مقدمهٔ ناشر

از خدا که پنهون نیست؛ از شما چه پنهون، با اون‌که رشته‌ام تجربی بود ولی فیزیک رو از همه‌ی درسام بیشتر دوست داشتم!

نمی‌دونم دقیقن چرا ولی حدس می‌زنم به خاطر این بود که نه اون‌قدر مثل درس زیست‌شناسی، تجربی واقعی بود و نه اون‌قدر مثل ریاضی، غیرتجربی و غیرواقعی.

یه چیز حد وسطی بود و از اون جایی که حقیر، آدم میانه‌رویی بودم و از قدیم گفتن: «خیرُ الأُمورِ اوسطُها!»، بنده به فیزیک علاقه‌مند شدم.

به خواندن کتاب‌های فیزیک، حل‌کردن مسائل فیزیک و درگیری با آن!!

یادم می‌آید یک لذتی کشف کرده بودم که فقط موقع حل‌کردن مسائل فیزیک به من دست می‌داد. دومین باری که یک مسئله‌ی جدی و واقعی را حل کردم، این حس را تجربه کردم. خیلی تعریف کردنی نیست، خود آدم باید درکش کند. وقتی اولین مسئله‌ی فیزیک را حل کردید، این اتفاق در اندرون شما می‌افتد. کم‌کم به این لذت معتاد می‌شوید. بعد که هِی مسائل فیزیک حل کردید و هِی هورمون شادی‌تان رفت بالا، یک حس جدیدتر می‌آید به سراغتان!: «من چه‌قدر خفنم!» البته مراقب این حس باشید، چون خیلی نامرد است!

به هر حال؛ کم‌کم به کار مسلط می‌شوید. می‌دانید از کجا باید به یک مسئله نگاه کنید، از کجا شروع کنید و با اعتماد به نفس بیشتری با تست‌ها برخورد می‌کنید و خلاقیتتان شکوفا می‌شود. این‌ها همه‌اش محصول تلاش و کار زیاد و به اصطلاح مُزدِ رنج کشیدن کسی است که کار کرد، ای جانِ برادر! و جز این راهی برای موفق‌شدن در این دنیا هنوز کشف نشده است.

خیلی ممنون از مؤلفان کاردرستِ این کتاب که یک مجموعه‌ی خوب و به روز از تست‌ها و درس‌نامه‌ها و جواب‌ها نوشتند. سپاس ویژه از دوست عزیزم رضا سبزمیدانی که زحمت اصلی کار بر گردن او بود و خدایش عَوَض دهاد!

متشکرم از دوستان خوبم در واحد تألیف و تولید خیلی‌سبز برای یک کتاب خوب دیگر در مقطع جدیدالتأسیس دهم.

باشد که همگی با هم رستگار شویم.

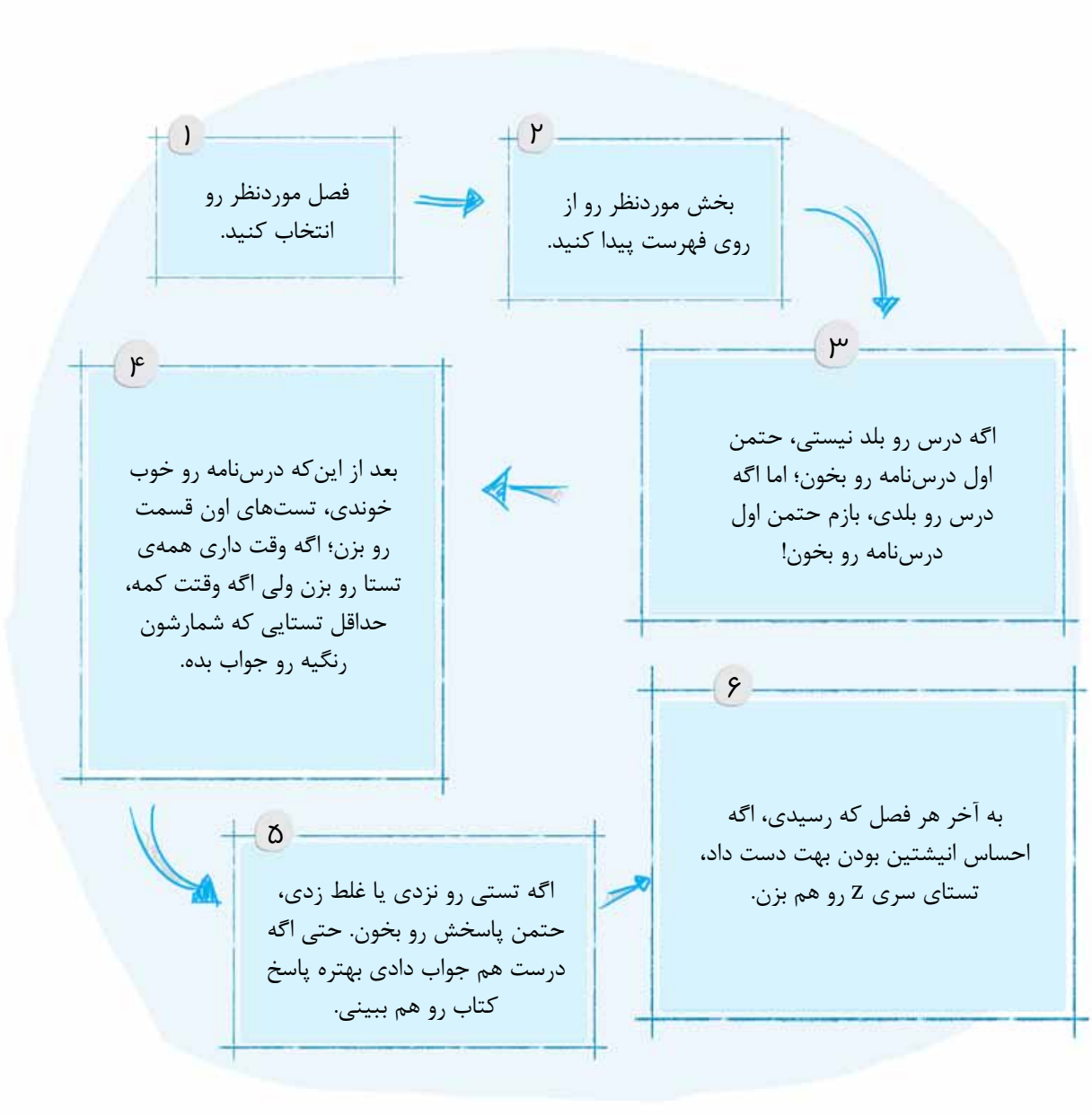
آها راستی! در مورد طرح جلد کتاب و این‌که جلوی زنگ کمپانی سامسونگ به شوخی نوشتیم: «خراب است»، باید به حضورتان عرض کنم که یه دعوای مختصری در خیلی‌سبز هست بین طرفداران برند iphone (که خیل خیلی عظیمی از خیلی‌سبزی‌ها هستند) و سامسونگ (که خیل خیلی کم‌تری از خیلی‌سبزی‌ها رو به سرکردگی دکتر امین الهی‌فر تشکیل می‌دهند) فقط می‌خواستم بگم امین جون دوستِ داریم! هم خودتو، هم گوشیتو!

فعلن!

مقدمهٔ مؤلفان

یه کتاب تُپل مُپلِ پُرملات نوشتیم که داره از چشماش تست می‌زنه بیرون! ولی اصلن نگران نباش، خوش‌خوراک و لذیذه! قول می‌دیم با یک بار خوندن، مشتری بشی و تا تهش بری. ولی قبل از خوندن باید دستورالعمل خوندن رو بدونی. چون بدخوانی این کتاب عوارض خطرناکِ پس از مصرف داره!

دستورالعمل خوندن کتاب فیزیک تست دهم خیلی ساده است:



چندتا نکته هم هست که اگه نگیم تو دلمون می‌مونه:

۱- به جز تستای شماره‌دار کتاب، داخل درس‌نامه‌ها هم یه عالمه تست طرحی با تیتر مثال و پاسخ تشریحی گذاشتیم که نقش مهمی در یادگیری شما دارن. اگه نخونده ازشون رد بشین مدیونید!

۲- لابه‌لای تستا یه سری پیامک آموزشی نوشتیم که تو دسته‌بندی تستا و پاسخ‌دادن به سؤالات کمکتون می‌کنه.

۳- منبع تستای این کتاب یا کنکورای سراسریه یا تستای طرحی که خیلیاشونو از کتاب درسی و بعضیاشونو از کتابای مرجع ایده گرفتیم. خلاصه این‌که سعی کردیم هر سؤالی که مفاهیم کتاب درسی دهم رو پوشش می‌داد بیاریم.

۴- جلوی بعضی از تستا اومده «ق.م»! «ق.م» یعنی «قبل از میلاد» که منظورمون تستای قدیمی کنکور سراسریه.

خب دیگه! ما بریم و شما رو با این کتاب تنها بذاریم؛ ولی از دور هواتونو داریم.

شما هم هوای خودتونو داشته باشین

دست مریزاد می‌گیم به:

- دکترها ابوذر و کمیل نصری که خیلی‌سبز بر روی شانه‌های آن‌ها شد خیلی‌سبز.
- هم‌کاران کاردرست واحد تولید خیلی سبز که هر چه از گرمی دمشون بگیم کم گفتیم و خانم ملیکا مهری در واحد تألیف که اگر پیگیری‌های سخت ایشان نبود، این کتاب حالا حالاها نمی‌رسید.
- آقایان ایمان سلیمان‌زاده و مهدی هاشمی که به نوعی در تألیف کتاب همراه و همیار ما بودند.
- آقای امین امینی که در به روزرسانی این کتاب نقش اساسی داشتن.

و هم‌چنین خانم‌ها و آقایان پگاه اسدی، مهدی لشگری، شیما فرهوش، محمد پوررضا، صالح هدایتی، زهرا محب‌تاش، حسین رنجگری، شقایق وفابخش، مهدی بابائی، امیر مقیم‌نژاد و یاسمن حسینی که زحمت ویرایش همه یا بخشی از این کتاب بر دوش آن‌ها بود.

و مرسی از همه‌ی بروبچه‌ها و همکاران خیلی سبزیمون که همشون به سهم خودشون در شکل‌گیری این کتاب مؤثر بودن.

و سپاس از دوستانی که وقتی کتاب رو می‌خوندن و تست می‌زدن، هر جا اشکالی دیدن به ما گفتن تا درستشون کنیم؛ از جمله: میرسامیار اعیانی ـ معین جوادی ـ محمد قربانی سی‌سخت ـ پریناز شالباف‌زاده ـ صدف ملاحسین تبار ـ سینا سیرنگ ـ مهشید پاکروان ـ مهدی شاکری ـ صنم محمدپور ـ زهرا رحمانیان ـ مهدی شهرستانی ـ فاطمه دهقانی ـ اسرا گنجی ـ اشکان رحمانی

دم همتون گرم

تقدیم به همکار و دوست قدیمی احمد مصلایی عزیز

سبزمیدانی

تقدیم به آدمهای اَمنِ زندگی ام پدرم ، مادرم

شاهی

فهرست

فصل ۱ فیزیک و اندازه‌گیری

بخش ۱: الفبای اندازه‌گیری ۷
بخش ۲: چگالی ۲۲
آزمون جامع ۲۹
سری Z ۳۰
پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۳۲

فصل ۲ ویژگی‌های فیزیکی مواد

بخش ۱: ویژگی‌های ماده ۴۹
بخش ۲: مفهوم فشار در حالت‌های مختلف ماده ۵۷
بخش ۳: اصل پاسکال در مایع ساکن ۶۹
بخش ۴: کاربرد اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز ۷۶
بخش ۵: شناوری ۸۹
بخش ۶: معادلهٔ پیوستگی و اصل برنولی ۹۴
آزمون جامع ۹۹
سری Z ۱۰۲
پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۱۰۵

فصل ۳ کار، انرژی و توان

بخش ۱: مفهوم کار و مفهوم انرژی ۱۴۳
بخش ۲: ارتباط بین کار و انرژی مکانیکی ۱۵۶
بخش ۳: توان و بازده ۱۷۵
آزمون جامع ۱۸۰
سری Z ۱۸۳
پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۱۸۷

فصل ۴ دما و گرما

بخش ۱: دما و دماسنجی ۲۳۳
بخش ۲: انبساط ۲۳۹
بخش ۳: گرما و اثر آن بر اجسام ۲۵۳
بخش ۴: تعادل گرمایی ۲۷۳
بخش ۵: گرما چه‌طور منتقل می‌شود؟ ۲۸۳
بخش ۶: رابطهٔ نسبتی گازها و نمودارهای آن ۲۸۶
بخش ۷: معادلهٔ حالت ۲۹۶
بخش ۸: مسئله‌های ترکیبی ۳۰۳
آزمون جامع ۳۰۶
سری Z ۳۱۰
پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۳۱۴

فصل ۵ ترمودینامیک

بخش ۱: الفبای ترمودینامیک ۳۷۷
بخش ۲: قانون اول ترمودینامیک و آشنایی با نمودارهای آن ۳۸۰
بخش ۳: بررسی فرایندهای خاص ۳۹۰
بخش ۴: چرخه‌های ترمودینامیکی ۴۰۸
بخش ۵: قانون دوم ترمودینامیک در ماشین‌های گرمایی ۴۱۴
بخش ۶: ماشین‌های گرمایی برون‌سوز و درون‌سوز ۴۱۷
بخش ۷: قانون دوم ترمودیناک در یخچال‌ها ۴۲۰
آزمون جامع ۴۲۲
سری Z ۴۲۴
پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۴۲۶

ضمیمه ۴۵۸
پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۴۵۹

فیزیک و اندازه‌گیری

(فصل ۱)

بخش ۱: الفبای اندازه‌گیری

فیزیک: دانش بنیادی

(درس ۱)

کمیت‌ها، اندازه‌گیری، تبدیل یکاها، دقت اندازه‌گیری و از همه مهم‌تر چگالی چیزهایی هستند که در این فصل یاد می‌گیریم و در همه‌جای فیزیک به دردمان می‌خورد. در این درس‌نامه، اول با مفهوم علم فیزیک آشنا می‌شویم.

فیزیک: دانش بنیادی

فیزیک (Physics) یک واژهٔ یونانی قدیمی به معنی «طبیعت» است. علم فیزیک «پدیده»های گوناگون طبیعت را «بررسی» می‌کند. بد نیست دربارهٔ واژهٔ «پدیده» بیشتر توضیح دهیم.

پدیده: منظورمان از واژهٔ «پدیده» چیز عجیب و غریبی نیست. هر اتفاقی که در اطراف ما می‌افتد، یک پدیده است. حرکت زمین به دور خورشید، شیرجه‌رفتن درون آب استخر، ترکاندن بادکنک با سوزن، جوشیدن آب درون یک سماور، موج مکزیکی رفتن در استادیوم و ... همگی پدیده‌اند.

مراحل بررسی یک پدیده

فیزیک‌دان‌ها برای بررسی یک پدیده مراحل زیر را به ترتیب اجرا می‌کنند:

۱- مشاهدهٔ پدیده: ابتدا پدیده را مشاهده می‌کنند. منظور از مشاهده فقط نگاه‌کردن نیست، بلکه جمع‌آوری همهٔ اطلاعاتی است که از پدیده می‌توانیم به دست بیاوریم. مثلاً اندازه‌گرفتن زمانِ افتادن یک برگ از درخت به روی زمین، نوعی مشاهده است.

۲- ارائهٔ قانون، مدل و نظریهٔ فیزیکی: فیزیک‌دان‌ها در مرحلهٔ بعدی اطلاعات را تحلیل می‌کنند، حسابی فکر می‌کنند و سعی می‌کنند پدیده را با استفاده از قانون، ارائهٔ مدل و طرح نظریهٔ فیزیکی توضیح دهند. (به قول کتاب درسی در این مرحله تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نقش اساسی دارد.)

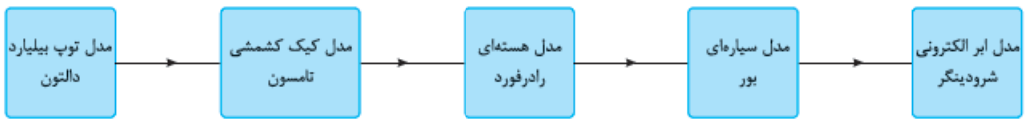
۳- آزمون درستی و نادرستی: در آخر با انجام آزمایش، درستی یا نادرستی قانون، مدل و نظریه‌ای را که بیان کردند مشخص می‌کنند. ممکن است سال‌ها طول بکشد تا با یک آزمایش نادرست‌بودن یک نظریه مشخص شود.

چندنکته

۱ آزمایش و مشاهده در فیزیک خیلی مهم است اما تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان در تکامل فیزیک مهم‌تر است.

۲ این‌طور نیست که یک مدل یا نظریهٔ فیزیکی حتماً برای همیشه درست باشد. همیشه این امکان وجود دارد که آزمایش جدیدی انجام شود و ثابت کند مدل و نظریهٔ قبلی به بازنگری یا به طور کلی به جایگزینی نیاز دارد. «جایگزینی» و «بازنگری» در طول تاریخ دانش فیزیک بارها اتفاق افتاده است که به یک نمونه از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

نمونه **نظریهٔ اتمی:** نظریهٔ اتمی که دنیای درون اتم را توصیف می‌کند، چندین بار به خاطر به دست آوردن اطلاعات جدید از رفتار اتم‌ها اصلاح شد. در شکل زیر روند این اصلاح‌ها را می‌بینید:



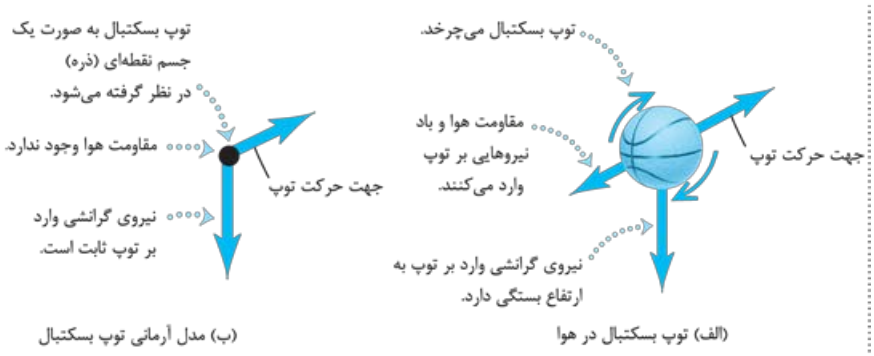
۳ «آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی» نه‌تنها یک ایراد برای دانش فیزیک محسوب نمی‌شود، بلکه نقطهٔ قوّت آن است چون باعث کامل‌شدن شناخت ما از جهان می‌شود.

مدل‌سازی در فیزیک

برای این‌که یک پدیده رخ بدهد، عوامل ریز و درشت زیادی دخالت دارند. به همین خاطر تحلیل یک پدیده با در نظر گرفتن همهٔ جزئیات خیلی پیچیده و حتی غیرممکن است. برای ساده‌شدن بررسی‌هایمان چشمانمان را بر روی عواملی که اثر جزئی دارند می‌بندیم و تنها بر عامل‌های مهم و سرنوشت‌ساز تأکید می‌کنیم. اسم این کار مدل‌سازی است! در واقع:

«مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیدهٔ فیزیکی، آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.»

نمونه حرکت یک توپ بسکتبال را در نظر بگیرید.



در جدول زیر پیچیدگی‌های این پدیده و فرض‌هایی را که در فرایند مدل‌سازی اعمال می‌کنیم می‌بینید:

پیچیدگی	برای ساده‌سازی فرض می‌کنیم...
توپ یک کرهٔ کامل نیست و درزها و برجستگی‌هایی دارد و توپ در حال حرکت به دور خود هم می‌چرخد.	با چشم‌پوشی از ابعاد، شکل و چرخش، توپ به شکل یک نقطه است.
باد و مقاومت هوا بر حرکت توپ اثر می‌گذارند.	فرض می‌کنیم توپ در خلأ حرکت می‌کند و باد و هوایی در کار نیست.
وزن توپ با تغییر ارتفاع (فاصله تا مرکز زمین) اندکی تغییر می‌کند.	فرض می‌کنیم وزن توپ با تغییر ارتفاع ثابت است.

حواستون باشه! *موقع مدل‌سازی از عامل‌های مهم صرف‌نظر نکنید چون در این صورت سرنوشت پدیده کلاً عوض می‌شه. مثلاً در حرکت توپ بسکتبال حق نداریم وزن توپ رو نادیده بگیریم، چون مهم‌ترین عامل در حرکت توپ، وزن آن است.*

حالا می‌تونید تستای ۱ تا ۶ رو پاسخ بدید.

(درس ۲)

اندازه‌گیری و کمیت

«اندازه‌گیری» در فیزیک خیلی مهم است. اصلاً می‌گویند: «فیزیک علم اندازه‌گیری است». برای این‌که بدانیم اندازه‌گیری چیست، باید با دو اصطلاح آشنا شویم:

۱- کمیت: به هر چیزی که بتوان مقدار آن را با یک عدد بیان کرد، کمیت می‌گوییم. مثلاً طول، جرم و نیرو همگی کمیت هستند زیرا مقدارشان با یک عدد مشخص می‌شود اما چیزهایی مثل ترس، زیبایی و احساس شادی کمیت نیستند زیرا نمی‌توانیم مقدارشان را با یک عدد مشخص کنیم، مثلاً *هیچ‌وقت نمی‌گیم من ۳ تا می‌ترسم یا من ۵۰۰ تا گرمه!*

مثال **کدام‌یک از مفاهیم زیر کمیت نیست؟**

۱) جریان الکتریکی ۲) احساس گرمی ۳) مزیت مکانیکی ۴) کار

پاسخ **گزینهٔ ۲** از میان گزینه‌ها تنها چیزی را که نمی‌توان با هیچ ابزاری اندازه گرفت و با عدد معرفی کرد، احساس گرمی است. (البته دما کمیتی برای سنجش میزان گرمی است، اما احساس گرمی را نمی‌شود اندازه گرفت!)

۲- یکا (واحد): مقداری معین و قراردادی از یک کمیت را «یکا» یا «واحد» آن کمیت می‌گوییم. هر کمیت یکا یا یکاهای مخصوص خود را دارد. مثلاً وقتی می‌گوییم «متر»، یکی از یکاهای طول است، یعنی ۱ متر مقدار معینی از طول است. یکای هر کمیت باید دارای دو ویژگی باشد:

۱ **تغییرناپذیر باشد.** ۲ **قابلیت بازتولید داشته باشد،** پس مثلاً «فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشت اشارهٔ دست کشیده شده» یکای مناسبی برای طول نیست، چون برای افراد مختلف مقداری متفاوت و تغییرپذیر است.

حالا می‌توانیم دربارهٔ اندازه‌گیری، دقیق‌تر صحبت کنیم. منظور از اندازه‌گیری یک کمیت، مقایسهٔ مقدار آن کمیت با مقدار یکای آن است. مثلاً وقتی می‌خواهیم طول یک درخت را برحسب متر اندازه بگیریم، هدفمان این است که مشخص کنیم طول این درخت چند برابر یک متر است.

نکته برخی از کمیت‌ها یکا ندارند، مثل مزیت مکانیکی که پارسال یاد گرفتید.

دسته‌بندی کمیت‌ها

کمیت‌ها را از نظر ماهیت به دو دستهٔ **نرده‌ای (عددی)** و **برداری** تقسیم‌بندی می‌کنیم. هم‌چنین به صورت قراردادی آن‌ها را در دو گروه **اصلی** و **فرعی** نیز قرار می‌دهیم. بنابراین یک کمیت از یک سو می‌تواند نرده‌ای یا برداری باشد و از سوی دیگر یا اصلی است یا فرعی. ادامهٔ ماجرا راجع به این موضوع است:

کمیت‌های عددی و برداری

همهٔ کمیت‌ها اندازه دارند. بعضی از آن‌ها جهت هم دارند. به همین خاطر کمیت‌ها را به دو دسته تقسیم می‌کنیم:

۱- کمیت‌های عددی (نرده‌ای)[1]

این کمیت‌ها جهت ندارند، مثل جرم، طول، زمان، حجم، چگالی و ... . هر کمیت فیزیکی نرده‌ای را باید با عدد و یکای مناسبش بیان کنیم. یعنی این‌طوری:

نمایش یک کمیت نرده‌ای: | عدد | یکا | ← مثال: زمان ← ۴۵ s

خواستون‌باشه! *که اگر یکا را ننویسیم، عدد خالی به تنهایی هیچ معنای فیزیکی نداره!*

نکته حساب‌کتاب کمیت‌های نرده‌ای، جبری است. یعنی آن‌ها را با همان روشی که در دبستان یاد گرفتیم، جمع، تفریق، ضرب و تقسیم می‌کنیم. مثلاً جمع ۵۰ گرم با ۱۰۰ گرم می‌شود ۱۵۰ گرم.

۲- کمیت‌های برداری

این کمیت‌ها هم اندازه دارند و هم جهت، مثل جابه‌جایی. اگر بخواهیم یک کمیت برداری را معرفی کنیم، باید مقدار، یکا و جهت آن را به شکل زیر بنویسیم:

نمایش یک کمیت برداری: | جهت | یکا | عدد | ← مثال: جابه‌جایی ← ۲۵ m (به طرف شمال)

یکا و جهت را فراموش نکنید.

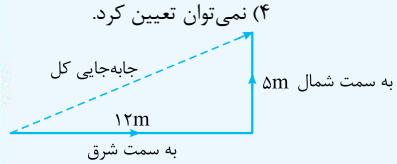
نکته برای جمع و تفریق کمیت‌های برداری باید از «بردار» و قاعده‌های مربوط به آن استفاده کنیم. یعنی جمع، تفریق و ضرب این کمیت‌ها معمولی (جبری) نیست. با حل مثال زیر بهتر درک می‌کنید که ما چه می‌گوییم.

مثال **متحرکی ابتدا ۱۲ m به طرف شرق و سپس ۵ m به طرف شمال حرکت می‌کند. اندازهٔ جابه‌جایی متحرک چند متر است؟**

۱) ۷ ۲) ۱۳ ۳) ۱۷ ۴) نمی‌توان تعیین کرد.

پاسخ **گزینهٔ ۲** جابه‌جایی برداری است که از ابتدای مسیر به انتهای آن وصل می‌شود.

برای حل این مثال باید از چیزهایی که در سال نهم یاد گرفتید، استفاده کنیم. اول شکل مناسبی رسم می‌کنیم:



حالا از قضیهٔ فیثاغورس استفاده می‌کنیم:

$$\text{جابه‌جایی کل} = \sqrt{۵^۲ + ۱۲^۲} = \sqrt{۲۵ + ۱۴۴} = \sqrt{۱۶۹} = ۱۳\ \text{m}$$

پس جابه‌جایی متحرک در کل حرکت ۱۳ متر است. همان‌طور که دیدید حاصل‌جمع دو جابه‌جایی به اندازه‌های ۵ m و ۱۲ m برابر جمع جبری آن‌ها (۱۲ + ۵ = ۱۷ m) نمی‌شود! یعنی کمیت‌های برداری از قواعد جمع و تفریق **معمولی** پیروی نمی‌کنند.

نکته از بین کمیت‌هایی که شما در علوم دورهٔ متوسطهٔ اول خوانده‌اید، سرعت (متوسط و لحظه‌ای)، شتاب (متوسط و لحظه‌ای)، جابه‌جایی، نیرو و گشتاور برداری هستند و بقیه نرده‌ای!

خواستون‌باشه! سرعت و جابه‌جایی، کمیت‌های برداری هستند اما تندی (یا همان اندازهٔ سرعت) و مسافت طی‌شده، کمیت‌های نرده‌ای به حساب می‌آیند.

خواستون‌باشه! کمیت‌های **کار**، **فشار** و **جریان الکتریکی** از قواعد جمع و تفریق معمولی پیروی می‌کنند. به همین دلیل هر سه تا نرده‌ای هستند.

کمیت‌ها و یکاهای اصلی و فرعی

مسئولیت استانداردسازی و یکسان‌کردن تعریف کمیت‌ها و یکاها در جهان، با سازمانی به نام مجمع بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها است. دانشمندانِ عضو این سازمان تصمیم‌های زیادی گرفته‌اند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱) هفت کمیت را به عنوان **کمیت اصلی** انتخاب کردند و یکای این کمیت‌ها را به عنوان **یکای اصلی** معرفی کردند. مثلاً طول، یک کمیت اصلی و یکای آن متر (m) است. در جدول روبه‌رو این هفت کمیت را با یکاهایشان می‌بینید. واضح است که هر کمیتی به‌جز این هفت کمیت، اصلی نیستند که به آن‌ها **کمیت‌های فرعی** و به یکاهای آن‌ها **یکاهای فرعی** می‌گویند.

کمیت‌های اصلی و یکاهای آن‌ها

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

۱- به کمیت‌های نرده‌ای، اسکالر (Scaler) هم می‌گویند. (Scale به معنی اندازه و مقدار است.)

۲ یکاهایی را به عنوان یکاهای استاندارد بین‌المللی تعریف کردند و به کمک رابطه‌ها و فرمول‌های فیزیکی، یکای کمیت‌های دیگر هم تعیین شد. اسم این مجموعه یکاها را **دستگاه بین‌المللی** یا **SI** (Systeme International) گذاشتند.

مثلاً متر را به عنوان یکای طول و ثانیه را به عنوان یکای زمان به طور مستقل تعریف کردند؛ پس با توجه به $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$، یکای سرعت متوسط، متر بر ثانیه $(\frac{m}{s})$ به دست می‌آید که یک یکای فرعی است.

کمیت	یکای SI	یکای فرعی
تندی و سرعت	m/s	m/s
نیرو	نیوتون (N)	$kg\,m/s^2$
فشار	پاسکال (Pa)	kg/ms^2
انرژی	ژول (J)	$kg\,m^2/s^2$
توان	وات (W)	$kg\,m^2/s^3$
گرمای ویژه	$\frac{J}{kg\,K}$	$\frac{m^2}{s^2\,K}$

نکته تکلیف یکاهای اصلی در SI که هم تعریف مستقل دارند و هم نام مستقل، معلوم است. اما یکاهای فرعی تعریف مستقل ندارند و با توجه به فرمول‌های فیزیکی به کمک یکاهای دیگر تعریف می‌شوند. یکاهای فرعی خودشان در SI دو دسته‌اند:

الف) یک دسته آن‌هایی که نام مستقل و مخصوص ندارند؛ مثل $\frac{m}{s}$ که از فرمول $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ به دست می‌آید.

ب) دستهٔ دوم یکاهای فرعی پرکاربردی هستند که نام مستقل و مخصوص دارند. مثلاً یکای نیرو که نیوتون (N) و یکای کار و انرژی که ژول (J) است. در واقع این یکاها تعریف مستقل ندارند ولی نام مستقل دارند.

این نکته را به صورت خلاصه می‌توانیم این‌طوری بنویسیم:

انواع یکا
- **یکاهای اصلی**: تعریف و نام مستقل دارند؛ مثل متر، کیلوگرم و ثانیه.
- **یکاهای فرعی**: تعریف مستقل ندارند.
  - **الف)** یکاهای فرعی که نام مستقل و مخصوص دارند؛ مثل نیوتون، ژول و پاسکال.
  - **ب)** یکاهای فرعی که نام مستقل و مخصوص ندارند؛ مثل متر بر ثانیه.

کتاب درسی از بین کمیت‌های اصلی دو کمیت طول و جرم را زیر ذره‌بین قرار داده و برخی یکاهای غیر SI آن‌ها را معرفی کرده است. البته لازم نیست رابطهٔ بین این یکاها را حفظ کنید.

۱- برخی یکاهای غیر SI: طول

ذرع و فرسنگ: از یکاهای قدیمی ایرانی هستند. هر ذرع ۱۰۴ cm و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است.

یکای نجومی (AU): میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید ($1\,AU \approx 1/5\times10^{11}\,m$) است. *(این تعریف رو حفظ کنید. ممکنه به دردتون بخوره.)*

سال نوری (ly): مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند. *(این تعریف رو هم حفظ باشید.)*

فوت (پا) (ft) و اینچ (in): از یکاهای بریتانیایی هستند. هر فوت ۱۲ اینچ و هر اینچ ۲/۵۴ cm است.

مایل (mi): مایل هم یک یکای بریتانیایی برای طول است. اندازهٔ یک مایل در خشکی و دریا تفاوت دارد. یک مایل در خشکی برابر ۱۶۰۹ m و در دریا برابر ۱۸۵۲ m است.

۲- برخی یکاهای غیر SI: جرم

یکاهای قدیمی ایرانی:

۱ **خروار** = ۱۰۰ **من تبریز** ۱ **من تبریز** = ۴۰ **سیر** = ۶۴۰ **مثقال**

۱ **مثقال** = ۲۴ **نخود** = ۹۶ **گندم** = ۴/۶۸ g **قیراط**: یکای جرم که در مورد الماس و جواهرات کاربرد دارد. هر قیراط ۲۰۰ mg است.

۲ نکتهٔ مهم از کمیت‌ها:

۱ در فیزیک فقط کمیت‌های **هم‌جنس** با **یکاهای یکسان** را می‌شود با هم جمع یا تفریق کرد. مثلاً جابه‌جایی را نمی‌شود با سرعت جمع کرد یا دو جرم با یکاهای متفاوت (مثل کیلوگرم و قیراط) را هم همین‌طور! پس وقتی یک فرمول مثل $E = K + U$ می‌بینیم، می‌فهمیم E، K و U، هر سه یک نوع کمیت‌اند و یکای آن‌ها هم یکسان است.

۲ ما اجازه داریم دو یا چند کمیت را در هم ضرب یا تقسیم کنیم؛ ولی باید بدانیم هر وقت دو یا چند کمیت را در هم ضرب یا تقسیم می‌کنیم، یک کمیت جدید به دست می‌آید. مثلاً حاصل‌ضرب جرم (m) در شتاب (a) نه از جنس جرم است و نه از جنس شتاب، بلکه از جنس کمیت دیگری به نام نیرو (F) است.

یکای کمیت‌های مجهول را چه‌طور به دست بیاوریم؟

۱ فرمول فیزیکی مناسب را که کمیت موردنظر در آن هست، بنویسید. ۲ فرمول را طوری تغییر دهید که نماد کمیت مجهول در یک طرف و بقیهٔ نمادها در طرف دیگر تساوی باشند. ۳ به جای کمیت‌های معلوم، یکای آن‌ها را جای‌گذاری و تا حد ممکن ساده کنید. در این صورت یکای کمیت موردنظر برحسب یکای سایر کمیت‌ها به دست می‌آید.

به مثال‌های زیر توجه کنید:

مثال **نیوتون (یکای نیرو) برحسب یکای کمیت‌های اصلی در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟** *(برگرفته از کتاب درسی)*

۱) $\frac{kg.m}{s^2}$ ۲) $\frac{kg.m}{s}$ ۳) $\frac{kg.s}{m}$ ۴) $\frac{kg.s^2}{m}$

پاسخ گزینهٔ ۱ **گام اول** ابتدا فرمولی که نیرو را به نیروهای دیگر ارتباط دهد می‌نویسیم. سال نهم یاد گرفتید که: $F = ma$. در این فرمول می‌خواهیم یکای F را پیدا کنیم و خوشبختانه نماد آن در یک طرف قرار دارد.

گام دوم به جای هر کمیت یکای آن را قرار می‌دهیم، یکای جرم kg و یکای شتاب m/s^2 است، پس:

$$\text{یکای نیرو} = kg \times \frac{m}{s^2} = \frac{kg.m}{s^2}$$

حواستون باشه! حرف لاتینی که در فرمول‌های فیزیک می‌نویسیم، «نماد» آن کمیت است؛ نه «یکای» آن! مثلاً در فرمول $F = ma$، حرف m نماد جرم است *(نه یکای طول که متره!)*.

مثال **در رابطهٔ $\Delta x = \frac{1}{3}At^3 + \frac{1}{2}Bt^2 + Ct$ اگر یکای C، متر بر ثانیه و یکای t، ثانیه باشد، یکای A و یکای B به ترتیب از راست به چپ کدام است؟**

۱) $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$ ، $\frac{\text{متر}}{(\text{ثانیه})^2}$ ۲) $\frac{\text{متر}}{(\text{ثانیه})^3}$ ، $\frac{\text{متر}}{(\text{ثانیه})^2}$ ۳) $\frac{(\text{متر})^3}{\text{ثانیه}}$ ، $\frac{(\text{متر})^2}{\text{ثانیه}}$ ۴) $(\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}})^3$ ، $(\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}})^2$

پاسخ گزینهٔ ۲ **گام اول** ضریب‌های $\frac{1}{3}$ و $\frac{1}{2}$ تأثیری در کشف یکای کمیت‌ها ندارند. پس آن‌ها را نادیده می‌گیریم.

گام دوم از آن‌جایی که ما فقط اجازه داریم کمیت‌های هم‌جنس را جمع یا تفریق کنیم، می‌توانیم ادعا کنیم که یکای Ct، Bt^2 و At^3 یکسان است:

$$\text{یکای } At^3 = \text{یکای } Bt^2 = \text{یکای } Ct$$

گام سوم یکای C و t را داریم؛ پس یکای Bt^2 و At^3 را هم می‌توانیم پیدا کنیم.

$$C \text{ یکای} \times t \text{ یکای} = A \text{ یکای} \times (t \text{ یکای})^3 \Rightarrow \frac{m}{s} \times s = A \text{ یکای} \times (s)^3 \Rightarrow A \text{ یکای} = \frac{m}{s^3}$$

$$C \text{ یکای} \times t \text{ یکای} = B \text{ یکای} \times (t \text{ یکای})^2 \Rightarrow \frac{m}{s} \times s = B \text{ یکای} \times (s)^2 \Rightarrow B \text{ یکای} = \frac{m}{s^2}$$

در جدول روبه‌رو چند کمیت و یکای فرعی را که در SI نام مخصوص دارند آورده‌ایم. برای هر کدام فرمول مناسبی آورده‌ایم که با آن می‌توانید (همانند مثال بالا) یکای فرعی را به دست بیاورید. *(البته هنوز چندتا از فرمول‌ها رو یاد نگرفتین که تا آخر این کتاب یاد می‌گیرین.)*

کمیت فرعی	فرمول مناسب	یکای فرعی	نام مخصوص SI
نیرو	$F = ma$	$kg\frac{m}{s^2}$	نیوتون (N)
فشار	$P = \frac{F}{A}$	$\frac{kg}{ms^2}$	پاسکال (Pa)
کار و انرژی	$W = Fd$	$kg\frac{m^2}{s^2}$	ژول (J)
توان	$P = \frac{W}{t}$	$kg\frac{m^2}{s^3}$	وات (W)
گرمای ویژه	$c = \frac{Q}{m\Delta T}$	$\frac{m^2}{s^2K}$	$\frac{J}{kgK}$
گرمای نهان ذوب	$L_F = \frac{Q}{m}$	$\frac{m^2}{s^2}$	$\frac{J}{kg}$

با خوندن این درس‌نامه تستای ۷ تا ۲۵ رو جواب بدین.

(درس ۳)

تبدیل یکا و نمادگذاری علمی

تبدیل یکا، استفاده از پیشوندهای SI و هم‌چنین نمادگذاری علمی سه موضوع مهم است که در این درس‌نامه یاد می‌گیریم:

تبدیل یکا به روش زنجیره‌ای

ما برای تبدیل یکای یک کمیت به یکای دیگر از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم. مراحل این تبدیل را همراه با یک مثال برایتان روشن می‌کنیم:

فرض کنید می‌خواهیم ببینیم ۳۰ اینچ چند فوت است؟

گام اول تساوی‌ای را که بین دو یکا برقرار است، می‌نویسیم. هر فوت برابر ۱۲ اینچ است[۱]، یعنی؛

$$1\,ft = 12\,in$$

گام دوم تساوی‌ای را که در گام اول نوشتیم، به صورت یک کسر که برابر ۱ است درمی‌آوریم:

$$\frac{1\,ft}{12\,in} = 1 \quad \text{یا} \quad \frac{12\,in}{1\,ft} = 1$$

حواستون باشه! بسته به این‌که کدام کمیت را می‌خواهیم به کدام کمیت تبدیل کنیم، این کسر را می‌نویسیم. مثلاً اگر بخواهیم اینچ را به فوت تبدیل کنیم، باید اینچ در مخرج و فوت در صورت کسر باشد (یعنی $\frac{1\,ft}{12\,in} = 1$). در این صورت یکایی که باید تغییر کند در گام بعدی ساده می‌شود.

۱- این را که هر فوت چند اینچ است لازم نیست حفظ باشید. در صورت سؤال می‌دهند.

گام سوم مقدار داده‌شده را در کسری که در گام دوم به دست آوردیم، ضرب می‌کنیم و این‌گونه کمیت از یک یکا به یکای دیگر تبدیل می‌شود:

$$۳۰\text{in} = ۳۰\ \cancel{\text{in}} \times \frac{۱\ \text{ft}}{۱۲\ \cancel{\text{in}}} = \frac{۳۰}{۱۲}\ \text{ft} = ۲/۵\ \text{ft}$$

مثال ۵ سیر معادل چند گرم است؟ (یک سیر ۱۶ مثقال و هر مثقال، ۴/۶ g است.)

۱) ۱۸/۴ ۲) ۱۸۴ ۳) ۳۶/۸ ۴) ۳۶۸

پاسخ گزینهٔ ۴ براساس داده‌های سؤال باید سیر را به مثقال و مثقال را به گرم تبدیل کنیم،

$$\begin{cases} ۱\ \text{سیر} = ۱۶\ \text{مثقال} \Rightarrow \frac{۱۶\ \text{مثقال}}{۱\ \text{سیر}} = ۱ \\ ۱\ \text{مثقال} = ۴/۶\ \text{g} \Rightarrow \frac{۴/۶\ \text{g}}{۱\ \text{مثقال}} = ۱ \end{cases}$$

پس طبق دستورالعملی که گفتیم، کسرهایی را که لازم داریم، می‌نویسیم:

حالا به صورت زنجیره‌ای ۵ سیر را به گرم تبدیل می‌کنیم:

$$۵\ \text{سیر} = ۵\ \cancel{\text{سیر}} \times \frac{۱۶\ \cancel{\text{مثقال}}}{۱\ \cancel{\text{سیر}}} \times \frac{۴/۶\ \text{g}}{۱\ \cancel{\text{مثقال}}} = ۵ \times ۱۶ \times ۴/۶\ \text{g} = ۳۶۸\text{g}$$

حواستون باشه! یک وقت کسرها را وارونه ننویسید. مثلاً اگر به جای $\frac{۱۶\ \text{مثقال}}{۱\ \text{سیر}}$ می‌نوشتید $\frac{۱\ \text{سیر}}{۱۶\ \text{مثقال}}$، سیر با سیر ساده نمی‌شد!

سعی کنید مثال بعدی را اول خودتان حل کنید و بعد پاسخ آن را بخوانید. در انتخاب کسر مناسب، دقت کنید.

مثال ۴۵۷/۲ cm برابر چند فوت است؟ (۱ ft = ۱۲ in , ۱ in = ۲/۵۴ cm)

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۶۰ ۴) ۱۸۰

پاسخ گزینهٔ ۲ چون نمی‌دانیم هر cm، چند ft است، پس اول باید cm را به in و سپس in را به ft تبدیل کنیم. پس کسرهای به‌دردبخور $\frac{۱\ \text{in}}{۲/۵۴\ \text{cm}}$ و $\frac{۱\ \text{ft}}{۱۲\ \text{in}}$ هستند و داریم:

$$۴۵۷/۲\ \text{cm} = ۴۵۷/۲\ \cancel{\text{cm}} \times \frac{۱\ \cancel{\text{in}}}{۲/۵۴\ \cancel{\text{cm}}} \times \frac{۱\ \text{ft}}{۱۲\ \cancel{\text{in}}} = \frac{۴۵۷/۲}{۲/۵۴ \times ۱۲}\ \text{ft} = ۱۵\ \text{ft}$$

مفهوم آهنگ یک کمیت فیزیکی و تبدیل یکاهای آن

تعریف آهنگ یک کمیت

در فیزیک معمولاً به «**نسبت تغییرات یک کمیت به زمان آن تغییرات**»، آهنگ تغییرات[1] یا **آهنگ** آن کمیت می‌گوییم. با این تعریف رابطهٔ آهنگ کمیت R به صورت مقابل نوشته می‌شود:

$$\text{آهنگ کمیت R} = \frac{\Delta R}{\Delta t}$$

مثلاً آهنگ تغییرات قد یک درخت برابر می‌شود با:

$$\frac{\text{تغییرات قد درخت}}{\text{زمان تغییرات}} = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

(واضح است که یکای آهنگ تغییرات قد در SI، متر بر ثانیه است.)

یا مثلاً آهنگ حجم آب عبوری از یک شلنگ این‌طوری است:

$$\frac{\text{تغییرات حجم آب (حجم آب عبوری)}}{\text{زمان عبور آب}} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

به راحتی می‌توانیم تشخیص بدهیم که یکای تغییرات حجم نسبت به زمان در SI، متر مکعب بر ثانیه (m^3/s) است.

بد نیست که یک مثال از تبدیل یکای آهنگ حجم آب عبوری از لولهٔ آب ببینیم.

مثال از یک لوله، آب با آهنگ ۷۲۰۰۰ L/h می‌گذرد. این آهنگ چند سانتی‌متر مکعب بر ثانیه است؟ *(برگرفته از کتاب درسی)*

۱) ۲۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰۰ ۳) ۱۲۰۰۰۰ ۴) ۱۲۰۰۰۰۰

پاسخ گزینهٔ ۲ با روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$۷۲۰۰۰\ \text{L/h} = ۷۲۰۰۰ \frac{\text{L}}{\text{h}} \times \frac{۱\ \text{h}}{۳۶۰۰\ \text{s}} \times \frac{۱۰۰۰\ \text{cm}^3}{۱\ \text{L}} = ۲۰۰۰۰\ \text{cm}^3/\text{s}$$

استفاده از پیشوندهای SI

هر کدام از این پیشوندها، نماد یک عدد از مرتبهٔ ۱۰ (یا همان ۱۰^n) است که به آن ضریب تبدیل می‌گوییم. هر وقت ضریب تبدیل، ابتدای یک یکا قرار بگیرد، اندازهٔ یکا را به همان میزان بزرگ یا کوچک می‌کند؛ مثلاً کیلو یعنی ۱۰^3 و وقتی ابتدای یکایی مثل متر قرار می‌گیرد، می‌شود km که هر ۱ km معادل ۱۰^3 m است. در جدول روبه‌رو پیشوندهای مورد نیاز را گذاشته‌ایم:

پیشوندهای کوچک‌کننده			پیشوندهای بزرگ‌کننده		
پیشوند	نماد	ضریب تبدیل	پیشوند	نماد	ضریب تبدیل
دسی	d	$۱۰^{-۱}$	دکا	da	$۱۰^{۱}$
سانتی	c	$۱۰^{-۲}$	هکتو	h	$۱۰^{۲}$
میلی	m	$۱۰^{-۳}$	کیلو	k	$۱۰^{۳}$
میکرو	μ	$۱۰^{-۶}$	مگا	M	$۱۰^{۶}$
نانو	n	$۱۰^{-۹}$	گیگا(جیگا)	G	$۱۰^{۹}$
پیکو	p	$۱۰^{-۱۲}$	ترا	T	$۱۰^{۱۲}$

۱- در کتاب درسی دهم واژهٔ تغییرات نیامده است. اما تعریف آهنگ را به صورت «تغییر هر کمیت نسبت به زمان» بیان کرده است.

معمولاً در بیشتر تست‌ها باید یکای یک کمیت را از یک مقیاس به مقیاس دیگر ببریم. روش انجام این کار را در مثال زیر نشان داده‌ایم.

مثال **هر ng برابر چند kg است؟**

۱) 10^{-6} ۲) 10^{6} ۳) 10^{-12} ۴) 10^{12}

پاسخ گزینهٔ ۳ تبدیل یکاهای پیشوندار به یکدیگر دو مرحله دارد:

گام اول برداشتن پیشوند اولیه: برای این کار کافی است، پیشوند اولیه را بردارید و به جای آن ضریب تبدیلش را قرار دهید:

$$1\,ng = 1\times \underbrace{(10^{-9})}_{\text{ضریب تبدیل نانو}}\,g$$

گام دوم گذاشتن پیشوند جدید: در این مرحله، یکا را در $\frac{\text{نماد پیشوند}}{\text{ضریب تبدیل پیشوند}}$ ضرب کنید:

$$10^{-9}\,g\times\frac{k}{\underbrace{10^{3}}_{\text{ضریب تبدیل کیلو}}}=10^{-12}\,kg$$

مثال زیر را در یک مرحله پاسخ می‌دهیم:

مثال **۴/۹ hm چند μm است؟**

۱) $4/9\times10^{-6}$ ۲) $4/9\times10^{6}$ ۳) $4/9\times10^{-8}$ ۴) $4/9\times10^{8}$

پاسخ گزینهٔ ۴ h را برمی‌داریم و به جایش 10^{2} را قرار می‌دهیم و حاصل را در $\frac{\mu}{10^{-6}}$ ضرب می‌کنیم:

$$4/9\times(10^{2})\,m\times\frac{\mu}{10^{-6}}=4/9\times10^{8}\,\mu m$$

نکته اگر یکای یک کمیت، توان‌دار باشد، توان آن را هم در تبدیل یکا در نظر می‌گیریم.

مثلاً مساحت $5/4\,m^2$ برحسب سانتی‌متر مربع برابر است با:

$$5/4\,m^2\times(\frac{c}{10^{-2}})^{2}=5/4\times10^{4}\,cm^2$$

مثال **۴۰۰۰ mm^3 معادل چند سانتی‌متر مکعب است؟**

۱) 4000×10^{-1} ۲) 4000×10^{-2} ۳) 4000×10^{-3} ۴) 4000×10^{-4}

پاسخ گزینهٔ ۳ «میلی» را برمی‌داریم و به جای آن 10^{-3} می‌گذاریم و حاصل را در $(\frac{c}{10^{-2}})^{3}$ ضرب می‌کنیم:

$$4000\times(10^{-3}\,m)^{3}\times(\frac{c}{10^{-2}})^{3}=4000\times\frac{10^{-9}}{10^{-6}}\,cm^3=4000\times10^{-3}\,cm^3$$

حواستون باشه! تنها زمانی اجازه داریم دو یکا را به هم تبدیل کنیم که هر دو از جنس یک نوع کمیت باشند؛ مثلاً نمی‌توانیم $20\,m^2$ را که از جنس مساحت است به متر مکعب (یکای حجم) تبدیل کنیم و یا $3\,km/h$ را که از جنس سرعت است به متر بر مربع ثانیه (یکای شتاب) تبدیل کنیم.

نکته یکاهای غیر SI (اما معروف) دیگری هستند که باید معادلشان را با یکاهای SI بدانیم. در جدول پایین، این یکاها را معرفی کرده‌ایم و در فصل خودشان از آن‌ها استفاده خواهیم کرد.

نام کمیت	یکای غیر SI	معادل یکا در SI
حجم	L (لیتر)	$10^{-3}\,m^3$
فشار	atm (اتمسفر)	$10^{5}\,Pa$
	cmHg (سانتی‌متر جیوه)	*۱۳۶۰ Pa
بزرگی میدان مغناطیسی	G (گاوس)	$10^{-4}\,T$
انرژی	cal (کالری)	$4/2\,J$
زمان	ساعت	۳۶۰۰ s
	دقیقه	۶۰ s
چگالی	g/cm^3 (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	$10^{3}\,kg/m^3$
	g/L (گرم بر لیتر)	$1\,kg/m^3$
سرعت	km/h (کیلومتر بر ساعت)	$\frac{1}{3/6}\,m/s$

* یکای سانتی‌متر جیوه در صورتی که چگالی جیوه $13/6\,g/cm^3$ و $g=10\,N/kg$ معرفی شود، معادل ۱۳۶۰ Pa است.

مثال ۳۶۰ km / h ، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۶ ۲) ۱۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ گزینهٔ ۴ داریم:

$$v = ۳۶۰\,km/h = ۳۶۰ \times \frac{۱۰^{۳}\,m}{۳۶۰۰\,s} = ۱۰۰\,m/s$$

نکته برای تبدیل یکاهای متر بر ثانیه و کیلومتر بر ساعت می‌توانید از الگوی روبه‌رو استفاده کنید:

$$(km/h) \underset{\times ۳/۶}{\overset{\times \frac{۱}{۳/۶}}{\rightleftarrows}} (m/s)$$

اگر در مثال بالا بخواهیم km / h را به m / s تبدیل کنیم، باید ۳۶۰ km / h را در $\frac{۱}{۳/۶}$ ضرب کنیم:

$$v = ۳۶۰ \times \frac{۱}{۳/۶} = ۱۰۰\,m/s$$

استفاده از نمادگذاری علمی

تندی نور در خلأ ۳۰۰۰۰۰۰۰۰ m / s است. حالا اگر بخواهیم این عدد را به توان ۲ برسانیم (مثلاً در فرمول $E = mc^{۲}$) باید یک ۹ بنویسیم و ۱۶ تا صفر جلویش بگذاریم. بهره‌گرفتن از نمادگذاری علمی ما را از شر این صفرها خلاص می‌کند. این روش می‌گوید: عدد X به $x \times ۱۰^{k}$ تبدیل می‌شود، به طوری که $۱ \le x < ۱۰$ و k یک عدد صحیح باشد. به مثال‌های مقابل توجه کنید:

$$۰/۰۰۲۳\,m \xrightarrow{\text{ممیز را ۳ رقم به جلو می‌کشیم.}} ۲/۳ \times ۱۰^{-۳}\,m$$

$$۷۴۳۰۰۰۰\,kg \xrightarrow{\text{ممیز را ۶ رقم به عقب می‌بریم.}} ۷/۴۳ \times ۱۰^{۶}\,kg$$

پس در واقع در $x \times ۱۰^{k}$، عدد k برابر تعداد ارقامی است که ممیز را جابه‌جا می‌کنیم و هر وقت ممیز را جلو بکشیم، $k < ۰$ و هر وقت آن را عقب ببریم، $k > ۰$ است.

هر پیزی رو که برای زدن تستای ۲۶ تا ۵۷ لازمه، توی این درس‌نامه یادگرفتید. با دقت به این تستا پاسخ بدین.

دقت در اندازه‌گیری

(درس ۴)

هیچ اندازه‌گیری‌ای قطعی و بدون خطا نیست، *(به این می‌گن عدم قطعیت در اندازه‌گیری)*. دقیق‌بودن یک اندازه‌گیری به سه عامل زیر بستگی دارد:

۱) دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری

۲) مهارت کسی که اندازه‌گیری می‌کند.

۳) تعداد دفعاتی که اندازه‌گیری تکرار می‌شود.

حالا هر کدام از این‌ها را دقیق‌تر بررسی می‌کنیم:

۱- دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری

اغلب ابزارها یا وسیله‌های اندازه‌گیری به دو صورت مدرج (درجه‌بندی شده) و رقمی (دیجیتال) ساخته می‌شوند. در هر دو نوع وسیلهٔ مدرج و رقمی **دقت** عبارت است از «**کم‌ترین اندازه‌ای که با آن وسیله می‌توانیم اندازه بگیریم.**» به بیان دیگر دقت در ابزارهای مدرج برابر کم‌ترین مقدار (کمینهٔ) تقسیم‌بندی آن ابزار و در وسیله‌های رقمی (دیجیتال) برابر کم‌ترین مقداری که آن وسیله نشان می‌دهد، است.

مثلاً کمینهٔ تقسیم‌بندی (یا دقت) خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده، ۱ cm است. واضح است که کم‌ترین طولی که با این خط‌کش می‌توانیم اندازه بگیریم، ۱ cm است و این خط‌کش به درد اندازه‌گیری طول‌های کم‌تر از ۱ cm (مثل ضخامت یک برگهٔ کاغذ) نمی‌خورد.

چندنکته

۱) هر چه **مقدار دقت** اندازه‌گیری یک وسیله کم‌تر باشد، **دقت** آن بیشتر است.

مثلاً ترازویی که دقتش ۰/۰۱ g است از ترازویی که دقتش ۱۰ g است، دقیق‌تر است.

۲) وقتی می‌خواهیم نتیجهٔ یک اندازه‌گیری را گزارش کنیم، باید حواسمان باشد که «**گزارش یک وسیلهٔ اندازه‌گیری باید مضارب صحیحی از دقت ابزار اندازه‌گیری باشد.**»:

$$\text{گزارش اندازه‌گیری} = \underbrace{k}_{\text{مضرب صحیح}} \times (\text{دقت ابزار})$$

مثلاً اگر یک نفر با ترازویی که دقتش ۱ g است، جرم جسمی را ۳۷/۲۵ g اعلام کند یا ناشی است یا دروغگو! چون ۳۷/۲۵ g مضرب صحیحی از ۱ g نیست.

مثال **با پیمانه‌ای به گنجایش $1/5\ cm^3$ حجم مقداری مایع را اندازه گرفتیم. کدام‌یک از داده‌های زیر می‌تواند نتیجهٔ اندازه‌گیری با این پیمانه (برحسب سانتی‌متر مکعب) باشد؟**

۱) ۲۰/۵ ۲) ۲۳/۰ ۳) ۱۹/۵ ۴) ۲۰/۰

پاسخ گزینهٔ ۳ گفتیم نتیجهٔ اندازه‌گیری با یک ابزار فقط می‌تواند مضرب صحیحی از دقت اندازه‌گیری آن ابزار باشد. در این‌جا دقت اندازه‌گیری برابر گنجایش پیمانه (یعنی $1/5\ cm^3$) است. (چرا؟ چون کم‌ترین مقداری که این پیمانه می‌تواند اندازه بگیرد $1/5\ cm^3$ است.) پس گزینه‌ای درست است که مضرب صحیحی از ۱/۵ باشد:

۱) $\frac{20/5}{1/5}=13/\overline{6}$ ۲) $\frac{23/0}{1/5}=15/\overline{3}$ ۳) $\frac{19/5}{1/5}=13$ ۴) $\frac{20/0}{1/5}=13/\overline{3}$

پس فقط ۳ مضرب صحیحی از ۱/۵ است.

۳ فرض کنید گزارش یک اندازه‌گیری را به شما می‌دهند و از شما می‌پرسند که دقت این اندازه‌گیری چه‌قدر بوده است؟ در این صورت دقت آن اندازه‌گیری را برابر با **کم‌ترین ارزش مکانی**[1] عدد گزارش‌شده در نظر بگیرید. (*مگر این‌که خلافش ثابت بشه!*)[2]

برای این‌که بهتر متوجه حرف ما بشید هر ردیف جدول زیر رو از چپ به راست ببینید:

دقت اندازه‌گیری	کم‌ترین ارزش مکانی عدد گزارش‌شده	عدد گزارش‌شده
$10^{-3}\ m$	یک هزارم	$0/002\ m$
$10^{-4}\ m^2$	یک ده هزارم	$10/0027\ m^2$
$1\ m$	یک	$10\ m$
$1\ g$	یک	$1/5002\times10^3\ g$

از حالا به بعد برای راحتی خودمان و شما به جای عبارت، «کم‌ترین ارزش مکانی» به اختصار می‌گوییم «کام»!

مثال **با ولت‌سنجی رقمی، اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری $3/20002\times10^3\ mV$ گزارش شده است. دقت اندازه‌گیری این ولت‌سنج چند میلی‌ولت است؟**

۱) ۰/۰۰۱ ۲) ۰/۰۱ ۳) ۰/۰۰۲ ۴) ۰/۲

پاسخ گزینهٔ ۲ $3/20002\times10^3\ mV=3200/02\ mV \Rightarrow$ کام $=0/01$

همین‌طور که می‌بینید کام (کم‌ترین ارزش مکانی) گزارش‌شده برابر ۰/۰۱ است. پس دقت اندازه‌گیری ولت‌سنج $0/01\ mV$ است.

۴ در گزارش اندازه‌گیری، حق نداریم صفرهای بعد از ممیز را حذف کنیم. می‌پرسید چرا؟ به شکل روبه‌رو نگاه کنید. دمایی که دماسنج دیجیتالی در شکل (الف) نشان می‌دهد $36/8\ ^\circ C$ است. هر کسی گزارش $36/8\ ^\circ C$ را ببیند می‌تواند حدس بزند این دما با یک ابزار که دقت آن $0/1\ ^\circ C$ است اندازه‌گیری شده است. حالا دمایی را که دماسنج در شکل (ب) نشان می‌دهد ببینید. $37\ ^\circ C$ درست است یا $37/0\ ^\circ C$؟

(الف) (ب)

اگر دما را $37/0\ ^\circ C$ گزارش کنیم، دقت دماسنج را $0/1\ ^\circ C$ معرفی کرده‌ایم؛ ولی اگر دما را $37\ ^\circ C$ گزارش کنیم در واقع گفته‌ایم که دقت دماسنج $1\ ^\circ C$ است. حالا فهمیدید که چرا صفرهای بعد از ممیز مهم‌اند؟

مثال **یک ترازو جرم بخشی از یک میوه را $87/0\ g$ نشان می‌دهد. با این ترازو، جرم سیبی را اندازه می‌گیریم. کدام‌یک از عددهای زیر می‌تواند نتیجهٔ این اندازه‌گیری (برحسب گرم) باشد؟**

۱) ۲۱۱/۲۵ ۲) ۲۱۱/۲ ۳) ۲۱۱/۲۵۰ ۴) ۲۱۱

پاسخ گزینهٔ ۲ کام (کوچک‌ترین ارزش مکانی) گزارش اول ($87/0\ g$) $0/1$ است؛ پس می‌توانیم بگوییم دقت ترازو $0/1\ g$ است. بنابراین در گزینه‌ها به دنبال گزینه‌ای می‌گردیم که کام آن ۰/۱ باشد.

۱) $211/25\ g \Rightarrow$ کام $=0/01 \Rightarrow$ دقت $=0/01\ g$
۲) $211/2\ g \Rightarrow$ کام $=0/1 \Rightarrow$ دقت $=0/1\ g$
۳) $211/250\ g \Rightarrow$ کام $=0/001 \Rightarrow$ دقت $=0/001\ g$
۴) $211\ g \Rightarrow$ کام $=1 \Rightarrow$ دقت $=1\ g$

۵ در مسئله‌های دقت اندازه‌گیری، دقت را برحسب یکای خاصی می‌دهند یا می‌خواهند. در بعضی از این مسئله‌ها ما مجبوریم تبدیل یکا کنیم. (مثال صفحه بعد را ببینید.)

۱- *ارزش مکانی همون یکان، دهگان و صدگانه که تو دبستان یادگرفتیم.*

۲- در واقع کم‌ترین ارزش مکانی، **کمینهٔ** دقت ممکن یک ابزار اندازه‌گیری را نشان می‌دهد، ولی در تست‌های کنکور آن را معادل دقت ابزار در نظر می‌گیرند.

مثال دقت اندازه‌گیری یک خط‌کش $0/001\,m$ است. کدام‌یک از گزارش های زیر می‌تواند نتیجهٔ اندازه‌گیری با این خط‌کش باشد؟ (d نماد پیشوند «دسی» است.)

۱) $32/00\,cm$ ۲) $0/32\,m$ ۳) $320/0\,mm$ ۴) $3/20\,dm$

پاسخ گزینهٔ ۴ ابتدا همهٔ گزینه‌ها را برحسب متر می‌نویسیم و بعد کام آن‌ها را مشخص می‌کنیم: *(هواستون باشه که صفرهای بعد از ممیز رو حذف نکنید.)*

۱) $32/00\,cm = 32/00\,cm \times \frac{1\,m}{100\,cm} = 0/3200\,m \Rightarrow$ کام $= 0/0001 \Rightarrow$ دقت $= 0/0001\,m$

۲) $0/32\,m \Rightarrow$ کام $= 0/01 \Rightarrow$ دقت $= 0/01\,m$

۳) $320/0\,mm = 320/0\,mm \times \frac{1\,m}{1000\,mm} = 0/3200\,m \Rightarrow$ کام $= 0/0001 \Rightarrow$ دقت $= 0/0001\,m$

۴) $3/20\,dm = 3/20\,dm \times \frac{1\,m}{10\,dm} = 0/320\,m \Rightarrow$ کام $= 0/001 \Rightarrow$ دقت $= 0/001\,m$

همین‌طور که مشخص کردیم کام (کوچک‌ترین ارزش مکانی) گزارش ۴ برابر $0/001$ است. پس می‌توانیم حدس بزنیم دقت خط‌کش در گزارش ۴، $0/001\,m$ بوده است.

۶ گاهی وقت‌ها نتیجهٔ یک اندازه‌گیری به صورت نمادگذاری علمی یا چیزی شبیه آن بیان می‌شود. اگر این‌طور بود برای آن‌که بتوانید دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری را تشخیص دهید، بهتر است نتیجهٔ اندازه‌گیری را به صورت « $m\times10^n$ » (که در آن m عدد طبیعی و n عدد صحیح است) بنویسید. در این صورت 10^n، دقت اندازه‌گیری وسیله برحسب یکای داده‌شده است.

حواستون باشه! که تعداد ارقام نتیجهٔ اندازه‌گیری تغییر نکند، مثلاً $8/790\times10^6\,mm$ را به صورت $8790\times10^3\,mm$ بنویسید. (8790×10^4 یا 87900000 یا 87900×10^2 غلط‌اند.) در این صورت دقت اندازه‌گیری $10^3\,mm$ است.

مثال جرم جسمی با یک ترازوی رقمی، $20/20\times10^4\,mg$ گزارش شده است. دقت اندازه‌گیری که این ترازو می‌تواند داشته باشد چند کیلوگرم است؟

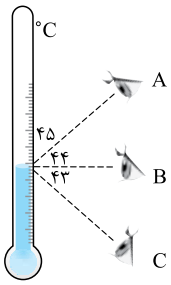
۱) $0/01$ ۲) 100 ۳) 10000 ۴) $0/0001$

پاسخ گزینهٔ ۴ **گام اول** گزارش اندازه‌گیری را به صورت $m\times10^n$ می‌نویسیم: $20/20\times10^4\,mg = 2020\times10^2\,mg \Rightarrow$ دقت $= 10^2\,mg$

گام دوم حالا دقت برحسب میلی‌گرم را به کیلوگرم تبدیل می‌کنیم:

$$10^2\,mg = 10^2\,mg \times \frac{1\,kg}{10^6\,mg} = 10^{-4}\,kg = 0/0001\,kg$$

۲-مهارت کسی که اندازه می‌گیرد



واضح و مبرهن است که مهارت شخصی که اندازه‌گیری می‌کند روی دقت اندازه‌گیری مؤثر است. مثلاً در شکل روبه‌رو افراد A، B و C به ترتیب دما را $45\,^\circ C$، $44\,^\circ C$ و $43\,^\circ C$ می‌خوانند و ما و شما می‌دانیم شخص B که خط دیدش عمود بر ستون مایع دماسنج است، دقیق‌تر اندازه‌گیری کرده است.

۳- تعداد دفعاتی که اندازه‌گیری تکرار می‌شود

برای این‌که خطای یک اندازه‌گیری را کم کنیم، چند بار اندازه‌گیری را تکرار می‌کنیم و در نهایت میانگین عددهای به دست آمده را به عنوان نتیجهٔ اندازه‌گیری گزارش می‌کنیم. در این‌جا فقط باید حواسمان به دو چیز باشد:

اول این‌که اگر یک یا دو عدد پرت بودند (یعنی با بقیهٔ عددها اختلاف زیادی داشتند) در محاسبهٔ میانگین وارد نمی‌کنیم.

دوم این‌که اگر تعداد رقم‌های میانگین بیشتر از رقم‌های هر یک از عددهای گزارش‌شده باشد، آن را طوری گرد می‌کنیم که تعداد رقم‌هایش با گزارش برابر شود.

با حل تست‌های ۵۸ تا ۷۰ پروندهٔ بخش یک فصل یک رو ببندید!

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

فیزیک، دانش بنیادی

سلام. خوشحالیم که اومدین سراغ حل تستا، امیدواریم که تا آخر کتاب با ما باشید.

تست‌های آغازین کتاب رو از متن کتاب درسی طرح کردیم. توصیه می‌کنیم حتماً اولین درس نامهٔ کتاب رو بخونید.

۱- **کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟** *(برگرفته از کتاب درسی)*

الف) دانشمندان علم فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از مدل، قانون و نظریهٔ فیزیکی استفاده می‌کنند و سپس با آزمایش آن‌ها را مورد آزمون قرار می‌دهند.

ب) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و همیشه این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری مدل یا نظریه‌ای شوند.

پ) احتمال نادرست بودن یا نیاز به اصلاح داشتن یک نظریهٔ فیزیکی نقطهٔ ضعف دانش فیزیک است.

ت) با بازنگری در مدل سیاره‌ای اتم، مدل هسته‌ای جایگزین آن شد.

۱) الف و پ ۲) الف و ب ۳) ب و ت ۴) پ و ت

۲- کدام‌یک از موارد زیر بیشترین نقش را در پیشبرد و تکامل علم فیزیک داشته است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) مشاهدهٔ علمی پدیده‌ها ۲) آزمایش و تجربه و اندازه‌گیری ۳) ارائهٔ مدل‌های فیزیکی ۴) اندیشه‌ورزی فعال و تفکر نقادانه

در تست‌های بعدی به مدل‌سازی پرداخته‌ایم.

۳- در مدل‌سازی فیزیکی پدیدهٔ «حرکت توپ بسکتبال» (شکل زیر) کدام‌یک از فرض‌های زیر برای ساده‌سازی نادرست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

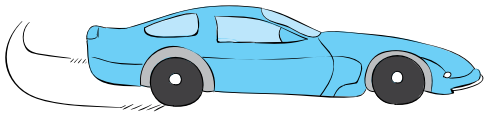
۱) از مقاومت هوا و باد صرف‌نظر می‌کنیم.

۲) از ابعاد و شکل توپ چشم‌پوشی می‌کنیم (آن را به صورت ذره در نظر می‌گیریم).

۳) نیروی وزن وارد بر توپ را نادیده می‌گیریم.

۴) از تغییر نیروی وزن توپ با تغییر ارتفاع چشم‌پوشی می‌کنیم.

۴- فرض کنید خودرویی در حال حرکت است. خودرو با دیدن یک مانع ترمز می‌کند و پس از طی مسافتی می‌ایستد. برای مدل‌سازی فیزیکی این پدیده، برخی از عوامل را نادیده می‌گیریم. نادیده‌گرفتن کدام موارد زیر باعث می‌شود نتیجهٔ بررسی مدل با واقعیت، تفاوت آشکاری داشته باشد؟



الف) ابعاد خودرو

ب) اصطکاک خودرو با زمین

پ) چرخش چرخ‌ها

ت) جرم خودرو و سرنشینان آن

۱) پ و ت ۲) الف و پ ۳) الف و ب ۴) ب و ت

۵- فرض کنید مطابق شکل مقابل، مقداری آب درون ظرفی روی یک اجاق روشن قرار دارد. برای مدل‌سازی فیزیکی پدیدهٔ «افزایش دمای آب به خاطر دریافت گرما» کدام‌یک از ساده‌سازی‌های زیر ضرورتی ندارد؟

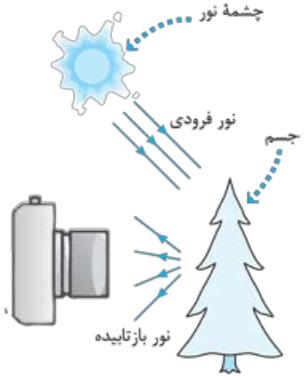
۱) فرض می‌کنیم ظرف، گرمایی دریافت نمی‌کند و تمام گرما به آب منتقل می‌شود.

۲) فرض می‌کنیم ذرات هوای اطراف ظرف، گرمایی دریافت نمی‌کنند.

۳) فرض می‌کنیم تمام قسمت‌های آب همواره دمای یکسانی دارند و دما در تمام نقاط مایع به طور همگن زیاد می‌شود.

۴) تمام آب موجود در ظرف را به شکل یک ذره در نظر می‌گیریم که در حال گرفتن گرما است.

۶- شکل روبه‌رو مدل‌سازی انتشار نور را به صورت ..... نشان می‌دهد. براساس این مدل‌سازی تشکیل تصویر بر روی فیلم دوربین عکاسی توجیه ..... (برگرفته از کتاب درسی)



۱) پرتوهای نور ـ می‌شود.

۲) باریکهٔ نور ـ می‌شود.

۳) پرتوهای نور ـ نمی‌شود.

۴) باریکهٔ نور ـ نمی‌شود.

اندازه‌گیری و کمیت

حالا می‌خواهیم به مفهوم «کمیت» و «یکا» بپردازیم!

۷- کدام گزینه دربارهٔ یکای یک کمیت نادرست است؟

۱) یکای هر کمیت مقداری قراردادی است.

۲) یکای یک کمیت نمی‌تواند مستقل از یکای کمیت‌های دیگر باشد.

۳) یک کمیت ممکن است چند یکا داشته باشد.

۴) یکای هر کمیت مقدار معینی از همان کمیت است.

۸- برای گزارش ابعاد یک اتومبیل از یک کمیت ..... و برای گزارش سرعت آن از یک کمیت ..... استفاده می‌کنیم.

۱) اصلی ـ برداری ۲) فرعی ـ نرده‌ای ۳) برداری ـ اصلی ۴) نرده‌ای ـ اصلی

۹- کدام گزینه دربارهٔ یک کمیت نادرست است؟

۱) همهٔ کمیت‌ها قابل اندازه‌گیری‌اند.

۲) همهٔ کمیت‌ها «یکا» دارند.

۳) کمیتی که یکای آن تعریف مستقل دارد، اصلی است.

۴) در روابط فیزیکی هر کمیت با چند کمیت دیگر در ارتباط است.

۱۰- چندتا از جمله‌های زیر درست‌اند؟

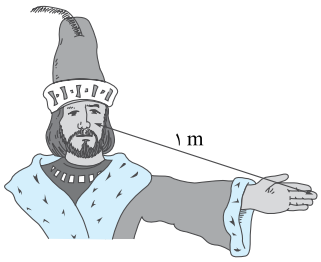
الف) برای این‌که عددهای حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت با هم مقایسه‌پذیر باشد، دانشمندان برای هر کمیت یکای معینی را تعریف کردند.

ب) داشتن قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف برای معتبر بودن یک یکا کافی است.

پ) قوانین فیزیک و ریاضی، کمیت‌ها را به هم مربوط می‌کنند. بنابراین یکای برخی کمیت‌ها به یکای برخی کمیت‌های دیگر وابسته است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۱- اگر مطابق شکل روبه‌رو، یکای طول را به صورت فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده‌شده بگیریم، مزیت و عیب این یکا به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) قابلیت بازتولید دارد. ـ تغییر می‌کند.
۲) تغییر نمی‌کند. ـ قابلیت بازتولید دارد.
۳) قابلیت بازتولید دارد. ـ تغییر نمی‌کند.
۴) تغییر نمی‌کند. ـ قابلیت بازتولید ندارد.

آیا کمیت‌های اصلی و یکایشان را به خاطر سپرده‌اید؟

۱۲- کدام کمیت‌ها، همگی از کمیت‌های اصلی هستند؟ (تجربی خارج ۹۸)

۱) دما، نیرو، فشار ۲) فشار، زمان، سرعت ۳) جریان الکتریکی، جرم، نیرو ۴) دما، جریان الکتریکی، جرم

۱۳- در کدام‌یک از موارد زیر، همهٔ کمیت‌ها فرعی هستند؟ (تجربی ۹۸)

۱) جرم، زمان، فشار ۲) چگالی، تندی، انرژی ۳) چگالی، جریان الکتریکی، حجم ۴) شدت روشنایی، مقدار ماده، زمان

۱۴- جرم و زمان از ..... و کیلوگرم و ثانیه از ..... در SI می‌باشند. (ریاضی خارج ۸۶)

۱) یکاهای فرعی ـ یکاهای اصلی ۲) یکاهای اصلی ـ کمیت‌های فرعی
۳) کمیت‌های اصلی ـ یکاهای اصلی ۴) کمیت‌های اصلی ـ کمیت‌های فرعی

۱۵- یکای کمیت‌های اصلی «طول، جرم، زمان و دما» در SI، در کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ به درستی بیان شده‌اند؟

۱) متر، گرم، ثانیه، درجهٔ سلسیوس ۲) متر، کیلوگرم، ثانیه، کلوین
۳) سانتی‌متر، کیلوگرم، دقیقه، کلوین ۴) سانتی‌متر، گرم، دقیقه، کلوین

۱۶- ..... از کمیت‌های اصلی و ..... از کمیت‌های فرعی در SI می‌باشند. (ریاضی ۸۶)

۱) حجم و جرم ـ زمان و انرژی ۲) جرم و زمان ـ طول و نیرو ۳) طول و جرم ـ مساحت و نیرو ۴) نیرو و دما ـ سرعت و جریان الکتریکی

۱۷- در کدام گزینه کمیت‌های مطرح‌شده جزء کمیت‌های اصلی هستند و به یکای آن‌ها در SI به درستی اشاره شده است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) بار الکتریکی (یکا: کولن)، مقدار ماده (یکا: مول)، شدت روشنایی (یکا: کندلا)
۲) بار الکتریکی (یکا: کولن)، مقدار ماده (یکا: کیلوگرم)، شدت روشنایی (یکا: شمع)
۳) جریان الکتریکی (یکا: آمپر)، مقدار ماده (یکا: مول)، شدت روشنایی (یکا: کندلا)
۴) جریان الکتریکی (یکا: آمپر)، مقدار ماده (یکا: کیلوگرم)، شدت روشنایی (یکا: شمع)

تشخیص کمیت‌های «برداری» و «نرده‌ای» هم از چیزهایی است که باید بلد باشید.

۱۸- کدام گزینه در مورد جرم و سرعت یک متحرک درست است؟

۱) هر دو کمیت، دارای جهت‌اند.
۲) این دو کمیت را می‌توانیم در هم ضرب کنیم.
۳) عمل جمع برای هر کدام از این دو کمیت با یک قاعدهٔ ریاضی انجام می‌شود.
۴) این دو کمیت را می‌توانیم با هم جمع کنیم.

۱۹- چه تعداد از کمیت‌های زیر برداری هستند؟

سرعت / مقاومت الکتریکی / جریان الکتریکی / اختلاف پتانسیل الکتریکی / گرما / دما / جرم / چگالی

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۰- چه تعداد از کمیت‌های روبه‌رو نرده‌ای هستند؟ تندی / فشار / شتاب / نیرو / جابه‌جایی / گشتاور / کار

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۱- حاصل اندازه‌گیری چه تعداد از کمیت‌های زیر درست و کامل بیان شده است؟

الف) جرم : ۵ kg (به طرف پایین) ب) جابه‌جایی : ۱۸ m
پ) تندی : ۲۰ m/s (به طرف شمال) ت) نیرو : ۵۰ (به طرف شرق)

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

همان‌طور که خودتان می‌دانید یکای کمیت‌های فرعی بر اساس یکای کمیت‌های اصلی تعریف می‌شوند. شما باید بتوانید یکای یک کمیت فرعی را برحسب یکاهای اصلی به دست بیاورید. در درس‌نامه یک روش خوب برای این کار یاد می‌گیرید.

۲۲- یکای فرعی فشار کدام است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۰)

۱) Pa ۲) $\frac{kg}{m.s^2}$ ۳) $\frac{kg.m}{s^2}$ ۴) $\frac{N}{m.s}$

۲۳- می‌دانیم یکای کار در SI ژول نام دارد. ژول برحسب یکاهای اصلی به شکل کدام‌یک از گزینه‌های زیر مطرح می‌شود؟

۱) $\frac{kg.m}{s}$ ۲) $\frac{kg.m^2}{s^2}$ ۳) $\frac{kg.m^2}{s}$ ۴) $\frac{kg^2.m}{s^2}$

۲۴- اگر دو سر فنری را با نیروی F بکشیم، طول فنر به اندازهٔ Δx زیاد می‌شود. بین F و Δx رابطهٔ $F = k\Delta x$ برقرار است. یکای k برحسب یکاهای اصلی در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

۱) $\frac{kg.m^2}{s^2}$ ۲) $\frac{kg}{m^2.s^2}$ ۳) $\frac{kg}{s^2}$ ۴) $\frac{kg.m}{s}$

۲۵- در رابطهٔ فیزیکی $A = \frac{BC^2}{D}$، کمیت A برحسب نیوتون (N)، D برحسب ثانیه (s) و C برحسب متر (m) است. در این صورت یکای کمیت B کدام است؟

۱) $\frac{N}{s.m^2}$ ۲) $\frac{N.s}{m^2}$ ۳) $\frac{N.s}{m}$ ۴) $\frac{m^2.s}{N}$

تبدیل یکا و نمادگذاری علمی

از ما به شما نصیحت! برای حل تست‌های تبدیل یکا حتماً از روش «تبدیل زنجیره‌ای» استفاده کنید.

۲۶- مایل از یکاهای متداول طول در دستگاه بریتانیایی است. هر مایل (در خشکی) تقریباً برابر با $1600\ m$ است. فاصلهٔ دو شهر نیویورک و لندن برابر با ۳۴۸۰ مایل است. این فاصله برابر چند کیلومتر است؟

۱) ۲۱۷۵ ۲) ۲۱۷۵۰۰۰ ۳) ۵۵۶۸ ۴) ۵۵۶۸۰۰۰

۲۷- $6/25$ خروار برابر چند تن است؟ (۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز، ۱ من تبریز = ۶۴۰ مثقال، ۱ مثقال = $4/6$ گرم)

۱) $1/84$ ۲) $18/4$ ۳) ۱۸۴ ۴) ۱۸۴۰

۲۸- ارتفاع هواپیمایی از سطح آزاد دریاها ۳۰۰۰۰ پا (فوت) است. این ارتفاع برابر چند کیلومتر است؟ (هر پا برابر ۱۲ اینچ و هر اینچ $2/5\ cm$ است.)

۱) ۶ ۲) $7/5$ ۳) ۹ ۴) ۱۲ (برگرفته از کتاب درسی)

۲۹- «دریای نور» و «کوه نور» نام دو الماس از الماس‌های مشهور جهان است. جرم این دو الماس به ترتیب ۱۸۲ و ۱۰۸ قیراط است. به ترتیب از راست به چپ، جرم «دریای نور» چند گرم و جرم «کوه نور» چند مثقال است؟ (هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم و هر مثقال معادل $4/5\ g$ است.)

۱) $3/64$ ، $21/6$ ۲) $3/64$ ، $4/8$ (برگرفته از کتاب درسی)

۳) $36/4$ ، $21/6$ ۴) $36/4$ ، $4/8$

۳۰- ارتفاع برج میلاد، به عنوان ششمین برج بلند مخابراتی جهان، برابر $435\ m$ است. اگر هر فوت برابر ۱۲ اینچ و هر اینچ $2/54\ cm$ باشد، ارتفاع برج میلاد تقریباً برابر با چند فوت است؟

۱) ۱۴۲۷ ۲) ۱۳۲۷ ۳) ۱۴۸۸ ۴) ۱۳۸۸

۳۱- طول سی‌وسه‌پل اصفهان برابر با $293/28\ m$ است. این عدد برحسب فرسنگ برابر کدام گزینه است؟ (هر فرسنگ برابر با ۶۰۰۰ ذرع و هر ذرع معادل $1040\ mm$ است.)

۱) $0/047$ ۲) ۲۸۲ ۳) ۳۰۵ ۴) $0/051$

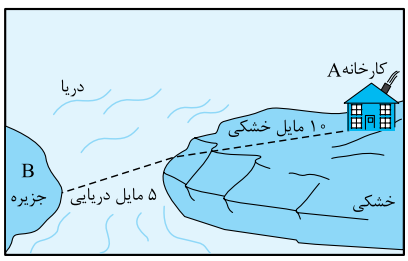
۳۲- هر اینچ برابر $2/54\ cm$، هر فوت برابر ۱۲ اینچ و هر یارد برابر ۳ فوت است. $1143\ mm$ برابر چند یارد است؟

۱) $3/75$ ۲) $1/25$ ۳) $37/5$ ۴) $12/5$

۳۳- قد علی دایی برابر با $6\ ft$ و $3/6\ in$ است. قد او برحسب سانتی‌متر تقریباً برابر کدام گزینه است؟ ($1\ ft = 12\ in$,$1\ in = 2/54\ cm$)

۱) ۱۹۰ ۲) ۱۹۱ ۳) ۱۹۲ ۴) ۱۹۳

۳۴- در شکل مقابل باید کالایی، طبق مسیر مشخص‌شده، از کارخانهٔ A با کامیون و کشتی به جزیرهٔ B منتقل شود. مسافتی که کالا طی می‌کند، چند کیلومتر است؟ (یک مایل در خشکی برابر ۱۶۰۹ متر و در دریا ۱۸۵۲ متر است.)



۱) $35/25$
۲) $25/35$
۳) $30/35$
۴) $20/25$

۳۵- اگر فاصلهٔ زمین تا خورشید را $2\times10^{11}\ m$ در نظر بگیریم، قطر خورشید به صورت نمادگذاری علمی چند یکای نجومی (AU) است؟ (قطر خورشید $1/4\ Mm$ است.) (برگرفته از کتاب درسی)

۱) $0/7\times10^{-6}$ ۲) 7×10^{-6} ۳) 7×10^{5} ۴) 7×10^{6}

۳۶- یک سال نوری تقریباً چند یکای نجومی است؟ (تندی نور در خلأ $3\times10^{8}\ m/s$ است و فاصلهٔ زمین تا خورشید را $2\times10^{11}\ m$ در نظر بگیرید.)

۱) ۵۰۰۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۵۰۰۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰ (برگرفته از کتاب درسی)

در سه تست بعدی با یکاهای مساحت و حجم سروکله می‌زنیم!

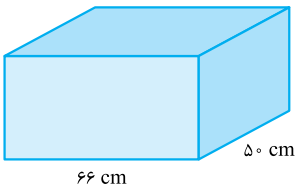
۳۷- ابعاد یک زمین فوتبال $110\ m$ و $70\ m$ است. مساحت این زمین فوتبال چند هکتار است؟ (هر هکتار برابر $10000\ m^2$ است.)

۱) $0/77$ ۲) $7/70$ ۳) $77/00$ ۴) $770/00$

۳۸- طول، عرض و ارتفاع یک مکعب‌مستطیل به ترتیب برابر با ۲/۵ m، ۴۰ cm و ۳۰۰ mm است. حجم این مکعب مستطیل برحسب میلی‌متر مکعب برابر کدام گزینه است؟

۱) ۳×۱۰^{۷} ۲) ۳×۱۰^{۸} ۳) ۱۲×۱۰^{۷} ۴) ۱۲×۱۰^{۸}

۳۹- گالن (یکی از یکاهای متداول حجم در دستگاه بریتانیایی) تقریباً برابر با ۴/۴ لیتر است. ۳۰ گالن آب را درون یک آکواریوم به ابعاد شکل روبه‌رو می‌ریزیم. ارتفاع آب در آکواریوم چند سانتی‌متر می‌شود؟



۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

از این‌جا به بعد تست‌ها کمی سفت‌تر می‌شود! برای حل تست‌های زیر لازم است علاوه‌بر تبدیل یکا از یک فرمول (که در سال‌های قبل یاد گرفتید) هم استفاده کنید.

۴۰- به گفتهٔ پدربزرگ پدرام فاصلهٔ دو روستای «علی‌آباد» و «حسن‌آباد» ۲ فرسنگ است. اگر پدرام مسیر مستقیم بین دو روستا را با تندی ۴۵ km/h طی کند، بعد از چند دقیقه از علی‌آباد به حسن‌آباد می‌رسد؟ (هر فرسنگ را ۶۰۰۰ متر در نظر بگیرید.)

۱) ۱۲ ۲) ۱۶ ۳) ۲۰ ۴) ۲۴

۴۱- علی، به تقلید از گالیله، برای اندازه‌گیری تندی متوسط یک خودرو از نبض خود به عنوان زمان‌سنج استفاده می‌کند. اگر در بازهٔ زمانی‌ای که خودرو مسافت ۱۵۰۰ m را طی می‌کند، نبض علی ۱۷۵ بار بزند، تندی متوسط خودرو چند کیلومتر بر ساعت است؟ (فرض کنید نبض یک شخص در هر دقیقه ۷۰ بار بزند.)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۶ ۴) ۷۲

۴۲- تندی نور در خلأ تقریباً ۳×۱۰^{۸} m/s است. تندی نور در خلأ برحسب AU/min (یکای نجومی بر دقیقه) برابر کدام گزینه است؟ (میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید ۲×۱۰^{۱۱} m است.)

۱) $۰/۲۵\times۱۰^{-۳}$ ۲) $۲/۵\times۱۰^{-۳}$ ۳) ۰/۹ ۴) ۰/۰۹۰

۴۳- یک کشتی که با تندی ۲۰۰ گره در حال حرکت است، چند ثانیه طول می‌کشد تا مسافتی به اندازهٔ ۲۰/۶ km را طی کند؟ (هر گرهٔ دریایی را برابر با ۰/۵۱۵ m/s در نظر بگیرید.)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۴۴- یک کشتی حمل کالا با تندی ثابت ۱۴ گره از بندر لنگه به جزیرهٔ لاوان رفته و سپس دوباره از همان مسیر به بندر لنگه برمی‌گردد. اگر مدت‌زمان کل حرکت رفت و برگشتی کشتی ۶ ساعت باشد، طول مسیر رفت بندر لنگه تا جزیرهٔ لاوان چند مایل دریایی است؟ (هر گره دریایی معادل ۰/۵ m/s و هر مایل دریایی برابر با ۱۸۰۰ m است.) *(برگرفته از کتاب درسی)*

۱) ۱۰/۵ ۲) ۲۱ ۳) ۴۲ ۴) ۸۴

۴۵- مصرف سوخت اتومبیلی پس از طی مسافت ۲۲ مایل، ۱ گالن است. این اتومبیل با مصرف یک لیتر سوخت چند کیلومتر را طی می‌کند؟ (یک گالن برابر با ۴/۴ L و یک مایل ۱/۶ km است.)

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲/۸

تا حالا آهنگ یه کمیت به گوشتون خورده؟ تستای زیر رابع به آهنگ یه کمیته.

۴۶- از شلنگ شکل روبه‌رو، آب با آهنگ $۱۲۵\ cm^{۳}/s$ خارج می‌شود. این آهنگ برابر چند لیتر بر دقیقه است؟ (هر لیتر $۱۰۰۰\ cm^{۳}$ است.) *(برگرفته از کتاب درسی)*

۱) ۷۵
۲) ۷/۵
۳) ۱/۲۵
۴) ۰/۱۲۵

۴۷- از شیر آبی، به طور متوسط در هر دقیقه ۴۵ قطره آب می‌چکد. اگر حجم ۱۸ قطرهٔ آب $۱\ cm^{۳}$ باشد، آهنگ متوسط خروج آب از شیر چند لیتر بر ساعت است؟

۱) ۰/۰۲۴ ۲) ۰/۱۵ ۳) ۰/۲۴ ۴) ۱/۵

۴۸- رکورد سریع‌ترین کاهش وزن در جهان در اختیار رضا دیداری (یک جوان گیلانی) است که توانست در مدت ۱۲ ماه، به طور طبیعی، وزن (به طور علمی‌تر، جرم) خود را از ۲۰۰ kg به ۸۰ kg برساند. آهنگ متوسط کاهش جرم وی چند میلی‌گرم بر ثانیه بوده است؟ (هر ماه را ۳۰ روز فرض کنید.)

۱) $\frac{۱۲۵۰}{۳۲۴}$ ۲) $\frac{۱۲۵}{۱۶۲}$ ۳) $\frac{۱۲۵}{۸۱}$ ۴) $\frac{۱۲۵}{۲۷}$

در بحث پیشوندها باید ضریب هر پیشوند را حفظ باشید و بتوانید پیشوندهای مختلف را به هم تبدیل کنید.

۴۹- مقدار $۵/۸\times۱۰^{۴}\ \mu m^{۲}$ برابر چند سانتی‌متر مربع است؟

۱) ۵/۸ ۲) $۵/۸\times۱۰^{-۴}$ ۳) $۵/۸\times۱۰^{۸}$ ۴) $۵/۸\times۱۰^{۱۲}$

۵۰- $۷۴۶\ cm^3$ ، معادل چند میلی‌متر مکعب است؟

۱) $۷/۴۶\times۱۰$ ۲) $۷/۴۶\times۱۰^{۵}$ ۳) ۷۴۶×۱۰^{-۳} ۴) $۷۴/۶\times۱۰^{۲}$

۵۱- هر میلی‌لیتر معادل است با یک ..... . (ضریب پیشوند دسی $۱۰^{-۱}$ است.)

۱) سانتی‌متر مکعب ۲) سانتی‌متر مربع ۳) دسی‌متر مکعب ۴) دسی‌متر مربع

۵۲- جرم جسمی $۰/۰۲۰۴۰\ mg$ گزارش شده است. جرم این جسم برحسب کیلوگرم کدام است؟

۱) $۲/۰۴۰\times۱۰^{-۵}$ ۲) $۲/۰۴\times۱۰^{-۶}$ ۳) $۲/۰۴۰\times۱۰^{-۴}$ ۴) $۲/۰۴۰\times۱۰^{-۸}$

۵۳- کدام گزینه $۴۶۵۰\ \mu m$ را برحسب کیلومتر به صورت نمادگذاری علمی نشان می‌دهد؟

۱) $۴/۶۵۰\times۱۰^{-۶}$ ۲) ۴۶۵×۱۰^{-۸} ۳) ۴۶۵۰×۱۰^{-۹} ۴) $۴/۶۵۰\times۱۰^{-۱۲}$

۵۴- قطر هستهٔ اورانیم، $۰/۰۱۷۵\ pm$ است. این عدد در SI و به صورت نمادگذاری علمی در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

۱) $۰/۱۷۵\times۱۰^{-۱۰}$ ۲) $۰/۱۷۵\times۱۰^{-۱۳}$ ۳) $۱/۷۵\times۱۰^{-۱۰}$ ۴) $۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}$

۵۵- هر $۴\ km/s$ به صورت نمادگذاری علمی، چند متر بر ساعت است؟

۱) ۱۴۴۰۰ ۲) $۱/۴۴\times۱۰^{۴}$ ۳) ۱۴۴۰۰۰۰۰ ۴) $۱/۴۴\times۱۰^{۷}$

۵۶- چه تعداد از تبدیل یکاهای زیر به درستی انجام شده است؟

الف) $۰/۰۲۵\ kg = ۲/۵\times۱۰^{۴}\ mg$

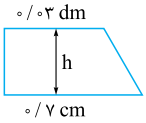
ب) $۲/۴\ m^3 = ۲/۴\times۱۰^{۶}\ cm^3$

پ) $۳/۲\ \mu A = ۳/۲\times۱۰^{-۴}\ hA$

ت) $۵\ nN = ۵\times۱۰^{-۱۲}\ MN$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۷- مساحت ذوزنقهٔ شکل روبه‌رو $۰/۲\ cm^2$ است، ارتفاع h کدام است؟



۱) ۰/۲ cm ۲) ۰/۴ cm

۳) ۰/۲ dm ۴) ۰/۴ dm

دقت اندازه‌گیری

برای این‌که از پس تست‌های این قسمت بربیایید، باید مفهوم «دقت در اندازه‌گیری» و عامل‌های مؤثر بر آن را بدانید. آیا می‌دانید؟ به توصیهٔ همیشگی ما توجه کنید: درس‌نامه را خوب بخوانید!

۵۸- دقت اندازه‌گیری لزوماً به کدام‌یک از عوامل زیر بستگی ندارد؟ (برگرفته از کتاب درسی)

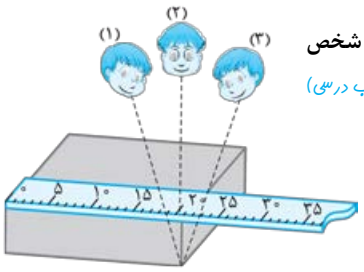
۱) مهارت شخصی که اندازه‌گیری می‌کند.

۲) رقمی (دیجیتال) بودن یا نبودن ابزار اندازه‌گیری

۳) تعداد دفعاتی که اندازه‌گیری تکرار می‌شود.

۴) حساسیت ابزار اندازه‌گیری

۵۹- شکل روبه‌رو عامل ..... در افزایش دقت اندازه‌گیری را نشان می‌دهد؛ به طوری که گزارش شخص ..... نسبت به بقیه دارای دقت بیشتری است. (برگرفته از کتاب درسی)



۱) تعداد دفعات اندازه‌گیری ـ (۲)

۲) مهارت شخص آزمایشگر ـ (۲)

۳) تعداد دفعات اندازه‌گیری ـ (۳)

۴) مهارت شخص آزمایشگر ـ (۳)

۶۰- در هشت بار اندازه‌گیری جرم یک جسم به وسیلهٔ یک ترازو، مقدارهای زیر به دست آمده است. کدام گزینه گزارش دقیق‌تری از نتیجهٔ این اندازه‌گیری برحسب گرم است؟

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱۲۲ g	۱۲۰ g	۱۲۹ g	۱۲۴ g	۱۲۳ g	۱۲۱ g	۱۲۸ g	۱۲۲ g

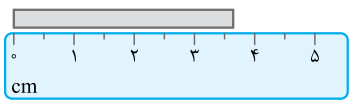
۱) ۲۴ ۲) ۱۲۲

۳) ۱۲۱ ۴) ۱۲۳

۶۱- آمپرسنجی رقمی شدت جریانی را که از یک مدار می‌گذرد، $۲/۰۰۴\ mA$ نشان می‌دهد. دقت این اندازه‌گیری، چند میکروآمپر است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۱ ۳) ۱۰ ۴) ۱۰۰ (ریاضی خارج ۹۶)

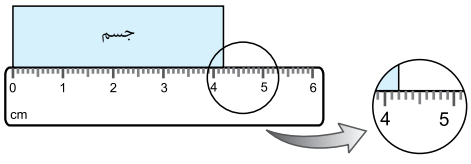
۶۲- در شکل زیر دقت اندازه‌گیری برحسب سانتی‌متر کدام است؟ (تجربی ۹۹ با تغییر)



۱) ۵ ۲) ۱

۳) ۰/۵ ۴) ۰/۱

۶۳- در شکل مقابل، دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری برحسب میلی‌متر، چه‌قدر است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۰ با تغییر)



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۵

۳) ۱ ۴) ۵

۶۴- با ترازویی دیجیتال که دقت اندازه‌گیری آن ۰/۱ g است جرم جسمی را اندازه گرفته‌ایم. کدام مقدار نمی‌تواند گزارش نتیجهٔ این اندازه‌گیری (برحسب گرم) باشد؟ *(تجربی خارج ۸۸)*

۱) ۳۲/۰ ۲) ۳۲/۰۹ ۳) ۳۲/۵ ۴) ۳۲/۹

۶۵- ابزار روبه‌رو یک وسیلهٔ اندازه‌گیری طول است. این وسیله چه نام دارد و دقت اندازه‌گیری آن کدام است؟ *(ریاضی ۱۴۰۰ با تغییر، برگرفته از کتاب درسی)*

۱) ریزسنج و ۰/۰۰۱ mm
۲) کولیس و ۰/۰۰۱ mm
۳) ریزسنج و ۰/۰۰۳ mm
۴) کولیس و ۰/۰۰۳ mm

۶۶- ضخامت جسمی به کمک یک ابزار دیجیتال به صورت $2/4\times10^{-3}$ m اندازه‌گیری شده است. وسیلهٔ این اندازه‌گیری کدام است؟ (دقت اندازه‌گیری متر، خط‌کش، کولیس و ریزسنج به ترتیب ۱ cm، ۱ mm، ۰/۱ mm و ۰/۰۱ mm فرض شود.) *(ریاضی ۹۴ با تغییر)*

۱) ریزسنج ۲) کولیس ۳) خط‌کش ۴) متر

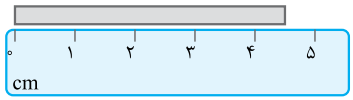
۶۷- فاصلهٔ بین دو نقطه، به شکل چهار گزینهٔ زیر اعلام شده است. دقت اندازه‌گیری در کدام‌یک از آن‌ها بیشتر است؟ *(ق.م)*

۱) ۸/۷۹ km ۲) $8/790\times10^{6}$ mm ۳) ۸۷۹۰۰۰ mm ۴) $8/7900\times10^{3}$ m

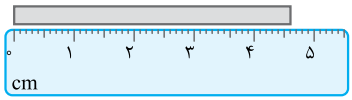
۶۸- کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند نتیجهٔ حاصل از اندازه‌گیری حجم یک مایع، با استفاده از پیمانه‌ای به حجم 5×10^{-3} L باشد؟

۱) $4/2\times10^{-2}$ L ۲) ۲۴ cm^3 ۳) 8×10^{3} mm^3 ۴) 2×10^{-5} m^3

۶۹- در شکل‌های (الف) و (ب) دقت اندازه‌گیری به ترتیب ..... است و دقت اندازه‌گیری خط‌کش ..... بیشتر است. *(ریاضی خارج ۹۸ با تغییر)*



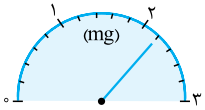
(الف)



(ب)

۱) ۱ cm و ۱ mm ـ (الف) ۲) ۱ cm و ۱ mm ـ (ب) ۳) ۰/۵ cm و ۰/۵ mm ـ (ب) ۴) ۰/۵ cm و ۰/۵ mm ـ (الف)

۷۰- با توجه به شکل‌های مقابل به ترتیب دقت اندازه‌گیری ترازوی (۱) چند میلی‌گرم و کدام ترازو دقیق‌تر است؟



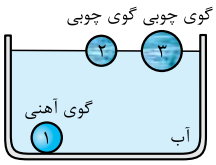
ترازوی (۲)

ترازوی (۱)

۱) ۱، (۲) ۲) ۲، (۱)
۳) ۱، (۱) ۴) ۲، (۲)

بخش اول تمام شد. دوستان خسته نباشید!

در شکل روبه‌رو سه تا گوی می‌بینید، که گوی آهنی داخل آب فرو رفته و گوی‌های چوبی روی سطح آب شناور شده‌اند. گوی آهنی (۱) و گوی چوبی (۲) هم‌حجم‌اند ($V_1 = V_2$)، پس حجم، عامل فرورفتن یا نرفتن جسم در داخل آب نیست. گوی آهنی (۱) و گوی چوبی (۳) جرم یکسان دارند ($m_1 = m_3$)، پس جرم هم عامل فرورفتن یا نرفتن جسم در داخل آب نیست. اما در هر شرایطی نسبت جرم به حجم $(\frac{m}{V})$ آهن از نسبت جرم به حجم آب بیشتر و نسبت جرم به حجم چوب از نسبت جرم به حجم آب کم‌تر است؛ یعنی:



$$\frac{m_{چوب}}{V_{چوب}} < \frac{m_{آب}}{V_{آب}} < \frac{m_{آهن}}{V_{آهن}}$$

در واقع عاملی که باعث می‌شود چوب روی آب شناور بماند و آهن در آب فرو رود، نسبت جرم به حجم آن‌ها است. به این نسبت $(\frac{m}{V})$ چگالی می‌گوییم و در فرمول آن را با نماد ρ نشان می‌دهیم.

$$\rho = \frac{m}{V}$$
جرم (kg) ↑ ، ↓ حجم (m^3)

با نگاهی به یکای جرم و حجم می‌فهمیم که یکای چگالی در SI کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3) است.

یکاهای غیر SI چگالی

گرم بر لیتر (g/L) و گرم بر سانتی‌متر مکعب (g/cm^3) یکاهای دیگر چگالی‌اند که تبدیل آن‌ها را به کیلوگرم بر متر مکعب به صورت زیر انجام می‌دهیم:

$$1\frac{g}{L}\times\frac{1\,kg}{10^3\,g}\times\frac{10^3\,L}{1\,m^3} = 1\,kg/m^3$$

الف) هر گرم بر لیتر معادل $1\,kg/m^3$ است؛ زیرا:

مثلاً چگالی روغن $800\,kg/m^3$ یا $0/8\,g/L$ است.

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینهٔ ۲ دو عبارت (الف) و (ب) درست‌اند.

ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیک، نقطهٔ قوت فیزیک است (نادرستی عبارت (پ)). هم‌چنین با بازنگری در مدل هسته‌ای، مدل سیاره‌ای اتم جایگزین آن شد (نادرستی عبارت (ت)).

۲- گزینهٔ ۴ متن کتاب درسی را باید خوب بخوانید.

۳- گزینهٔ ۳ وزن توپ یک عامل سرنوشت‌ساز است و نمی‌توانیم از آن صرف‌نظر کنیم.

۴- گزینهٔ ۴ اگر از اصطکاک خودرو با زمین صرف‌نظر کنیم، خودرو هرگز متوقف نمی‌شود! نادیده‌گرفتن جرم هم باعث می‌شود همهٔ نیروهای وارد بر خودرو از جمله اصطکاک حذف شود، پس نباید بی‌خیالِ موارد (ب) و (ت) شویم. دو مورد دیگر قابل چشم‌پوشی هستند.

۵- گزینهٔ ۴ لزومی ندارد کل آب را به شکل یک ذره در نظر بگیریم. ۳ مورد دیگر تحلیل و بررسی این پدیده را ساده‌تر می‌کنند و ضرورت دارند.

۶- گزینهٔ ۱ در مدل‌سازی فیزیکی این پدیده، نور را به شکل خطوطی راست، موازی و هم‌جهت در نظر می‌گیریم و به هر یک از آن‌ها پرتوی نور می‌گوییم. با این مدل‌سازی می‌توان تشکیل تصویر بر روی فیلم دوربین عکاسی را توجیه کرد.

۷- گزینهٔ ۲ یکای بعضی از کمیت‌ها (مثل جرم) مستقل از کمیت‌های دیگر تعریف می‌شود.

۸- گزینهٔ ۱ ابعاد را با کمیت طول گزارش می‌کنیم که کمیتی اصلی و نرده‌ای است؛ ولی سرعت کمیتی فرعی و برداری است.

حواستون باشه! تندی (اندازهٔ سرعت) کمیتی فرعی و نرده‌ای است؛ چون فقط مقدار سرعت را نشان می‌دهد.

۹- گزینهٔ ۲ در فیزیک، با کمیت‌هایی برخورد می‌کنید که یکا ندارند، مثل مزیت مکانیکی. درستی (۱)، (۳) و (۴) قطعی است. در مورد (۴) یادآور می‌شویم که فرمول‌های فیزیک، رابطهٔ میان کمیت‌ها را بیان می‌کنند.

۱۰- گزینهٔ ۳ موارد (الف) و (پ) درست‌اند. یک یکای معتبر علاوه بر داشتن قابلیت بازتولید باید تغییر هم نکند (نادرستی (ب)).

۱۱- گزینهٔ ۱ برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهایی نیاز داریم که تغییر نکنند و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند. یکاهایی مانند فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده یا وجب، در دسترس همگان هستند و قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را دارند ولی از شخصی به شخص دیگر یا از زمانی به زمان دیگر تغییر می‌کنند.

۱۲- گزینهٔ ۴ هفت کمیت اصلی عبارت‌اند از: طول، جرم، زمان، دما، جریان الکتریکی، مقدار ماده و شدت روشنایی، همهٔ کمیت‌ها به غیر از این ۷ کمیت، جزء کمیت‌های فرعی‌اند. مانند: نیرو، فشار، سرعت و ... .

۱۳- گزینهٔ ۲ اصلی یا فرعی بودن کمیت‌های بیان‌شده در گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

(۱) جرم و زمان اصلی و فشار فرعی است.
(۲) همهٔ کمیت‌ها فرعی‌اند.
(۳) چگالی و حجم فرعی و جریان الکتریکی اصلی است.
(۴) همهٔ کمیت‌ها اصلی‌اند.

۱۴- گزینهٔ ۳ با نگاهی به جدول کمیت‌های اصلی درس‌نامه، (۳) را انتخاب می‌کنیم! یادتان باشد مفهوم یکا با کمیت تفاوت دارد.

۱۵- گزینهٔ ۲ جدول کمیت‌های اصلی را که در درس‌نامه آمده است به خاطر بسپارید، خیلی مهم است.

۱۶- گزینهٔ ۳ به جدول کمیت‌های اصلی در درس‌نامه مراجعه کنید.

۱۷- گزینهٔ ۳ بار الکتریکی کمیت اصلی نیست. یکای مقدار ماده، مول است، نه کیلوگرم. یکای شدت روشنایی، شمع یا کندلا است.

۱۸- گزینهٔ ۲ (۱) جرم کمیت نرده‌ای است، پس جهت ندارد؛ اما سرعت، برداری و جهت‌دار است. (۲): دو کمیت مختلف را می‌توانیم در هم ضرب یا تقسیم کنیم. *(اصلن فرمول‌های فیزیک همشون همین‌جوری به دست میاد. مثلن همین‌جا حاصل‌ضرب جرم در سرعت برابر یه کمیت دیگه است که بهش تکانه می‌گیم.)*

(۳) جمع و تفریق کمیت‌های نرده‌ای (مثل جرم)، جبری و جمع و تفریق کمیت‌های برداری (مثل سرعت)، برداری است.
(۴) دو کمیت با دو یکای مختلف را حق نداریم با هم جمع یا تفریق کنیم.

۱۹- گزینهٔ ۲ سرعت تنها کمیت برداری در میان این چند کمیت است.

۲۰- گزینهٔ ۲ تندی جهت ندارد و کمیت نرده‌ای است (سرعت، جهت دارد و برداری است!). فشار و کار هم نرده‌ای هستند.

۲۱- گزینهٔ ۱ الف) نادرست، جرم کمیتی نرده‌ای است و نباید برای آن جهتی بیان کرد.

ب) نادرست، جابه‌جایی کمیتی برداری است و باید جهت آن بیان شود.
پ) نادرست، تندی هم نرده‌ای است و جهت ندارد.
ت) نادرست، باید به یکا اشاره شود.

۲۲- گزینهٔ ۲ فشار از رابطهٔ $P=\frac{F}{A}$ به دست می‌آید، اما ابتدا لازم است یکای نیرو را برحسب یکاهای اصلی به دست بیاوریم. برای این کار از رابطهٔ $F=ma$ استفاده می‌کنیم.

$$F=ma \Rightarrow F_{\text{یکای}}=kg\times\frac{m}{s^2}$$

$$P=\frac{F}{A} \Rightarrow P_{\text{یکای}}=\frac{kg\times\frac{m}{s^2}}{m^2}=\frac{kg.m}{m^2.s^2}=\frac{kg}{m.s^2}$$

۲۳- گزینهٔ ۲ **روش اول** این تست را شبیه تست قبل حل می‌کنیم.

نیرو : $F=ma \Rightarrow F_{\text{یکای}}=kg\times\frac{m}{s^2}$

$$W=Fd \Rightarrow W_{\text{یکای}}=(kg\times\frac{m}{s^2})\times m=\frac{kg.m^2}{s^2}$$

روش دوم می‌دانیم که ژول هم یکای کار است و هم یکای همهٔ انرژی‌ها. یعنی یکای انرژی جنبشی هم ژول است:

$$K=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K_{\text{یکای}}=(kg)\times(\frac{m}{s})^2=\frac{kg.m^2}{s^2}$$

۲۴- گزینهٔ ۳ ابتدا یکای F را برحسب یکاهای اصلی به دست می‌آوریم:

$$F=ma \Rightarrow F_{\text{یکای}}=kg\times\frac{m}{s^2}$$

حالا از رابطهٔ گفته‌شده در صورت سؤال استفاده می‌کنیم:

$$F=k\Delta x \Rightarrow k=\frac{F}{\Delta x}$$

یکای Δx متر (m) است. پس:

$$k_{\text{یکای}}=\frac{kg\times\frac{m}{s^2}}{m}=\frac{kg}{s^2}$$

۲۵- گزینهٔ ۲ مطابق آن‌چه در درس‌نامه گفتیم، عمل می‌کنیم؛ در این‌جا رابطهٔ فیزیکی را به ما داده‌اند، پس کارمان ساده‌تر است.

گام اول فرمول فیزیکی را به گونه‌ای مرتب می‌کنیم که کمیت مجهول در یک طرف تساوی و بقیه در طرف دیگر قرار گیرند:

$$A=\frac{BC^2}{D} \Rightarrow B=\frac{AD}{C^2}$$

گام دوم کافی است یکاها را جای‌گذاری کنیم:

$$B_{\text{یکای}}=\frac{N.s}{m^2}$$

۲۶- گزینهٔ ۳ از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$۳۴۸۰\,mi=۳۴۸۰\,\cancel{mi}\times\frac{۱۶۰۰\,\cancel{m}}{۱\,\cancel{mi}}\times\frac{۱\,km}{۱۰۰۰\,\cancel{m}}=۵۵۶۸\,km$$

۲۷- گزینهٔ ۱ از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم. دقت کنید یکایی که می‌خواهیم حذف شود باید در مخرج باشد.

$$۱/۸۴\,ton=\frac{۱}{۱۰۰۰۰}\times۶/۶\times\frac{۴/۶\,\text{گرم}}{۱\,\text{مثقال}}\times\frac{۶۴۰\,\text{مثقال}}{۱\,\text{من تبریز}}\times\frac{۱۰۰\,\text{من تبریز}}{۱\,\text{خروار}}\times\frac{۱\,\text{کیلوگرم}}{۱۰۰۰\,\text{گرم}}\times\frac{۱\,\text{تن}}{۱۰۰۰\,\text{کیلوگرم}}=۶/۲۵\times۶۴۰\times۴/۶\times\frac{۱}{۱۰۰۰۰}=۶/۲۵\,\text{خروار}$$

۲۸- گزینهٔ ۳

$$۳۰۰۰۰\,ft=۳۰۰۰۰\,\cancel{ft}\times\frac{۱۲\,\cancel{in}}{۱\,\cancel{ft}}\times\frac{۲/۵\,\cancel{cm}}{۱\,\cancel{in}}\times\frac{۱\,\cancel{m}}{۱۰۰\,\cancel{cm}}\times\frac{۱\,km}{۱۰۰۰\,\cancel{m}}=۹\,km$$

۲۹- گزینهٔ ۴ از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

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

$$\text{جرم کوه نور}=۱۰۸\,\text{قیراط}\times\frac{۲۰۰\,mg}{۱\,\text{قیراط}}\times\frac{۱۰^{-۳}\,g}{۱\,mg}\times\frac{۱\,\text{مثقال}}{۴/۵\,g}=۴/۸\,\text{مثقال}$$

۳۰- گزینهٔ ۱

$$۴۳۵\,m=۴۳۵\,\cancel{m}\times\frac{۱۰۰\,\cancel{cm}}{۱\,\cancel{m}}\times\frac{۱\,\cancel{in}}{۲/۵۴\,\cancel{cm}}\times\frac{۱\,ft}{۱۲\,\cancel{in}}=۴۳۵\times۱۰۰\times\frac{۱}{۲/۵۴}\times\frac{۱}{۱۲}\,ft=۱۴۲۷/۲\,ft\simeq۱۴۲۷\,ft$$

۳۱- گزینهٔ ۱ متر باید به میلی‌متر تبدیل شود، پس از کسر $\frac{\text{۱۰۰۰ میلی‌متر}}{\text{۱ متر}}$ استفاده می‌کنیم.

میلی‌متر باید به ذرع تبدیل شود، پس کسر $\frac{\text{۱ ذرع}}{\text{۱۰۴۰ میلی‌متر}}$ به کار ما می‌آید.

ذرع هم باید به فرسنگ تبدیل شود، پس کسر $\frac{\text{۱ فرسنگ}}{\text{۶۰۰۰ ذرع}}$ را هم باید به کار بگیریم:

$$\text{فرسنگ}\,۰/۰۴۷=\frac{۲۹۳/۲۸\times۱۰۰۰}{۱۰۴۰\times۶۰۰۰}=\frac{۲۹۳/۲۸}{\text{متر}}\times\frac{\text{۱۰۰۰ میلی‌متر}}{\text{۱ متر}}\times\frac{\text{۱ ذرع}}{\text{۱۰۴۰ میلی‌متر}}\times\frac{\text{۱ فرسنگ}}{\text{۶۰۰۰ ذرع}}=۲۹۳/۲۸\,\text{متر}$$

۳۲- گزینهٔ ۲ از کسرهای ضریب تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم. به انتخاب کسرها دقت کنید.

$$۱۰\,mm = ۱\,cm \quad , \quad ۱\,in = ۲/۵۴\,cm \quad , \quad ۱\,ft = ۱۲\,in \quad , \quad ۱\,y = ۳\,ft \ (\text{یارد})$$

$$۱۱۴۳\,mm = ۱۱۴۳\,\cancel{mm} \times \frac{۱\,cm}{۱۰\,\cancel{mm}} \times \frac{۱\,in}{۲/۵۴\,\cancel{cm}} \times \frac{۱\,\cancel{ft}}{۱۲\,\cancel{in}} \times \frac{۱\,y}{۳\,\cancel{ft}} = ۱۱۴۳ \times \frac{۱}{۱۰} \times \frac{۱}{۲/۵۴} \times \frac{۱}{۱۲} \times \frac{۱}{۳} = ۱/۲۵\,y$$

۳۳- گزینهٔ ۳ ابتدا قد علی دایی را فقط برحسب اینچ می‌نویسیم. هر فوت برابر ۱۲ اینچ است، پس ۶ فوت می‌شود ۷۲ اینچ. اگر به اضافهٔ ۳/۶ اینچ دیگر کنیم، قد علی دایی می‌شود ۷۵/۶ اینچ. یعنی:

$$۷۵/۶\,in = ۷۵/۶\,in \times \frac{۲/۵۴\,cm}{۱\,in} \simeq ۱۹۲\,cm$$

۳۴- گزینهٔ ۲ مسافت طی‌شده در خشکی و دریا را جداگانه حساب می‌کنیم، چون مایل در دریا و خشکی دو مقدار متفاوت دارد.

$$\text{خشکی}: ۱۰\,mi = ۱۰\,\cancel{mi} \times \frac{۱۶۰۹\,\cancel{m}}{۱\,\cancel{mi}} \times \frac{۱\,km}{۱۰۰۰\,\cancel{m}} = ۱۶/۰۹\,km \quad , \quad \text{دریا}: ۵\,mi = ۵\,\cancel{mi} \times \frac{۱۸۵۲\,\cancel{m}}{۱\,\cancel{mi}} \times \frac{۱\,km}{۱۰۰۰\,\cancel{m}} = ۹/۲۶\,km$$

$$\text{کل مسافت} = ۱۶/۰۹ + ۹/۲۶ = ۲۵/۳۵\,km$$

۳۵- گزینهٔ ۲ یکای نجومی همان متوسط فاصلهٔ زمین تا خورشید است، پس: $۱\,AU = ۲\times۱۰^{۱۱}\,m$. حالا از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$۱/۴\,Mm = ۱/۴\,\cancel{Mm} \times \frac{۱۰^{۶}\,\cancel{m}}{۱\,\cancel{Mm}} \times \frac{۱\,AU}{۲\times۱۰^{۱۱}\,\cancel{m}} = ۰/۷\times۱۰^{-۵}\,AU = ۷\times۱۰^{-۶}\,AU$$

۳۶- گزینهٔ ۳ سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند، پس:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۳\times۱۰^{۸} = \frac{\Delta x}{۳۶۵\times۲۴\times۶۰\times۶۰} \Rightarrow \Delta x = ۳\times۱۰^{۸}\times۳۶۵\times۲۴\times۶۰\times۶۰ \Rightarrow ۱\,ly = ۳\times۱۰^{۸}\times۳۶۵\times۲۴\times۶۰\times۶۰\,m$$

یکای نجومی (AU) فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید است، پس:

$$۱\,AU = ۲\times۱۰^{۱۱}\,m$$

$$\frac{۱\,ly}{۱\,AU} = \frac{۳\times\cancel{۱۰^{۸}}\times۳۶۵\times\overset{۱۲}{\cancel{۲۴}}\times۶\times۶}{\cancel{۲}\times\cancel{۱۰^{۱۱}}} = \frac{۳\times۳۶۵\times۱۲\times۶\times۶}{۱۰} = ۴۷۳۰۴$$

که این پاسخ به ۳ نزدیک‌تر است.

۳۷- گزینهٔ ۱ **گام اول** در این مرحله مساحت زمین فوتبال را برحسب متر مربع به دست می‌آوریم:

$$\text{مساحت} = ۷۰\times۱۱۰ = ۷۷۰۰\,m^{۲}$$

گام دوم هر هکتار برابر ۱۰۰۰۰ متر مربع است، پس:

$$۷۷۰۰\,m^{۲} = ۷۷۰۰\,m^{۲} \times \frac{\text{۱ هکتار}}{۱۰۰۰۰\,m^{۲}} = ۰/۷۷\ \text{هکتار}$$

۳۸- گزینهٔ ۲ **گام اول** ابتدا ابعاد مکعب را به میلی‌متر تبدیل می‌کنیم:

$$۲/۵\,m = ۲۵۰۰\,mm$$
$$۴۰\,cm = ۴۰۰\,mm$$

گام دوم حالا حجم مکعب به راحتی حساب می‌شود:

$$\text{حجم} = ۲۵۰۰\times۴۰۰\times۳۰۰ = ۳\times۱۰^{۸}\,mm^{۳}$$

۳۹- گزینهٔ ۲ **گام اول** ابتدا مشخص می‌کنیم که ۳۰ گالن، برابر چند سانتی‌متر مکعب است. گالن را با نماد gal نشان می‌دهیم.

$$۳۰\,gal = ۳۰\,\cancel{gal} \times \frac{۴/۴\,L}{۱\,\cancel{gal}} \times \frac{۱۰۰۰\,cm^{۳}}{۱\,L} = ۱۳۲۰۰۰\,cm^{۳}$$

گام دوم ارتفاع آب را h سانتی‌متر در نظر می‌گیریم و سپس حجم آب را با مقدار به دست آمده برابر قرار می‌دهیم:

$$۶۶\times۵۰\times h = ۱۳۲۰۰۰ \rightarrow h = \frac{۱۳۲۰۰۰}{۶۶\times۵۰} = ۴۰\,cm$$

۴۰- گزینهٔ ۲ **گام اول** ابتدا فرسنگ را به کیلومتر تبدیل می‌کنیم:

$$۲\ \text{فرسنگ} = ۲\times\frac{۶۰۰۰\,\cancel{m}}{۱\ \cancel{\text{فرسنگ}}} \times \frac{۱\,km}{۱۰۰۰\,\cancel{m}} = ۱۲\,km$$

گام دوم حالا از رابطهٔ سرعت استفاده می‌کنیم. به یکاها دقت کنید:

$$\text{سرعت} = \frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان}} \Rightarrow \underset{\text{برحسب km/h}}{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۴۵ = \frac{۱۲}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{۱۲}{۴۵}\,h = \frac{۱۲}{۴۵}\,h \times \frac{۶۰\,min}{۱\,h} = \frac{۱۲\times۶۰}{۴۵} = ۱۶\,min$$

(Δx: برحسب کیلومتر (km)، Δt: برحسب ساعت (h))

۴۱- گزینهٔ ۳ **گام اول** ابتدا باید زمان را برحسب ساعت به دست بیاوریم.

$$۱۷۵\ \text{نبض} = ۱۷۵\times\frac{۱\ \text{دقیقه}}{۷۰\ \text{نبض}} \times \frac{۱\ \text{ساعت}}{۶۰\ \text{دقیقه}} = \frac{۱}{۲۴}\ \text{ساعت}$$

گام دوم حالا با استفاده از رابطهٔ زیر، تندی را حساب می‌کنیم. به یکاها دقت کنید:

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} \rightarrow \text{تندی متوسط} = \frac{۱/۵}{\frac{۱}{۲۴}} = ۳۶\,km/h$$

(تندی متوسط: برحسب (km/h)، مسافت: برحسب کیلومتر (km)، زمان: برحسب ساعت (h))

۴۲- گزینهٔ ۴ متر (m) باید به یکای نجومی (AU) و ثانیه (s) باید به دقیقه (min) تبدیل شود. پس ضریب تبدیل‌های به درد بخور این‌ها هستند:

$$۱\,AU = ۲\times۱۰^{۱۱}\,m \Rightarrow \frac{۱\,AU}{۲\times۱۰^{۱۱}\,m} = ۱ \quad , \quad ۱\,min = ۶۰\,s \Rightarrow \frac{۶۰\,s}{۱\,min} = ۱$$

$$۳\times۱۰^{۸}\,m/s = ۳\times۱۰^{۸}\,\frac{\cancel{m}}{\cancel{s}}\times\frac{۱\,AU}{۲\times۱۰^{۱۱}\,\cancel{m}}\times\frac{۶۰\,\cancel{s}}{۱\,min} = \frac{۳\times۱۰^{۸}\times۶۰}{۲\times۱۰^{۱۱}}\,AU/min = ۰/۰۹\,AU/min$$

۴۳- گزینهٔ ۴ **گام اول** ابتدا تندی را برحسب m/s به دست می‌آوریم.

$$۲۰۰\text{ گره} = ۲۰۰\times\frac{۰/۵۱۵\,m/s}{۱\text{ گره}} = ۱۰۳\,m/s$$

گام دوم با استفاده از رابطهٔ تندی، زمان را حساب می‌کنیم:

$$\text{تندی (برحسب m/s)} = \frac{\text{مسافت (برحسب متر (m))}}{\text{زمان (برحسب ثانیه (s))}} \Rightarrow ۱۰۳ = \frac{۲۰۶۰۰}{t} \Rightarrow t = ۲۰۰\,s$$

۴۴- گزینهٔ ۳ **گام اول** ابتدا تندی کشتی را برحسب متر بر ثانیه به دست می‌آوریم:

$$v = ۱۴\text{ گره}\times\frac{۰/۵\,m/s}{۱\text{ گره}} = ۷\,m/s$$

گام دوم طول مسیر رفت را d در نظر می‌گیریم؛ بنابراین مسافت طی‌شده در رفت و برگشت برابر ۲d است. با استفاده از فرمول تندی، d را حساب می‌کنیم:

$$\text{تندی} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} \Rightarrow ۷ = \frac{۲d}{۶\times۶۰\times۶۰} \Rightarrow d = ۷۵۶۰۰\,m$$

گام سوم حالا این فاصله را برحسب مایل دریایی به دست می‌آوریم:

$$d = ۷۵۶۰۰\,m\times\frac{۱\text{ مایل دریایی}}{۱۸۰۰\,m} = ۴۲\text{ مایل دریایی}$$

۴۵- گزینهٔ ۲ **گام اول** ابتدا ۲۲ مایل را به کیلومتر تبدیل می‌کنیم:

$$۲۲\,mi = ۲۲\,mi\times\frac{۱/۶\,km}{۱\,mi} = ۳۵/۲\,km$$

گام دوم چون یک گالن ۴/۴ L است، می‌توان گفت این خودرو با ۴/۴ L بنزین، ۳۵/۲ km حرکت می‌کند. حالا با استفاده از یک تناسب ساده مسافتی را که با ۱ L بنزین طی می‌کند به دست می‌آوریم:

$$\begin{array}{c|c} ۴/۴\,L & ۳۵/۲\,km \\ \hline ۱\,L & x\,km \end{array} \Rightarrow x = \frac{۱\times۳۵/۲}{۴/۴} = ۸\,km$$

۴۶- گزینهٔ ۲ از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$\text{آهنگ خروج آب} = ۱۲۵\,\frac{cm^۳}{s}\times\frac{۱\,L}{۱۰۰۰\,cm^۳}\times\frac{۶۰\,s}{۱\,min} = ۷/۵\,\frac{L}{min}$$

۴۷- گزینهٔ ۲ باز هم روش تبدیل زنجیره‌ای! به کسرهای تبدیل دقت کنید:

$$۱\,L = ۱۰۰۰\,cm^۳ \Rightarrow \frac{۱\,L}{۱۰۰۰\,cm^۳} = ۱ \quad , \quad ۱\,h = ۶۰\,min \Rightarrow \frac{۶۰\,min}{۱\,h} = ۱$$

$$\text{حجم ۱۸ قطره} = ۱\,cm^۳ \Rightarrow \frac{۱\,cm^۳}{\text{حجم ۱۸ قطره}} = ۱$$

$$\text{آهنگ متوسط خروج آب از شیر} = ۴۵\,\frac{\text{قطره}}{min}\times\frac{۶۰\,min}{۱h}\times\frac{۱\,cm^۳}{۱۸\text{ قطره}}\times\frac{۱\,L}{۱۰۰۰\,cm^۳} = ۰/۱۵\,L/h$$

۴۸- گزینهٔ ۱ **گام اول** معنی آهنگ کاهش جرم یعنی نسبت تغییرات جرم به تغییرات زمان. اما با توجه به واحد خواسته‌شده باید تغییرات جرم برحسب میلی‌گرم و تغییرات زمان برحسب ثانیه باشد. (در این محاسبات هر ماه را ۳۰ روز فرض می‌کنیم.)

$$\text{تغییرات جرم} = ۲۰۰ - ۸۰ = ۱۲۰\,kg = ۱۲۰\times۱۰^{۶}\,mg$$

$$\text{تغییرات زمان} = ۱۲\text{ ماه} = ۱۲\times۳۰\times۲۴\times۶۰\times۶۰\,s$$

گام دوم حالا آهنگ کاهش جرم را به دست می‌آوریم:

$$\text{آهنگ کاهش جرم} = \frac{\text{تغییرات جرم}}{\text{تغییرات زمان}} = \frac{\cancel{۱۲۰}\times۱۰^{۶}}{\cancel{۱۲}\times۳۰\times۲۴\times۶۰\times۶۰} = \frac{۱۰۰۰۰}{۳\times۲۴\times۶\times۶} = \frac{۱۲۵۰}{۳۲۴}$$

۴۹- گزینهٔ ۲ کافی است به جای نماد μ عددش را بگذاریم و بعد در $(\frac{cm}{۱۰^{-۲}})^۲$ ضرب کنیم:

$$۵/۸\times۱۰^{۴}\,\mu m^۲ = ۵/۸\times۱۰^{۴}\times(۱۰^{-۶}\,m)^۲\times(\frac{cm}{۱۰^{-۲}\,m})^۲ = ۵/۸\times۱۰^{-۴}\,cm^۲$$

۵۰- گزینهٔ ۲ **گام اول** هر سانتی‌متر معادل ۱۰ mm است، پس داریم:

$$۱\,cm = ۱۰\,mm \Rightarrow ۱\,cm^۳ = ۱۰^۳\,mm^۳ \Rightarrow \frac{۱۰^۳\,mm^۳}{۱\,cm^۳} = ۱$$

گام دوم حالا با روش زنجیره‌ای تبدیل یکای خواسته‌شده را حساب می‌کنیم:

$$۷۴۶\,\cancel{cm^۳}\times\frac{۱۰^۳\,mm^۳}{۱\,\cancel{cm^۳}} = ۷۴۶\times۱۰^۳\,mm^۳ = ۷/۴۶\times۱۰^۵\,mm^۳$$

۵۱- گزینهٔ ۱ احتمالاً خیلی از شما می‌دانید که هر لیتر معادل $1000\,cm^3$ است. پس داریم: $1\,mL = 1\times(10^{-3}\,L) = 10^{-3}\times 1000\,cm^3 = 1\,cm^3$

۵۲- گزینهٔ ۴ **گام اول** هر کیلوگرم معادل $1000\,g$ و هر گرم معادل $1000\,mg$ است. یعنی:

$$\begin{cases} 1\,kg = 1000\,g \Rightarrow \frac{1\,kg}{1000\,g} = 1 \\ 1\,g = 1000\,mg \Rightarrow \frac{1\,g}{1000\,mg} = 1 \end{cases}$$

گام دوم بنابراین $0/02040\,mg$ معادل است با:

$$0/02040\,mg \times \frac{1\,g}{1000\,mg} \times \frac{1\,kg}{1000\,g} = 0/02040\times 10^{-6}\,kg = 2/040\times 10^{-8}\,kg$$

۵۳- گزینهٔ ۱ **گام اول** اول نسبت‌های مناسب برای تبدیل واحد را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} 1\,\mu m = 10^{-6}\,m \Rightarrow \frac{10^{-6}\,m}{1\,\mu m} = 1 \\ 1\,km = 10^{3}\,m \Rightarrow \frac{1\,km}{10^{3}\,m} = 1 \end{cases}$$

گام دوم حالا با روش زنجیره‌ای تبدیل واحد را انجام می‌دهیم:

$$4650\,\mu m \times \frac{10^{-6}\,m}{1\,\mu m} \times \frac{1\,km}{10^{3}\,m} = 4650\times 10^{-9}\,km$$

گام سوم حالا مقدار به دست آمده را به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم:

$$4650\times 10^{-9}\,km = 4/650\times 10^{-6}\,km$$

حواستون باشه! ۲ و ۳ به صورت نمادگذاری علمی نوشته نشدند. *در ضمن ۲ یه اشکال دیگه هم داره اونم اینه که رقم صفر رو حذف کرده.* (ما حق نداریم برای تبدیل واحد تعداد ارقام گزارش را کم یا زیاد کنیم.)

۵۴- گزینهٔ ۴ سؤال ساده‌ای است! ابتدا عدد داده‌شده را به متر (یکای طول در SI) تبدیل می‌کنیم و سپس عدد را به شکل نمادگذاری علمی می‌نویسیم.

$$0/0175\,pm = 0/0175\times 10^{-12}\,m = 1/75\times 10^{-14}\,m$$

۵۵- گزینهٔ ۴ اول تبدیل یکا می‌کنیم و بعد از روش نمادگذاری علمی استفاده می‌کنیم:

$$4\,km/s = 4\frac{km}{s} \times \frac{1000\,m}{1\,km} \times \frac{3600\,s}{1\,h} = 1/44\times 10^{7}\,m/h$$

حواستون باشه! *در این سؤال گفته شده پاسخ به صورت نمادگذاری علمی محاسبه بشه. اگر این نکته گفته نشده بود،* ۳ و ۴ هر دو پاسخ درست بودند.

۵۶- گزینهٔ ۲ در هر مورد به جای هر پیشوند، ضریب مربوط به آن را قرار می‌دهیم تا درستی یا نادرستی هر تساوی مشخص شود:

الف) $0/025\times 10^{3}\,g = 2/5\times 10^{4}\times 10^{-3}\,g \Rightarrow 25\,g = 25\,g$ ✓

ب) $2/4\,m^3 = 2/4\times 10^{6}\times (10^{-2})^3\,m^3 \Rightarrow 2/4\,m^3 = 2/4\,m^3$ ✓

پ) $3/2\times 10^{-6}\,A = 3/2\times 10^{-4}\times 10^{2}\,A \Rightarrow 3/2\times 10^{-6}\,A = 3/2\times 10^{-2}\,A$ ×

ت) $5\times 10^{-9}\,N = 5\times 10^{-12}\times 10^{6}\,N \Rightarrow 5\times 10^{-9}\,N = 5\times 10^{-6}\,N$ ×

۵۷- گزینهٔ ۲ ارتفاع ذوزنقه را به دست می‌آوریم:

$$S = \frac{\text{قاعدهٔ بزرگ} + \text{قاعدهٔ کوچک}}{2} \times \text{ارتفاع} \Rightarrow 0/2\times 10^{-4} = \frac{(0/03\times 10^{-1}) + (0/7\times 10^{-2})}{2} \times h$$

$$\Rightarrow h = \frac{2\times 0/2\times 10^{-4}}{(0/03+0/07)\times 10^{-1}} = \frac{0/4\times 10^{-4}}{10^{-2}} = 0/4\times 10^{-2}\,m \Rightarrow \begin{cases} h = 0/4\,cm \\ h = 0/04\,dm \end{cases}$$

۵۸- گزینهٔ ۲ دیجیتال‌بودن یک ابزار اندازه‌گیری، لزوماً به معنای دقیق‌بودن ابزار اندازه‌گیری نیست.

۵۹- گزینهٔ ۲ شکل سؤال سه ناظر را نشان می‌دهد که از منظرهای مختلف، طول جسم را از روی خط‌کش می‌خوانند. این شکل به عامل مهارت شخص آزمایشگر در نحوهٔ خواندن نتیجهٔ اندازه‌گیری اشاره می‌کند. شخص (۲) در راستای عمود بر انتهای جسم، عدد روی خط‌کش را می‌خواند، بنابراین عدد خوانده‌شده توسط این شخص نسبت به بقیه دقت بیشتری دارد و گزارش او به طول واقعی جسم نزدیک‌تر است.

۶۰- گزینهٔ ۲ موردهای ۳ و ۷ خیلی پرت‌اند، پس آن‌ها را از میانگین‌گیری حذف می‌کنیم و میانگین بقیه را حساب می‌کنیم:

$$m = \frac{122+120+124+123+121+122}{6} = 122\,g$$

۶۱- گزینهٔ ۲ از روشی که در درس‌نامه یاد گرفتیم استفاده می‌کنیم. یعنی $2/004\,mA$ را به شکل زیر نوشته و سپس دقت اندازه‌گیری را مشخص می‌کنیم:

$$2/004\,mA = 2004\times 10^{-3}\,mA \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = 10^{-3}\,mA = 10^{-3}\,mA \times \frac{10^{3}\,\mu A}{1\,mA} = 1\,\mu A$$

۶۲- گزینهٔ ۳ با توجه به شکل، هر ۱cm از خط‌کش به ۲ قسمت مساوی تقسیم شده است، بنابراین کمینهٔ درجه‌بندی این خط‌کش برابر $\frac{1\,cm}{2}=0/5\,cm$ و داریم:

دقت اندازه‌گیری = کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش $=0/5\,cm$

۶۳- گزینهٔ ۳ دقت اندازه‌گیری این خط‌کش مدرج برابر کمینهٔ درجه‌بندی آن است، با توجه به این‌که هر ۱cm به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است، می‌توان نوشت:

$1\,cm=10\,mm \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=0/1\,cm=1\,mm$

۶۴- گزینهٔ ۲ دقت اندازه‌گیری هر کدام از مقدارهای داده‌شده در گزینه‌ها را مشخص کرده و گزینه‌ای را انتخاب می‌کنیم که دقت اندازه‌گیری مربوط به آن ۰/۱g نیست:

۱) $32/0\,g=3200\times10^{-1}\,g \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=10^{-1}\,g$ ✓

۲) $32/09\,g=3209\times10^{-2}\,g \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=10^{-2}\,g$ ×

۳) $32/5\,g=325\times10^{-1}\,g \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=10^{-1}\,g$ ✓

۴) $32/9\,g=329\times10^{-1}\,g \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=10^{-1}\,g$ ✓

حواستون باشه! *۳۲/۰ g رو به شکل ۳۲ g ننویسید! این دو تا با هم فرق دارن! همون‌طور که تو درس‌نامه دیدید، نباید تعداد رقم‌های نتیجهٔ اندازه‌گیری رو تغییر بدیم.*

۶۵- گزینهٔ ۱ شکل صورت تست مربوط به یک ریزسنج رقمی (دیجیتال) است. دقت اندازه‌گیری ریزسنج رقمی برابر کم‌ترین ارزش مکانی عدد گزارش‌شده توسط دستگاه است؛ بنابراین:

$20/083\,mm \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=0/001\,mm$

۶۶- گزینهٔ ۲ ابتدا دقت اندازه‌گیری مقدار گزارش‌شده را تعیین می‌کنیم:

$2/4\times10^{-3}\,m=24\times10^{-4}\,m \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=10^{-4}\,m=0/1\,mm$

از میان وسیله‌های داده‌شده دقت اندازه‌گیری کولیس دیجیتال $0/1\,mm$ است.

۶۷- گزینهٔ ۳ **گام اول** ابتدا دقت اندازه‌گیری هر کدام از مقدارهای داده‌شده را برحسب متر به دست می‌آوریم:

۱) $8/79\,km=879\times10^{-2}\,km \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=10^{-2}\,km=10\,m$

۲) $8/790\times10^{6}\,mm=8790\times10^{-3}\times10^{6}\,mm \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=10^{-3}\times10^{6}=10^{3}\,mm=1\,m$

۳) $8790000\,mm \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=1\,mm=10^{-3}\,m$

۴) $8/7900\times10^{3}\,m=87900\times10^{-1}\,m \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $=10^{-1}\,m$

گام دوم هر چه مقدار دقت اندازه‌گیری وسیله‌ای کوچک‌تر باشد، آن وسیله دقیق‌تر است و اصطلاحاً می‌گوییم دقت اندازه‌گیری بیشتری دارد! پس باید گزینه‌ای را انتخاب کنیم که دقت اندازه‌گیری آن مقدار کوچک‌تری است، یعنی ۳.

حواستون باشه! فرض کنید دقت اندازه‌گیری دو خط‌کش A و B به ترتیب ۱cm و ۰/۱cm است.

خط‌کش B درجه‌بندی‌های کوچک‌تری دارد و طول اجسام را دقیق‌تر اندازه می‌گیرد، بنابراین دقت اندازه‌گیری بیشتری دارد، در واقع هر چه مقدار دقت اندازه‌گیری وسیله‌ای کوچک‌تر باشد، دقت وسیله بیشتر است.

۶۸- گزینهٔ ۴ نتیجهٔ حاصل از اندازه‌گیری جسم با استفاده از پیمانه‌ای به حجم $5\times10^{-3}\,L$ مقدارهایی می‌تواند باشد که مضرب صحیحی از $5\times10^{-3}\,L$ است. داشتن یا نداشتن این ویژگی را در مقادیر داده‌شده بررسی می‌کنیم:

۱) $\frac{4/2\times10^{-2}\,L}{5\times10^{-3}\,L}=\frac{42\times10^{-3}}{5\times10^{-3}}=8/4$ عدد صحیح نیست. ×

۲) $\frac{24\,cm^3}{5\times10^{-3}\,L}=\frac{24\times10^{-3}\,L}{5\times10^{-3}\,L}=4/8$ عدد صحیح نیست. ×

۳) $\frac{8\times10^{3}\,mm^3}{5\times10^{-3}\,L}=\frac{8\times10^{3}\times10^{-9}\,m^3}{5\times10^{-3}\times10^{-3}\,m^3}=1/6$ عدد صحیح نیست. ×

۴) $\frac{2\times10^{-5}\,m^3}{5\times10^{-3}\,L}=\frac{2\times10^{-5}\,m^3}{5\times10^{-3}\times10^{-3}\,m^3}=4$ عدد صحیح است. ✓

۶۹- گزینهٔ ۲ **گام اول** دقت خط‌کش‌ها را به دست می‌آوریم:

$1\,cm=10\,mm \Rightarrow$ دقت اندازه گیری خط‌کش (الف) = کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش (الف)

$1\,mm \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری خط‌کش (ب) = کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش (ب)

گام دوم مقدار عددی دقت اندازه‌گیری خط‌کش (ب) کم‌تر است؛ بنابراین دقت اندازه‌گیری این خط‌کش بیشتر است. (خط‌کش (ب) دقیق‌تر است.)

۷۰- گزینهٔ ۱ **گام اول** دقت اندازه‌گیری ترازوی رقمی (۱) برابر کم‌ترین ارزش مکانی عدد گزارش‌شده توسط دستگاه و دقت اندازه‌گیری ترازوی مدرج (۲) برابر کمینهٔ درجه‌بندی آن است؛ بنابراین:

$$\text{دقت اندازه‌گیری ترازوی (۱)} = ۰/۰۰۱\,g = ۱\,mg \;,\; \text{دقت اندازه‌گیری ترازوی (۲)} = ۰/۲\,mg$$

گام دوم قبلاً گفتیم که هر چه مقدار عددی دقت اندازه‌گیری یک ابزار کم‌تر باشد، آن ابزار دقیق‌تر است؛ بنابراین ترازوی (۲) دقیق‌تر از ترازوی (۱) است.

۷۱- گزینهٔ ۴ (۱) درست، در رابطهٔ $\rho = \frac{m}{V}$، وقتی m ثابت است، هر چه ρ بیشتر باشد، V کم‌تر است.

(۲) درست، حرف خاصی نداریم!

(۳) درست، چون چگالی آب از چگالی یخ بیشتر است، با ذوب یخ حجم آن کم‌تر می‌شود.

(۴) نادرست، چگالی بنزین از آب کم‌تر است و به همین دلیل آب مایع مناسبی برای خاموش‌کردن بنزین شعله‌ور نیست!

۷۲- گزینهٔ ۴ چگالی پرتقال با پوست از چگالی آب کم‌تر است، به همین دلیل پرتقال با پوست بر سطح آب شناور می‌ماند. اما چگالی پرتقال بدون پوست از چگالی آب بیشتر است، به همین دلیل پرتقال بدون پوست در آب فرو می‌رود.

۷۳- گزینهٔ ۳

$$۰/۰۱\,g/mm^۳ = ۰/۰۱\frac{\cancel{g}}{\cancel{mm^۳}} \times \frac{۱\,kg}{۱۰^۳\,\cancel{g}} \times \frac{۱۰^۳\,\cancel{mm^۳}}{۱\,cm^۳} = ۰/۰۱\,kg/cm^۳$$

۷۴- گزینهٔ ۴ ابتدا حجم مایع را به متر مکعب تبدیل می‌کنیم:

$$V = ۲۰\,L = ۲۰\times۱۰^{-۳}\,m^۳ = ۲\times۱۰^{-۲}\,m^۳$$

حالا با استفاده از رابطهٔ $m = \rho V$ جرم را به دست می‌آوریم:

$$m = \rho V = ۱۲۰۰\times۲\times۱۰^{-۲} = ۲۴\,kg$$

۷۵- گزینهٔ ۱ توجه داشته باشید که واحد چگالی در SI، $kg/m^۳$ است، از طرفی می‌دانیم دسی‌متر مکعب همان لیتر است $(۱dm^۳ = ۱۰^{-۳}m^۳ = ۱L)$.

با توجه به این مطلب داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۵\,g}{۰/۰۰۲\,L} = ۲/۵\times۱۰^۳\,g/L$$

از طرفی $۱\,g/L = ۱\,kg/m^۳$ است، بنابراین:

$$\rho = ۲/۵\times۱۰^۳\,g/L = ۲/۵\times۱۰^۳\,kg/m^۳$$

۷۶- گزینهٔ ۴ ابتدا چگالی را برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۶۰}{۵۰} = ۱/۲\,g/cm^۳$$

حالا این مقدار را برحسب گرم بر لیتر به دست می‌آوریم:

$$\rho = ۱/۲\frac{g}{\cancel{cm^۳}} \times \frac{۱۰^۳\,\cancel{cm^۳}}{۱\,L} = ۱۲۰۰\frac{g}{L}$$

می‌دانید که $۱\,g/L$ معادل با $۱\,kg/m^۳$ است، بنابراین:

$$\rho = ۱۲۰۰\,g/L = ۱۲۰۰\,kg/m^۳$$

۷۷- گزینهٔ ۳ ابتدا حجم این قطعه را به متر مکعب تبدیل می‌کنیم.

$$۸۴/۰\,cm^۳ = ۸۴/۰\times(۱۰^{-۲})^۳\,m^۳ = ۸۴\times۱۰^{-۶}\,m^۳$$

حالا از رابطهٔ چگالی استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۲۲/۵\times۱۰^۳ = \frac{m}{۸۴\times۱۰^{-۶}} \Rightarrow m = ۱/۸۹\,kg$$

۷۸- گزینهٔ ۱ در این مسئله هم، تبدیل یکاها خیلی اهمیت دارد.

$$V = ۵\,L = ۵\times۱۰^۳\,cm^۳$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱/۰۵ = \frac{m}{۵\times۱۰^۳} \Rightarrow m = ۵۲۵۰\,g = ۵/۲۵\,kg$$

۷۹- گزینهٔ ۲ **گام اول** هر چه چگالی مایعی بیشتر باشد، آن مایع در قسمت پایین‌تر ظرف قرار می‌گیرد؛ بنابراین:

$$\rho_A > \rho_B > \rho_C$$

با ریختن جرم‌های مساوی از سه مایع درون استوانه، باز هم مایع A در پایین‌ترین قسمت ظرف و مایع C در بالاترین قسمت ظرف قرار می‌گیرد. (رد ۳)

گام دوم به ازای جرم‌های مساوی از مایع‌های مختلف، هر چه چگالی مایعی بیشتر باشد، حجم آن کم‌تر است؛ بنابراین:

$$\rho_A > \rho_B > \rho_C \xrightarrow[m_A = m_B = m_C]{m = \rho v} V_A < V_B < V_C$$

با توجه به نتیجهٔ به دست آمده در بالا، (۲) درست است.

۸۰- گزینهٔ ۱ **گام اول** مایعی که بالاتر قرار دارد چگالی‌اش کم‌تر است. پس چگالی این سه مایع به صورت زیر است:

$$\rho_A = ۸۰۰\,kg/m^۳ \quad , \quad \rho_B = ۱۰۰۰\,kg/m^۳ \quad , \quad \rho_C = ۱۲۰۰\,kg/m^۳$$

گام دوم از فرمول چگالی $(\rho = \frac{m}{V})$ به طور نسبتی استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_C}{\rho_A} = \frac{m_C}{m_A} \times \frac{V_A}{V_C} \Rightarrow \frac{۱۲۰۰}{۸۰۰} = \frac{۳۰۰}{۲۰۰} \times \frac{V_A}{V_C} \Rightarrow \frac{V_A}{V_C} = ۱$$

دقت کنید که چون فرمول را به طور نسبتی نوشتیم نیازی به تبدیل یکاها به یکاهای SI نیست و کافی است یکای صورت و مخرج هر کسر یکی باشد.