمرین :

اعداد زیر را به شیوه ی نماد علمی بنویسید

الف) $۰/۰۰۰۰۰۰۰۵۵ = ۵/۵ \times ۱۰^{?}$

ب) $۰/۲۵ = ۲۵ \times ۱۰^{?}$

- تبدیل اعداد با توان ده مثبت به عدد معمولی:

برای این کار ، اگر عدد اعشاری نباشد ، به تعداد توان ۱۰ جلوی عدد صفر می گذاریم. اما اگر عدد اعشاری باشد، ابتدا به تعداد عـداد بعد از ممیز از توان کم می کنیم و اگر از توان چیزی باقی ماند ، به تعداد آن در جلوی عدد حاصل صفر می گذاریم.

مثال حل شده:

$۳۵ \times ۱۰^{۳} = ۳۵۰۰۰$

$۳/۵ \times ۱۰^{۳} = ۳۵ \times ۱۰^{۲} = ۳۵۰۰$

$۰/۰۰۳۵ \times ۱۰^{۳} = ۳/۵$

تمرین :

اعداد زیر را از نماد علمی خارج و به صورت عدد معمولی بنویسید

الف) $۸/۹۹ \times ۱۰^{۱} = \cdots$

ب) $۰/۰۰۰۰۰۶۷ \times ۱۰^{۵} = \cdots$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تبدیل اعداد با توان ده منفی به عدد معمولی:

برای اینکار ، یکان عددی را که به صورت نماد علمی نوشته شده را باید به تعداد توان بعد از ممیز قرار دهیم

مثال- حل شده:

$۴۳/۵ \times ۱۰^{-۶} = \cdots$

در این عدد، عدد ۳ یکان است و باید، ششمین عدد بعد از اعشار باشد.

$۰/۰۰۰۰۴۳۵$

مثال دوم:

$۰/۲ \times ۱۰^{-۴} = \cdots$

در این عدد، یکان صفر قبل از ممیز است که باید دومین عدد بعد از ممیز باشد.

$۰/۰۰۲$

تمرین :

اعداد زیر را از نماد علمی خارج و به صورت عدد معمولی بنویسید

الف) $۲/۲۵ \times ۱۰^{-۵} = \cdots$

ب) $۰/۶۲ \times ۱۰^{-۲} = \cdots$

تبدیل یکاها:

اغلب لازم می شود که یکایی را که بیان کننده ی کمیتی فیزیکی است، به یکای دیگر تبدیل کنیم. این کار را با روشی به نام تبدیل زنجیره ای انجام می دهیم. در این روش، اندازه ی اولیه را در یک ضریب تبدیل ضرب می کنیم. برای مثال، چون ۱ min (یک دقیقه) و ۶۰ s (شصت ثانیه) بازه های زمانی یکسانی هستند، داریم:

$$\frac{۱\,\text{min}}{۶۰\,\text{s}} = ۱ \quad , \quad \frac{۶۰\,\text{s}}{۱\,\text{min}} = ۱$$

بنابراین هر دو کسر بالا را که برابر واحد هستند می توان به عنوان ضرایب تبدیل به کار برد.از آن جا که ضرب کردن هر کمیت در واحد،تغییری در آن کمیت به وجود نمی آورد، هرگاه که ضریب تبدیلی را سودمند بیابیم می توانیم از آن بهره بگیریم. مثلا برای تبدیل ۵ min به کمیتی با یکای ثانیه، داریم:

$$۵\,\text{min} = ۵\,\text{min}\,(۱) = (۵)\text{min}\left(\frac{۶۰\,\text{s}}{۱\,\text{min}}\right) = ۳۰۰\,\text{s}$$

اگر تبد یل یکاها را درست انجام دهید یکاهای ناخواسته به گونه ی مثال بالا حذف خواهند شد. برای آن که مطمئن شوید که یکاها را درست تبدیل کرد هاید باید در تمام مرحله های محاسبه یکاها را بنویسید. در پایان ببینید آیا جواب شما منطقی است. آیا نتیجه ی ۳۰۰ s = ۵ min منطقی است؟ جواب مثبت است. ثانیه یکای کوچک تری از دقیقه است، بنابراین در یک باز هی زمانی تعداد بیش تری ثانیه وجود دارد تا دقیقه.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکته ۱: هر لیتر یک دسی متر مکعب است.

مثال :

$$۱۰۰mm^۳ = \ldots\ldots\ldots m^۳$$

$$۱۰^۲ \times \left(\frac{۱۰^{-۳}}{۱}\right)^۳ = ۱۰^۲ \times ۱۰^{-۹} = ۱۰^{-۷}$$

نکته ۲: تبدیل یکا های زیر را به دلیل اهمیتی که دارند حفظ کنید:

$$cm^۲ \xrightarrow{\times ۱۰^{-۴}} m^۲$$

$$cm^۳ \xrightarrow{\times ۱۰^{-۶}} m^۳$$

$$mm^۲ \xrightarrow{\times ۱۰^{-۶}} m^۲$$

$$mm^۳ \xrightarrow{\times ۱۰^{-۹}} m^۳$$

$$lit \xrightarrow{\times ۱۰^{-۳}} m^۳$$

نکته ۳: هر تن برابر ۱۰۰۰ کیلوگرم است.

نکته ۴: هر سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال می پیماید.

مثال:

لولهٔ یک ماشین آتش‌نشانی در هر دقیقه ۳۰۰ لیتر آب روی آتش می‌ریزد. این عدد را بر حسب $m^۳/s$ بیان کنید. هر لیتر برابر $۱۰۰۰ cm^۳$ است.

حل: ابتدا لیتر را بر حسب $m^۳$ به دست می‌آوریم:

$$۱lit = ۱۰۰۰cm^۳ = ۱۰۰۰cm^۳ \times \left(\frac{۱m^۳}{۱۰^۶ cm^۳}\right) = ۱۰^{-۳} m^۳$$

به این ترتیب ۳۰۰۰ lit/min برابر است با:

$$۳۰۰۰ lit/min = ۳۰۰۰ \times \frac{۱۰^{-۳} m^۳}{۶۰ s} = ۵ \times ۱۰^{-۵} \frac{m^۳}{s}$$

شخصی در یک پرهیز(رژیم) غذایی ۱/۸ kg در هفته جرم خود را از دست می‌دهد (یا اصطلاحاً وزن کم می‌کند). آهنگ از دست دادن جرم را بر حسب گرم بر ساعت بیان کنید.

حل: با توجه به اینکه هر هفته ۱۶۸ h و هر کیلوگرم $۱۰^۳$ گرم است، داریم:

$$۱/۸ \frac{\text{کیلوگرم}}{\text{هفته}} = ۱/۸ \times \frac{۱۰^۳ g}{۱۶۸ h} = ۱۰/۷ g/h$$

سازگاری یکاها:

هر کمیت فیزیکی را با نماد مشخصی نشان می دهیم. برای مثال اندازه شتاب را با a و جرم را با m نشان می دهیم. همچنین برای بیان ارتباط بین کمیت های فیزیکی، از روابط و معادله ها استفاده می کنیم. یکی از این رابطه های فیزیکی، قانون دوم نیوتون، $F = am$، است هنگام استفاده از این رابطه و جایگذاری اندازه هر کمیت در آن، باید به سازگاری یکاها در دو طرف رابطه توجه کنیم. اگر بخواهیم حاصل دو طرف رابطه برحسب یکاهای SI بیان شود باید یکای کمیت های داده شده را نیز به یکاهای SI تبدیل کنیم. برای مثال، اگر جرم جسمی ۳۲۵ g وشتاب آن $۱/۷۵ m/s^۲$ باشد، برای سازگاری یکاها در دو طرف معادله، باید یکای جرم جسم را به کیلوگرم تبدیل کنیم. در این صورت مقدار حاصل را می توان برحسب یکای نیوتون بیان کرد.

$$F = ma = (۰/۳۲۵ kg)(۱/۷۵ m/s^۲) = ۰/۵۶۹ N$$

یکای دو طرف معادله با هم سازگار است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

- تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید:

a. $۲۰\ cm^۲ = \ldots\ldots mm^۲$

b. $۶۰۰\ nA = \ldots\ldots PA$

c. $۲۰۰۰\ m^2 = \ldots\ldots$ هکتار

d. $۰/۰۲\ lit = \ldots\ldots cm^۳$

e. $۱\ g/cm^3 = \ldots\ldots kg/m^3$

f. $۵۰\ kg/m^3 = \ldots\ldots g/cm^3$

g. $۵۰\mu m^۲ = \ldots\ldots mm^۲$

h. $۵/۲\times۱۰^{-۴} Km^۲ = \ldots\ldots hm^۲$

i. $۰/۵mA = \ldots\ldots\ldots\ldots\mu A$

j. $۲\times۱۰^{۱} nc = \ldots\ldots\ldots\ldots\mu c$

k. $۲\times۱۰^{-۴} = \ldots\ldots cm^۳$

l. $۳\times۱۰^{۱۰}\mu m^۳ = \ldots\ldots lit(dm^۳)$

m. $۵\frac{Kj}{g} = \ldots\ldots\ldots\ldots\frac{j}{Kg}$

n. $۱۰۰\frac{Kg}{m^۳} = \ldots\ldots\frac{g}{cm^۳}$

۱- رکورد رسمی جهانی سرعت روی زمین ۱۲۲۸۰ کیلومتربرساعت است که در۴۲ مهرماه سال ۶۷۳۱توسط اندی گرین با اتومبیلی مجهز به موتور جت به دست آمد. این سرعت را برحسب متر بر ثانیه بیان کنید.

حل: با توجه به این که $۱km = ۱۰۰۰m$ و $۱h = ۳۶۰۰s$ است داریم:

$$۱۲۲۸/۰\ km/h = \left(۱۲۲۸/۰\times۱۰^{۳}\frac{m}{h}\right)\left(\frac{۱h}{۳۶۰۰s}\right) = ۳۴۱/۱۱\ m/s$$

یادآوری این نکته مفید است که سرعت قدم زدن حدود ۱ m/s است و در مقایسه، سرعت ۳۴۱ m/s به واقع سریع است

۲- یکای مساحت که اغلب برای اندازه گیری مساحت زمین به کار می رود هکتار است که به صورت متر مربع $۱۰^۴$ تعریف شده است . مساحت کره ی زمین تقریباً چند هکتار است؟ شعاع زمین را ۶۴۰۰کیلو متر در نظر بگیرید

مساحت کره ی زمین برحسب مترمربع $m^۲$ برابر است

$$A = ۴\pi R^۲ = ۴\times۳/۱۴\times(۶۴۰۰\times۱۰^۳\ m)^۲ = ۵۱۴۴۵۷۶\times۱۰^۸\ m^۲$$

به این ترتیب مساحت کره ی زمین برحسب هکتار برابر است با:

$$A = \frac{۵۱۴۴۵۷۶\times۱۰^۸\ m^۲}{۱۰^۴\ m^۲} = ۵۱۴۴۵۷۶\times۱۰^۴$$ هکتار

۳- اگر در هر قدم ۰/۶ m جلو بروید، برای پیمودن ۱ km چند قدم باید بردارید؟

-کافی است برای به دست آوردن تعداد قدم ها ۱ km را بر طول هر قدم تقسیم کنیم. بنابراین:

$$N = \frac{۱۰۰۰m}{۰/۶m} = ۱۶۶۶$$ قدم

خطا و دقت اندازه گیری

در اندازه گیری کمیت های مختلف مانند طول، جرم، زمان و غیره هیچ گاه نمی توان اندازه ی واقعی را به‌دست آورد

زیرا در هنگام اندازه گیری دچار خطاهایی می شویم. با انتخاب وسیله های دقیق و روش صحیح اندازه گیری می توان مقدار خطا را کاهش داد، اما اندازه ی آن به صفر نمی رسد.توجه به این نکته ضروری است که در نوشتن یا

دانلود از اپلیکیشن پادرس

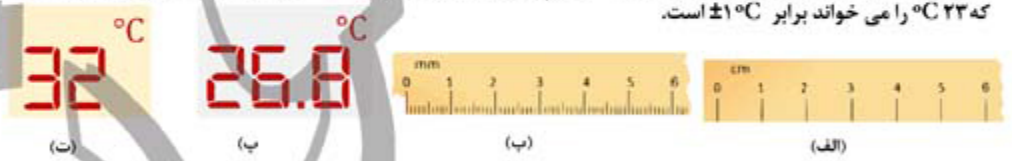
بیان نتیجه های حاصل از اندازه گیری باید رقمهایی را که خارج از حدود دقت ابزار اندازه گیری است حذف کرد. اگر به کمک خط کشی که دقت آن تا میلی متر است طول و عرض مستطیلی را به ترتیب a=۳/۶ cm و b =۲/۴ cm اندازه گیری شده باشد مساحت مستطیل با توجه به رابطه ی A=ab برابر ۸/۶۴ cm^2 می شود. اما با توجه به این که دقت ابزار اندازه گیری ما، یعنی خط کش، تنها تا میلی متر بوده است لذا باید گفت مساحت مستطیل A =۸/۶ cm^2 است. به عبارت دیگر وقتی مساحت A را برابر ۸/۶۴ cm^2 گزارش می دهیم، نتیجه را با دقتی بیان کرده ایم که ابزار اندازه گیری ما فاقد آن دقت بوده است.

به کمترین مقداری که یک وسیله ی اندازه گیری می تواند اندازه گیری کند، دقت اندازه گیری آن وسیله گفته می شود. به عنوان مثال دقت اندازه گیری یک خط کش معمولی ۱ میلی متر است. یعنی عدد ۱/۱ سانتی متر می تواند حاصل اندازه گیری با این خط کش باشد، در صورتیکه عدد۱/۱۱ سانتی متر خیر. زیرا این خط کش نمی تواند ۰/۱ میلی متر را اندازه گیری کند.

با انتخاب وسیله های دقیق وروش اندازه گیری صحیح می توان مقدار خطا را کم کرده ودقت وسیله اندازه گیری را افزایش داد دقت اندازه گیری به حساسیت وسیله ، مهارت شخص اندازه گیر وتعداد دفعات اندازه گیری شده بستگی دارد برای کاهش خطا در اندازه گیری هر کمیت، معمولا آن اندازه گیری را چند بار تکرار کرده ودر صورت تفاوت اعداد به دست آمده میانگین اعدادرا در نظر می گیرند و ازاعدادی که اختلاف زیاد با سایر اندازه گیری ها دارند صرفنظر می کنند

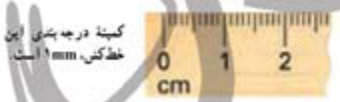
تذکر:

خطای اندازه گیری توسط خط کش و سایر وسیله های درجه بندی شده، $\pm\frac{1}{2}$ کمینه تقسیم بندی مقیاس آن وسیله است و برای وسیله های رقمی دیجیتال مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقمی است که می خوانند. به این ترتیب، خطای اندازه گیری که تا سانتی مترمدرج شده، برابر۰/۵cm ± شکل الف، خط کشی که تا میلی متر درجه بندی شده برابر ۰/۵mm ± شکل ب خطای دماسنج رقمی در شکل پ، که ۲۶/۸°C را می خواندبرابر ۰/۱°C ± و خطای دماسنج رقمی شکل ت، که ۲۳ °C را می خواند برابر ۱°C± است.



(ت) (پ) (ب) (الف)

دقت ابزارهای اندازه گیری مدرج، برابر کمینه درجه بندی آن ابزار است. برای مثال، دقت خط کشی که کمینه درجه بندی آن مطابق شکل زیر تا میلی متر است برابر ۱mm و خطای آن ۰/۵ mm ± است.



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 شکل زیر نشان می دهد ۰/۶°C ودقت آن ۰/۱°C است

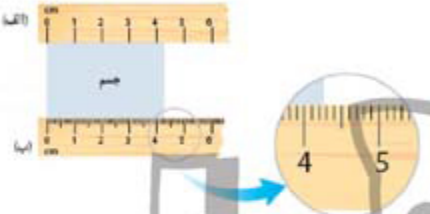
خطای اندازه گیری در ابزارهای رقمی، برابر مثبت و منفی دقت آن ابزار است. به این ترتیب نتیجه اندازه گیری دما توسط دماسنج شکل مقابل را باید به صورت زیر گزارش کنیم:

(۲۲/۶ ± ۰/۱) °C

دانلود از اپلیکیشن پادرس

رقم های بامعنا و گزارش نتیجه ٔ اندازه گیری:

رقم هایی را که بعد از اندازه گیری یک کمیت فیزیکی ثبت می کنید رقم های بامعنا می گویند. رقم آخر، که غیر قطعی و مشکوک است و آن را حدس می زنیم نیز جزو رقم های بامعنا محسوب می شود. برای مثال، فرض کنید می خواهید طول جسمی را با دو خط کش با درجه بندی و دقت متفاوت اندازه گیری کنید



خط کش شکل الف، برحسب سانتی متر مدرج شده است و خطای اندازه گیری آن ۰/۵ سانتی متر است. به نظر شما خط کش الف چه طولی را نشان می دهد؟ ۲/۴ یا ۳/۴سانتی متر؟ از آنجا که خط کش الف برحسب میلی متر مدرج نشده است، لذا عددهای ۲ و ۳قطعی نیستند و آنها را حدس می زنیم. در این حالت نتیجه اندازه گیری شامل دو رقم بامعناست و آخرین رقم سمت راست، حدسی یا غیرقطعی است. به این ترتیب، اندازه گیری به صورت زیر ثبت و گزارش می شود:

$۴/۳\,cm \pm ۰/۵\,cm$ رقم حدسی و غیرقطعی — یا — $۴/۲\,cm \pm ۰/۵\,cm$ خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری — دو رقم بامعنا

خط کش ب، چه طولی را نشان می دهد؟ ۴۲/۷یا ۴۲/۸میلی متر؟ از آنجا که خط کش شکل ب، برحسب میلی متر مدرج شده است، لذا عددهای ۷و ۸قطعی نیستند و آنها را حدس می زنیم. در این حالت اندازه گیری با سه رقم بامعنا بیان شده است و آخرین رقم سمت راست، حدسی یا غیرقطعی است. به این ترتیب، اندازه گیری به صورت زیر ثبت وگزارش میشود:

$۴۲/۸\,mm \pm ۰/۵\,mm$ رقم حدسی و غیرقطعی — $۴۲/۷\,mm \pm ۰/۵\,mm$ خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری — سه رقم با معنا

اعداد معنی دار و بی معنی

اعداد۱ سانتی متر و۱/۰ سانتی متر و ۰۰ ۱/سانتی متر ظاهراً با هم برابرند. در صورتیکه عدد اول حاصل اندازه گیری با خط کشی است که دقت اندازه گیری آن سانتی متر است، یعنی میلی متر را اندازه گیری نمی کند. در صورتیکه عدد دوم حاصل اندازه گیری با خط کشی است که تا میلی متر را اندازه گیری می کند و عدد سوم تا ۰/۱ میلی متر. به عبارت دیگر عدد اول دارای یک عدد معنی دار و عدد دوم دو رقم معنی دار و عدد سوم سه رقم معنی دار.

اگر با اعداد فوق محاسباتی انجام دهیم، تعداد ارقام با معنی حاصل باید با کمترین تعداد ارقام با معنی اعداد فوق برابر باشد. در نظر بگیرید که می خواهید ضخامت یک شیشه را اندازه گیری کنید. یک بار از خط کش معمولی استفاده می کنید و عدد ۳/۷ سانتی متر را بدست می آورید و بار دیگر از ریزسنج استفاده می کنید و عدد ۳/۵۶ سانتی متر را بدست می آورید. عدد اول دارای دو رقم با معنی و عدد دوم دارای سه رقم با معنی می باشد. از آنجاییکه عدد اندازه گیری مشکوک است به آن رقم غیر قطعی گفته می شود

به عنوان مثال، در اندازه گیری فوق در عدد اول، عدد ۷ غیر قطعی و در عدد دوم، عدد ۵ غیر قطعی است

۱- هنگامی که دو عدد را در هم ضرب می کنیم یا بر هم تقسیم می کنیم، تعداد ارقام با معنی حاصل ضرب یا حاصل تقسیم باید برابر با کمترین تعداد ارقام با معنی اعداد اول باشد. به عنوان مثال می خواهیم جرم جسمی راکه برابر

دانلود از اپلیکیشن پادرس

است با ۲.۱ کیلوگرم در سرعت آن که برابر است با ۲۲.۴×۱۰^{۲} ضرب کنیم:

$$2.1 \times 2.24 \times 10^{3} = 4.704 \times 10^{3} = 4.7 \times 10^{3}$$

۲- اگر دو عدد را بخواهیم با هم جمع یا از هم تفریق کنیم (باید در نظر داشت که هنگام جمع یا تفریق یکا ها باید یکسان باشند). ابتدا آنها را به صورت نماد علمی می نویسیم، به طوریکه توان۱۰در آنها یکسان باشد. سپس محاسبات را انجام داده و در نهایت دقت اندازه گیری در عدد حاصل باید با کمترین دقت برابر باشد. به عنوان مثال حاصل عبارت ۴/۸+۲۴۵/۴۱باید به صورت ۲۵۰/۲بیان شود. اگر نتیجه به صورت ۲۵۰/۲۱بیان شود نادرست است.

تذکر: روش شناسایی ارقام با معنا یا بدون معنا را می توان در جدول زیر یافت:

قاعده	مثال
تمام عددهای غیر صفر بامعنا هستند.	۷۸۸/۶ چهار رقم بامعنا دارد.
تمام صفرهایی که بین اعداد غیرصفر قرار دارند بامعنا هستند.	۴۰۸ سه رقم بامعنا دارد.
صفرهایی که در طرف چپ اعداد قرار دارند، بامعنا نیستند.	۰/۰۰۰۹۰۷ سه رقم بامعنا دارد.

تفاوت دقت و صحت:

دقت همواره به معنای صحت و درستی نیست. برای مثال، یک ساعت دیجیتال معمولی که ۱۰:۱:۳۵/۷را نشان می دهد بسیار دقیق است (زمان را تا ثانیه اعلام می کند)، ولی اگر این ساعت چند دقیقه‌آهسته کار کند دیگر مقداری که نشان می دهد درست نیست. از سوی دیگر، یک ساعت قدیمی دیواری ممکن است زمان درست را نشان دهد دهد، ولی اگر این ساعت عقربه ثانیه شمار نداشته باشد دقت آن کم است.

تخمین مرتبه بزرگی:

نوعی از تخمین که در فیزیک کاربرد زیادی دارد، تخمینِ مرتبه بزرگی نامیده می شود. عبارت مرتبه بزرگی، اغلب برای ارجاع به توان های ۱۰به کار می رود، زیرا نتیجه نیز به صورت توانی از ۱۰بیان می شود. لازم است توجه شود که در حل مسئله ها به روش تخمین مرتبه بزرگی، برخی اوقات ممکن است مرتبه بزرگی پاسخ، با پاسخ واقعی مسئله، یک یا دو مرتبه بزرگی متفاوت باشد. در تخمین مرتبه بزرگی، ابتدا همه اعداد به صورت نماد گذاری علمی نوشته می شوند و آنگاه از قاعده زیر استفاده می کنیم:

اگر $۱ \le x < ۵$ باشد در این‌صورت : $x \sim ۱۰^{۰}$　　اگر $۵ \le x < ۱۰$ باشد در این‌صورت : $x \sim ۱۰^{۱}$

برای گرد کردن اعداد در فرایند تخمین مرتبه بزرگی، با توجه به قاعده ای که گفته شد مطابق مثال های زیر عمل می کنیم:

$۱۳۶ = ۱/۳۶ \times ۱۰^{۲} \sim ۱۰^{۲}$

این عدد کوچک‌تر از ۵ است و به‌صورت $۱۰^{۰}$ گرد می‌شود.

$۹۲۱۳۷ = ۹/۲۱۳۷ \times ۱۰^{۴} \sim ۱۰^{۵}$

این عدد بزرگ‌تر از ۵ است و به‌صورت $۱۰^{۱}$ گرد می‌شود.

$۰/۰۰۰۴۹۹ = ۴/۹۹ \times ۱۰^{-۴} \sim ۱۰^{-۴}$

این عدد کوچک‌تر از ۵ است و به‌صورت $۱۰^{۰}$ گرد می‌شود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال:

تخمین بزنید که قلب یک نفر در طول عمرش چند لیتر خون را به سرخرگ آئورت پمپ می کند. قلب در هر ضربان به طور میانگین $۷۰\ mc^۳$ خون به سرخرگ آئورت پمپ می کند.

قلب یک شخص سالم در هر $۰/۸\ s$ یک بار خون را به سرخرگ آئورت پمپ می کند که با توجه به تخمین مرتبه بزرگی، مقدار آن را بر حسب توانی از ۱۰ به صورت $۱۰^۰\ s$ گرد می کنیم.

طول عمر میانگین انسان ها حدود ۷۵ سال (raey ۷۵) است که به صورت $۱۰^۲\ raey$ گرد می کنیم .

هر لیتر (L) برابر با $۱۰^۳\ cm^۳$ است .

هر سال تقریباً برابر $۳\text{۵}۱۰^۷$ ثانیه است. با توجه به تخمین مرتبه بزرگی و برحسب توانی از ۱۰ یک سال به صورت $۱۰^۷$ ثانیه گرد می شود

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

$$N \sim (۱۰^۲ year)\left(\frac{۱۰^۷ s}{۱ year}\right)\left(\frac{۱۰^۰ beat}{۱ s}\right)=۱۰^۹ beat$$

با توجه به فرض مسئله، مقدار خونی که در هر ضربان به سرخرگ آئورت پمپ می شود را به صورت $۱۰^۲ cm^۳$ گرد می کنیم.بنابراین، حجم خون پمپ شده (V) به سرخرگ آئورت برابر است با:

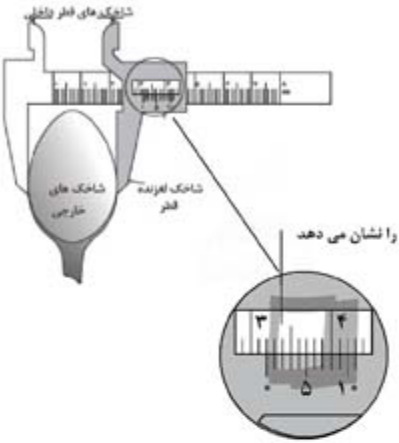
$$V \sim (۱۰^۹ beat)\left(\frac{۱۰^۲ cm^۳}{beat}\right)\left(\frac{۱ L}{۱۰^۳ cm^۳}\right)=۱۰^۸ L$$

اندازه گیری با کولیس

قطر داخلی و خارجی یک لوله را نمی توان با دقت و به آسانی با یک خط کش مدرج اندازه گرفت. برای اندازه گیری دقیق تر آن ها از کولیس استفاده می شود.کولیس از ترکیب یک خط کش مدرج و یک ورنیه متحرک درست شده است. منظور از ورنیه، درجه بندی خاص است که روی شاخک لغزنده قرار دارد و اندازه گیری را تا دهم میلی متر ممکن می سازد. ورنیه ده قسمت دارد که هر قسمت ۹/۰ میلی متر است. به عبارت دیگر،۹ میلی متر روی ورنیه به ده قسمت مساوی تقسیم شده است. به علت وجود این درجه بندی است که اندازه گیری تا۱/۰ میلی متر یا ۱۰/۰ سانتی مترممکن می شود. برخی از انواع کولیس ها برای اندازه گیری عمق، یک تیغه باریک دارند که به ورنیه متصل است و با آن حرکت می کند. اگر صفر ورنیه به صفر خط کش منطبق باشد انتهای تیغه بر انتهای خط کش منطبق می شود. در صنعت برای اندازه گیری قطر لوله، سیلندر و پیستون و طول وسایل مختلف از انواع کولیس ها استفاده می شود.

شکل زیر کولیسی را نشان می دهد که برای اندازه گیری پهنای یک قاشق به کار گرفته شده است. در برخی از کولیس ها در زیر ورنیه پیچ یا شاسی خاصی که کار ضامن را انجام می دهد وجود دارد و با استفاده از آن ورنیه را بر روی خط کش ثابت می کنند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس



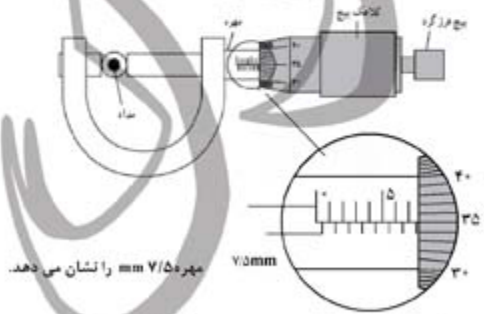
گفتنی است کولیس های دیگری وجود دارند که در آن ها ۱۹ میلی متر از طول ورنیه به ۲۰ قسمت مساوی و یا۵/۴۲ میلی متر به ۲۵ قسمت مساوی و تقسیم شده است دقت اندازه گیری کولیس از تقسیم کردن یک درجه خط کش به تعداد تقسیمات ورنیه آن به دست می آید.

$$\text{دقت کولیس} = \frac{\text{کوچک‌ترین درجه خط کش}}{\text{تعداد تقسیمات ورنیه}}$$

اندازه گیری با ریزسنج

ضخامت ورقه ها و قطر سیم های نازک را با ریزسنج تعیین می کنند. ریزسنج اساساً از یک مهره و یک پیچ درست شده است. در این وسیله مهره استوانه ای است توخالی که سطح خارجی آن مدرج است و پیچ در داخل کلاهکی قرار دارد که می تواند در داخل مهره جابه جا شود. کلاهک پیچ روی‌سطح خارجی مهره حرکت می کند

. پیچ هرزگرد به طور هرز می گردد و صدایی را سبب می شود، اما زبانه متحرک دیگر جابه جا نمی شود. پیچ هرزگرد کلاهک را بر روی مهره جا به جا می کند. اگر کلاهک یک دور بچرخد، زبانه متحرک نیم میلی متر جا به جا می شود درواقع فاصله بین دو دندانه پیچ نیم میلی متر است(. محیط لبه ی کلاهک به ۵۰ قسمت مساوی تقسیم شده است؛ بنابراین هر درجه موجود بر روی کلاهک یک صدم میلی متر است. $(\frac{۰/۵}{۵۰}=۰/۰۱mm)$



شکل‌بالا ریز سنجی را نشان می دهد که قطر مدادی را اندازه می گیرد. درجه بندی روی مهره ۷/۵mm و درجه ای از کلاهک که در جلوی خط راست روی مهره است ۰/۳۵ mm را نشان می دهد؛ بنابراین قطر مداد برابر است با:

$$۷/۵mm + ۰/۳۵mm = ۷/۸۵mm$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

چگالی:

جرم واحد حجم هر ماده ای را چگالی آن جسم می نامیم. چگالی را با حرف یونانی ρ (رو) نشان می دهیم و یک کمیت نرده ای است و واحد آن در سیستم SI عبارت است از $\frac{Kg}{m^3}$ (کیلوگرم بر متر مکعب).

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

در فرمول ۱، m نشانگر جرم و V نشانگر حجم است.

مثال ۱- حل شده

چگالی آب برابر است با ۱ گرم بر سانتی متر مکعب. جرم هر لیتر آب چند کیلوگرم است؟

پاسخ:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 10^3 = \frac{m}{10^{-3}} \Rightarrow m = 1Kg$$

مثال ۲- حل شده

اگر حجم مایع A، ۲ برابر مایع B و جرم آن ۳ برابر مایع B باشد، چگالی مایع A چند برابر مایع B است؟

پاسخ:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\frac{m_A}{V_A}}{\frac{m_B}{V_B}} = \frac{m_A V_B}{m_B V_A} = \frac{3m_B V_B}{m_B 2V_B} = \frac{3}{2}$$

چگالی آلیاژ

آلیاژ ترکیب فیزیکی از دو ماده است. این دو ماده با یکدیگر پیوند شیمیایی برقرار نکرده اند.

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \quad (2) \qquad \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} \quad (3) \qquad \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \quad (4)$$

چگالی هر ماده یکی از ویژگی های مهم آن به شمار می رود که کاربردهای گوناگونی دارد. مثلاً ضدیخ خودرو، محلول گلیکول است که به آن کمی مواد ضدخوردگی اضافه می شود. میزان غلظت گلیکول در محلول ضدیخ، که دمای انجماد محلول را تعیین می کند، با اندازه گیری چگالی این محلول به دست می آید. در پزشکی با آزمایش چگالی خون که در حالت عادی بین ۱/۰۴ g/cm³ و ۱/۰۶ g/cm³ است می توان به افزایش یا کاهش گلبول های سرخ خون پی برد. زیرا افزایش گلبول های سرخ خون باعث افزایش چگالی آن می شود. با اندازه گیری چگالی آلیاژی از طلا و مس می توان درصد جرم طلا و مس به کار رفته در آن را به دست آورد

جامدها	چگالی (kg/m³)	مایع‌ها	چگالی (kg/m³)	گازها*	چگالی (kg/m³)
ایریدیم	۲۲۶۵۰	جیوه	۱۳۵۹۰	کلر (Cl_2)	۲/۹۹۲
طلا	۱۹۳۲۰	گلیسیرین	۱۲۶۰	بوتان (C_4H_{10})	۲/۴۸۹
سرب	۱۱۳۴۰	خون	۱۰۵۰	گوگرد دی‌اکسید (SO_2)	۲/۲۷۹
نقره	۱۰۴۹۰	آب دریا	۱۰۳۰	کربن دی‌اکسید (CO_2)	۱/۸۴۲

دانلود از اپلیکیشن پادرس

برای محاسبه چگالی اجسام ابتدا بایستی جرم و حجم آنها را جداگانه حساب کرد. در جدول زیر، روابط ریاضی برای محاسبه حجم برخی از اجسام که شکل هندسی منظم دارند را آورده ایم:

شکل	حجم
مکعب(به ضلع a):	$V=a^3$
مکعب مستطیل(به ابعاد a و b و c):	$V=abc$
کره(به شعاع r):	$V=\frac{4}{3}\pi r^3$
استوانه(به شعاع r و ارتفاع h):	$V=\pi r^2 h$
مخروط(به شعاع r و ارتفاع h):	$V=\frac{1}{3}\pi r^2 h$
پوسته کروی (به شعاع داخلی r_1 و شعاع خارجی r_2):	$V=\frac{4}{3}\pi(r_2^3-r_1^3)$
پوسته استوانه‌ای (به شعاع داخلی r_1 و شعاع خارجی r_2 و ارتفاع h):	$V=\pi h(r_2^2-r_1^2)$

جرم یک مجسمه ی نقره ۴۲۰گرم است. حجم این مجسمه چقدر است؟

پاسخ : با توجه به تعریف چگالی داریم

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

$$\rho=10500\ kg/m^3 \qquad m=420\ g=0/42kg$$

$$10500kg/m^3=\frac{0/42kg}{V}\Rightarrow V=\frac{0/42kg}{10500kg/m^3}=4\times10^{-5}m^3$$

جرم مجسمه‌ای برنزی (آلیاژی از مس، قلع، روی و ...) $40\ kg$ و حجم آن $0/005m^3$ است. اگر چگالی برنز $8000kg/m^3$ باشد، حجم فضای خالی درون مجسمه چقدر است؟

پاسخ :

حجم مقدار برنز استفاده شده برابر است با $V=\frac{m}{\rho}=\frac{40}{8000}=0/005\ m^3$

در نتیجه، حجم فضای خالی چنین می‌شود :

حجم فضای خالی = حجم مجسمه − حجم برنز = $0/050-0/005=0/045m^3$

جرم یک لیتر آب چند کیلوگرم است؟

پاسخ : با توجه به این که هر یک متر مکعب معادل هزار لیتر (10^3) است، داریم

$$1m^3=1000lit \quad \text{یا} \quad 1lit=10^{-3}m^3$$

بنابراین با توجه به تعریف چگالی می توان نوشت

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

$$\Rightarrow m=1000\ kg/m^3(10^{-3}m^3)=1kg$$

به عبارت دیگر جرم هر لیتر آب برابر $1kg$ است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس