



آموزش و کتاب کار
فیزیک (۱) پایه دهم
(ویژه ی مهندسی ها)

مؤلفین:

محسن قرقچیان، محمدرضا خوش سیما، جواد سعیدی



تقدیم بہ:

ساحت مقدس امام رضا (ع)

و امام عصر (عج)



سلام به عزیزترین عالم.

سلام. امیدوارم خوب باشید و دماغتون چاق باشه.

وای! نمی دونید چقدر نوشتن پیشگفتار سخته!!!

گاهی پر از ایده و حرف‌های پر از سکوت، صفرمطلق!! البته این‌جا نه از نوع ریاضیش بلکه از نوع فیزیکیش، صفر کلون ($-273/15^{\circ}\text{C}$). اون موقع است که سلول‌های خاکستری هیچ جنبشی ندارند و سرجاشون مثل سنگ وایمیستن.

ولی وای به روزایی مثل امروز، انرژی جنبشی تکتک سلول‌ها بالا می‌ره و با سرعت زیاد به هم برخورد می‌کنن، دما رو مثل یه فرایند هم‌حجم داخل سرم بالا می‌برن اون موقع است که انرژی درونیم به ماکزیمم مقدار خودش می‌رسه. مجبورم برای این‌که قانون گی‌لوساک رو زیر پا ندارم و فشار رو از درون فکر و سرم بردارم، خودکارم رو دستم بگیرم و شروع به نوشتن کنم.

این افزایش انرژی جنبشی سلول‌ها زمانی شروع شد که کتاب فیزیک دهم رو بسیاری از دوستان و همکاران دیدن.

کتابای جدید برای ورود به دوران ۳-۳-۶

که بگذریم سیستم آموزشی ما شده مشابه سیستم فوتبال، یه روزی ۴-۳-۵، یه روزی ۱-۳-۵ و ... (والا نفهمیدیم کی تهاجمیه کی تدافعی)!!!!

با این‌که سال‌هاست در وادی ریاضی تدریس می‌کنم ولی به دلیل این‌که بسیاری از همکاران و دوستانم از دیران گرافقدر فیزیک هستند، هنوز اندک اطلاعاتی با وجود سال‌های دوری از این درس برای من باقی مانده است. با تجربه‌ی تدریسی که طی سال‌ها به دست آوردم می‌دانم کتاب فیزیک دهم یکی از پر مطلب‌ترین کتاب‌هاست.

کتابی با پراکندگی مطلب زیاد و گاه نامأنوس.

فیزیک درس شیرینی است، شاید یکی از دلایل آن برقرار کردن ارتباط ملموس بین ریاضیات و جهان اطراف ما باشد، قرقره، اهرم، نیرو، چگالی، جاذبه، توان، کار، انرژی، مقاومت و ...

ولی با این وجود برای تعداد زیادی از دانش‌آموزان درس نچسبی است و از نظر من دلیلی جز زمان‌بر بودن جا افتادن برخی از روابط و فرمول‌ها در ذهن ندارد، که بعد از جا افتادن مطلب، دانش‌آموز بعد از سال‌ها می‌تواند از مفاهیم و روابط به سادگی در زمان کنکور و دانشگاه استفاده کند.

پراکندگی مطالب فیزیک دهم، ورود سریع به روابط و فرمول‌هایی زنجیروار (البته شیرینی فیزیک همینه، ساخت روابط جدید و فهم استفاده به موقع از اون‌ها) اشاره‌ی موجز و مختصر به برخی از مطالب زمان‌فهم، بر زمان‌بر بودن آموزش فیزیک دهم افزوده.

شاید دلیل این اتفاق حلقه‌ی گمشده‌ای باشد که با تغییر سیستم آموزشی به وجود آمده است، صیقل خوردن کتب آموزشی مخصوصاً فیزیک سال اول دبیرستان طی سال‌ها. فیزیکی که شاید با ورودش به سیستم آموزشی با انتقاداتی همراه شد ولی با گذشت زمان و نگاهی به فضول و تغییرات کوچک در طول سال‌های چاپ، از نواقصش کاسته شد.

در علوم دوره‌ی اول متوسطه سعی شده تا دانش‌آموز با مطالب اولیه‌ی فیزیک، شیمی و زیست آشنا شود، ولی گستردگی درس علوم و خصلت این درس باعث می‌شود بخش‌های فیزیکی آن کمی مهجور بماند.

با ورود دانش‌آموزان به دبیرستان (دوره‌ی دوم متوسطه) و مواجهه با دروسی مثل فیزیک و شیمی، گاهی جبهه‌گیری خاصی در ذهن دانش‌آموزان به وجود می‌آید که می‌تواند دلیلی برای افت شدید در این درس‌ها باشد. آن هم زمانی که کتاب دهم، اول کاری با تخمین، دقت اندازه‌گیری و تبدیل واحد شروع شده و با فصل مهمی مانند ترمودینامیک که گاهی خیلی از دانشجویان مهندسی در آن ننگ می‌زنند به اتمام می‌رسد (آن هم در زمان کمتر از ۹ ماه!!!).

دانش‌آموز گرما، فشار و نیرو را در علوم می‌بیند

ولی آن گرما کجا و این گرما کجا؟!

ولی آن فشار کجا و این فشار کجا؟!

ولی آن نیرو کجا و این نیرو کجا؟!

ان شا الله بهتر می‌شود، زمان می‌خواهد برای چکش کاری، موی سفید دبیر می‌خواهد و حوصله و استعداد دانش‌آموز.

کتاب کار و آموزش فیزیک دهم با نگاه ویژه به دانش‌آموزان ممتاز و تیزهوش تألیف شده است. این کتاب مثال‌هایی متنوع، سؤالات جدید و زیبا و تعداد زیادی تمرین برای جا افتادن مطلب در دل خود دارد. کتاب، آموزشی روان و پخته دارد و سعی شده تا تمامی مطالب کتاب درسی به صورت سطر به سطر در آن گنجانده شود.

یه نکته‌ی صمیمانه، خواهشمندم کتاب حاضر را به دانش‌آموزان علاقه‌مند معرفی کنید، دوست ندارم لذت جوانی و شادابی را از نوجوانان میهنم بگیرم تا شاید درآمدی داشته باشم به بهای غم و افسردگی این عزیزان.

خدا را شاکرم بخاطر تمام الطافش. که سایه‌ی مهرش را از من دریغ نکرده. در هر پستی و بلندی یارم بوده و حضور نگاهش را در جای جای زندگی احساس می‌کنم.

بهترین‌ها را برای شما از خداوند خواستارم.

لازم می‌دانم از تمامی کسانی که در تولید این اثر نقش داشتند کمال تشکر را داشته باشم و از شما دوست عزیز نیز به خاطر نواقص و کمبودهای احتمالی طلب عفو دارم. از شما مخاطب گرمی انتظار می‌رود عیوب و ایرادات کار را به ما ارجاع دهید تا در چاپ‌های بعدی مورد توجه قرار گیرد.



رسول حاجی‌زاده

مدیر انتشارات خوشخوان

مقدمه مؤلفین

به نام پروردگاری که سوگندش "قلم" است.

موجیم و وصل ما، از خود بریدن است ساحل پناه‌ای است، رفتن رسیدن است

در شهر وینسبرگ آلمان قلعه‌ای وجود دارد به نام "زنان وفادار" که داستان جالبی دارد و مردم آنجا با افتخار آنرا تعریف می‌کنند:

در قرن دوازدهم میلادی شاه کنراد سوم به شهر حمله و آنرا تسخیر می‌کند؛ مردم به این قلعه پناه می‌برند. فرماندهی دشمن پیام می‌دهد که حاضر است اجازه بدهد فقط زنان و بچه‌ها از قلعه خارج شوند و به رسم جوانمردی، می‌توانند با ارزش‌ترین دارایی خودشان را هم بردارند و بروند؛ به شرطی که به تنهایی قادر به حمل آن باشند.

قیافه‌ی فرمانده دیدنی بود وقتی دید هر زنی شوهر خودش را کول کرده و در حال خروج از قلعه است؛ زنان مجرد هم پدر یا برادرشان را حمل می‌کردند.

شاه خنده‌اش می‌گیرد، اما خلف‌وعده نمی‌کند و اجازه می‌دهد بروند.

این‌که با ارزش‌ترین چیز زندگی مردم آنجا پول و چیزهای مادی نبود و این‌که این‌قدر باهوش بودند که زندگی عزیزان خود را نجات دادند تحسین برانگیز است. در زندگی هر یک از ما زمان‌هایی وجود دارد که باید "بهترین تصمیم" را بگیریم، شاید بهترین تصمیم نجات خود و آینده‌مان از قلعه‌ی خودساخته، بی‌ارادگی و ناامیدی باشد. برای نیل به این هدف لازم نیست بزرگ شویم و شروع کنیم، فقط کافی است از همین حالا شروع کنیم، به دور از نگرانی، مصمم و پرتلاش.

و اما کتابی که پیش روی شماست.

اول این‌که کتاب شامل ۵ فصل زیر است:

فصل ۱ فیزیک و اندازه‌گیری

فصل ۲ کار و انرژی

فصل ۳ ویژگی‌های ماده و فشار

فصل ۴ دما و گرما

فصل ۵ ترمودینامیک

دوم این‌که هر فصل شامل ۴ بخش زیر است:

بخش ۱ (درسنامه)

در این بخش سعی شده است مفاهیم درس همراه با مثال‌های متنوع بیان شود، تا ورود شما به مبحث، صحیح و حساب‌شده صورت گیرد.

بخش ۲ (مسائل حل‌شده)

در این بخش برای تسلط بر مفاهیم بخش اول مجموعه‌ای از مسائل حل‌شده آمده است. با حل این مسائل، تثبیت مفاهیم درسنامه صورت می‌گیرد.

بخش ۳ (تمرین)

پس از یادگیری صحیح بخش اول و دوم، قدم اساسی و کار اصلی حل مسائلی است که قدرت شما را در برخورد با مسائل مختلف و گاه‌آ دشوار افزایش می‌دهد. این مهارتی است که لازمه‌ی آن صبوری و مداومت است، قدم به قدم با تمرینات پیش بروید و از مبارزه برای پیشرفت لذت ببرید.

بخش ۴ (آزمون)

حال زمان سنجیدن خود است. با سه آزمون آخر هر فصل تسلط خود بر مفاهیم را امتحان کنید. مطمئن باشید سؤال بدون پاسخ صحیح باقی نخواهد ماند.

شاید لازم باشد یه پارچ شربت یا یه فلاسک چای کنارتون باشه اگریک لحظه داغ کردید یا احساس خستگی کردید، خودتونو به یه لیوان شربت یا چای مهمون کنید!

در پایان

به رسم وظیفه و ادب، از مدیریت انتشارات خوشخوان جناب آقای رسول حاجی زاده که با رهنمودهای پر بار و دلسوزانه شان در پدیدآوردن این اثر کمک حال ما بودند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

همچنین، از خانم‌ها سارا محمدی دوست، مهدیه احمدخانی و شکبیا قلاسی و آقایان علیرضا فاطمی و علی توکلی، که زحمت بررسی و بازبینی سؤالات را انجام دادند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.








پیروز و سربلند باشید

محسن قرقچیان - محمدرضا خوش‌سیما - جواد سعیدی

پاییز سال یک‌هزار و سی صد و شش خورشیدی

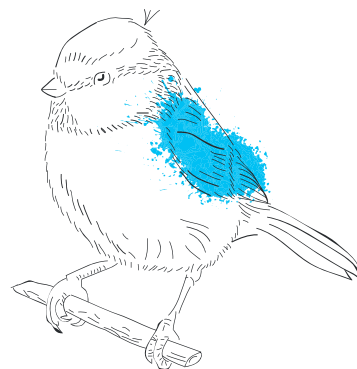
فهرست مطالب



۱	فیزیک و اندازه‌گیری	فصل اول 
۳۳	کار و انرژی	فصل دوم 
۷۳	ویژگی‌های ماده و فشار	فصل سوم 
۱۳۵	دما و گرما	فصل چهارم 
۱۸۹	ترمودینامیک	فصل پنجم 

فصل اول

فیزیک و اندازه‌گیری



جالب است بدانیم که

- ۱ اندازه‌گیری‌های دقیق مانند، جرم الکترون یا باکتری چگونه انجام می‌شود؟
- ۲ چگونه اندازه‌گیری زمان را انجام می‌دهند که واحد آن پس از چند میلیون سال یک ثانیه خطا دارد؟
- ۳ واحدهای فرعی ماند انس، پوند، فوت، اینچ چه واحدهایی هستند؟
- ۴ چگونه می‌توان خالص بودن قطعه‌ای از طلا را تعیین نمود؟
- ۵ سال نوری چیست؟

در این فصل با مفاهیم زیر آشنا می‌شویم

- ۱ فیزیک دانش بنیادی
- ۲ مدل‌سازی در فیزیک
- ۳ اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی
- ۴ دستگاه بین‌المللی یکاها
- ۵ دقت و خطای اندازه‌گیری
- ۶ تخمین مرتبه‌ی بزرگی
- ۷ چگالی (جرم حجمی)

مقدمه

در زبان یونانی دانش مربوط به طبیعت و خواص و پدیده‌های موجود در طبیعت علم فیزیک نامیده می‌شود. بنابراین هر علمی که در ارتباط با پدیده‌های موجود در طبیعت باشد به نوعی با فیزیک در ارتباط خواهد بود.

۱-۱- فیزیک دانش بنیادی

دانش فیزیک نتیجه‌ی تلاش و پشتکار بزرگانی است که در گذشته و حال نسبت به طبیعت اطراف خود و رویدادهای آن با کنجکاوی برخورد کرده‌اند و با ذهن جستجوگر خود زندگی بشر را تحت تأثیر قرار داده‌اند. علمی نظیر شیمی، زیست‌شناسی، پزشکی، داروسازی، مهندسی‌ها، هواشناسی، لیزرواپتیک و ... در اثر کنجکاوی‌ها و تجزیه و تحلیل‌هایی است که در گذشته توسط بزرگانی مانند ارشمیدس، ابوریحان، ابن هیثم، خواجه نصیر، ابن سینا، گالیله، نیوتون و ... صورت گرفته است. شاید دوست داشته باشید که بدانید در هر یک از موارد زیر فیزیک به چه سؤالاتی پاسخ می‌دهد.

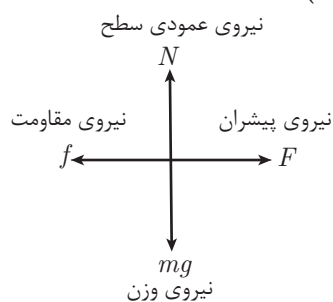
- ۱- چشم پزشکی ۲- هواشناسی ۳- غواصی ۴- رباتیک ۵- حرکت هواپیما ۶- حرکت خودرو ۷- پردازشگر مرکزی (cpu) ۸- پرتودرمانی
- ۹- مخابرات ۱۰- لامپ‌های (LED) ۱۱- سامانه مکان‌یابی (GPS) ۱۲- ترابری مگ لو (Mag lev)

۲-۱- مدل‌سازی در فیزیک

در گفتار روزانه مدل به نمونه‌های کوچک از یک جسم می‌گوییم فرضاً هواپیمای مدل نمونه‌ای از هواپیمای واقعی است که آن را مدل هواپیما می‌نامیم. ولی وقتی می‌خواهیم در فیزیک یک دستگاه را بررسی کنیم بررسی دقیق و همه جانبه و جزء به جزء آن ممکن است با دشواری‌هایی همراه باشد بنابراین با حذف عواملی که کم‌تر اهمیت دارند و یا نسبت به موضوع اصلی قابل چشم‌پوشی هستند به بررسی شکل ساده‌تری از مسأله می‌پردازیم در این صورت می‌گوییم مسأله را مدل کرده‌ایم و به این شیوه حل مسائل مدل‌سازی می‌گوییم. (ساده‌سازی جهت بررسی یک مسأله)

فرضاً وقتی می‌خواهیم حرکت اتومبیلی را در جاده بررسی کنیم با مسأله دشواری مواجهیم که عوامل بسیاری در آن تأثیرگذار هستند. جنس لاستیک‌ها، جنس جاده، ابعاد و شکل خودرو، مقاومت هوا، مرکز ثقل خودرو، نحوه قرارگیری موتور، حجم موتور، جرم خودرو و

در مدل‌سازی خودرو می‌توانیم فقط ۴ عامل را به عنوان نیروی اصلی بررسی کنیم.



۱-۳- اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

همان‌طور که دیدیم فیزیک علم بررسی پدیده‌های طبیعی است یکی از ابزار بررسی رویدادهای فیزیکی اندازه‌گیری و آزمایش است مثلاً وقتی می‌خواهیم آزمایش خون یک فرد را بررسی کنیم نیاز داریم که مواردی مانند قند خون، غلظت، چربی و ... اندازه‌گیری شود. در بررسی تغییرات آب و هوا به اندازه‌گیری دما، فشار، رطوبت و ... نیاز داریم.

کمیت فیزیکی: در فیزیک آنچه که قابل اندازه‌گیری باشد را کمیت فیزیکی می‌نامند. ضمناً جرم و سرعت اتومبیل کمیت فیزیکی است ولی خود اتومبیل کمیت نیست.

انواع کمیت‌های فیزیکی: کمیت‌های فیزیکی ممکن است نرده‌ای یا برداری باشند.

کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر): کمیت‌هایی که فقط دارای مقدار هستند را کمیت نرده‌ای گویند. دقت کنید که کمیت‌های نرده‌ای از جمع بردارها تبعیت نمی‌کنند.

کمیت‌های برداری: کمیت‌های برداری علاوه بر داشتن مقدار و جهت از جمع بردارها تبعیت می‌کنند. فرضاً جابجایی کمیت برداری ولی جریان الکتریکی غیر برداری است.

توجه:

هر کمیت فیزیکی همواره دارای نماد و مقدار است و اغلب دارای واحد است. واحد و نماد کمیت‌های فیزیکی اغلب از حرف اول واژه لاتین آن‌ها اخذ می‌شود.

واحد نیرو نیوتون $\rightarrow F = 10\text{ N}$ ← نماد نیرو (Force)

↓
مقدار کمیت نیرو

واحد جرم (کیلوگرم) $\rightarrow m = 50\text{ kg}$ ← نماد جرم (mass)

↓
مقدار کمیت جرم

۱-۴- اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

فرض کنیم می‌خواهیم طول یک جسم را اندازه‌گیری کنیم اگر برای این اندازه‌گیری از متر استفاده کنیم می‌گوییم مقیاس اندازه‌گیری متر است. استفاده از واحد (یکا) اندازه‌گیری مناسب بسیار مهم است. فرضاً اندازه پای یک انسان (گام زدن) نمی‌تواند واحد مناسبی برای طول باشد. یکای اندازه‌گیری وقتی مناسب است که قابل تغییر نباشد و امکان ایجاد آن در همه نقاط وجود داشته باشد (قابلیت باز تولید).

جدول ۱-۲- کمیت‌های فرعی

کمیت	نماد کمیت	نام یکا	نماد یکا
سرعت	V	متر بر ثانیه	$\frac{m}{s}$
چگالی	ρ	کیلوگرم بر متر مکعب	$\frac{kg}{m^3}$
انرژی	E	ژول	J
توان	P	وات	W
نیرو	F	نیوتون	N
ظرفیت گرمایی ویژه	c	ژول بر کیلوگرم کلون	$\frac{J}{kg \cdot K}$
شتاب	a	متر بر مجذور ثانیه	$\frac{m}{s^2}$

جدول ۱-۱- کمیت‌های اصلی

کمیت	نماد کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	L	متر	m
جرم	m	کیلوگرم	kg
زمان	t	ثانیه	s
دما	T	کلون	K
مقدار ماده	n	مول	mol
جریان الکتریکی	I	آمپر	A
شدت روشنایی	I	کندلا (شمع)	cd



سؤال ویژه علاقمندان

به نظر شما چه ضرورتی وجود دارد که جرم و مقدار ماده هر دو به عنوان کمیت اصلی تعریف شوند؟

از سال ۱۹۶۰ میلادی (۱۳۳۹ خورشیدی) کشورها به طور رسمی تصمیم به استفاده از یکاهای استاندارد گرفتند فرضاً برای اندازه‌گیری طول واحد متر و برای اندازه‌گیری جرم واحد کیلوگرم را انتخاب کردند.
در سال ۱۹۷۱ میلادی (۱۳۵۰ شمسی) مجمع عمومی هفت کمیت را به عنوان کمیت‌های اصلی معرفی کرد. این کمیت‌ها پایه و اساس دستگاه بین‌المللی اوزان و مقادیر (SI) را تشکیل می‌دهند. سایر کمیت‌ها را که براساس این کمیت‌ها بیان می‌شوند کمیت‌های فرعی می‌نامیم.

مثال ۱ کدام دسته از کمیت‌های داده شده همگی فرعی هستند:

- (۱) جگالی، جرم، سرعت
(۲) نیرو، شتاب، زمان
(۳) انرژی، ظرفیت گرمایی ویژه، ضریب انبساط خطی
(۴) جرم، جریان الکتریکی، فشار

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴

در سایر گزینه‌ها حداقل یک کمیت اصلی وجود دارد.

توجه ۱:

واحد اندازه‌گیری طول در SI متر است که به صورت زیر تعریف می‌شود.

«یک متر برابر با مسافتی است که نور در مدت $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلاء طی می‌کند.»

مثال ۲ فرض کنیم فاصله‌ی زمین تا ماه به‌طور میانگین 400000000 متر باشد.

(الف) این اندازه را با نماد و واحد نشان دهید.

(ب) به نظر شما برای این‌که با ارقامی به این بزرگی سر و کار نداشته باشیم چه راهی وجود دارد.

پاسخ:

(الف) $d = 400000000 \text{ m}$

(ب) $d = 4 \times 10^8 \text{ km}$

می‌توانیم از واحدهای بزرگ‌تر استفاده کنیم تا مقادیر کوچک‌تر و مناسب‌تری حاصل شود.

توجه ۲:

برای طول واحدهای فرعی زیر قابل استفاده است (نیازی به حفظ کردن نیست).

۱ فرسنگ: هر فرسنگ معادل 6240 متر است.

۲ فوت: هر فوت معادل $\frac{30}{48}$ سانتی‌متر است. ($1 \text{ ft} = 30 / 48 \text{ cm}$)

۳ اینچ: هر اینچ معادل $\frac{2}{54}$ سانتی‌متر است. ($1 \text{ in} = 2 / 54 \text{ cm}$)

۴ مایل: هر مایل معادل 1609 متر است. ($1 \text{ mile} = 1609 \text{ m}$)

توجه ۳:

برای اندازه‌گیری فاصله‌ها در نجوم از واحد Au استفاده می‌شود.

Au معادل فاصله‌ی میانگین زمین تا خورشید یعنی $1/5 \times 10^{11} \text{ m}$ است.

$$1 \text{ Au} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$$

مثال ۳ یک ماهواره‌ی مخابراتی در فاصله‌ی $4/5 \times 10^7$ متر از زمین قرار دارد فاصله‌ی این ماهواره را برحسب یکای نجومی Au به‌دست آورید.

پاسخ:

فاصله بر حسب متر	فاصله بر حسب Au
$1/5 \times 10^{11}$	۱
$4/5 \times 10^7$?

$$\Rightarrow x = \frac{4/5 \times 10^7}{1/5 \times 10^{11}} = 3 \times 10^{-4} \text{ Au}$$



مثال ۴

یک سال نوری (L_y) مسافتی که نور با سرعت $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ در مدت ۱ سال طی می‌کند یک سال نوری را برحسب متر به‌دست آورید.

پاسخ:

زمان برحسب ثانیه	مسافت طی شده برحسب متر
۱	3×10^8
$365 \times 24 \times 3600$?

$$d = 3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 3600 \approx 9 \times 10^{15} m$$

مثال ۵

نزدیک‌ترین ستاره به زمین خورشید و پس از خورشید «پروکسیما» است که تقریباً ۴ سال نوری با زمین فاصله دارد. این فاصله چند پتامتر است؟

پاسخ:

پاسخ:

$$4 \text{ سال نوری} = 4 \times 9 \times 10^{15} = 3.6 \times 10^{16} m = 3.6 \text{ Pm}$$

توجه ۴:

یکای جرم در SI کیلوگرم است یک کیلوگرم به صورت زیر تعریف می‌شود.

«یک کیلوگرم در SI جرم استوانه‌ای از جنس آلیاژ پلاتین- ایریدیوم است.»

مثال ۶

واحدهای فرعی مثقال (۴/۸۶ گرم) و پوند (۴۵۳/۵ گرم) برای جرم وجود دارد تعیین کنید ۱ تن چند مثقال و چند پوند است.

گرم	مثقال
$1 = 1000 \text{ kg} = 10^6 \text{ g}$	۱
10^6	x

$$\rightarrow x = \frac{10^6}{4/86} = 2.57 \times 10^5 \text{ مثقال}$$

گرم	پوند
$1 = 1000 \text{ kg} = 10^6 \text{ g}$	۱
10^6	x

$$\rightarrow x = 220.5 = 2.205 \times 10^3 \text{ پوند}$$

پاسخ:

مثال ۷

جرم خورشید در حدود 2×10^{30} کیلوگرم است. جرم خورشید برحسب تن چه قدر است؟

پاسخ: $m = 2 \times 10^{27} \text{ ton}$ جرم خورشید برحسب تن

کیلوگرم	تن
۱۰۰۰	۱
2×10^{30}	?

توجه ۵:

یکای زمان در SI ثانیه است یک ثانیه به صورت زیر تعریف می‌شود.

یک ثانیه برابر است با $\frac{1}{86400}$ از یک روز خورشیدی (یک روز خورشیدی فاصله زمانی است که خورشید به صورت متوالی در بالاترین نقطه‌ی آسمان ظاهر می‌شود).

خوب است بدانیم

از سال ۱۹۶۷ میلادی (۱۳۴۷ خورشیدی) تعریف دقیق‌تری برای یکای زمان ارائه شد که براساس تغییر تراز اتم سزیم است. هر ثانیه برابر است با 9192631770 برابر زمانی که لازم است یک میکرو موج بتواند در اتم سزیم تغییر تراز ایجاد کند.





مثال ۸ چند واحد فرعی برای زمان نام ببرید و آن‌ها را با واحد SI (ثانیه) مقایسه کنید.

پاسخ:

دقیقه: هر دقیقه برابر است با: ۶۰ ثانیه

ساعت: هر ساعت برابر است با ۳۶۰۰ ثانیه

روز: هر روز برابر است با: ۸۶۴۰۰ ثانیه

سال: هر سال برابر است با: ۳۱۵۳×۱۰^۷ ثانیه

$$۱ \text{ min} = ۶۰ \text{ s}$$

$$۱ \text{ h} = ۳۶۰۰ \text{ s}$$

$$۱ \text{ day} = ۸۶۴۰۰ \text{ s}$$

$$۱ \text{ year} = ۳۱۵۳ \times ۱۰^۷$$

مثال ۹ اگر سن یک دانش‌آموز سال دهم ۱۶ سال باشد سن او را برحسب روز و ساعت و دقیقه و ثانیه به دست آورید. (هر سال را ۳۶۵ روز فرض کنید)

پاسخ:

$$\text{برحسب روز} \quad ۱۶ \times ۳۶۵ = ۵۸۴۰ \text{ d}$$

$$\text{برحسب ساعت} \quad ۱۶ \times ۳۶۵ \times ۲۴ = ۱۴۰۱۶۰ \text{ h}$$

$$\text{برحسب دقیقه} \quad ۱۶ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰ = ۸۴۰۹۶۰۰ \text{ min}$$

$$\text{برحسب ثانیه} \quad ۱۶ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰ = ۵۰۴۵۷۶۰۰۰ \text{ s}$$

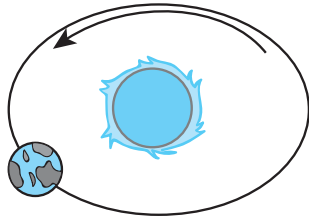


مثال ۱۰ فاصله‌ی زمین تا ستاره‌ای $۴ \times ۱۰^{۱۶} \text{ m}$ است. این فاصله برحسب سال نوری چه قدر است؟

پاسخ:

می‌دانیم که هر سال نوری معادل مسافت $۹ \times ۱۰^{۱۵} \text{ m}$ است. بنابراین خواهیم داشت:

فاصله	برحسب سال نوری
$۹ \times ۱۰^{۱۵} \text{ m}$	۱
$۴ \times ۱۰^{۱۶} \text{ m}$?



یعنی فاصله‌ی زمین تا این ستاره تقریباً $۴/۴$ سال نوری است.

مثال ۱۱ شعاع مدار زمین که به دور خورشید گردش می‌کند ۲×۱۰^{۱۱} متر است این شعاع مدار برحسب Au چه قدر است؟

پاسخ:

هر Au معادل فاصله‌ی میانگین زمین تا خورشید یعنی $۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}$ متر است که در اندازه‌گیری‌های نجومی استفاده می‌شد.

فاصله	برحسب Au
$۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}$	۱
۲×۱۰^{۱۱}	?

بنابراین شعاع مدار زمین به دور خورشید $\frac{۴}{۳} Au$ است.

مثال ۱۲ در چند مورد واحد و نماد درست نوشته شده است؟

$$m = ۶۲۴ \text{ ton} \quad -۳$$

$$t = ۵۸ \text{ s} \quad -۲$$

$$d = ۵۹/۹ \text{ s} \quad -۱$$

$$T = ۳۰۰ \text{ s} \quad -۶$$

$$I = ۲۵ \text{ A} \quad -۵$$

$$d = ۱/۲ \text{ Au} \quad -۴$$

پاسخ: موارد ۲ و ۳ و ۴ و ۵ صحیح هستند.

تبدیل یک‌ها:

در حل مسأله‌های فیزیک برای اندازه‌گیری کمیت‌ها ممکن است با ارقام بسیار بزرگ یا ارقام بسیار کوچک سر و کار پیدا کنیم فرضاً اگر بخواهیم فاصله زمین تا خورشید را برحسب متر بیان کنیم ($۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰$ متر) و یا جرم یک باکتری را برحسب کیلوگرم بیان کنیم. ($۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰$ کیلوگرم) و یا تعداد نوسان‌های میدان مغناطیسی در اشعه ایکس را برحسب هرتز بیان کنیم (۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ هرتز) با مقادیر نامناسب مواجه خواهیم شد.

بهتر است در این موارد از تبدیل یکای موردنظر استفاده کنیم. در برخی موارد واحدهای جایگزین وجود دارد فرضاً برای ابعاد اتم که در حدود 10^{-10} متر است جایگزین $10^{-10} m$ واحد آنگستروم (Å) است در برخی موارد در ازای هر ضربی نمادی خاص وجود دارد فرضاً به جای 10^{-3} از میلی استفاده می‌کنیم ($10^{-3} m = 1 mm$) برای تبدیل یکاهای فیزیکی به جدول ضرایب و پیشوند یکاها مراجعه کنید.

جدول ضرایب و پیشوند یکاها		
نماد	پیشوند	ضریب
<i>Y</i>	یوتا	10^{24}
<i>Z</i>	زتا	10^{21}
<i>E</i>	اگزا	10^{18}
<i>P</i>	پتا	10^{15}
<i>T</i>	ترا	10^{12}
<i>G</i>	گیگا(جیگا)	10^9
<i>M</i>	مگا	10^6
<i>k</i>	کیلو	10^3
<i>h</i>	هکتو	10^2
<i>da</i>	دکا	10^1
<i>d</i>	دسی	10^{-1}
<i>c</i>	سانتی	10^{-2}
<i>m</i>	میلی	10^{-3}
μ	میکرو	10^{-6}
<i>n</i>	نانو	10^{-9}
<i>p</i>	پیکو	10^{-12}
<i>f</i>	فمتو	10^{-15}
<i>a</i>	آتو	10^{-18}
<i>z</i>	زپتو	10^{-21}
<i>y</i>	یوکتو	10^{-24}

نمادگذاری علمی

در نوشتن اعداد بسیار بزرگ یا کوچک از نمادگذاری علمی استفاده می‌کنیم اندازه‌ی هر کمیت فیزیکی وقتی به صورت نماد علمی نوشته می‌شود باید ۳ بخش داشته باشد.

بخش اول عددی بین ۱ تا ۱۰

بخش دوم یک عدد توان دارد بر پایه ۱۰

بخش سوم واحد آن کمیت



مثال ۱۹ با استفاده از روش زنجیره‌ای $\frac{km}{h}$ را به $\frac{m}{s}$ تبدیل کنید.

$$72 \frac{km}{h} = 72 \frac{10^3 m}{3600 s} = \frac{72 \times 10^3 m}{3600 s} = 20 \frac{m}{s} = 2 \times 10^1 \frac{m}{s}$$

پاسخ:

مثال ۲۰ آهنگ عبور گرما از یک پنجره $60 \frac{kJ}{min}$ است. این مقدار در SI چه قدر است؟

$$60 \frac{kJ}{min} = \dots \frac{J}{s}$$

پاسخ:

$$60 \frac{kJ}{min} = 60 \frac{10^3 J}{60 s} = \frac{60 \times 10^3 J}{60 s} = 10^3 \frac{J}{s}$$

مثال ۲۱ در رابطه‌ی $y = \frac{g(A)^2}{2V_0^2}$ اگر y برحسب متر و g برحسب $\frac{m}{s^2}$ و سرعت اولیه (V_0) برحسب $\frac{m}{s}$ باشد. واحد A را به دست آورید.

$$m = \frac{\left(\frac{m}{s^2}\right)(A)^2}{\left(\frac{m}{s}\right)^2} \Rightarrow A = m$$

پاسخ:

مثال ۲۲ طول و عرض یک زمین فوتسال ۴۰ متر و ۲۵ متر است. مساحت زمین فوتسال برحسب واحدهای زیر تعیین کنید.

الف) سانتی‌متر مربع ب) هکتار

پاسخ:

$$\text{الف) } 40 \times 25 = 1000 m^2$$

$$1000 m^2 = \dots cm^2 \Rightarrow \frac{1000 m^2}{cm^2} = \frac{1000}{(10^{-2})^2} = \frac{10^3}{10^{-4}} = 10^7 cm^2$$

$$\text{ب) } 1000 m^2 = \dots (hm)^2 \Rightarrow \frac{1000 m^2}{100^2 m^2} = \frac{10^3}{10^4} = 10^{-1} \text{ هکتار}$$

۹



مثال ۲۳ در نوعی شربت سرماخوردگی ۲۰ میلی‌گرم سیتروزین در ۵۰ میلی‌لیتر مایع شربت وجود دارد. چند گرم ماده سیتروزین در یک لیتر وجود دارد؟

پاسخ: ۵۰ میلی‌لیتر معادل $\frac{5}{100} L = 5 \times 10^{-3} L$ است. بنابراین در $\frac{5}{100}$ لیتر شربت معادل ۲۰ میلی‌گرم سیتروزین وجود دارد.

بنابراین در هر لیتر $\frac{4}{10}$ گرم سیتروزین وجود دارد.

کل مایع (L)	سیتروزین (mg)
$\frac{5}{100}$	۲۰
۱	?

$\longrightarrow x = \frac{200}{5} = 400$ میلی‌گرم



۱-۵- دقت و خطای اندازه‌گیری



برای اندازه‌گیری‌ها ممکن است از دستگاه دارای **درجه‌بندی** (وسیله‌های غیررقمی) و یا دستگاه **دیجیتال** (وسیله‌های رقمی) استفاده کنیم، در هر دو صورت اعداد اندازه‌گیری شده دقیق نیستند و همواره در اندازه‌گیری‌ها خطا وجود دارد. اگرچه ممکن است به وسیله‌ی روش‌هایی دقت اندازه‌گیری را افزایش دهیم.

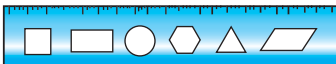
فرض کنید وقتی چشم پزشک، نمره عینک شخصی را تعیین می‌کند دقت اندازه‌گیری خیلی اهمیت دارد. برای افزایش دقت اندازه‌گیری ۳ روش متداول وجود دارد.

- ۱ افزایش دقت وسیله اندازه‌گیری
- ۲ مهارت شخص آزمایشگر
- ۳ تعداد دفعات اندازه‌گیری

دقت اندازه‌گیری: کم‌ترین مقداری که توسط یک دستگاه قابل اندازه‌گیری است را دقت اندازه‌گیری آن دستگاه می‌نامیم فرضاً خط‌کشی که برحسب میلی‌متر مدرج شده عدد $54/6 \text{ cm}$ را نشان می‌دهد می‌گوییم دقت این دستگاه $\frac{1}{10}$ سانتی‌متر است و یا دماسنجی که عدد $25/8^\circ \text{ C}$ را نشان می‌دهد دقتی معادل $\frac{1}{10}$ دارد. ولی نمی‌توانیم معلوم کنیم که $25/8$ به طور دقیق کدام یک از اعداد $25/81$ یا $25/83$ یا $25/89$ بوده است.

خطای اندازه‌گیری: بنابر قرارداد خطای اندازه‌گیری با توجه به نوع هر دستگاه تعریف خاصی دارد.

الف) دستگاه غیررقمی (وسیله‌ی غیردیجیتال که دارای درجه‌بندی است) در این دستگاه $\pm \frac{1}{p}$ برابر کم‌ترین مقدار اندازه‌گیری شده (دقت اندازه‌گیری) را خطا می‌نامیم.



$$\text{(دقت اندازه‌گیری)} = \pm \frac{\text{خطای دستگاه دارای درجه بندی}}{2}$$

ب) دستگاه رقمی (دیجیتال) در این دستگاه ± 1 برابر دقت اندازه‌گیری آن وسیله را خطا می‌نامیم.



$$\text{(دقت اندازه‌گیری)} = \pm \text{خطای دستگاه دیجیتال}$$

فرضاً وقتی با یک خط‌کش که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است عدد 23 سانتی‌متر خوانده شود می‌گوییم دقت آن 1 cm و خطای اندازه‌گیری در این دستگاه مدرج (غیردیجیتال) $\pm \frac{1}{10}$ است. و اگر دمای بدن یک بیمار با دماسنج رقمی (دیجیتال) $37/8^\circ \text{ C}$ گزارش شود می‌گوییم دقت آن $\frac{1}{10}^\circ \text{ C}$ است. و خطای اندازه‌گیری $\pm \frac{1}{10}$ است. یعنی عدد واقعی ممکن است $37/7$ تا $37/9$ باشد.

رقم‌های با معنا و گزارش اندازه‌گیری

در هر اندازه‌گیری رقم‌های ثبت شده برای اندازه‌ی موردنظر را رقم‌های با معنی می‌گوییم.

توجه:

در هر اندازه‌گیری ممکن است رقمی را حدس بزنیم که غیرقطعی است. که این رقم را نیز جزء ارقام با معنا محاسبه می‌کنیم. فرضاً وقتی با خط‌کشی که برحسب 1 cm مدرج شده است طول جسمی را اندازه می‌گیریم عدد 15 cm قطعی ولی در عدد $15/3 \text{ cm}$ رقم غیرقطعی است. در واقع $15/3 \text{ cm}$ دارای ۳ رقم با معنی است و خطای اندازه‌گیری $\pm \frac{1}{10} = \pm \frac{5}{100} \text{ cm}$ است بنابراین در گزارش خود باید عدد را $15/3 \pm \frac{5}{100}$ اعلام کنیم! (طبق بیان کتاب) و تعداد ارقام با معنی ۳ رقم است.

مثال ۲۴ با هر یک از خط‌کش‌های داده شده چند رقم با معنا را می‌توان اندازه‌گیری کرد؟

الف) خط‌کشی که فقط اعداد ۱، ۲، ۳ و ... و ۹ را برحسب سانتی‌متر دارد.

ب) خط‌کشی که فاصله‌ی بین دو عدد صحیح متوالی آن (برحسب سانتی‌متر) به ده قسمت تقسیم شده است.

پاسخ: الف) عدد خوانده شده می‌تواند $7/8$ باشد که رقم راست آن قطعی نیست پس دو رقم با معنا دارد.

ب) عدد خوانده شده می‌تواند $12/5$ میلی‌متر باشد که رقم سمت راست آن قطعی نیست پس ۳ رقم با معنا دارد.



ویژه‌ی علاقمندان

مثال ۲۵ در کارگاه‌های صنعتی مانند تراشکاری از کولیس و ریزسنج استفاده می‌شود کم‌ترین تقسیم‌بندی کولیس $\frac{1}{10}$ میلی‌متر و

ریزسنج $\frac{1}{100}$ میلی‌متر است خطای اندازه‌گیری آن‌ها چه قدر است؟ ارقام با معنی در هر ابزار چند رقم است؟

پاسخ: برای کولیس عدد خوانده شده فرضاً $5/82$ میلی‌متر است که رقم سمت راست قطعی نیست پس تعداد ارقام با معنای آن ۳ است. خطای

$$\text{اندازه‌گیری } (\pm \frac{5}{100}) \text{ mm} = (\pm \frac{1}{10}) \text{ mm} \text{ است.}$$

برای ریزسنج عدد خوانده شده فرضاً $5/826$ میلی‌متر است که رقم سمت راست آن قطعی نیست، پس ۴ رقم با معنی دارد و خطای آن

$$(\pm \frac{1}{1000}) \text{ mm} = \frac{5}{1000} \text{ mm} \text{ است.}$$

توجه:

اگر دقت ریزسنج $\frac{1}{1000}$ باشد خواهیم داشت:

برای ریزسنج عدد خوانده شده فرضاً $5/6245$ میلی‌لیتر است که رقم سمت راست آن قطعی نیست پس ۵ رقم با معنی دارد و خطای آن

$$\frac{1}{10000} = \frac{5}{10000} \text{ است.}$$

ویژه‌ی علاقمندان

مثال ۲۶ با توجه به شکل نشان داده شده نحوه‌ی کار کولیس را به‌طور کامل توضیح دهید.

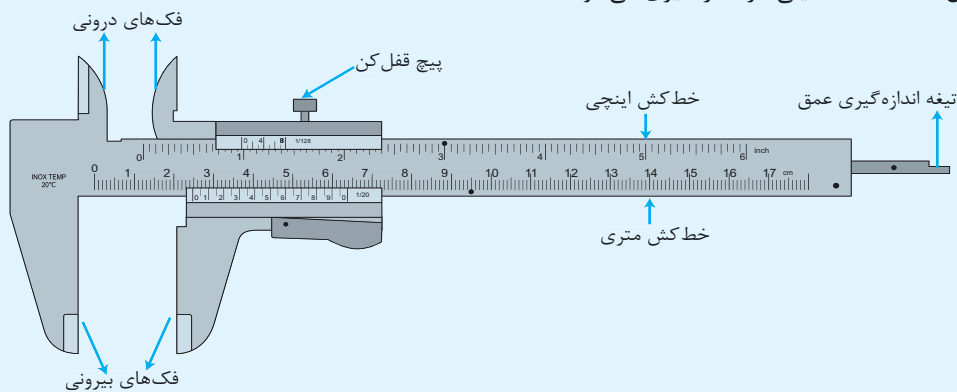
پاسخ: مطابق شکل به قسمت متحرک کولیس، ورنیه (نام مخترع فرانسوی دستگاه) گفته می‌شود خط‌کش فولادی برحسب میلی‌متر مدرج شده است.

توجه مهم:

برروی ورنیه درجه‌بندی کوچکی وجود دارد که ۱۰ قسمت است این ده قسمت به اندازه‌ی ۹ میلی‌متر طول دارد بنابراین هر یک واحد روی ورنیه برابر است با $\frac{9}{10}$ میلی‌متر به عبارتی می‌توان گفت:

«هر درجه ورنیه به اندازه‌ی $\frac{1}{10}$ میلی‌متر از هر درجه روی خط‌کش کوچک‌تر است»

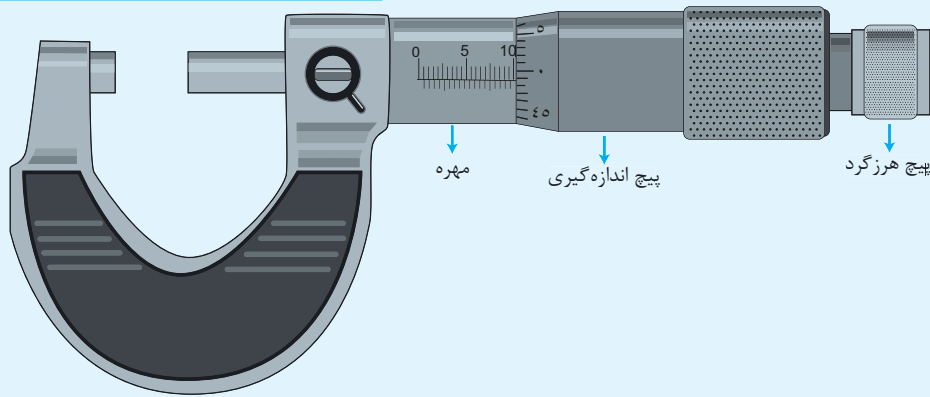
بنابراین در این‌جا عدد $24/9$ میلی‌متر اندازه‌گیری می‌شود.



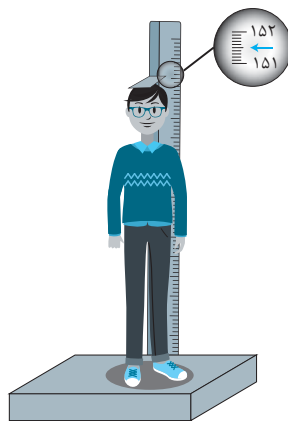
ویژه‌ی علاقمندان

مثال ۲۷ با توجه به شکل نشان داده شده نحوه‌ی کار ریزسنج را به‌طور کامل توضیح دهید.

پاسخ: ریزسنج از دو بخش پیچ (استوانه ثابت) و مهره (استوانه متحرک) تشکیل شده است. با استفاده از قسمت پیچ اندازه برحسب میلی‌متر به‌دست می‌آید. سپس با استفاده از قسمت مهره مقداری با دقت $\frac{1}{100}$ میلی‌متر خوانده می‌شود.



مثال ۲۸ در شکل نشان داده شده قد شخص را با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری کرده‌ایم نتیجه‌ی اندازه‌گیری این خط‌کش برحسب سانتی‌متر و با رقم با معنی کدام است؟



پاسخ: با توجه به شکل داده شده قد شخص بزرگ‌تر از ۱۵۱ سانتی‌متر و کوچک‌تر از ۱۵۲ سانتی‌متر است. بنابراین عدد بین $151/5\text{ cm}$ و $151/6\text{ cm}$ است. در واقع عدد واقعی بین $151/51\text{ cm}$ تا $151/59\text{ cm}$ می‌تواند باشد.

و چون دستگاه غیر دیجیتال است دقت اندازه‌گیری $\pm 1\text{ mm}$ است. یعنی فرضاً عددی مانند $151/52 \pm \frac{5}{100}\text{ cm}$ گزارش می‌شود. که دقت اندازه‌گیری $\frac{5}{100}$ سانتی‌متر و ارقام با معنی ۵ است.

مثال ۲۹ ضخامت جسمی $2/4 \times 10^{-3}$ متر اندازه‌گیری شده است. دقت این اندازه‌گیری را تعیین کنید.

پاسخ: کم‌ترین مقدار $\frac{1}{10}$ میلی‌متر گزارش شده است پس دستگاه اندازه‌گیری کننده کم‌ترین تقسیم بندی‌اش میلی‌متر بوده است.

مثال ۳۰ نتیجه‌ی اندازه‌گیری یک دستگاه دیجیتال به صورت $n \times 10^m$ بر حسب متر است (فرضاً $25 \times 10^{-3}\text{ m}$) نشان دهید خطای اندازه‌گیری 10^m یعنی 10^{-3} است؟

پاسخ: چون کم‌ترین مقدار $\frac{1}{1000}$ متر است $25 \times 10^{-3}\text{ m} = 25\text{ m} \times 10^{-3}$ همین دقت اندازه‌گیری $\frac{1}{1000}$ متر است پس خطای اندازه‌گیری $\pm \frac{1}{1000}$ است به عبارتی 10^{-3} که در حالت کلی 10^m است.



۱-۶- تخمین مرتبه‌ی بزرگی در فیزیک

در برخی موارد لازم است برای تجزیه و تحلیل یک موضوع به‌طور غیردقیق (تقریبی) کمیتی را محاسبه کنیم. این تخمین معمولاً در مسائلی کاربرد دارد که:

۱ دقت بالا در آن‌ها مهم نیست.

۲ زمان کافی برای محاسبه‌ی دقیق وجود ندارد.

۳ اطلاعات کافی در دسترس نیست.

به عنوان مثال مقدار تبخیر بنزین سالانه در یک کشور و یا مقدار مصرف برنج سالانه یک کشور را می‌توان با تخمین به‌دست آورد.

توجه:

نوعی از تخمین که در فیزیک کاربرد زیادی دارد، تخمین مرتبه‌ی بزرگی است. در این تخمین ابتدا همه‌ی اعداد به صورت نماد علمی $x \times 10^n$ نوشته می‌شود. اگر $5 \leq x < 10$ باشد آن را به صورت 10^1 قرار می‌دهیم اگر $1 \leq x < 5$ باشد آن را به صورت 10^0 قرار می‌دهیم به عنوان مثال عدد $5/91 \times 10^5$ را به صورت 10^6 تقریب می‌زنیم.

مثال ۳۱ اگر مساحت کشورمان ایران $1/600/000 \text{ km}^2$ باشد و متوسط بارش باران در کل کشور 20 mm و قطر هر قطره باران 4 mm فرض شود تعداد قطره‌های باران را در کل کشور تخمین بزنید.

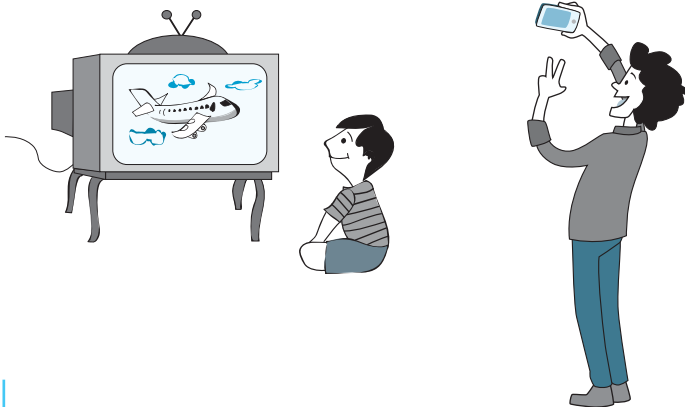
پاسخ: ابتدا مساحت کشور را برحسب m^2 سپس حجم بارش را تخمین می‌زنیم

$$1/6 \times 10^6 \text{ km}^2 = A = 1/6 \times 10^6 \times 10^6 \text{ m}^2 \sim 10^{12} \text{ m}^2$$

با توجه به این که حجم هر قطره که به صورت کره فرض می‌شود معادل $V = \frac{4}{3} \times \pi \times (2 \times 10^{-3})^3$ است با تقریب 10^{-8} m^3 خواهد بود بنابراین در

نهایت $\frac{10^{12}}{10^{-8}} = 10^{20}$ تعداد قطره‌های باران است.

مثال ۳۲ تخمین بزنید که یک فرد در طول عمر خود چند ساعت را صرف موبایل و تماشای تلویزیون می‌کند.



پاسخ: فرض کنیم به‌طور متوسط یک شخص در مدت ۶۰ سال روزانه ۳ ساعت از موبایل و تلویزیون استفاده کند، بنابراین:

$$60 \times 365 \times 3 \sim 10^2 \times 10^2 \sim 10^4$$

مثال ۳۳ تخمین بزنید یک انسان در طول زندگی‌اش چند بار پلک می‌زند.

پاسخ: اگر سن یک فرد را تقریباً ۷۵ سال و تعداد پلک زدن در هر ۵ ثانیه یکبار باشد خواهیم داشت:

$$\text{تعداد ثانیه‌های عمر} = 75 \times 365 \times 24 \times 3600 =$$

$$\approx (7/5 \times 10^1)(3/65 \times 10^2)(2/4 \times 10^1)(3/6 \times 10^3) \approx 10^2 \times 10^2 \times 10^1 \times 10^3 \approx 10^8$$

$$\text{تعداد پلک زدن‌ها} = \frac{10^8}{5} = \frac{10}{5} \times 10^7 = 2 \times 10^7$$



مثال ۳۴ تعداد خودروهای در حال تردد در کشور حدود ۱۵ میلیون است. توان متوسط چراغ‌های هر خودرو ۱۰۰ وات است با سوزاندن هر لیتر سوخت $4 \times 10^7 J$ انرژی تولید می‌شود و بازده آن ۲۰ درصد است اگر در هر شبانه روز چراغ خودرو ۱ ساعت روشن باشد مصرف سوخت به دلیل روشن بودن چراغ‌ها را تخمین بزنید.



پاسخ: ابتدا انرژی مورد نیاز برای چراغ‌ها را تخمین می‌زنیم:

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = (100)(3600)$$

$$(15 \times 10^6)(100 \times 3600) J = 1/5 \times 10^7 \times 10^2 \times 3/6 \times 10^3 \sim 10^7 \times 10^2 \times 10^3 = 10^{12} J$$

انرژی مفید	انرژی مصرفی
۲۰	۱۰۰
۱۰ ^{۱۲}	?

انرژی کل مصرفی باید $5 \times 10^{12} J$ باشد \Rightarrow

بنابراین معادل $\frac{5 \times 10^{12}}{4 \times 10^7}$ لیتر سوخت یعنی ۱۲۵ هزار لیتر مصرف می‌شود.

مثال ۳۵ تفاوت دقت و صحت اندازه‌گیری را با ذکر مثالی توضیح دهید.

پاسخ: یک ساعت دیواری ممکن است اعداد را درست نشان دهد ولی دقت بالایی نداشته باشد ولی یک ساعت دیجیتال ممکن است تا $\frac{1}{100}$ ثانیه را نشان دهد اگرچه دقیق است ولی ساعت را درست نشان ندهد.

توجه:

در یک اندازه‌گیری مناسب باید دقت و صحت هر دو وجود داشته باشد.

۱-۷- چگالی (جرم حجمی)

فرض کنید یک سطل پر از آب باشد و بار دیگر همان سطل پر از پیچ و مهره آهنی باشد کدام یک سنگین‌تر است. با وجود آنکه حجم‌های مساوی وجود دارد ولی در حجم یکسان جرم آهن بیش‌تر از آب است. این خاصیت که اجسام در حجم‌های یکسان جرم متفاوت و یا برای جرم‌های یکسان حجم متفاوت دارند مربوط به چگالی است. فرضاً ممکن است تراکم استخوان یک فرد در اثر بیماری یا کهولت سن کاهش یابد با این‌که همان حجم سابق را دارد ولی چگالی آن کم‌تر می‌شود و یا در کارهای مهندسی عمران چگالی بتن با توجه به کاربرد متفاوت است.

تعریف: یک متر مکعب از یک ماده همگن جرمی دارد که به آن چگالی گویند.

رابطه و واحد چگالی

جرم (kg)	حجم (m ^۳)
m	V
?	۱

$$\rho_{\text{چگالی}} = \frac{m \text{ جرم}}{V \text{ حجم}} \Rightarrow \text{واحد چگالی} = \frac{kg}{m^3}$$

مثال ۳۶ چگالی طلا تقریباً $\frac{19300 \text{ kg}}{m^3}$ است چگالی طلا را بر حسب $\frac{g}{cm^3}$ بیابید.

پاسخ:

$$19300 \frac{kg}{m^3} = 19300 \frac{10^3 g}{10^6 cm^3} = 19300 \times \frac{1}{10^3} = 19/3 \frac{g}{cm^3}$$





مثال ۳۷ چرا یخ روی آب شناور می‌شود؟

پاسخ: وقتی آب یخ می‌زند حجم آن افزایش می‌یابد در حالی که جرم ثابت است بنابراین چگالی آب پس از یخ زدن کمتر از آب می‌شود.

مثال ۳۸ چگالی فلز آسمیم $\frac{22}{5} \frac{g}{cm^3}$ است، تعیین کنید یک متر مکعب از آن چه جرمی دارد. این جرم را با جرم یک متر مکعب آب مقایسه کنید.

کنید.

پاسخ:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 22/5 \times 10^3 = \frac{m}{1} \Rightarrow m = 22/5 \times 10^3 \text{ kg}$$

یعنی این مکعب $22/5$ تن جرم دارد. در حالی که برای ۱ متر مکعب آب با توجه به این که چگالی آب $1 \frac{g}{cm^3}$ است، خواهیم داشت:

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

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 10^3 = \frac{m}{1} \Rightarrow m = 1000 \text{ kg}$$

مثال ۳۹ جرم یک پرتقال با پوست ۲۰۰ گرم است وقتی آن را درون استوانه مدرج محتوی آب قرار می‌دهیم حجم آب ۲۵۰ سانتی‌متر مکعب افزایش می‌یابد همان پرتقال بدون پوست جرمی معادل ۱۵۰ گرم دارد و حجم آب را ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب تغییر می‌دهد.

الف) چگالی پرتقال بدون پوست، پرتقال و پوست پرتقال را بیابید.
ب) پرتقال بدون پوست سبک‌تر است آیا چگالی کم‌تری هم دارد.

پاسخ: الف)

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{200}{250} = 0.8 = 8 \times 10^{-1} \frac{g}{cm^3} \text{ پرتقال با پوست}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{150}{100} = 1.5 = \frac{3}{2} \frac{g}{cm^3} \text{ پرتقال بدون پوست}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{50}{150} = \frac{1}{3} \frac{g}{cm^3} \text{ پوست پرتقال}$$

ب) خیر

مثال ۴۰ خون در گردش بدن یک فرد بالغ حدود ۵/۱ لیتر است. اگر چگالی خون $1/05 \frac{g}{cm^3}$ باشد، جرم خون در گردش این فرد چند کیلوگرم است. (هر لیتر معادل 1000 cm^3 است)

است. (هر لیتر معادل 1000 cm^3 است)

پاسخ: با استفاده از رابطه و چگالی $\rho = \frac{m}{V}$ خواهیم داشت:

$$1/05 = \frac{m}{(5/1)(10^3)} \Rightarrow m = 5355 \text{ g} = 5/355 \text{ kg}$$

مثال ۴۱ جرم یک ظرف توخالی ۴۰۰ گرم است وقتی این ظرف را از مایعی به چگالی $0/8 \frac{g}{cm^3}$ پر می‌کنیم جرم مجموعه ۵۶۰ گرم و هنگامی که

همین ظرف را از مایع دیگری پر می‌کنیم جرم مجموعه به ۶۴۰ گرم می‌رسد چگالی مایع دوم چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

پاسخ: جرم مایع اول و جرم مایع دوم به ترتیب ۱۶۰ گرم و ۲۴۰ گرم است. حجم مایع اول طبق $\rho = \frac{m}{V}$ برابر است با: $0/8 = \frac{160}{V} \Rightarrow V = 200 \text{ cm}^3$

بنابراین حجم مایع دوم هم 200 cm^3 و در نتیجه چگالی آن $\frac{240}{200}$ یعنی $1/2$ است.



مثال ۴۲ ۲۰۰ گرم از مایعی به چگالی $\frac{8}{10} \frac{g}{cm^3}$ را با ۶۰۰ گرم از مایعی به چگالی $\frac{2}{1} \frac{g}{cm^3}$ مخلوط می‌کنیم چگالی مخلوط را به دست آورید.

$$\rho = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{200 + 600}{\left(\frac{200}{2}\right) + \left(\frac{600}{8}\right)} = \frac{800}{250 + 75} = \frac{800}{325} = \frac{16}{65} \frac{g}{cm^3}$$

پاسخ:

مثال ۴۳ در یک ظرف پر از آب قطعه‌ای طلا به جرم ۴۰ گرم قرار می‌دهیم در نتیجه 4 cm^3 مایع بیرون می‌ریزد در

این صورت چگالی قطعه طلا را تعیین کنید. آیا این قطعه از طلای خالص است؟ ($\rho = 19/3 \frac{g}{cm^3}$ طلا)



پاسخ: با توجه به حجم مایع خارج شده حجم قطعه طلا ۴ سانتی‌متر مکعب است، بنابراین چون جرم آن ۴۰ گرم است چگالی این قطعه طبق رابطه‌ی

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ برابر است با: } \rho = \frac{40}{4} = 10 \frac{g}{cm^3}$$

از آنجا که چگالی طلا $19/3 \frac{g}{cm^3}$ است، پس این قطعه طلای خالص نیست.

مثال ۴۴ چگالی آلومینیوم $\frac{2}{7} \frac{g}{cm^3}$ و چگالی مس $\frac{8}{9} \frac{g}{cm^3}$ دو ظرف غذا با حجم 100 cm^3 یکی از آلومینیوم و ظرف دیگر از مس است

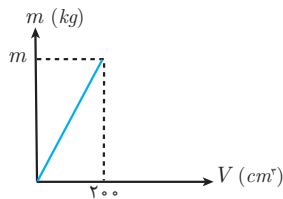
جرم ظرف مسی چند گرم بیش‌تر است؟

$$m_{Al} = (\rho V)_{Al} \Rightarrow m_{Al} = (2/7)(100) = 270 \text{ g} \quad \Rightarrow \Delta m = 620 \text{ g}$$

$$m_{Cu} = (\rho V)_{Cu} \Rightarrow m_{Cu} = (8/9)(100) = 890 \text{ g}$$

پاسخ:

مثال ۴۵ با توجه به نمودار مقابل اگر چگالی جسم $3 \frac{g}{cm^3}$ باشد، m را بیابید.



پاسخ:

$$3 \frac{g}{cm^3} = 3000 \frac{kg}{m^3} \Rightarrow 3000 = \frac{m}{200 \times 10^{-6}} \Rightarrow m = 0/6 \text{ kg}$$

مثال ۴۶ چگالی کره ماه تقریباً ۳۳۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. اگر شعاع ماه تقریباً ۱۷۵۰ کیلومتر باشد

(الف) جرم ماه را بر حسب کیلوگرم تعیین کنید. ($\pi \approx 3$)

(ب) اگر شعاع زمین را ۶۴۰۰ کیلومتر فرض کنیم حجم زمین چند برابر ماه است؟

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 3340 = \frac{m}{\frac{4}{3} \times 3 \times (1750 \times 10^3)^3} \Rightarrow m = 7/16 \times 10^{22} \text{ kg}$$

پاسخ: (الف)

$$\frac{V_{\text{زمین}}}{V_{\text{ماه}}} = \frac{\frac{4}{3} \pi R_e^3}{\frac{4}{3} \pi R_m^3} = \left(\frac{R_e}{R_m}\right)^3 = \left(\frac{6400}{1750}\right)^3 \sim 50$$

(ب)



مسائل نمونه فصل (۱)

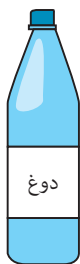
۱۷. واحد انرژی ژول و رابطه‌ی انرژی پتانسیل $U = mgh$ است. واحد g را معلوم کنید؟

۱۸. ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ 4200 است، این ظرفیت چند

$\frac{cal}{g \cdot ^\circ C}$ است. (هر کالری تقریباً $\frac{1}{4.2}$ ژول است.)

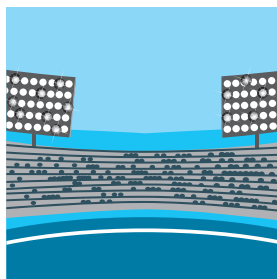
۱۹. فشار هوا در سطح دریا معادل 100 کیلو پاسکال است (هر پاسکال معادل یک نیوتون بر متر مربع است) فشار هوا چند نیوتون بر سانتی‌متر مربع است؟

۲۰. حجم یک بطری دوغ 250 میلی‌لیتر است هر لیتر 1000 سانتی‌متر مکعب است حجم این بطری چند سانتی‌متر مکعب است؟



۲۱. در رابطه‌ی $V^2 = Ax^2 + Bx$ ، x مکان و واحد آن متر، V سرعت و واحد آن $\frac{m}{s}$ است در این صورت واحد A و B را به دست آورید.

۲۲. در بازی‌های جام جهانی فوتبال ۳۲ تیم در ۸ گروه چهار تیمی شرکت می‌کنند اگر به‌طور متوسط هر بازی 5000 تماشاچی با بلیط 60 دلار داشته باشد تخمین بزنید که درآمد حاصل از بلیط فروشی چند دلار است؟ اگر این بازی‌ها در ایران انجام شود درآمد بلیط فروشی تقریباً چند تومان خواهد بود؟



۲۳. اگر هر خانوار ایرانی به‌طور متوسط در شبانه‌روز معادل 5 ساعت به اندازه‌ی یک لامپ 100 واتی کمتر انرژی مصرف کنند صرفه‌جویی سالانه را تخمین بزنید.

۲۴. شعاع کره‌ی زمین 6400 کیلومتر است. اگر بخواهیم از کنار هم قرار دادن انسان‌ها به دور کره‌ی زمین کمربند انسانی ایجاد کنیم چه تعداد انسان نیاز است؟

۲۵. جرم جسمی توسط یک دستگاه اندازه‌گیری به صورت $kg \pm 0.05$ / $kg \pm 0.154$ گزارش شده است. تعیین کنید در این اندازه‌گیری:

الف) چند رقم با معنی وجود دارد؟ ب) رقم غیر قطعی آن کدام است؟

۱. فیزیک‌دانان برای توصیف پدیده‌های فیزیکی اغلب از چه مواردی استفاده می‌کنند. (۳ مورد نام ببرید.)

۲. برای رفتار اتم (تا سال ۱۹۲۶) مدلی را که ارائه شده نام ببرید.

۳. در چه صورت یک مدل با نظریه‌ی فیزیکی بازنگاری می‌شود.

۴. مدل‌سازی در فیزیک چگونه فرآیندی است، مثالی بزنید.

۵. به نظر شما وقتی می‌خواهیم حرکت یک هواپیما را مدل‌سازی کنیم آیا می‌توانیم از وجود هوا صرف‌نظر کنیم.

۶. اگر ترازویی داشته باشیم که دقت آن $\frac{1}{10}$ کیلوگرم باشد. چگونه می‌توانیم جرم یک دانه لوبیا را با این ترازو اندازه بگیریم؟

۷. با خط‌کشی که دقت آن سانتی‌متر است، چگونه می‌توانیم ضخامت یک برگه کاغذ را اندازه‌گیری کنیم؟

۸. حاصل ضرب جرم در سرعت یک جسم را اندازه حرکت آن جسم می‌گویند و آن را با P نشان می‌دهند واحد اندازه حرکت در SI چیست؟

۹. در مجموعه‌ی زیر کدام کمیت‌ها فرعی هستند.

آهنگ رسانش گرما - دما - زمان - شتاب - فشار - مقاومت الکتریکی

۱۰. یک قرن تقریباً چند میلیارد ثانیه است؟

۱۱. هواپیمایی در فاصله‌ی 3000 پا از سطح دریا حرکت می‌کند، این ارتفاع را بر حسب متر و اینچ به دست آورید.



۱۲. مساحت خلیج فارس حدود 240 هزار کیلومتر مربع است، این مساحت چند هکتار است؟

۱۳. وقتی می‌گوییم مصرف روزانه‌ی بنزین در کشور نسبت به سال قبل ۲ درصد رشد دارد، مفهوم آن چیست؟

در سال ۹۴ مصرف روزانه 68 میلیون لیتر بوده است. در سال ۹۶ مصرف بنزین تقریباً چند لیتر است؟

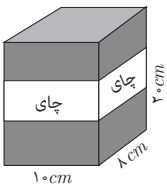
۱۴. مصرف سالانه‌ی برنج در کشور را تخمین بزنید.

۱۵. آهنگ خروج از یک لوله انتقال آب شیرین 3600 لیتر بر ساعت است آهنگ خروج آب از این لوله چند میلی‌گرم بر ثانیه است؟

۱۶. وقتی می‌گوییم کولر گازی 30000 منظورمان مقدار سرمادهی آن در ساعت است ($\frac{BTU}{h}$) اگر $1 BTU = 1055 J$ باشد سرمادهی

این کولر بر حسب $\frac{J}{s}$ چه قدر است؟





۳۴. مطابق شکل ابعاد یک پاکت چای گلستان به ابعاد $20\text{cm} \times 10\text{cm} \times 8\text{cm}$ دارای جرم خالص 500 گرم است. چگالی چای خشک چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

۳۵. سه مایع A ، B ، و C که باهم مخلوط نمی شوند. را درون یک استوانه‌ی شیشه‌ای می‌ریزیم پس از جدا شدن مایع‌ها ترتیب قرار گرفتن آن‌ها از بالا به پایین چگونه است؟

$$\text{فرض کنید } (\rho_A = 14 \frac{g}{cm^3}, \rho_B = 1200 \frac{kg}{m^3}, \rho_C = 600 \frac{g}{L})$$

۳۶. در بدن یک انسان بالغ حدود $5/2$ لیتر خون وجود دارد اگر چگالی خون $1/06 \frac{g}{cm^3}$ باشد تعیین کنید چند درصد از وزن یک شخص 80 کیلوگرمی را خون آن شخص تشکیل می‌دهد. ($g \sim 10 \frac{N}{kg}$)

۳۷. آب در محدوده‌ی صفر تا 4 درجه‌ی سلسیوس انبساط غیرعادی دارد، یعنی به جای افزایش حجم کاهش حجم می‌دهد با توجه به این مفهوم وقتی سطح دریاچه‌ای یخ می‌زند دمای لایه‌های آب در زیر آن چگونه است؟

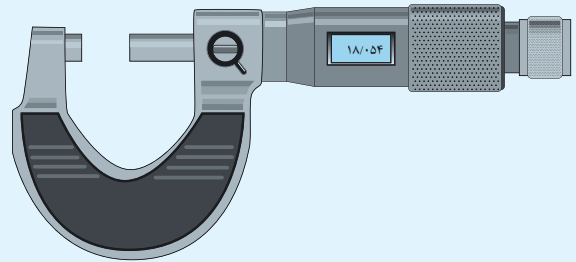
۳۸. با مخلوط کردن 200 گرم مایع A و 900 گرم مایع B مخلوطی ایجاد کرده‌ایم. اگر $\rho_A = 2 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_B = 3 \frac{g}{cm^3}$ تعیین کنید:

(الف) چگالی مخلوط؟
(ب) چند درصد از حجم مخلوط را مایع B تشکیل می‌دهد؟

۲۶. دو ریزسنج A و B در نظر بگیرید A رقمی (دیجیتال) و دارای دقت $\frac{1}{1000}$ میلی‌متر و B غیررقمی (غیر دیجیتال) و دارای دقت $\frac{1}{100}$ میلی‌متر هستند. خطای هر کدام از ریزسنج‌ها را به دست آورید.

ویژه‌ی علاقمندان

۲۷. یک ریزسنج رقمی (دیجیتال) مطابق شکل طول قطعه‌ای را $18/054$ میلی‌متر نشان می‌دهد، خطای دستگاه و رقم غیرقطعی را تعیین کنید.



۲۸. در یک کولیس قسمت خط‌کش (بخش ثابت) روی عدد $18/4\text{cm}$ تنظیم شده است. اگر از ورنیه (بخش متحرک) عدد 9 بر روی یکی از خط‌های خط‌کش منطبق شود. دقت اندازه‌گیری و خطای اندازه‌گیری و رقم غیرقطعی را معلوم کنید.

۲۹. یک مکعب همگن که هر ضلع آن 20 سانتی‌متر و چگالی آن $10 \frac{g}{cm^3}$ است، چند نیوتون وزن دارد؟
۳۰. وقتی آب یخ می‌زند تقریباً حجم آن 10 درصد افزایش می‌یابد چگالی یخ چند برابر آب است؟

۳۱. در یک بطری با گنجایش 4 لیتر چند کیلوگرم از هر مایع زیر را می‌توان جای داد؟

$$\text{الف) آب } \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}$$

$$\text{ب) بنزین } \rho_{\text{بنزین}} = 0.9 \frac{g}{cm^3}$$

$$\text{ج) جیوه } \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$$

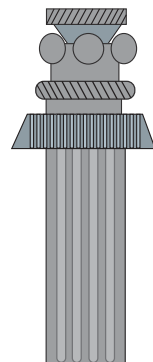
۳۲. مکعبی به ضلع 10 سانتی‌متر و چگالی $8 \frac{g}{cm^3}$ جرمی معادل 7 کیلوگرم دارد.

الف) آیا این مکعب توپر است؟

ب) حجم حفره درون آن را بیابید.

۳۳. یکی از ستون‌های سنگی تخت جمشید که به شکل استوانه است دارای قطر یک متر و ارتفاع 3 متر است جرم این ستون چند تن است؟

$$\text{(چگالی سنگ } 6 \frac{g}{cm^3} \text{ فرض شود.)}$$



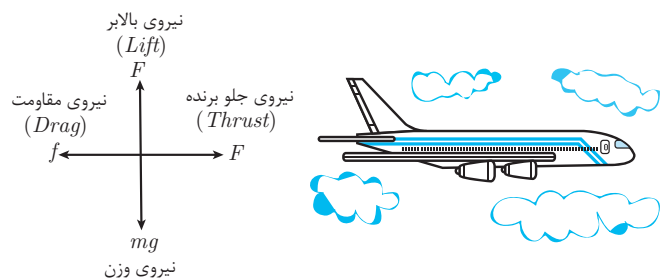
پاسخ مسائل نمونه فصل (۱)

۱. فیزیک‌دانان برای توصیف پدیده‌ها اغلب از قانون ۲- مدل ۳- نظریه استفاده می‌کنند.

سال	مدل	دانشمندان ارائه کننده
۱۸۰۷	توپ بیلیارد	دالتون
۱۹۰۳	کیک کشمشی	تامسون
۱۹۱۱	هسته‌ای	رادرفورد
۱۹۱۳	سیاره‌ای	بور
۱۹۲۶	ابر الکترونی	شرویدنر

۳. وقتی نتایج آزمایش‌های جدید باعث می‌شود که مدل قبلی را با مدل جدید جایگزین کنیم و حتی مدل را تغییر دهیم و از نظریه جدید استفاده کنیم.

۴. مدل‌سازی فرآیندی است که در آن یک پدیده‌ی فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود. به عنوان مثال وقتی می‌خواهیم حرکت یک هواپیما را بررسی کنیم برای ساده‌سازی، نیروهای مهم وارد بر آن را به شکل زیر بررسی می‌کنیم.



۵. خیر - در مدل‌سازی فقط می‌توانیم از عواملی صرف‌نظر کنیم که تأثیر چندانی در بررسی مسأله نداشته باشند. در حرکت هواپیما هوا عامل بسیار مهمی است.

۶. تعدادی لوبیای هم‌اندازه را جدا می‌کنیم تا جرم آن‌ها ۱۰۰ گرم یا ۲۰۰ گرم یا ۳۰۰ گرم باشد با توجه به تعداد به‌دست آمده می‌توانیم جرم یک عدد لوبیا را به‌دست آوریم.

۷. می‌توانیم ضخامت تعدادی از برگ‌ها را برحسب سانتی‌متر معلوم کنیم و سپس با تقسیم عدد به‌دست آمده به تعداد کاغذها ضخامت هر یک از برگ‌ها را به‌دست آوریم.

$$P = mV \quad \text{۸.}$$

$$kg \frac{m}{s} = \text{واحد اندازه حرکت}$$

۹. آهنگ رسانش گرما - شتاب - فشار - مقاومت الکتریکی

$$۱۰. \quad ۱۰۰(۳۶۵) = ۱۰۰۰ \text{ سال} = ۱ \text{ قرن}$$

$$= (۳۶۵۰۰) = (۳۶۵۰۰)(۲۴) = (۳۶۵۰۰)(۲۴)(۶۰) \text{ دقیقه}$$

$$= (۳۶۵۰۰)(۲۴)(۶۰)(۶۰) = ۳۱۵۳۶۰۰۰۰۰ \text{ ثانیه}$$

که اگر آن را تقریباً بزینم حدود ۱۰^9 ثانیه می‌شود توجه کنیم که سه میلیارد و یکصد و پنجاه و سه میلیون و ششصد هزار ثانیه معادل یک قرن است. (جواب سؤال: یک میلیارد ثانیه)

$$۱۱. \text{ هر فوت معادل } ۳۰/۴۸ \text{ سانتی‌متر است و هر اینچ } ۲/۵۴ \text{ سانتی‌متر است.}$$

$$۳۰۰۰۰ \text{ ft} = ۳۰۰۰۰(۳۰/۴۸) \text{ cm} = ۹۱۴۴۰۰ \text{ cm} = ۹۱۴۴ \text{ m}$$

$$۱ \text{ ft} = ۱۲ \text{ in} \Rightarrow ۳۰۰۰۰ \text{ ft} = ۳۰۰۰۰ \times ۱۲ \text{ in} = ۳۶۰۰۰۰ \text{ in}$$

۱۲. هر هکتار $(۱۰^4) = ۱۰۰۰۰$ متر مربع است.

$$۲۴۰۰۰۰ \text{ km}^2 = ۲۴ \times ۱۰^4 \times ۱۰^6 \text{ m}^2 = \frac{۲۴ \times ۱۰^{10} \text{ m}^2}{۱۰^4} = ۲۴ \times ۱۰^6$$

۱۳. در هر سال مصرف روزانه معادل ۲ درصد افزایش می‌یابد فرضاً اگر در سال ۹۴ مصرف روزانه کشورمان ۶۸ میلیون لیتر باشد

$$۹۵ \text{ سال} = ۶۸ + \frac{۲}{۱۰۰}(۶۸) = ۶۹/۳۶$$

$$۹۶ \text{ سال} = ۶۹/۳۶ + \frac{۲}{۱۰۰}(۶۹/۳۶) = ۷۰/۷۴$$

۱۴. با مراجعه به سایت و آمار وزارت جهاد کشاورزی مصرف سرانه‌ی برنج ۴۰ کیلوگرم است بنابراین با توجه به جمعیت ۷۸۴۷۵۰۰۰ (در سال ۹۴) خواهیم داشت $۷۸۴۷۵۰۰۰ \times ۴۰ = ۳۱۳۹۰۰۰۰۰۰$ یعنی معادل سه میلیارد و صد و سی و نه میلیون کیلوگرم و برحسب تن خواهیم داشت ۳۱۳۹۰۰۰ ton تخمین این عدد حدود $۱۰^9 \text{ kg} = ۱۰^6 \text{ ton}$ خواهد بود.

۱۵. می‌دانیم هر لیتر آب خالص معادل یک کیلوگرم است

$$۳۶۰۰ \frac{L}{h} = ۳۶۰۰ \frac{kg}{h} = ۳۶۰۰ \frac{kg}{۳۶۰۰ s} = \frac{۳۶۰۰}{۳۶۰۰} \times \frac{۱۰^3}{1} \times \frac{g}{s}$$

$$= ۱۰۰۰ \frac{g}{s} = ۱۰^6 \frac{mg}{s}$$

۱۶.

$$۳۰۰۰ \frac{BTU}{h} = ۳۰۰۰ \frac{۱۰۵۵ J}{۳۶۰۰ s} = ۸۷۹۱/۶ = ۸/۷۹۱۶ \times ۱۰^۳ \frac{J}{s}$$

۱۷.

$$u = \frac{m}{J} \frac{g}{kg} \frac{h}{m} \text{ واحد } g \text{ معادل } \frac{J}{kgm} \text{ خواهد بود.}$$

۱۸.

$$۴۲۰۰ \frac{J}{kg^\circ C} = ۴۲۰۰ \frac{۴/۲ \text{ cal}}{۱۰^۳ g^\circ C} = \frac{۴۲۰۰ \text{ cal}}{۴۲۰۰ g^\circ C} = 1 \frac{\text{cal}}{g^\circ C}$$

۱۹.

$$۱۰۰ \text{ kPa} = ۱۰^5 \text{ Pa} = ۱۰^5 \frac{N}{m^2} = ۱۰^5 \frac{N}{۱۰^4 \text{ cm}^2} = ۱۰ \frac{N}{\text{cm}^2}$$





۲۰

$$250 \text{ mL} = 250 \times 10^{-3} \times 10^3 \text{ cm}^3 = 250 \text{ cm}^3$$

۲۱ واحد طرفین رابطه باید برابر باشد.

$$V^2 = Ax^2 + Bx \Rightarrow \left(\frac{m}{s}\right)^2 = A(m)^2 + B(m)$$

$$\begin{cases} A(m^2) = \left(\frac{m}{s}\right)^2 \\ B(m) = \left(\frac{m}{s}\right)^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Rightarrow \frac{1}{2s^2} \\ \Rightarrow \frac{m}{2s^2} \end{cases}$$

۲۲ برای مشخص شدن قهرمان در کل ۶۴ بازی انجام می‌شود.

(۴ بازی حذفی) \rightarrow (۸ بازی مرحله حذفی) \rightarrow (۴۸ بازی مرحله گروهی)(۱ بازی فینال) \rightarrow (۲ بازی رده‌بندی)

$$64 \times 50000 \times 60 = (6/4 \times 10^1)(5 \times 10^4) \times (6 \times 10^1)$$

$$\simeq 10^2 \times 10^5 \times 10^2 \simeq 10^9$$

تقریباً یک میلیارد دلار درآمد بلیط فروشی خواهد بود با فرض هر دلار ۳۵۰۰ تومان خواهیم داشت:

$$(10^9 \times 3/5 \times 10^3) = 10^{12} = \text{هزار میلیارد تومان}$$

۲۳ اگر به‌طور میانگین هر خانواده را ۵ نفر در نظر بگیریم و جمعیت کشور را حدود ۸۰ میلیون فرض کنیم ۱۶ میلیون خانواده وجود دارد.

$$(16 \times 10^6)(100 \times 5 \times 3600) (365)$$

$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \\ \text{تعداد} & P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P \cdot t & \downarrow \\ \text{خانواده‌ها} & \text{صرفه جویی} & \text{صرفه جویی} \\ & \text{در یک سال} & \text{در یک روز} \end{array}$$

$$E \sim 10^7 \times 10^6 \times 10^2 = 10^{15} \text{ J} = 1 \text{ PJ}$$

۲۴ محیط کره‌ی زمین را با استفاده از $2\pi R$ به‌دست می‌آوریم $2 \times 3 \times 6400 \times 10^3$ اگر پهنای بدن هر شخص را نیم متر در نظر بگیریم خواهیم داشت.

$$\frac{2 \times 3 \times 6400 \times 10^3}{0.5} = 4 \times 3 \times 6400 \times 10^3 =$$

$$12 \times 6400 \times 10^3 \sim 10^8$$

۲۵ الف) صفرهای سمت راست به عنوان رقم قطعی محاسبه می‌شوند ولی صفرهای سمت چپ را در نظر نمی‌گیریم بنابراین ۳ رقم با معنی وجود دارد.

ب) رقم آخر سمت راست یعنی عدد ۴ رقم غیرقطعی است.

۲۶ خطای ریزسنج A به دلیل این‌که دستگاه رقمی است معادل (دقت) \pm است و خطای ریزسنج B به دلیل این‌که دستگاه غیررقمی است معادل (دقت) $\pm \frac{1}{p}$ است. بنابراین خطای ریزسنج A $\pm (0.001 \text{ mm})$ خطادارد. و خطای ریزسنج B $\pm \frac{1}{p} \left(\frac{1}{1000}\right)$ یعنی $\left(\pm \frac{5}{1000}\right)$ است.۲۷ دقت دستگاه اندازه‌گیری $\frac{1}{1000}$ میلی‌متر است. چون دستگاه رقمیاست، بنابراین خطای اندازه‌گیری معادل $\pm \frac{1}{1000}$ میلی‌متر خواهد بود. عدد ۴ رقم غیرقطعی خواهد بود.۲۸ با توجه به اطلاعات سؤال عددی که خوانده می‌شود $18/49$ سانتی‌متر خواهد بود. بنابراین دقت اندازه‌گیری $\frac{1}{100}$ سانتی‌متر است. چون دستگاهغیررقمی است بنابراین خطای اندازه‌گیری معادل (دقت اندازه‌گیری) $\pm \frac{1}{p}$ خواهد بود یعنی خطای دستگاه $\pm \frac{1}{p} \left(\frac{1}{100}\right) = \pm \frac{5}{1000}$ است. رقم غیرقطعی

عدد ۹ است.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 10 = \frac{m}{2 \cdot 10^3} \Rightarrow m = 8 \times 10^4 \text{ g} = 80 \text{ kg} \quad 29$$

$$\Rightarrow w = mg = 800 \text{ N}$$

$$\rho_{\text{بخ}} = \left(\frac{m}{V}\right)_{\text{بخ}}$$

$$\rho_{\text{بخ}} = \frac{m_{\text{آب}}}{V_{\text{آب}} + \frac{1}{100} V_{\text{آب}}} = \frac{m_{\text{آب}}}{\frac{11}{10} V_{\text{آب}}}$$

$$\rho_{\text{بخ}} = \frac{1}{11} \left(\frac{m}{V}\right)_{\text{آب}} = \frac{1}{11} \rho_{\text{آب}}$$

۳۱ چون حجم بطری ثابت و برای هر ۳ مایع ۴ لیتر خواهد بود، بنابراین

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 4L = 4(1000 \text{ cm}^3) = 4 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

داشت:

الف) برای آب

$$1 = \frac{m}{4 \times 10^3} \Rightarrow m_{\text{آب}} = 4 \times 10^3 \text{ g} = 4 \text{ kg}$$

ب) برای بنزین

$$0.9 = \frac{m}{4 \times 10^3} \Rightarrow m_{\text{بنزین}} = 3/6 \times 10^3 \text{ g} = 3/6 \text{ kg}$$

ج) برای جیوه

$$13/6 = \frac{m}{4 \times 10^3} m_{\text{جیوه}} = 54/4 \times 10^3 \text{ g} = 54/4 \text{ kg}$$

۳۲

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 8 = \frac{m}{(10)^3} \Rightarrow m = 8 \text{ kg}$$

این جرم مورد انتظار برای یک مکعب توپر است، بنابراین چون جرم مکعب 7 kg است پس دارای حفره است و یک کیلوگرم از آن مربوط به حفره

است.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 8 = \frac{1000}{V} \Rightarrow V = 125 \text{ cm}^3$$



$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{m_{\text{کل}}}{V_V} \Rightarrow$$

$$\rho = \frac{200 + 900}{\left(\frac{900}{3}\right) + \left(\frac{200}{2}\right)} = \frac{1100}{400} = \frac{11}{4} \frac{g}{cm^3}$$

با توجه به این‌که ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب از مخلوط را مایع A و ۳۰۰ سانتی‌متر مکعب را مایع B تشکیل می‌دهد، بنابراین معادل $\frac{3}{4}$ از حجم یعنی ۷۵ درصد از حجم مخلوط را مایع B تشکیل می‌دهد.

۳۸.

۳۳. ابتدا حجم استوانه سنگی را با رابطه‌ی $V = \pi R^2 \cdot h$ به دست می‌آوریم.

$$V = (\pi) \left(\frac{1}{2}\right)^2 (\pi) = 2/25 m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 6000 = \frac{m}{2/25}$$

$$m = 13500 kg = 13/5 ton$$

۳۴. طبق رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$ خواهیم داشت:

$$\begin{cases} m = 500 g \\ V = abc = 20 \times 10 \times 8 = 1600 cm^3 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{5}{16} \frac{g}{cm^3}$$

۳۵. چگالی هر ۳ مایع را بر حسب $\frac{kg}{m^3}$ مقایسه می‌کنیم.

$$\rho_A = 14 \frac{g}{cm^3} = 14 \frac{10^{-3} kg}{10^{-6} m^3} = 14000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_B = 1200 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_C = 600 \frac{g}{L} = 600 \frac{10^{-3} kg}{10^{-3} m^3} = 600 \frac{kg}{m^3}$$

بنابراین مایع A که چگالی بیش‌تری دارد در پایین‌ترین قسمت ظرف و بعد مایع B و بالاتر از همه مایع C قرار می‌گیرد.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1/06 = \frac{m}{5/2 \times 10^3} \Rightarrow$$

$$1/06 \frac{g}{cm^3} = \frac{m}{5/2 \times 10^3 cm^3}$$

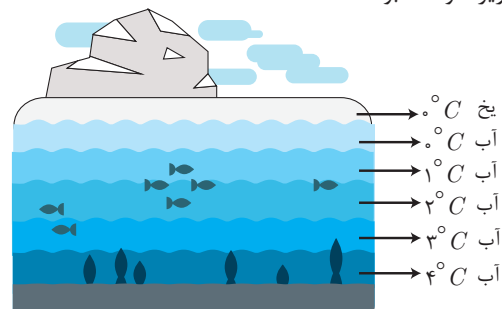
$$m = 1/06 \times 5/2 \times 10^3 = 5/5 kg \xrightarrow{W=mg} W = 55 N$$

وزن یک شخص ۸۰ کیلوگرمی $80 \times 10 = 800 N$

خون این شخص در حدود ۶/۸ درصد از وزن را شامل می‌شود.

$$\frac{55}{800} \sim \% 6/8$$

۳۷. وقتی دمای آب از صفر به ۴ می‌رسد حجم آن کاهش در نتیجه چگالی افزایش می‌یابد بنابراین چگالی آب ۴ درجه بیش‌تر از چگالی آب ۳ درجه و آب ۳ درجه نیز بیش‌تر از ۲ درجه است. بنابراین لایه‌های آب در سطح دریاچه به صورت زیر خواهند بود.





تمرین‌های فصل (۱)

۵. وقتی اتومبیلی در حرکت است مقاومت هوا به‌طور تقریبی از رابطه‌ی $F = \frac{1}{4}CA\rho V^2$ به‌دست می‌آید. نشان دهید C یک کمیت بدون واحد است.



۶. قلب انسان در هر تپش 50cm^3 خون را پمپ می‌کند، اگر عمر متوسط را ۷۵ سال فرض کنیم:
الف) در مدت عمر چند m^3 خون توسط قلب پمپ می‌شود. (ضربان قلب در هر دقیقه ۸۰ بار فرض می‌شود).
ب) اگر هر گالن معادل $3/788$ لیتر باشد، مقدار به‌دست آمده چند گالن است؟

۷. بر روی کپسول آتش‌نشانی فشار $25 \frac{N}{cm^2}$ درج شده است فشار این مخزن چند $\frac{N}{m^2}$ است.

۸. بر روی یک کولر گازی 30000 ، سرمادهی $30000 \frac{Btu}{h}$ درج شده است اگر هر بی‌توبو معادل 1055 ژول باشد سرمادهی کولر برحسب $\frac{kJ}{min}$ چقدر است؟

۱. شعاع کره زمین تقریباً $6 \times 10^3 \text{ km}$ است. این شعاع را برحسب Au به‌دست آورید. ($1/5 \times 10^{11} \text{ m} = 1 Au$)

۲. دورترین فاصله شناخته شده از منظومه شمسی «کوازارها» با فاصله 10^{26} m هستند.

الف) این فاصله را برحسب Au به‌دست آورید.

ب) این فاصله را برحسب L_y به‌دست آورید. ($L_y = 9 \times 10^{15} \text{ m}$)

۳. با توجه به واحد یکاها تعیین کنید هر یک از موارد داده شده چه کمیتی را معلوم می‌کند.

الف) $\frac{1}{4}gt_1t_2$ ب) $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ج) $\frac{V_0^2}{2g}$

۴. در رابطه‌ی داده شده تعیین کنید α ، β ، γ هر یک چه کمیتی هستند.
 $x = \frac{1}{4}\alpha t^2 + \beta.t + \gamma$

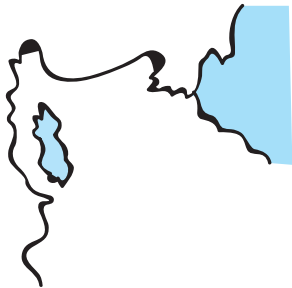


۱۴. نشان دهید در رابطه‌ی نیروی مقاومت هوا برای خودروی در حال حرکت، $\frac{1}{4}C\rho AV^2$ که در آن C بدون واحد است واحد کمیت نیرو را مشخص می‌کند.

۱۵. در رابطه‌ی $\alpha = 1 - \frac{T_c}{\beta}$ واحد α و β را به دست آورید.

۱۶. شعاع کره‌ی زمین تقریباً 6400 km است، اگر بخواهیم سطح کل زمین را بوسیله برگه‌های A_4 پوشش دهیم، حداقل چند تن کاغذ نیاز است؟ جرم هر برگه‌ی A_4 حدود ۵ گرم است؟

۱۷. مساحت و عمق دریاچه‌ی ارومیه به طور متوسط 5500 کیلومتر مربع و 10 متر است. در سال‌های گذشته عمق آن ۵ متر کاهش داشته است. اگر متوسط بارش سالانه در ارومیه 250 میلی‌متر باشد برای حل بحران آب دریاچه‌ی ارومیه بوسیله‌ی بارندگی باران چند سال وقت نیاز است و تخمین بزنید چند لیتر آب جبران می‌شود؟



۹. در نوعی عایق حرارتی آهنک عبور گرما $\frac{kJ}{m^2 h ^\circ C}$ می‌باشد این

مقدار را بر حسب $\frac{mJ}{cm^2 s ^\circ C}$ چقدر است؟

۱۰. سال نوری چند برابر Au است؟

۱۱. عدد خوانده شده در یک دستگاه اندازه‌گیری $54/76$ متر است، با توجه به این که دستگاه ممکن است مدرج یا دیجیتال باشد دقت اندازه‌گیری را تعیین کنید.

۱۲. قطر یک تار مو 0.00002 میلی‌متر گزارش شده است این عدد را به صورت نماد علمی بنویسید.

۱۳. یک خط‌کش مدرج و یک دماسنج رقمی (دیجیتال) در شکل نشان داده شده است دقت هر دستگاه را معلوم کنید.





۱۸. به طور متوسط 20 میلیون خانوار در ایران زندگی می کنند اگر روزانه در مصرف گندم و برنج 80 گرم اسراف وجود داشته باشد در طول یکسال چند تن گندم و برنج اسراف می شود؟

۲۴. شعاع کره ای آهنی به جرم 28 کیلوگرم برابر 10 سانتی متر است. شعاع حفره کروی درون آن چند سانتی متر است.

$$(\rho_{Fe} = 8 \frac{g}{cm^3}, \pi \simeq 3)$$

۲۵. از دو ماده ای هم جرم با چگالی ρ_A و ρ_B آلیاژی تهیه کرده ایم چگالی آلیاژ را بر حسب ρ_A و ρ_B تعیین کنید.

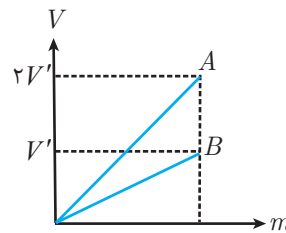
۲۶. برای تهیه نوعی مخلوط 25 درصد از حجم محلول را از مایعی با چگالی $3 \frac{g}{cm^3}$ و بقیه حجم آن را از مایع با چگالی $2 \frac{g}{cm^3}$ مخلوط می کنیم چگالی مخلوط چند $\frac{kg}{m^3}$ است؟ (از تغییر حجم هنگام مخلوط کردن دو مایع صرف نظر کنید.)

۲۷. جرم یک بطری پر از نوشابه 1600 گرم و همان بطری پر از دوغ 1800 گرم است اگر چگالی دوغ $\frac{6}{5}$ برابر چگالی نوشابه باشد، جرم دوغ چند گرم است؟

۱۹. اگر ابعاد کلاس درس $3m \times 5m \times 10m$ و چگالی هوای کلاس $\frac{1}{4} \frac{kg}{m^3}$ باشد جرم هوای کلاس چند کیلوگرم است؟

۲۰. کره ای مسی به شعاع R را ذوب کرده و از آن مخروطی به شعاع $\frac{R}{3}$ می سازیم ارتفاع مخروط را بر حسب R تعیین کنید.

۲۱. با توجه به نمودار داده شده چگالی ماده A چند برابر ماده B است؟



۲۲. ابعاد دو مکعب همگن و هم جنس A و B به ترتیب (a) و $(a-1)$ است. اگر نسبت جرم آن ها $\frac{m_A}{m_B} = \frac{64}{27}$ باشد a را بیابید.

۲۳. دو میله ای استوانه ای هم جنس و همگن A و B را در نظر بگیرید اگر قطر مقطع میله A دو برابر B و جرم آن ها برابر باشد طول میله A چند برابر B است؟



۲۸. چگالی هلیوم $\frac{kg}{m^3}$ $1/8 \times 10^{-1}$ و چگالی جیوه $\frac{kg}{m^3}$ $13/6 \times 10^3$ و

چگالی اُسمیم $\frac{kg}{m^3}$ $22/5 \times 10^3$ در یک مخزن به ابعاد

$10m \times 4m \times 2/5m$ از هر کدام چند کیلوگرم جای می گیرد؟

۳۳. چگالی یک سنگ بزرگ $\frac{g}{cm^3}$ ۴ و حجم آن $10m^3$ است. بزرگی

مرتبه تعداد مولکول های این سنگ را تخمین بزنید. (جرم مولکولی سنگ

را $20 \frac{g}{mol}$ در نظر بگیرید) (تعداد اتم های موجود در یک مول ماده

6×10^{23} فرض شود)

۲۹. کره ای فلزی به شعاع ۱۰ سانتی متر جرمی معادل ۲۱ کیلوگرم دارد.

اگر چگالی کره $\frac{g}{cm^3}$ ۶ باشد. در حفره درون آن چند کیلوگرم جیوه با

چگالی $\frac{g}{cm^3}$ $13/6$ می توان جای داد؟

۳۴. ظرفی محتوی مایع A و B است. اگر جرم مایع ها برابر و چگالی مخلوط

$\frac{g}{cm^3}$ $1/5$ است. اگر $\rho_A = 3\rho_B$ باشد ρ_A و ρ_B را بیابید.

۳۰. درون یک استوانه ای مدرج به ارتفاع ۹۰ سانتی متر جرم های مساوی آب و جیوه می ریزیم، چه کسری از حجم ظرف را جیوه تشکیل می دهد.

$$\left(\rho_{Hg} \simeq 14 \frac{g}{cm^3}\right)$$

۳۵. در فصل سوم با نیروی ارشمیدس آشنا خواهیم شد که رابطه ی آن به

صورت ρVg بیان می شود نشان دهید این رابطه از جنس نیرو است.

۳۱. چگالی یک ورقه مسی $\frac{g}{cm^3}$ ۸ و جرم آن ۲ kg و مساحت آن

$1500cm^2$ است. ضخامت این ورقه چند سانتی متر است؟

۳۲. مقداری آب هنگام یخ زدن $40cm^3$ تغییر حجم می دهد جرم اولیه ی

آب را بیابید.

$$\left(\rho_{\text{یخ}} = 0/9 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}\right)$$

پاسخ تمرین‌های فصل (۱)

۱. 4×10^{-5}

۲. الف) $6/6 \times 10^{14}$ ب) $1/1 \times 10^{10}$

۳. الف) طول ب) زمان ج) طول

۴. α شتاب / β سرعت / γ مکان

۵. حاصل ضرب $A\rho V^2$ معادل نیوتون است.

۶. الف) $1/57 \times 10^5$ ب) $4/1 \times 10^7$

۷. $2/5 \times 10^5$

۸. ۵۲۷۵۰

۹. ۱۰

۱۰. 6×10^4

۱۱. مدرج $\pm \frac{5}{1000}$ (غیر دیجیتالی) $\pm \frac{1}{100}$ دیجیتالی

۱۲. $8/02 \times 10^{-3} \text{ mm}$

۱۳. دقت دستگاه رقمی $\leftarrow \pm \frac{1}{10} ^\circ \text{C}$

دقت دستگاه غیررقمی $\leftarrow \pm \frac{1}{3} \text{ cm}$

۱۴. $\rho \cdot A \cdot V^2 \equiv \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^2 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \equiv F$

۱۵. α بدون واحد و β بر حسب کلین

۱۶. 10^{10} تن

۱۷. ۴۰ سال - 10^{14} لیتر

۱۸. 10^5

۱۹. ۲۱۰ کیلوگرم

۲۰. $36R$

۲۱. $\frac{1}{2}$

۲۲. ۴

۲۳. $\frac{1}{4}$

۲۴. ۵

۲۵. $\frac{2\rho_A\rho_B}{\rho_A + \rho_B}$

۲۶. ۲۲۵۰

۲۷. ۱۲۰۰ گرم

۲۸. ۱۸ کیلوگرم هلیم / $1/36 \times 10^6$ کیلوگرم جیوه / $2/25 \times 10^6$ کیلوگرم اُسمیم

۲۹. ۶/۸

۳۰. $\frac{1}{15}$

۳۱. $\frac{1}{6}$

۳۲. ۳۶۰ گرم

۳۳. 10^3

۳۴. $\rho_A = 3, \rho_B = 1$

۳۵. $\rho \cdot V \cdot g \equiv \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}} \equiv N$



۱. کدام درست و کدام نادرست است؟

- (الف) فیزیک‌دانان، پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند، اما بررسی الگوها و نظم آن‌ها، مربوط به شیمی‌دانان است.
- (ب) آزمایش و مشاهده در فیزیک، اهمیت زیادی دارد اما آن‌ها که بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا می‌کند تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال آن‌ها است.
- (ج) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است تغییر و بازنگری شوند.
- (د) قانون‌های فیزیک معمولاً رابطه‌ی بین برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کند ولی در دامنه‌ی وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبر نیستند.
- (ه) برای بیان دامنه‌ی محدودتری از پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کم‌تری دارد از اصل استفاده می‌شود.

۲. چند مورد صحیح است؟

- (الف) فیزیک‌دانان برای بررسی پدیده‌ها از مدل‌سازی استفاده می‌کنند.
- (ب) مدل‌سازی فرآیندی است که طی آن یک پدیده‌ی فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود که امکان بررسی و تحلیل آن را داشته باشیم.
- (ج) هنگام مدل‌سازی باید اثرهای جزئی‌تر را در نظر بگیریم.
- (د) اساس تجربه و آزمایش، اندازه‌گیری است و برای بیان نتایج اندازه‌گیری، به‌طور معمول از عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌کنیم، و به هر چیز قابل اندازه‌گیری کمیت فیزیکی گویند.

۳. کدام درست و کدام نادرست است؟

- (الف) کمیت نرده‌ای کمیتی است که علاوه بر عدد و یکا، جهت نیز برای آن در نظر گرفته می‌شود ولی برای یک کمیت برداری فقط عدد در نظر گرفته می‌شود.
- (ب) علامت \rightarrow بالای \vec{F} و \vec{a} نشانه‌ی کمیت برداری است و اگر نباشد اندازه‌ی آن‌ها مدنظر است.
- (ج) برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یک‌گایی نیاز داریم که تغییر نکنند و دارای قابلیت باز تولید در مکان‌های مختلف باشند.
- (د) امروزه اغلب مهندسان و دانشمندان دستگاه یک‌گایی را به نام متریک به کار می‌برند و این دستگاه یک‌گا به‌طور رسمی SI نامیده شده است.
- (ه) ۸ کمیت اصلی داریم که به یک‌گای آن‌ها یک‌گای اصلی می‌گویند. و یک‌گای فرعی برحسب یک‌گای اصلی بیان می‌شوند.

۴. چند مورد صحیح است؟

- (الف) کمیت‌های اصلی عبارت‌اند از طول / جرم / زمان / دما / مقدار ماده / جریان الکتریکی / شدت روشنایی / نیرو
- (ب) تعریف متر در دوره‌های مختلف:

۱- تا اواخر قرن ۱۸ ← یک ده میلیونوم فاصله استوا تا قطب شمال

۲- تا ۱۹۶۰ ← فاصله‌ی بین ۲ خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین و ایریدیوم وقتی میله در دمای صفر درجه قرار دارد.

۳- از سال ۱۹۸۳ ← مسافتی که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلاء طی می‌کند.

(ج) اگر بخواهیم حاصل ۲ طرف رابطه‌ی مانند $(F = ma)$ برحسب SI باشد، می‌توانیم یک‌گای کمیت‌های داده شده را غیر SI قرار دهیم.

- (د) در پیشوندهای یک‌گای دسی (10^{-1}) ، دکا (10^1) و سانتی (10^{-2}) ، هکتو (10^2) ، میلی (10^{-3}) ، کیلو (10^3) میکرو (10^{-6}) ، مگا (10^6) ، نانو (10^{-9}) ، گیگا (10^9) ، پیکو (10^{-12}) ، ترا (10^{12}) است.





ه) در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی قطعیت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد. با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری می‌توان این خطا را به صفر رساند.

۵. کدام درست و کدام نادرست است؟

الف) یکی از عوامل مهم در دقت اندازه‌گیری دقت و حساسیت وسیله‌ی اندازه‌گیری است و دیگری مهارت‌های شخص آزمایشگر است اما اختلاف منظر در خواندن نتیجه تأثیری ندارد.

ب) رقم‌هایی را که بعد از اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی ثبت می‌کنیم رقم با معنی می‌گویند.

ج) مواردی که تخمین می‌زنیم عبارت است از:

۱- دقت بالا در محاسبه‌ها، اهمیت چندانی نداشته باشد.

۲- زمان کافی برای محاسبه‌های دقیق نداشته باشیم.

۳- همه یا بخشی از داده‌های موردنیاز، در دسترس نباشد.

د) رابطه‌ی چگالی ($\rho = \frac{m}{V}$) است و یکای آن در SI، $\frac{g}{cm^3}$ است.

ه) در تخمین مرتبه و بزرگی ابتدا همه‌ی اعداد به صورت نمادگذاری علمی ($x \times 10^n$) نوشته می‌شود و سپس اگر $1 \leq x < 5$ باشد در این صورت $x \sim 10^0$ و اگر $5 \leq x < 10$ باشد $x \sim 10^1$ است.

۶. مقدار بار الکتریکی $160 \times 10^{-15} \mu C$ است. مقدار این بار را برحسب کولن و با نمادگذاری علمی بنویسید.

۷. اطراف کره‌ی زمین لایه‌ای از هوا وجود دارد. به این لایه که از گازهای متفاوتی تشکیل شده است جو زمین گفته می‌شود. مرتبه بزرگی جرم جو زمین را تخمین بزنید. (فشار جو 10^5 است.)

۸. هر مثقال معادل $4/86$ گرم و هر سیر معادل ۱۶ مثقال است یک سیر چند گرم است؟

۹. حجم یک بشکه نفت ۱۵۹ لیتر است.

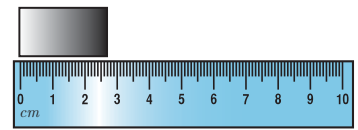
الف) این مقدار را به صورت نماد علمی بنویسید.

ب) یک شبکه نفت معادل چند سانتی‌متر مکعب است؟

۱۰. با توجه به شکل‌های داده شده دقت اندازه‌گیری و خطای اندازه‌گیری را در هر مورد معلوم کنید.



ب)



الف)

۱۱. جسمی با حجم نامعلوم را در استوانه مدرج قرار می‌دهیم جرم جسم 400 گرم است. اگر حجم آب درون ظرف 80 cm^3 افزایش یابد و 20 cm^3 آن نیز سرریز شود، چگالی جسم را بیابید.

۱۲. الماس کوه نور جرمی حدود 108 قیراط و چگالی حدود 3 گرم بر سانتی‌متر مکعب دارد حجم این الماس چند cm^3 است. (هر قیراط معادل 200 میلی‌گرم است.)

آزمون دوم

۱. شخصی جعبه‌ای را هل می‌دهد به وسیله‌ی مدل‌سازی نیروهای وارد بر جعبه را نشان دهید.



۲. جرم یک ذره غبار 4×10^{-7} گرم است و تندی آن در یک طوفان شدید $108 \frac{km}{h}$ است انرژی جنبشی این ذره را تخمین بزنید. (رابطه انرژی جنبشی

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \text{ است.})$$

۳. فاصله‌ی منظومه‌ی شمسی تا یک کهکشان 3×10^{22} متر است این فاصله را برحسب الف) Au (ب) L_y تعیین کنید.

۴. تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

$$1) 800 \frac{g}{mL} = \dots \frac{kg}{m^3}$$

$$2) 50 \frac{cm^3}{s} = \dots \frac{L}{min}$$

۵. با توجه به رابطه‌ی $PV = nRT$ واحد R (ثابت جهانی گاز) را تعیین کنید.

۶. به‌طور تخمینی تعیین کنید انسان‌های کره‌ی زمین هر سال چند لیتر هوا را تنفس می‌کنند. (به‌طور متوسط روزانه ۴ لیتر هوا تنفس می‌کنیم.)

۷. کم‌ترین تقسیم‌بندی یک ریزسنج 0.01 میلی‌متر است خطای اندازه‌گیری ریزسنج را در دو حالت معلوم کنید.

الف) رقمی نباشد. ب) رقمی باشد.

۸. تعیین کنید مساحت کشور عزیزمان ایران چند درصد از مساحت کره‌ی زمین را شامل می‌شود. (مساحت ایران $1/600/000 km^2$ و شعاع کره‌ی زمین $6400 km$ است.)

۹. کدام یک از کمیت‌های زیر برداری است؟

۱) انرژی ۲) جابجایی ۳) جرم ۴) نیرو ۵) زمان

ویژه‌ی علاقمندان

۱۰. کولیس A رقمی و B غیررقمی عدد $26/54 mm$ را نشان می‌دهند تعیین کنید:

الف) رقم غیرقطعی این اندازه‌گیری

ب) دقت اندازه‌گیری

ج) خطای اندازه‌گیری

۱۱. یک استوانه‌ی آهنی با مساحت قاعده $25 cm^2$ و ارتفاع $20 cm$ دارای جرم $3 kg$ است، حجم حفره‌ی درون این استوانه را تعیین کنید.

$$(\rho_{\text{آهن}} = 8 \frac{g}{cm^3})$$

۱۲. مقداری یخ ذوب می‌شود و حجم آن $20 cm^3$ تغییر می‌کند. جرم اولیه یخ چند گرم است؟

$$(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{یخ}} = 0.9 \frac{g}{cm^3})$$

آزمون سوم

۱. درستی یا نادرستی هر مورد را تعیین کنید.

الف) برای مدل‌سازی حرکت توپ در هوا از وزن صرف‌نظر می‌کنیم.

ب) دما و مقدار ماده و فشار کمیت‌های اصلی هستند.

پ) خطای اندازه‌گیری در وسایل غیر رقمی (درجه بندی) $\pm \frac{1}{4}$ و کم‌ترین تقسیم‌بندی (دقت) آن کمیت است.

ت) در تکرار اندازه‌گیری عددهایی که اختلاف زیادی با بقیه‌ی عددها دارند در میانگین محاسبه نمی‌شوند.

ث) در تخمین مرتبه بزرگی اگر $x \times 10^n$ و $5 \leq x < 10$ باشد $x \sim 10$ در نظر گرفته می‌شود.

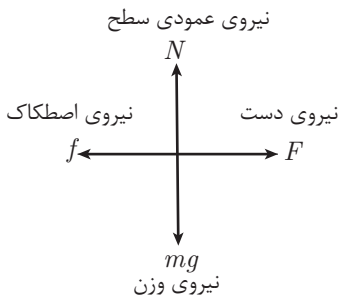


۲. برای محاسبه‌ی انتقال گرما از دیواره‌های ساختمان رابطه‌ی $Q = \frac{kAt\Delta\theta}{L}$ مورد استفاده قرار می‌گیرد اگر Q گرما بر حسب ژول و A مساحت، L طول، t زمان و $\Delta\theta$ اختلاف دما باشند واحد k (رسانندگی گرمایی) را تعیین کنید.
۳. مساحت کشور عزیزمان ایران $1/600/000 km^2$ است. اگر مساحت جنگل‌های کشورمان $1/6$ میلیون هکتار باشد چند درصد از مساحت کشورمان را جنگل تشکیل می‌دهد؟
۴. قد یک شخص هنگام تولد $50 cm$ است و در سن 20 سالگی به $170 cm$ می‌رسد. آهنگ رشد قد او به‌طور متوسط چند میلی‌متر در روز است؟
۵. یک ریزسنج رقمی (دیجیتال) عدد $47/023$ میلی‌متر را نشان می‌دهد. دقت و خطا و رقم غیر قطعی این اندازه‌گیری را تعیین کنید.
۶. مرتبه‌ی بزرگی مبلغی که سالانه ایرانی‌ها بابت مکالمه به همراه اول می‌پردازند تخمین بزنید. (تعداد مشترکین را 20 میلیون و هزینه روزانه را 300 تومان فرض کنید).
۷. برای معادله‌ی پیوستگی که در فصل سوم خواهید داشت آهنگ جریان شاره را به صورت $\frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}}$ تعریف می‌کنیم نشان دهید که رابطه‌ی آن به صورت AV خواهد بود. (A سطح مقطع و V سرعت است).
۸. 50 میلی‌گرم بر لیتر معادل چند میکروگرم بر سانتی‌متر مکعب است.
۹. در یک ظرف حجم‌های مساوی از دو مایع می‌ریزیم اگر $\rho_A = 2\rho_B$ باشد و چگالی مخلوط آن‌ها $6 \frac{g}{cm^3}$ باشد چگالی مایع A را بیابید.
۱۰. یک کابل مسی به شعاع 2 سانتی‌متر و طول 2 کیلومتر چه جرمی دارد؟ (چگالی مس $8 \frac{g}{cm^3}$ و $\pi \approx 3$ فرض شود)



پایخونه آزمون اول فصل (۱)

۱. جعبه را به صورت یک نقطه در نظر می‌گیریم.



۲.

$$\begin{cases} m = 4 \times 10^{-7} \text{ g} = 4 \times 10^{-10} \text{ kg} \\ V = 1.08 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3.0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow k = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-10} \times 3.0^2$$

$$k = 2 \times 10^{-10} \times 9 \times 10^2 \approx 1.8 \times 10^{-7} \text{ J}$$

۳. الف) می‌دانیم $1 \text{ Au} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$ است.

$$\frac{3 \times 10^{22}}{1/5 \times 10^{11}} = 2 \times 10^{11} \text{ Au}$$

بنابراین:

ب) می‌دانیم l_y مسافتی است که نور در یکسال طی می‌کند بنابراین:

$$\frac{3 \times 10^{22}}{365 \times 24 \times 3600 \times 3 \times 10^8} = \frac{10^{11}}{31536} \sim 10^6$$

$$\frac{800 \text{ g}}{10^{-3} \text{ L}} = \dots \frac{10^3 \text{ g}}{10^3 \text{ L}} \Rightarrow 8 \times 10^5 \quad (1)$$

$$50 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = \dots \frac{10^3 \text{ cm}^3}{60 \text{ s}} \Rightarrow 3 \quad (2)$$

$$\frac{P}{\frac{N}{m^2}} \cdot \frac{V}{\text{mol}} = n \cdot R \cdot T \Rightarrow \text{واحد } R = \frac{N \cdot m}{\text{mol} \cdot K} = \frac{J}{\text{mol} \cdot K} \quad (5)$$

۶. تعداد انسان‌های کره‌ی زمین را ۶ میلیارد فرض می‌کنیم.

$$6 \times 10^9 \times 365 \times 4 \sim 10^{10} \times 10^3 \sim 10^{13} \quad (7)$$

$$\pm 0.01 \quad (ب) \quad \pm \frac{0.01}{2} = \pm \frac{5}{1000} \quad (الف)$$

$$A = 4\pi r^2 = 4 \times 3 \times (6400 \times 10^3)^2 \quad (8)$$

$$= 16000000 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \frac{1/6 \times 10^{12}}{4/9152 \times 10^{14}} \approx 0.032 \%$$

پایخونه آزمون اول فصل (۱)

۱. گزینه‌های «ب» و «ج» و «ه» صحیح است.

۲. گزینه‌های «الف» و «ب» و «د» صحیح است.

۳. گزینه‌های «ب» و «ج» و «د» و «ه» صحیح است.

۴. گزینه‌های «ب» و «د» صحیح است.

۵. گزینه‌های «ب» و «ه» صحیح است.

$$160 \times 10^{-21} \mu\text{C} \xrightarrow[\text{علمی}]{\text{نمادگذاری}} 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad (6)$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow \frac{mg}{4\pi R^2} = 10^5 \quad (7)$$

شعاع کره‌ی زمین ۶۴۰۰ کیلومتر است.

$$10^5 = \frac{mg}{4 \times 3 \times (6/4 \times 10^6)^2} \Rightarrow mg \sim 10^{20} \text{ N}$$

$$\Rightarrow m \sim 10^{19} \text{ kg}$$

$$16 \text{ سیرا} = 16(4/56) \text{ گرم} = 72/96 \quad (8)$$

$$1/59 \times 10^2 \text{ L} \quad (الف)$$

$$159 \text{ L} = \dots \text{ cm}^3 \quad (ب)$$

$$159 \times 1000 \text{ cm}^3 = \dots \text{ cm}^3 \Rightarrow 1/59 \times 10^5 \text{ cm}^3 \quad (9)$$

۱۰. الف) دستگاه غیررقمی است و کم‌ترین مقیاس میلی‌متر است یعنی دقت میلی‌متر و خطای دستگاه $\pm 0.5 \text{ mm}$ است. یعنی عدد واقعی بین دو مقدار $28/5 \text{ mm} < x < 29/5 \text{ mm}$ خواهد بود.

ب) دستگاه دیجیتال (غیررقمی) است. بنابراین دقت آن $1/10$ درجه سلسیوس

و خطای اندازه‌گیری $\pm 1/10$ است یعنی عدد واقعی $38/5 < x < 38/7$

خواهد بود.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{400}{100} = 4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad (11)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 3 = \frac{1.08 \times 200 \times 10^{-3}}{V} \quad (12)$$

$$\Rightarrow V = \frac{1.08 \times 2 \times 10^{-1}}{3} = 7/2 \text{ cm}^3$$





۹. جابجایی و نیرو

۱۰. برای کولیس A

الف) ۴ (ب) $\frac{1}{100} mm$ (ج) $\pm \frac{1}{1000}$

برای کولیس B

الف) ۴ (ب) $\frac{1}{100} mm$ (ج) $\pm \frac{1}{200} = \pm \frac{5}{1000}$

۱۱. $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \lambda = \frac{m}{500} \Rightarrow m = 4000 g \Rightarrow$

حفره $m = 1000 g \Rightarrow V_{\text{حفره}} = \frac{1000}{\lambda} = 125 cm^3$

۱۲. $m_{\text{آب}} = m_{\text{یخ}} \Rightarrow (\rho V)_{\text{آب}} = (\rho V)_{\text{یخ}}$

$\Rightarrow 1 \times V = 0.9(V + 20) \Rightarrow V = 180 cm^3 \Rightarrow m = 180 g$

پایه نهم آزمون سوم فصل ۱

۱. الف) نادرست

ب) نادرست

پ) درست

ت) درست

ث) درست

۲. $Q = \frac{k At \Delta \theta}{L} \Rightarrow J = \frac{m^2 s^3 C}{m}$

k واحد $\frac{J}{m s^3 C}$

۳. هر هکتار $10000 m^2$ است

مساحت کشور $= 1/600/000 (10^3)^2 = 1/6 \times 10^{12} m^2$

$\frac{1/6 \times 10^6 \times 10^4}{1/6 \times 10^{11}} = \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{1}{10} \times 100 = 10\%$

۴. در مدت ۲۰ سال ۱۲۰ سانتی متر افزایش قد داریم بنابراین:

$\frac{120}{365 \times 20} = \frac{6}{365} \frac{cm}{day} = \frac{60}{365} \frac{mm}{day} = 0.16 \frac{mm}{day}$

۵. دقت $\frac{1}{1000} mm$

خطا $(\pm \frac{1}{1000} mm)$

رقم غیرقطعی $3 \leftarrow$

۶. تومان $10^{12} \simeq (30)(300)(12)(2 \times 10^7)$

یعنی هزار میلیارد تومان

۷. $\frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{V_{\text{حجم}}}{t} = \frac{AL}{t}$

$A(\frac{L}{t}) = \begin{matrix} A \\ \downarrow \\ \text{سرعت مقطع} \end{matrix} \quad \begin{matrix} V \\ \downarrow \\ \text{سرعت} \end{matrix}$

$$50 \frac{mg}{L} = 0 \frac{\mu g}{cm^3}$$

$$50 \frac{10^{-3} g}{10^3 cm^3} = 0 \frac{10^{-6} g}{cm^3}$$

$$50 \times 10^{-6} = 0 \times 10^{-6} \Rightarrow 0 = 50$$

$$\rho = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{2V}$$

$$\rho = \frac{\rho_A + \rho_B}{2} \quad (I) \Rightarrow \rho_A = \lambda \frac{g}{cm^3}$$

$$\rho_A = 2\rho_B \quad (II)$$

$$V = AL = (3)(2^2) cm^2 (2000 \times 10^3) cm$$

$$V = 24 \times 10^5 cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \lambda = \frac{m}{24 \times 10^5}$$

$$m = 1/92 \times 10^5 g = 1/92 \times 10^5 kg$$

$$m = 19200 kg = 19/2 ton$$

۸.

۹.

۱۰.