

## مقدمه ناشر

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


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

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

به خواندن کتاب‌های فیزیک، حل کردن مسائل فیزیک و درگیری با آن!!

یادم می‌آید یک لذتی کشف کرده بودم که فقط موقع حل کردن 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 هی مسائل فیزیک حل کردید و هی هورمون شادی‌تان رفت بالا، یک حس جدیدتر می‌آید به سراغتان! «من چه قدر 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 مُرد رنج کشیدن کسی است که کار کرد، ای جان برادر! و جز این راهی برای موفق شدن در این دنیا هنوز کشف نشده است.

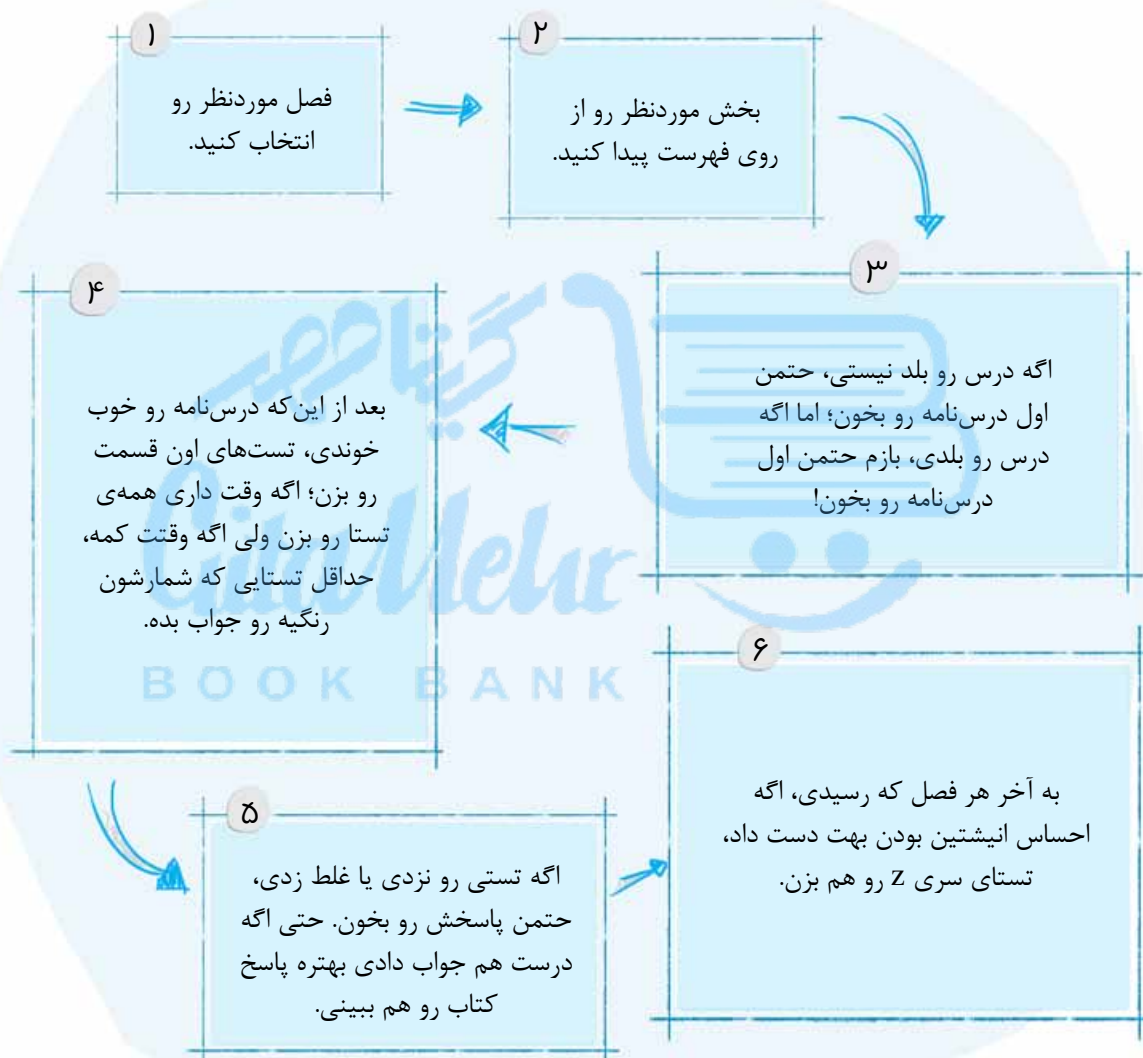
خیلی ممنون از مؤلفان کاردرس‌ت این کتاب که یک مجموعه‌ی خوب و به روز از تست‌ها و درس‌نامه‌ها و جواب‌ها نوشتند. سپاس ویژه از دوست عزیزم رضا سبزمیدانی که زحمت اصلی کار بر گردن او بود و خدایش عَوْض دهاد! متشکرم از دوستان خوبم در واحد تألیف و تولید خیلی سبز برای یک کتاب خوب دیگر در مقطع جدیدالتأسیس دهم. باشد که همگی با هم رستگار شویم. 

آها راستی! در مورد طرح جلد کتاب و این که جلوی زنگ کمپانی سامسونگ به شوخی نوشتیم: «خراب است»، باید به حضورتان عرض کنم که یه دعوی مختصری در خیلی سبز هست بین طرفداران برند iPhone (که خیل خیلی عظیمی از خیلی سبزی‌ها هستند) و سامسونگ (که خیل خیلی کم‌تری از خیلی سبزی‌ها رو به سرکردگی دکتر امین الهی فر تشکیل می‌دهند) فقط می‌خواستیم بگم امین جون دوست داریم! هم خودتو، هم گوشیتو!

فعلن!

## مقدمه مؤلفان

یه کتاب تُپل مُپلِ پُرمات نوشتیم که داره از چشمش تست می‌زنه بیرون! ولی اصلن نگران نباش، خوش خوراک 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 تیتراژ مثال و پاسخ تشریحی گذاشتیم که نقش مهمی در یادگیری شما دارن. اگه نخونده ازتون رد بشین مدیونید!
  - ۲- لابه‌لای تستای 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 خلیاشونو 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 خیلی سبز بر روی شانه‌های آن‌ها شد خیلی سبز.
  - ◀ 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 محبت‌ناش، حسین رنجگری، شقایق وفابخش، مهدی بابائی، امیر مقیم‌نژاد و یاسمن حسینی که زحمت و پیرایش همه یا بخشی از این کتاب بر دوش آن‌ها بود.
- و مرسی از همه‌ی برویچه‌ها 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 - معین جوادی - محمد قربانی سی‌سخت - پریناز شالباف‌زاده - صدف ملاحسین تبار - سینا سیرنگ - مهشید پاکروان - مهدی شاکری - صنم محمدپور - زهرا رحمانیان - مهدی شهرستانی - فاطمه دهقانی - اسرا گنجی - اشکان رحمانی
- دم همتون گرم

تقدیم به آدمهای امنِ زندگی ام

پدرم ، مادرم

شاهی

تقدیم به همکار و دوست قدیمی احمد

مصلائی عزیز

سبزمیدانی

## (فصل ۲)

### ویژگی‌های فیزیکی مواد

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

## (فصل ۱)

### فیزیک و اندازه‌گیری

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

## (فصل ۴)

### دما و گرما

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

## (فصل ۳)

### کار، انرژی و توان

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

## (فصل ۵)

### ترمودینامیک

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

۴۵۸ ضمیمه

۴۵۹ پاسخ‌نامه کلیدی

# فیزیک و اندازه‌گیری

(فصل ۱)

بخش: الفبای اندازه‌گیری

## فیزیک: دانش بنیادی

(دوس ۱)

کمیت‌ها، اندازه‌گیری، تبدیل یک‌ها، 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 واژه یونانی قدیمی به معنی «طبیعت» است. علم فیزیک «پدیده‌های گوناگون طبیعت را «بررسی» می‌کند. بد نیست دربارهٔ واژه «پدیده» بیشتر توضیح دهیم.

پدیده: منظورمان از واژه «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 مکزیک‌ری رفتن در استادیوم و ... همگی پدیده‌اند.

### مراحل بررسی یک پدیده

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

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

۲- **ارائه 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، ارائه 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.

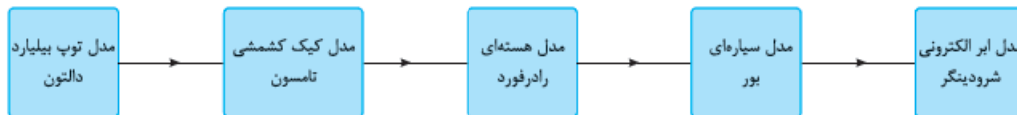
## BOOK BANK

### چند نکته

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 بازننگری 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 قوت آن است چون باعث کامل شدن شناخت ما از جهان می‌شود.

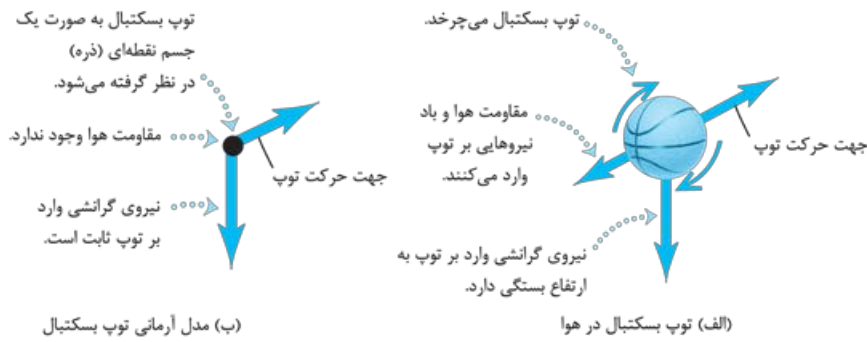
## مدل‌سازی در فیزیک

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 آرماتی 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 کره 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 مق نداریم وزن توپ رو نادیده بگیریم، چون مهم‌ترین عامل در حرکت توپ، وزن آن است.

• حالا بی‌تونید تستای ۱ تا ۶ رو پاسخ بدید.

## دروس 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 هیچ وقت نمی‌گوییم من ۳ تا ۶ ترسم یا من ۵۰۰ تا گرمه!

**مثال** کدام یک از مفاهیم زیر کمیت نیست؟

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

**پاسخ گزینه 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:

① تغییرناپذیر باشد. ② قابلیت بازتولید داشته باشد. پس مثلاً «فاصله نوک بینی تا نوک انگشت اشاره 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.

کمیت‌ها را از نظر ماهیت به دو دسته 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. ادامه ماجرا راجع به این موضوع است:

## کمیت‌های عددی و برداری

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

### ۱- کمیت‌های عددی (نرده‌ای)

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

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

**حواستون باشه!** که اگر یکا را ننویسیم، عدد فالی به تنهایی هیچ معنای فیزیکی نداره!

**نکته** حساب کتاب 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:

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

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. اندازه جابه‌جایی متحرک چند متر است؟

پاسخ گزینه ۲

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

حالا از قضیه فیثاغورس استفاده می‌کنیم:

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

**نکته** از بین کمیت‌هایی که شما در علوم دوره متوسطه اول خوانده‌اید، سرعت (متوسط و لحظه‌ای)، شتاب (متوسط و لحظه‌ای)، جابه‌جایی، نیرو و

گشتاور برداری هستند و بقیه نرده‌ای!

**حواستون باشه!** سرعت و جابه‌جایی، کمیت‌های برداری هستند اما تندی (یا همان اندازه سرعت) و مسافت طی‌شده، کمیت‌های نرده‌ای به حساب می‌آیند.

**حواستون باشه!** 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 یکسان کردن تعریف کمیت‌ها و یکاها در جهان، با سازمانی به نام مجمع بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها است. دانشمندان عضو این سازمان تصمیم‌های زیادی گرفته‌اند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

① 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 به جز 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 (Système 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.

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

**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)** دسته دوم یکاهای فرعی پرکاربرد 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:

**یکاهای اصلی:** تعریف و نام مستقل دارند؛ مثل متر، کیلوگرم و ثانیه.

**(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 رابطه 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 فاصله زمین تا خورشید ( $1 \text{ AU} \approx 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ ) 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 (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. اندازه 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 خرورار = ۱۰۰ من تبریز

۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم =  $4/68 \text{ g}$  قیراط؛ یکای جرم که در مورد الماس و جواهرات کاربرد دارد. هر قیراط ۲۰۰ mg است.

۲ نکته 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 حاصل ضرب 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 می‌آوریم؟

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 بقیه 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:

(برگرفته از کتاب درسی)

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

$\frac{kg \cdot s^2}{m}$  (۴)

$\frac{kg \cdot s}{m}$  (۳)

$\frac{kg \cdot m}{s}$  (۲)

$\frac{kg \cdot m}{s^2}$  (۱)



**پاسخ گزینه 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:

$$kg \times \frac{m}{s^2} = \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

**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 رابطه  $\Delta x = \frac{1}{3}At^3 + \frac{1}{2}Bt^2 + Ct$ ، 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)  $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$ ،  $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}^2}$  (۳)  $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$ ،  $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$  (۴)  $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$ ،  $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}^2}$

**پاسخ گزینه 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 آن جایی 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:

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

**گام سوم**

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

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

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

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.)

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

با فوندن 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، یعنی:

$$1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$$

**گام دوم**

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

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

**حواستون باشه!**

بسته به این که 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  $\frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 1$ ). 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 داده شده را در کسری که در گام دوم به دست آوردیم، ضرب می کنیم و این گونه کمیت از یک یکا به یکای دیگر تبدیل می شود:

$$30 \text{ in} = 30 \text{ in} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = \frac{30}{12} \text{ ft} = 2.5 \text{ ft}$$

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

۱۸ / ۴ (۱)

۱۸۴ (۲)

۳۶ / ۸ (۳)

۳۶۸ (۴)

**پاسخ گزینه ۱**

براساس داده های سؤال باید سیر را به مثقال و مثقال را به گرم تبدیل کنیم،

پس طبق دستورالعملی که گفتیم، کسرهایی را که لازم داریم، می نویسیم:

حالا به صورت زنجیره ای ۵ سیر را به گرم تبدیل می کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} 16 \text{ مثقال} = 1 \text{ سیر} \\ 4/6 \text{ g} = 1 \text{ مثقال} \end{array} \right. \Rightarrow 16 \text{ مثقال} = 1 \text{ سیر} \Rightarrow 4/6 \text{ g} = 1 \text{ مثقال}$$

$$5 \text{ سیر} = 5 \times \frac{16 \text{ مثقال}}{1 \text{ سیر}} \times \frac{4/6 \text{ g}}{1 \text{ مثقال}} = 5 \times 16 \times 4/6 \text{ g} = 368 \text{ g}$$

**حواستون باشه!** یک وقت کسرها را وارونه ننویسید. مثلاً اگر به جای  $\frac{16 \text{ مثقال}}{1 \text{ سیر}}$  می نوشتید  $\frac{1 \text{ سیر}}{16 \text{ مثقال}}$ ، سیر با سیر ساده نمی شد!

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)

۵ (۱)

۱۵ (۲)

۶۰ (۳)

۱۸۰ (۴)

**پاسخ گزینه ۲**

چون نمی دانیم هر cm، چند ft است، پس اول باید cm را به in و سپس in را به ft تبدیل کنیم. پس کسرهایی که به دردت بخورد

$$457/2 \text{ cm} = 457/2 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ in}}{2/54 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = \frac{457/2}{2/54 \times 12} \text{ ft} = 15 \text{ ft}$$

هستند و داریم:  $\frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}}$  و  $\frac{1 \text{ in}}{2/54 \text{ cm}}$

**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<sup>۱</sup> یا آهنگ آن کمیت می گوئیم. با این تعریف رابطه آهنگ کمیت R

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

به صورت مقابل نوشته می شود:

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

مثلاً آهنگ تغییرات قد یک درخت برابر می شود با:

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

یا مثلاً آهنگ حجم آب عبوری از یک شلنگ این طوری است:

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

به راحتی می توانیم تشخیص بدهیم که یکای تغییرات حجم نسبت به زمان در SI، متر مکعب بر ثانیه (m<sup>۳</sup>/s) است.

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

**مثال** از یک لوله، آب با آهنگ ۷۲۰۰۰ L/h می گذرد. این آهنگ چند سانتی متر مکعب بر ثانیه است؟

۲۰۰۰ (۱)

۲۰۰۰۰ (۲)

۱۲۰۰۰۰ (۳)

۱۲۰۰۰۰۰ (۴)

**پاسخ گزینه ۲**

با روش تبدیل زنجیره ای داریم:

$$72000 \text{ L/h} = 72000 \frac{\text{L}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 20000 \text{ cm}^3/\text{s}$$

**استفاده از پیشوندهای SI**

هر کدام از این پیشوندها، نماد یک عدد از مرتبه ۱۰ (یا همان 10<sup>n</sup>)

است که به آن ضریب تبدیل می گوئیم. هر وقت ضریب تبدیل، ابتدای

یک یکا قرار بگیرد، اندازه یکا را به همان میزان بزرگ یا کوچک

می کند؛ مثلاً کیلو یعنی ۱۰<sup>۳</sup> و وقتی ابتدای یکایی مثل متر قرار

می گیرد، می شود km که هر ۱ km معادل ۱۰<sup>۳</sup> m است. در جدول

روبه رو پیشوندهای مورد نیاز را گذاشته ایم:

پیشوندهای بزرگ کننده			پیشوندهای کوچک کننده		
ضریب تبدیل	نماد	پیشوند	ضریب تبدیل	نماد	پیشوند
۱۰ <sup>۱</sup>	da	دکا	۱۰ <sup>-۱</sup>	d	دسی
۱۰ <sup>۲</sup>	h	هکتو	۱۰ <sup>-۲</sup>	c	سانتی
۱۰ <sup>۳</sup>	k	کیلو	۱۰ <sup>-۳</sup>	m	میلی
۱۰ <sup>۶</sup>	M	مگا	۱۰ <sup>-۶</sup>	μ	میکرو
۱۰ <sup>۹</sup>	G	گیگا(جیگا)	۱۰ <sup>-۹</sup>	n	نانو
۱۰ <sup>۱۲</sup>	T	ترا	۱۰ <sup>-۱۲</sup>	p	پیکو

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؟

پاسخ گزینه ۳: تبدیل یکاهای پیشونددار به یکدیگر دو مرحله دارد:

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

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

$$1 \text{ ng} = 1 \times (10^{-9}) \text{ g}$$

$$10^{-9} \text{ g} \times \frac{\text{k}}{10^3} = 10^{-12} \text{ kg}$$

ضریب تبدیل نانو

ضریب تبدیل کیلو

مثال زیر را در یک مرحله پاسخ می‌دهیم:

**مثال** 4/9 hm چند μm است؟

پاسخ گزینه ۲: h را برمی‌داریم و به جایش 10<sup>2</sup> را قرار می‌دهیم و حاصل را در  $\frac{\mu}{10^{-6}}$  ضرب می‌کنیم:

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

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

مثلاً مساحت 5/4 m<sup>2</sup> بر حسب سانتی‌متر مربع برابر است با:

$$5/4 \text{ m}^2 \times \left(\frac{\text{C}}{10^{-2}}\right)^2 = 5/4 \times 10^4 \text{ cm}^2$$

**مثال** 4000 mm<sup>3</sup> معادل چند سانتی‌متر مکعب است؟

پاسخ گزینه ۲: «میلی» را برمی‌داریم و به جای آن 10<sup>-3</sup> می‌گذاریم و حاصل را در  $\left(\frac{\text{C}}{10^{-2}}\right)^3$  ضرب می‌کنیم:

$$4000 \times (10^{-3} \text{ m})^3 \times \left(\frac{\text{C}}{10^{-2}}\right)^3 = 4000 \times \frac{10^{-9}}{10^{-6}} \text{ cm}^3 = 4000 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$$

**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<sup>2</sup> 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 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
فشار	atm (اتمسفر)	10 <sup>5</sup> Pa
	cmHg (سانتی‌متر جیوه)	1360 Pa
بزرگی میدان مغناطیسی	G (گوس)	10 <sup>-4</sup> T
انرژی	cal (کالری)	4/2 J
زمان	ساعت	3600 s
	دقیقه	60 s
چگالی	g/cm <sup>3</sup> (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>
	g/L (گرم بر لیتر)	1 kg/m <sup>3</sup>
سرعت	km/h (کیلومتر بر ساعت)	$\frac{1}{3/6} \text{ m/s}$

\* یکای سانتی‌متر جیوه در صورتی که چگالی جیوه 13/6 g/cm<sup>3</sup> و 10 N/kg = 10<sup>3</sup> Pa معادل 1360 Pa است.

**مثال**  $360 \text{ km/h}$  چند متر بر ثانیه است؟

**پاسخ گزینه ۱**

داریم:

۶ (۱)

۱۰ (۲)

۶۰ (۳)

۱۰۰ (۴)

$$v = 360 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = 360 \times \frac{10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 100 \text{ m/s}$$

**نکته**

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

$$(\text{km/h}) \xrightarrow[\times 3/6]{\times 1/6} (\text{m/s})$$

$$v = 360 \times \frac{1}{3/6} = 100 \text{ m/s}$$

اگر در مثال بالا بخواهیم  $\text{km/h}$  را به  $\text{m/s}$  تبدیل کنیم، باید  $360 \text{ km/h}$  را در  $1/3/6$  ضرب کنیم:

## استفاده از نمادگذاری علمی

تندی نور در خلأ  $300000000 \text{ m/s}$  است. حالا اگر بخواهیم این عدد را به توان ۲ برسانیم (مثلاً در فرمول  $E = mc^2$ ) 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  $k \times 10^k$  تبدیل می‌شود، به طوری که  $1 \leq k < 10$  و یک عدد صحیح باشد. به مثال‌های مقابل توجه کنید:

$$0.0023 \text{ m} \xrightarrow{\text{ممیز را ۳ رقم به جلو می‌کشیم}} 2.3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$743000 \text{ kg} \xrightarrow{\text{ممیز را ۶ رقم به عقب می‌بریم}} 7.43 \times 10^6 \text{ kg}$$

پس در واقع در  $k \times 10^k$ ، عدد  $k$  برابر تعداد ارقامی است که ممیز را جابه‌جا می‌کنیم و هر وقت ممیز را جلو بکشیم،  $k < 0$  و هر وقت آن را عقب ببریم،  $k > 0$  است.

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



## دقت در اندازه‌گیری

درس ۴

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

- ۱ دقت وسیله 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 وسیله اندازه‌گیری

اغلب ابزارها یا وسیله‌های اندازه‌گیری به دو صورت مدرج (درجه‌بندی شده) و رقمی (دیجیتال) ساخته می‌شوند. در هر دو نوع وسیله 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 (کمینه) تقسیم‌بندی آن ابزار و در وسیله‌های رقمی (دیجیتال) برابر کم‌ترین مقداری که آن وسیله نشان می‌دهد، است. مثلاً کمینه تقسیم‌بندی (یا دقت) خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده،  $1 \text{ cm}$  است. واضح است که کم‌ترین طولی که با این خط‌کش می‌توانیم اندازه بگیریم،  $1 \text{ cm}$  است و این خط‌کش به درد اندازه‌گیری طول‌های کم‌تر از  $1 \text{ cm}$  (مثل ضخامت یک برگه کاغذ) نمی‌خورد.

### چند نکته

- ۱ هر چه مقدار دقت اندازه‌گیری یک وسیله کم‌تر باشد، دقت آن بیشتر است.
- مثلاً ترازویی که دقتش  $0.1 \text{ g}$  است از ترازویی که دقتش  $10 \text{ g}$  است، دقیق‌تر است.
- ۲ وقتی می‌خواهیم نتیجه یک اندازه‌گیری را گزارش کنیم، باید حواسمان باشد که «گزارش یک وسیله اندازه‌گیری باید مضارب صحیحی از دقت ابزار اندازه‌گیری باشد»:

$$\text{دقت ابزار} \times k = \text{گزارش اندازه‌گیری}$$

↓  
مضرب صحیح

مثلاً اگر یک نفر با ترازویی که دقتش  $1 \text{ g}$  است، جرم جسمی را  $37/25 \text{ g}$  اعلام کند یا ناشی است یا دروغگو! چون  $37/25 \text{ g}$  مضرب صحیحی از  $1 \text{ g}$  نیست.

**مثال** با پیمانهای به گنجایش  $1/5 \text{ cm}^3$  حجم مقداری مایع را اندازه گرفتیم. کدام یک از داده‌های زیر می‌تواند نتیجه اندازه‌گیری با این پیمانانه (برحسب سانتی‌متر مکعب) باشد؟

- (۱)  $20/5$  (۲)  $23/0$  (۳)  $19/5$  (۴)  $20/0$

**پاسخ گزینه ۲** گفتیم نتیجه اندازه‌گیری با یک ابزار فقط می‌تواند مضرب صحیحی از دقت اندازه‌گیری آن ابزار باشد. در این جا دقت اندازه‌گیری برابر گنجایش پیمانانه (یعنی  $1/5 \text{ cm}^3$ ) است. (چرا؟ چون کم‌ترین مقداری که این پیمانانه می‌تواند اندازه بگیرد  $1/5 \text{ cm}^3$  است). پس گزینه‌ای درست است که مضرب صحیحی از  $1/5$  باشد:

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

پس فقط **گزینه ۳** مضرب صحیحی از  $1/5$  است.

**۲** فرض کنید گزارش یک اندازه‌گیری را به شما می‌دهند و از شما می‌پرسند که دقت این اندازه‌گیری چه قدر بوده است؟ در این صورت دقت آن اندازه‌گیری را برابر با کم‌ترین ارزش مکانی<sup>۱</sup> عدد گزارش شده در نظر بگیرید. (مگر این که فلافش ثابت بشه!)<sup>۲</sup> برای این که بهتر متوجه عرف ما بشید هر ردیف جدول زیر رو از چپ به راست ببینید:

دقت اندازه‌گیری	کم‌ترین ارزش مکانی عدد گزارش شده	عدد گزارش شده
$10^{-3} \text{ m}$	یک هزارم	$0/002 \text{ m}$
$10^{-4} \text{ m}^2$	یک ده هزارم	$10/0027 \text{ m}^2$
$1 \text{ m}$	یک	$10 \text{ m}$
$1 \text{ g}$	یک	$1/502 \times 10^3 \text{ g}$

از بالا به بعد برای راحتی فودمان و شما به پای عبارت، «کم‌ترین ارزش مکانی» به اختصار می‌گوییم «کا»!

**مثال** با ولت‌سنجی رقمی، اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری  $3/2002 \times 10^3 \text{ mV}$  گزارش شده است. دقت اندازه‌گیری این ولت‌سنج چند میلی‌ولت است؟

- (۱)  $0/001$  (۲)  $0/01$  (۳)  $0/002$  (۴)  $0/2$

**پاسخ گزینه ۲** همین‌طور که می‌بینید کام (کم‌ترین ارزش مکانی) گزارش شده برابر  $0/01$  است. پس دقت اندازه‌گیری ولت‌سنج  $0/01 \text{ mV}$  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  $36/8^\circ \text{C}$  است. هر کسی گزارش  $36/8^\circ \text{C}$  را ببیند می‌تواند حدس بزند این دما با یک ابزار که دقت آن  $0/1^\circ \text{C}$  است اندازه‌گیری شده است. حالا دمایی را که دماسنج در شکل (ب) نشان می‌دهد ببینید.  $37^\circ \text{C}$  درست است یا  $37/0^\circ \text{C}$ ؟



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

**مثال** یک ترازو جرم بخشی از یک میوه را  $87/0 \text{ g}$  نشان می‌دهد. با این ترازو، جرم سببی را اندازه می‌گیریم. کدام یک از عددهای زیر می‌تواند نتیجه این اندازه‌گیری (برحسب گرم) باشد؟

- (۱)  $211/25$  (۲)  $211/2$  (۳)  $211/250$  (۴)  $211$

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

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

**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 صدگان که تو دستان یاد گرفتیم.

۲- در واقع کم‌ترین ارزش مکانی، کمینه 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  $0.01\text{ m}$  است. کدام یک از گزارش‌های زیر می‌تواند نتیجه اندازه‌گیری با این خط‌کش باشد؟ (d نماد پیشوند «دسی» است).

- ۱)  $32.00\text{ cm}$  (۲)  $0.32\text{ m}$  (۳)  $320.0\text{ mm}$  (۴)  $3/20\text{ dm}$

**پاسخ گزینه ۱**

ابتدا همه گزینه‌ها را برحسب متر می‌نویسیم و بعد کام آن‌ها را مشخص می‌کنیم: (هواستون باشه که صفرهای بعد از ممیز رو حذف کنیید).

۱)  $32.00\text{ cm} = 32.00\text{ cm} \times \frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} = 0.3200\text{ m} \Rightarrow \text{کام} = 0.0001 \Rightarrow \text{دقت} = 0.0001\text{ m}$

۲)  $0.32\text{ m} \Rightarrow \text{کام} = 0.01 \Rightarrow \text{دقت} = 0.01\text{ m}$

۳)  $320.0\text{ mm} = 320.0\text{ mm} \times \frac{1\text{ m}}{1000\text{ mm}} = 0.3200\text{ m} \Rightarrow \text{کام} = 0.0001 \Rightarrow \text{دقت} = 0.0001\text{ m}$

۴)  $3/20\text{ dm} = 3/20\text{ dm} \times \frac{1\text{ m}}{10\text{ dm}} = 0.320\text{ m} \Rightarrow \text{کام} = 0.001 \Rightarrow \text{دقت} = 0.001\text{ m}$

همین‌طور که مشخص کردیم کام (کوچک‌ترین ارزش مکانی) گزارش ۴ برابر  $0.001$  است. پس می‌توانیم حدس بزنیم دقت خط‌کش در گزارش ۴،  $0.001\text{ m}$  بوده است.

گاهی وقت‌ها نتیجه یک اندازه‌گیری به صورت نمادگذاری علمی یا چیزی شبیه آن بیان می‌شود. اگر این‌طور بود برای آن که بتوانید دقت وسیله اندازه‌گیری را تشخیص دهید، بهتر است نتیجه اندازه‌گیری را به صورت « $m \times 10^n$ » (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 نتیجه اندازه‌گیری تغییر نکند، مثلاً  $8/790 \times 10^6\text{ mm}$  را به صورت  $8790 \times 10^3\text{ mm}$  بنویسید. ( $879 \times 10^4$  یا  $8790000$  یا  $8790000 \times 10^0$  غلط‌اند). در این صورت دقت اندازه‌گیری  $10^3\text{ mm}$  است.

**مثال** جرم جسمی با یک ترازوی رقمی،  $20/20 \times 10^4\text{ mg}$  گزارش شده است. دقت اندازه‌گیری که این ترازو می‌تواند داشته باشد چند کیلوگرم است؟

- ۱)  $0.0001\text{ kg}$  (۲)  $1000\text{ g}$  (۳)  $100000\text{ g}$  (۴)  $0.0001\text{ kg}$

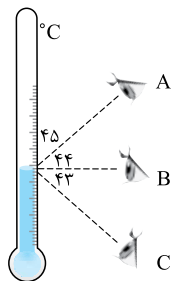
**پاسخ گزینه ۱**

**گزارش اول** گزارش اندازه‌گیری را به صورت  $m \times 10^n$  می‌نویسیم:  $20/20 \times 10^4\text{ mg} = 2020 \times 10^2\text{ mg} \Rightarrow \text{دقت} = 10^2\text{ mg}$

۱)  $10^2\text{ mg} = 10^2\text{ mg} \times \frac{1\text{ kg}}{10^6\text{ mg}} = 10^{-4}\text{ kg} = 0.0001\text{ kg}$

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

## 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  $45^\circ\text{C}$ ،  $44^\circ\text{C}$  و  $43^\circ\text{C}$  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 این که خطای یک اندازه‌گیری را کم کنیم، چند بار اندازه‌گیری را تکرار می‌کنیم و در نهایت میانگین عددهای به دست آمده را به عنوان نتیجه اندازه‌گیری گزارش می‌کنیم. در این جا فقط باید حواسمان به دو چیز باشد: اول این که اگر یک یا دو عدد پرت بودند (یعنی با بقیه عددها اختلاف زیادی داشتند) در محاسبه میانگین وارد نمی‌کنیم. دوم این که 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 پرونده بفش یک فصل رو بنویس!**

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### فیزیک. دانش بنیادی

۳. سلام. فوشالیم که اومرین سراغ هل تستا، امیدواریم که تا آخر کتاب با ما باشید.

تست‌های آغازین کتاب رو از متن کتاب درسی طرح کردیم. توصیه می‌کنیم هم‌ا اولین درس نامه کتاب رو بفونید.

(برگرفته از کتاب درسی)

۱- کدام یک از عبارتهای زیر درست است؟

(الف) دانشمندان علم فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از مدل، قانون و نظریه 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 نظریه فیزیکی نقطه ضعف دانش فیزیک است.

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

(۴) پ و ت

(۳) ب و ت

(۲) الف و ب

(۱) الف و پ

- ۱) مشاهده علمی پدیده‌ها
- ۲) آزمایش و تجربه و اندازه‌گیری
- ۳) ارائه مدل‌های فیزیکی
- ۴) اندیشه‌ورزی فعال و تفکر نقادانه

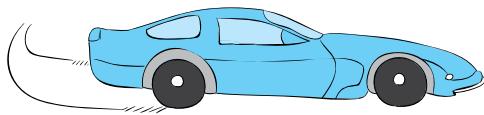
در تست‌های بعدی به مدل‌سازی پرداخته ایم.

۳- در مدل‌سازی فیزیکی پدیده «حرکت توپ بسکتبال» (شکل زیر) کدام یک از فرض‌های زیر برای ساده‌سازی نادرست است؟



- 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. نادیده گرفتن کدام موارد زیر باعث می‌شود نتیجه 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 پدیده «افزایش دمای آب به خاطر دریافت گرما» کدام یک 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 .....



- ۱) پرتوهای نور - می‌شود.
- ۲) باریکه نور - می‌شود.
- ۳) پرتوهای نور - نمی‌شود.
- ۴) باریکه نور - نمی‌شود.

### اندازه‌گیری و کمیت

هالا می‌فواهیم به مفهوم «کمیت» و «یک» بپردازیم!

۷- کدام گزینه درباره یکای 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) برای گزارش ابعاد یک اتومبیل از یک کمیت ..... و برای گزارش سرعت آن از یک کمیت ..... استفاده می‌کنیم.

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

۹- کدام گزینه درباره یک کمیت نادرست است؟

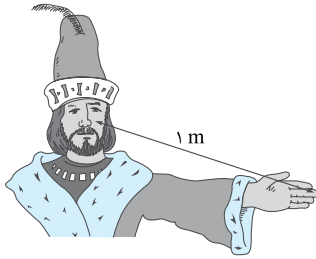
- ۱) همه کمیت‌ها قابل اندازه‌گیری‌اند.
- ۲) همه کمیت‌ها «یکا» دارند.
- ۳) کمیتی که یکای آن تعریف مستقل دارد، اصلی است.
- ۴) در روابط فیزیکی هر کمیت با چند کمیت دیگر در ارتباط است.

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. 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

(برگرفته از کتاب درسی)

بگیریم، مزیت و عیب این یکا به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

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

آیا کمیت‌های اصلی و یکایشان را به فاطر سپرده‌اید؟

۱۲- کدام کمیت‌ها، همگی از کمیت‌های اصلی هستند؟

- (۱) دما، نیرو، فشار
- (۲) فشار، زمان، سرعت

۱۳- در کدام یک از موارد زیر، همهٔ کمیت‌ها فرعی هستند؟

- (۱) جرم، زمان، فشار
- (۲) چگالی، تندی، انرژی

۱۴- جرم و زمان از ..... و کیلوگرم و ثانیه از ..... در SI می‌باشند.

(۱) یکاهای فرعی - یکاهای اصلی

(۳) کمیت‌های اصلی - یکاهای اصلی

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

(۳) سانتی‌متر، کیلوگرم، دقیقه، کلوبین

(۲) متر، کیلوگرم، ثانیه، کلوبین

(۴) سانتی‌متر، گرم، دقیقه، کلوبین

۱۶- ..... از کمیت‌های اصلی و ..... از کمیت‌های فرعی در SI می‌باشند.

(ریاضی ۸۶)

- (۱) حجم و جرم - زمان و انرژی
- (۲) جرم و زمان - طول و نیرو
- (۳) طول و جرم - مساحت و نیرو
- (۴) نیرو و دما - 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 (یکای: کولن)، مقدار ماده (یکای: مول)، شدت روشنایی (یکای: کندلا)

(۲) بار الکتریکی (یکای: کولن)، مقدار ماده (یکای: کیلوگرم)، شدت روشنایی (یکای: شمع)

(۳) جریان الکتریکی (یکای: آمپر)، مقدار ماده (یکای: مول)، شدت روشنایی (یکای: کندلا)

(۴) جریان الکتریکی (یکای: آمپر)، مقدار ماده (یکای: کیلوگرم)، شدت روشنایی (یکای: شمع)

تشخیص کمیت‌های «برداری» و «نرده‌ای» هم از پی‌زهایی 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؟

۱۸ m : جابه‌جایی (ب)

(به طرف شرق) ۵۰ : نیرو (ت)

(به طرف پایین) ۵ kg : جرم (الف)

(به طرف شمال) ۲۰ m/s : تندی (پ)

- (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 بر حسب یکاهای اصلی به دست

بیاورید. در درس نامه یک روش خوب برای این کار یاد می‌گیرید.

(ریاضی ۱۴۰۰)

۲۲- یکای فرعی فشار کدام است؟

- (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 کدام یک 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 فزنی را با نیروی  $F$  بکشیم، طول فنر به اندازه  $\Delta x$  زیاد می‌شود. بین  $F$  و  $\Delta x$  رابطه  $F = k \Delta x$  برقرار است. یکای  $k$  برحسب یکاهای اصلی در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

- (۱)  $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$  (۲)  $\frac{kg}{m^2 \cdot s^2}$  (۳)  $\frac{kg}{s^2}$  (۴)  $\frac{kg \cdot m}{s}$

۲۵- در رابطه 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)  $\frac{N}{s \cdot m^2}$  (۲)  $\frac{N \cdot s}{m^2}$  (۳)  $\frac{N \cdot s}{m}$  (۴)  $\frac{m^2 \cdot s}{N}$

### تبدیل یکا و نمادگذاری علمی

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

۲۶- مایل از یکاهای متداول طول در دستگاه بریتانیایی است. هر مایل (در خشکی) تقریباً برابر با ۱۶۰۰ m است. فاصله 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-  $۶/۲۵$  خروار برابر چند تن است؟ (۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز، ۱ من تبریز = ۶۴۰ مثقال، ۱ مثقال =  $۴/۶$  گرم)

- (۱)  $۱/۸۴$  (۲)  $۱۸/۴$  (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 ۲/۵ cm است.)

- (۱) ۶ (۲)  $۷/۵$  (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 ۴/۵ g است.)

- (۱)  $۳/۶۴$ ،  $۲۱/۶$  (۲)  $۳/۶۴$ ،  $۴/۸$  (۳)  $۳۶/۴$ ،  $۲۱/۶$  (۴)  $۳۶/۴$ ،  $۴/۸$  (برگرفته از کتاب درسی)

۳۰- ارتفاع برج میلاد، به عنوان ششمین برج بلند مخابراتی جهان، برابر ۴۳۵ m است. اگر هر فوت برابر ۱۲ اینچ و هر اینچ ۲/۵۴ 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 ۲۸/۲۹۳ m است. این عدد برحسب فرسنگ برابر کدام گزینه است؟ (هر فرسنگ برابر با ۶۰۰۰ ذرع و هر ذرع معادل ۱۰۴۰ mm است.)

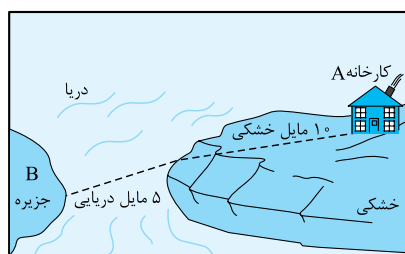
- (۱)  $۰/۰۴۷$  (۲) ۲۸۲ (۳) ۳۰۵ (۴)  $۰/۰۵۱$

۳۲- هر اینچ برابر ۲/۵۴ cm، هر فوت برابر ۱۲ اینچ و هر یارد برابر ۳ فوت است. ۱۱۴۳ mm برابر چند یارد است؟

- (۱)  $۳/۷۵$  (۲)  $۱/۲۵$  (۳)  $۳۷/۵$  (۴)  $۱۲/۵$

۳۳- قد علی دایی برابر با ۶ ft و ۳/۶ in است. قد او برحسب سانتی‌متر تقریباً برابر کدام گزینه است؟ ( $۱ \text{ in} = ۲/۵۴ \text{ cm}$ ،  $۱ \text{ ft} = ۱۲ \text{ in}$ )

- (۱) ۱۹۰ (۲) ۱۹۱ (۳) ۱۹۲ (۴) ۱۹۳



۳۴- در شکل مقابل باید کالایی، طبق مسیر مشخص‌شده، از کارخانه A با کامیون و کشتی به جزیره 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)  $۳۵/۲۵$  (۲)  $۲۵/۳۵$  (۳)  $۳۰/۳۵$  (۴)  $۲۰/۲۵$

۳۵- اگر فاصله زمین تا خورشید را  $۲ \times 10^{11} \text{ m}$  در نظر بگیریم، قطر خورشید به صورت نمادگذاری علمی چند یکای نجومی (AU) است؟ (قطر خورشید  $۱/۴ \text{ Mm}$  است.)

- (۱)  $۰/۷ \times 10^{-۶}$  (۲)  $۷ \times 10^{-۶}$  (۳)  $۷ \times 10^۵$  (۴)  $۷ \times 10^۶$  (برگرفته از کتاب درسی)

۳۶- یک سال نوری تقریباً چند یکای نجومی است؟ (تندی نور در خلأ  $۳ \times 10^۸ \text{ m/s}$  است و فاصله زمین تا خورشید را  $۲ \times 10^{11} \text{ m}$  در نظر بگیرید.)

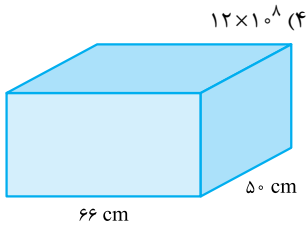
- (۱) ۵۰۰۰ (۲) ۱۰۰۰ (۳) ۵۰۰۰۰ (۴) ۱۰۰۰۰ (برگرفته از کتاب درسی)

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

۳۷- ابعاد یک زمین فوتبال ۱۱۰ m و ۷۰ m است. مساحت این زمین فوتبال چند هکتار است؟ (هر هکتار برابر  $۱۰۰۰۰ \text{ m}^2$  است.)

- (۱)  $۰/۷۷$  (۲)  $۷/۷۰$  (۳)  $۷۷/۰۰$  (۴)  $۷۷۰/۰۰$

۳۸- طول، عرض و ارتفاع یک مکعب مستطیل به ترتیب برابر با  $2/5$  m،  $40$  cm و  $300$  mm است. حجم این مکعب مستطیل بر حسب میلی متر مکعب برابر کدام گزینه است؟



- ۳۹- (یکی از یکاهای متداول حجم در دستگاه بریتانیایی) تقریباً برابر با  $4/4$  لیتر است.  $30$  گالن آب را درون یک آکواریوم به ابعاد شکل روبه‌رو می‌ریزیم. ارتفاع آب در آکواریوم چند سانتی متر می‌شود؟
- (۱)  $30 \times 10^7$  (۲)  $3 \times 10^8$  (۳)  $12 \times 10^7$  (۴)  $12 \times 10^8$
- (۱)  $30$  (۲)  $40$  (۳)  $50$  (۴)  $60$

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

۴۰- به گفته پدربزرگ پدرام فاصله دو روستای «علی‌آباد» و «حسن‌آباد»  $2$  فرسنگ است. اگر پدرام مسیر مستقیم بین دو روستا را با تندی  $45$  km/h طی کند، بعد از چند دقیقه از علی‌آباد به حسن‌آباد می‌رسد؟ (هر فرسنگ را  $6000$  متر در نظر بگیرید.)

- (۱)  $12$  (۲)  $16$  (۳)  $20$  (۴)  $24$

۴۱- علی، به تقلید از گالیله، برای اندازه‌گیری تندی متوسط یک خودرو از نبض خود به عنوان زمان‌سنج استفاده می‌کند. اگر در بازه زمانی ای که خودرو مسافت  $1500$  m را طی می‌کند، نبض علی  $175$  بار بزند، تندی متوسط خودرو چند کیلومتر بر ساعت است؟ (فرض کنید نبض یک شخص در هر دقیقه  $70$  بار بزند.)

- (۱)  $10$  (۲)  $20$  (۳)  $36$  (۴)  $72$

۴۲- تندی نور در خلأ تقریباً  $3 \times 10^8$  m/s است. تندی نور در خلأ بر حسب AU/min (یکای نجومی بر دقیقه) برابر کدام گزینه است؟ (میانگین فاصله زمین تا خورشید  $1.5 \times 10^{11}$  m است.)

- (۱)  $0.25 \times 10^{-3}$  (۲)  $2/5 \times 10^{-3}$  (۳)  $0.9$  (۴)  $0.090$

۴۳- یک کشتی که با تندی  $200$  گره در حال حرکت است، چند ثانیه طول می‌کشد تا مسافتی به اندازه  $20/6$  km را طی کند؟ (هر گره دریایی را برابر با  $185$  m/s در نظر بگیرید.)

- (۱)  $10$  (۲)  $20$  (۳)  $100$  (۴)  $200$

۴۴- یک کشتی حمل کالا با تندی ثابت  $14$  گره از بندر لنگه به جزیره لاوان رفته و سپس دوباره از همان مسیر به بندر لنگه برمی‌گردد. اگر مدت زمان کل حرکت رفت و برگشتی کشتی  $6$  ساعت باشد، طول مسیر رفت بندر لنگه تا جزیره لاوان چند مایل دریایی است؟ (هر گره دریایی معادل  $185$  m/s و هر مایل دریایی برابر با  $1800$  m است.)

- (۱)  $10/5$  (۲)  $21$  (۳)  $42$  (۴)  $84$

۴۵- مصرف سوخت اتومبیلی پس از طی مسافت  $22$  مایل،  $1$  گالن است. این اتومبیل با مصرف یک لیتر سوخت چند کیلومتر را طی می‌کند؟ (یک گالن برابر با  $4/4$  L و یک مایل  $1/6$  km است.)

- (۱)  $5$  (۲)  $8$  (۳)  $10$  (۴)  $12/8$

تا حالا آهنک به کمیت به گوشتون خورده؟ تستای زیر را معرجه به آهنک به کمیت.

۴۶- از شلنگ شکل روبه‌رو، آب با آهنک  $125$  cm<sup>3</sup>/s خارج می‌شود. این آهنک برابر چند لیتر بر دقیقه است؟ (هر لیتر  $1000$  cm<sup>3</sup> است.)



- (۱)  $75$  (۲)  $7/5$  (۳)  $1/25$  (۴)  $0.125$

۴۷- از شیر آبی، به طور متوسط در هر دقیقه  $45$  قطره آب می‌چکد. اگر حجم  $18$  قطره آب  $1$  cm<sup>3</sup> باشد، آهنک متوسط خروج آب از شیر چند لیتر بر ساعت است؟

- (۱)  $0.24$  (۲)  $0.15$  (۳)  $0.24$  (۴)  $1/5$

۴۸- رکورد سریع‌ترین کاهش وزن در جهان در اختیار رضا دیداری (یک جوان گیلانی) است که توانست در مدت  $12$  ماه، به طور طبیعی، وزن (به طور علمی‌تر، جرم) خود را از  $200$  kg به  $80$  kg برساند. آهنک متوسط کاهش جرم وی چند میلی‌گرم بر ثانیه بوده است؟ (هر ماه را  $30$  روز فرض کنید.)

- (۱)  $1250/324$  (۲)  $125/162$  (۳)  $125/81$  (۴)  $125/27$

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

۴۹- مقدار  $5/8 \times 10^4$   $\mu\text{m}^2$  برابر چند سانتی متر مربع است؟

- (۱)  $5/8$  (۲)  $5/8 \times 10^{-4}$  (۳)  $5/8 \times 10^8$  (۴)  $5/8 \times 10^{12}$



۵۰-  $746 \text{ cm}^3$ ، معادل چند میلی متر مکعب است؟

- (۱)  $7/46 \times 10^{-1}$  (۲)  $7/46 \times 10^{-5}$  (۳)  $746 \times 10^{-3}$  (۴)  $74/6 \times 10^{-2}$

۵۱- هر میلی لیتر معادل است با یک ..... (ضریب پیشوند دسی  $10^{-1}$  است).

- (۱) سانتی متر مکعب (۲) سانتی متر مربع (۳) دسی متر مکعب (۴) دسی متر مربع

۵۲- جرم جسمی  $2040 \text{ mg}$  / ۰ گزارش شده است. جرم این جسم بر حسب کیلوگرم کدام است؟

- (۱)  $2/04 \times 10^{-5}$  (۲)  $2/04 \times 10^{-6}$  (۳)  $2/04 \times 10^{-4}$  (۴)  $2/04 \times 10^{-8}$

۵۳- کدام گزینه  $4650 \mu\text{m}$  را بر حسب کیلومتر به صورت نمادگذاری علمی نشان می دهد؟

- (۱)  $4/650 \times 10^{-6}$  (۲)  $465 \times 10^{-8}$  (۳)  $4650 \times 10^{-9}$  (۴)  $4/650 \times 10^{-12}$

۵۴- قطر هسته اورانیوم،  $0/175 \text{ pm}$  است. این عدد در SI و به صورت نمادگذاری علمی در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

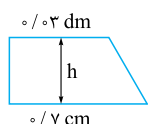
- (۱)  $0/175 \times 10^{-10}$  (۲)  $0/175 \times 10^{-12}$  (۳)  $1/75 \times 10^{-10}$  (۴)  $1/75 \times 10^{-14}$

۵۵- هر  $4 \text{ km/s}$  به صورت نمادگذاری علمی، چند متر بر ساعت است؟

- (۱)  $14400$  (۲)  $1/44 \times 10^4$  (۳)  $14400000$  (۴)  $1/44 \times 10^7$

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

- (الف)  $25 \text{ kg} = 2/5 \times 10^4 \text{ mg}$  (ب)  $2/4 \text{ m}^3 = 2/4 \times 10^6 \text{ cm}^3$   
 (پ)  $3/2 \mu\text{A} = 3/2 \times 10^{-4} \text{ hA}$  (ت)  $5 \text{ nN} = 5 \times 10^{-12} \text{ MN}$
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



- ۵۷- مساحت دوزنقه شکل روبه رو  $0/2 \text{ cm}^2$  است. ارتفاع  $h$  کدام است؟  
 (۱)  $0/2 \text{ cm}$   
 (۲)  $0/4 \text{ cm}$   
 (۳)  $0/2 \text{ dm}$   
 (۴)  $0/4 \text{ dm}$

### دقت اندازه گیری

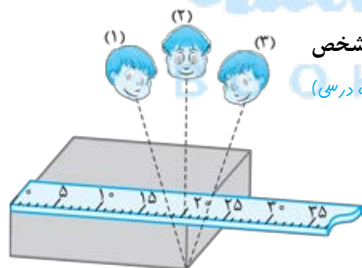
برای این که از پس تست های این قسمت بریابید، باید مفهوم «دقت در اندازه گیری» و عامل های مؤثر بر آن را بدانید. آیا می دانید؟ به توصیه همیشگی ما توجه کنید، درس نامه را خوب بفوانید!

۵۸- دقت اندازه گیری لزوماً به کدام یک از عوامل زیر بستگی ندارد؟

(برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) مهارت شخصی که اندازه گیری می کند.  
 (۲) رقمی (دیجیتال) بودن یا نبودن ابزار اندازه گیری  
 (۳) تعداد دفعاتی که اندازه گیری تکرار می شود.  
 (۴) حساسیت ابزار اندازه گیری

۵۹- شکل روبه رو عامل ..... در افزایش دقت اندازه گیری را نشان می دهد؛ به طوری که گزارش شخص



نسبت به بقیه دارای دقت بیشتری است.

- (۱) تعداد دفعات اندازه گیری - (۲)  
 (۲) مهارت شخص آزمایشگر - (۲)  
 (۳) تعداد دفعات اندازه گیری - (۳)  
 (۴) مهارت شخص آزمایشگر - (۳)

۶۰- در هشت بار اندازه گیری جرم یک جسم به وسیله یک ترازو، مقادیر زیر به دست آمده است. کدام گزینه گزارش دقیق تری از نتیجه این اندازه گیری بر حسب گرم است؟

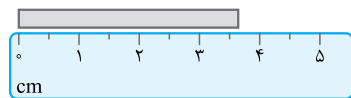
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۱۲۲ (۲)	۲۴ (۱)
۱۲۲ g	۱۲۰ g	۱۲۹ g	۱۲۴ g	۱۲۳ g	۱۲۱ g	۱۲۸ g	۱۲۲ g	۱۲۳ (۴)	۱۲۱ (۳)

۶۱- آمپرسنجی رقمی شدت جریانی را که از یک مدار می گذرد،  $2/004 \text{ mA}$  نشان می دهد. دقت این اندازه گیری، چند میکروآمپر است؟

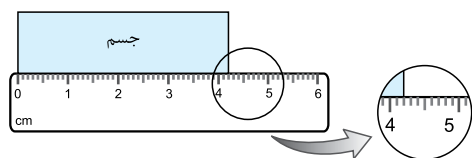
- (ریاضی خارج ۹۶) (۱)  $0/4$  (۲) ۱ (۳) ۱۰ (۴) ۱۰۰

(تجربی خارج ۹۹ با تغییر)

۶۲- در شکل زیر دقت اندازه گیری بر حسب سانتی متر کدام است؟



- (۱) ۵ (۲) ۱ (۳)  $0/5$  (۴)  $0/1$



۶۳- در شکل مقابل، دقت وسیله اندازه گیری بر حسب میلی متر، چه قدر است؟

- (تجربی خارج ۱۴۰۰ با تغییر) (۱)  $0/1$  (۲)  $0/5$  (۳)  $0/1$  (۴) ۵

۶۴- با ترازویی دیجیتال که دقت اندازه‌گیری آن  $0.1 \text{ g}$  است جرم جسمی را اندازه گرفته‌ایم. کدام مقدار نمی‌تواند گزارش نتیجه این اندازه‌گیری (برحسب گرم) باشد؟

(تقریبی خارج ۸۸)

۳۲/۹ (۴)

۳۲/۵ (۳)

۳۲/۰۹ (۲)

۳۲/۰ (۱)



۶۵- ابزار روبه‌رو یک وسیله اندازه‌گیری طول است. این وسیله چه نام دارد و دقت اندازه‌گیری آن کدام است؟

(ریاضی ۱۳۰۰ با تغییر، برگرفته از کتاب درسی)

(۱) ریزسنج و  $0.001 \text{ mm}$

(۲) کولیس و  $0.001 \text{ mm}$

(۳) ریزسنج و  $0.003 \text{ mm}$

(۴) کولیس و  $0.003 \text{ mm}$

۶۶- ضخامت جسمی به کمک یک ابزار دیجیتال به صورت  $2.4 \times 10^{-3} \text{ m}$  اندازه‌گیری شده است. وسیله این اندازه‌گیری کدام است؟

(ریاضی ۹۴ با تغییر)

(دقت اندازه‌گیری متر، خط‌کش، کولیس و ریزسنج به ترتیب  $1 \text{ cm}$ ،  $1 \text{ mm}$ ،  $0.1 \text{ mm}$  و  $0.01 \text{ mm}$  فرض شود).

(۱) ریزسنج (۲) کولیس (۳) خط‌کش (۴) متر

(ق.۳)

۶۷- فاصله بین دو نقطه، به شکل چهار گزینه زیر اعلام شده است. دقت اندازه‌گیری در کدام یک از آن‌ها بیشتر است؟

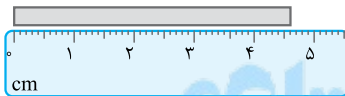
(۱)  $8/79 \text{ km}$  (۲)  $8/790 \times 10^6 \text{ mm}$  (۳)  $879000 \text{ mm}$  (۴)  $8/7900 \times 10^3 \text{ m}$

۶۸- کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند نتیجه حاصل از اندازه‌گیری حجم یک مایع، با استفاده از پیمانهای به حجم  $5 \times 10^{-3} \text{ L}$  باشد؟

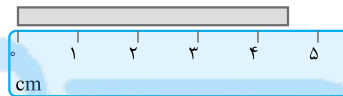
(۱)  $4/2 \times 10^{-2} \text{ L}$  (۲)  $24 \text{ cm}^3$  (۳)  $8 \times 10^2 \text{ mm}^3$  (۴)  $2 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

(ریاضی خارج ۹۸ با تغییر)

۶۹- در شکل‌های (الف) و (ب) دقت اندازه‌گیری به ترتیب ..... است و دقت اندازه‌گیری خط‌کش ..... بیشتر است.



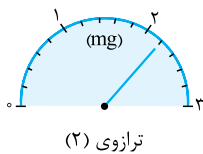
(ب)



(الف)

(۱)  $1 \text{ mm}$  و  $1 \text{ cm}$  - (الف) (۲)  $1 \text{ mm}$  و  $1 \text{ cm}$  - (ب) (۳)  $0.5 \text{ mm}$  و  $0.5 \text{ cm}$  - (ب) (۴)  $0.5 \text{ mm}$  و  $0.5 \text{ cm}$  - (الف)

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



ترازوی (۲)

2.002 g

ترازوی (۱)

(۱)، ۰.۲ (۲)

(۲)، ۰.۲ (۴)

دقیق‌تر است؟

(۱)، ۰ (۲)

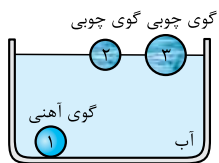
(۱)، ۰ (۳)

بخش اول تمام شد. دوستان فستة نباشید!

## بخش ۲: چگالی

# چگالی

درس ۵



گوی چوبی گوی چوبی

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:

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

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 ( $\frac{m}{V}$ ) جرم (kg)

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

چگالی می‌گوییم و در فرمول آن را با نماد  $\rho$  نشان می‌دهیم.

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

### یکاهای غیر SI چگالی

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

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

(الف) هر گرم بر لیتر معادل  $1 \text{ kg/m}^3$  است؛ زیرا:

مثلاً چگالی روغن  $800 \text{ kg/m}^3$  یا  $800 \text{ g/L}$  است.

- ۱- گزینه ۲ دو عبارت (الف) و (ب) درست‌اند.  
ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیک، نقطه قوت فیزیک است (نادرستی عبارت (پ)). هم‌چنین با بازنگری در مدل هسته‌ای، مدل سیاره‌ای اتم جایگزین آن شد (نادرستی عبارت (ت)).
- ۲- گزینه ۴ متن کتاب درسی را باید خوب بخوانید.
- ۳- گزینه ۳ وزن توپ یک عامل سرنوشت‌ساز است و نمی‌توانیم از آن صرف‌نظر کنیم.
- ۴- گزینه ۴ اگر از اصطکاک خودرو با زمین صرف‌نظر کنیم، خودرو هرگز متوقف نمی‌شود! نادیده گرفتن جرم هم باعث می‌شود همه نیروهای وارد بر خودرو از جمله اصطکاک حذف شود، پس نباید بی‌خیالی موارد (ب) و (ت) شویم. دو مورد دیگر قابل چشم‌پوشی هستند.
- ۵- گزینه 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- گزینه 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- گزینه ۲ یکای بعضی از کمیت‌ها (مثل جرم) مستقل از کمیت‌های دیگر تعریف می‌شود.
- ۸- گزینه ۱ ابعاد را با کمیت طول گزارش می‌کنیم که کمیتی اصلی و نرده‌ای است؛ ولی سرعت کمیتی فرعی و برداری است.  
**حواستون باشه!** تندی (اندازه سرعت) کمیتی فرعی و نرده‌ای است؛ چون فقط مقدار سرعت را نشان می‌دهد.
- ۹- گزینه 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، رابطه میان کمیت‌ها را بیان می‌کنند.
- ۱۰- گزینه ۲ موارد (الف) و (پ) درست‌اند. یک یکای معتبر علاوه بر داشتن قابلیت بازتولید باید تغییر هم نکند (نادرستی (ب)).
- ۱۱- گزینه ۱ برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یک‌گایی نیاز داریم که تغییر نکنند و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند. یک‌گایی مانند فاصله 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- گزینه ۴ هفت کمیت اصلی عبارت‌اند از: طول، جرم، زمان، دما، جریان الکتریکی، مقدار ماده و شدت روشنایی، همه کمیت‌ها به غیر از این ۷ کمیت، جزء کمیت‌های فرعی‌اند. مانند: نیرو، فشار، سرعت و ...
- ۱۳- گزینه ۲ اصلی یا فرعی بودن کمیت‌های بیان‌شده در گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:  
۱ جرم و زمان اصلی و فشار فرعی است.  
۲ همه کمیت‌ها فرعی‌اند.  
۳ چگالی و حجم فرعی و جریان الکتریکی اصلی است.  
۴ همه کمیت‌ها اصلی‌اند.
- ۱۴- گزینه ۳ با نگاهی به جدول کمیت‌های اصلی درس‌نامه، ۳ را انتخاب می‌کنیم! یادتان باشد مفهوم یکا با کمیت تفاوت دارد.
- ۱۵- گزینه ۲ جدول کمیت‌های اصلی را که در درس‌نامه آمده است به خاطر بسپارید، خیلی مهم است.
- ۱۶- گزینه ۳ به جدول کمیت‌های اصلی در درس‌نامه مراجعه کنید.
- ۱۷- گزینه ۳ بار الکتریکی کمیت اصلی نیست. یکای مقدار ماده، مول است، نه کیلوگرم. یکای شدت روشنایی، شمع یا کندلا است.
- ۱۸- گزینه ۲ 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. (اصلی فرمول‌های فیزیک همشون همین‌ه‌وری به دست میار. مثلاً همین‌ها حاصل ضرب بر ۴ در سرعت برابر یک کمیت دیگه است که بوش کانه 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- گزینه ۲ سرعت تنها کمیت برداری در میان این چند کمیت است.
- ۲۰- گزینه ۲ تندی جهت ندارد و کمیت نرده‌ای است (سرعت، جهت دارد و برداری است). فشار و کار هم نرده‌ای هستند.
- ۲۱- گزینه 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- گزینه ۲

فشار از رابطه  $P = \frac{F}{A}$  به دست می‌آید، اما ابتدا لازم است یکای نیرو را برحسب یکاهای اصلی به دست بیاوریم. برای این کار از رابطه

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

استفاده می‌کنیم.

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

۲۳- گزینه ۲

این تست را شبیه تست قبل حل می‌کنیم. **روش اول**

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

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

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

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

۲۴- گزینه ۳

ابتدا یکای  $F$  را برحسب یکاهای اصلی به دست می‌آوریم:

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

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

حالا از رابطه گفته شده در صورت سؤال استفاده می‌کنیم:

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

یکای  $\Delta x$  متر (m) است. پس:

۲۵- گزینه ۲

مطابق آنچه در درس‌نامه گفتیم، عمل می‌کنیم؛ در این جا رابطه فیزیکی را به ما داده‌اند، پس کارمان ساده‌تر است.

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

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

$$B_{\text{یکای}} = \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$$

کافی است یکاها را جای گذاری کنیم: **کام دوم**

$$3480 \text{ mi} = 3480 \text{ mi} \times \frac{1600 \text{ m}}{1 \text{ mi}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 5568 \text{ km}$$

از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم: **گزینه ۳**

از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم. دقت کنید یکایی که می‌خواهیم حذف شود باید در مخرج باشد. **گزینه ۱**

$$\frac{6}{25} \text{ خروار} = \frac{6}{25} \times \frac{100 \text{ من تبریز}}{1 \text{ خروار}} \times \frac{640 \text{ مثقال}}{1 \text{ من تبریز}} \times \frac{4}{6} \text{ گرم}}{1 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ کیلوگرم}}{1000 \text{ گرم}} \times \frac{1 \text{ تن}}{1000 \text{ کیلوگرم}} = \frac{6}{25} \times 640 \times \frac{4}{6} \times \frac{1}{10000} = 1/84 \text{ ton}$$

$$30000 \text{ ft} = 30000 \text{ ft} \times \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2.5 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 9 \text{ km}$$

۲۸- گزینه ۳

از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم: **گزینه ۴**

$$\text{جرم دریای نور} = 182 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 36/4 \text{ g}$$

$$\text{جرم کوه نور} = 108 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ مثقال}}{4/5 \text{ g}} = 4/8 \text{ مثقال}$$

$$435 \text{ m} = 435 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 435 \times 100 \times \frac{1}{2.54} \times \frac{1}{12} \text{ ft} = 1427/2 \text{ ft} = 1427 \text{ ft}$$

۳۰- گزینه ۱

متر باید به میلی‌متر تبدیل شود، پس از کسر  $\frac{1000 \text{ میلی‌متر}}{1 \text{ متر}}$  استفاده می‌کنیم. **گزینه ۱**

میلی‌متر باید به ذرع تبدیل شود، پس کسر  $\frac{1 \text{ ذرع}}{1040 \text{ میلی‌متر}}$  به کار ما می‌آید.

ذرع هم باید به فرسنگ تبدیل شود، پس کسر  $\frac{1 \text{ فرسنگ}}{6000 \text{ ذرع}}$  را هم باید به کار بگیریم:

$$\text{فرسنگ} = 293/28 \text{ متر} = 293/28 \times \frac{1000 \text{ میلی‌متر}}{1 \text{ متر}} \times \frac{1 \text{ ذرع}}{1040 \text{ میلی‌متر}} \times \frac{1 \text{ فرسنگ}}{6000 \text{ ذرع}} = \frac{293/28 \times 1000}{1040 \times 6000} = 0/047 \text{ فرسنگ}$$

۲۲- گزینه ۲

از کسرهای ضریب تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم. به انتخاب کسرها دقت کنید.

$$10 \text{ mm} = 1 \text{ cm} \quad , \quad 1 \text{ in} = 2/54 \text{ cm} \quad , \quad 1 \text{ ft} = 12 \text{ in} \quad , \quad 1 \text{ y} = 3 \text{ ft}$$

$$\downarrow$$

یارد

$$1143 \text{ mm} = 1143 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \times \frac{1 \text{ in}}{2/54 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ y}}{3 \text{ ft}} = 1143 \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{2/54} \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{3} = 1/25 \text{ y}$$

۲۳- گزینه ۳

ابتدا قد علی دایی را فقط برحسب اینچ می‌نویسیم. هر فوت برابر ۱۲ اینچ است، پس ۶ فوت می‌شود ۷۲ اینچ. اگر به اضافه ۳/۶

$$75/6 \text{ in} = 75/6 \text{ in} \times \frac{2/54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} = 192 \text{ cm}$$

اینچ دیگر کنیم، قد علی دایی می‌شود ۷۵/۶ اینچ. یعنی:

۲۴- گزینه ۲

مسافت طی شده در خشکی و دریا را جداگانه حساب می‌کنیم، چون مایل در دریا و خشکی دو مقدار متفاوت دارد.

$$10 \text{ mi} = 10 \text{ mi} \times \frac{1609 \text{ m}}{1 \text{ mi}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 16/09 \text{ km} \quad , \quad 5 \text{ mi} = 5 \text{ mi} \times \frac{1852 \text{ m}}{1 \text{ mi}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 9/26 \text{ km}$$

مسافت کل مسافت =  $16/09 + 9/26 = 25/35 \text{ km}$

۲۵- گزینه ۲

یکای نجومی همان متوسط فاصله زمین تا خورشید است، پس:  $1 \text{ AU} = 2 \times 10^{11} \text{ m}$ . حالا از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده

$$1/4 \text{ Mm} = 1/4 \text{ Mm} \times \frac{10^6 \text{ m}}{1 \text{ Mm}} \times \frac{1 \text{ AU}}{2 \times 10^{11} \text{ m}} = 0/7 \times 10^{-5} \text{ AU} = 7 \times 10^{-6} \text{ AU}$$

می‌کنیم:

۲۶- گزینه ۳

سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند، پس:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 3 \times 10^8 = \frac{\Delta x}{365 \times 24 \times 60 \times 60} \Rightarrow \Delta x = 3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \Rightarrow 1 \text{ ly} = 3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ m}$$

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

$$1 \text{ AU} = 2 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$\frac{1 \text{ ly}}{1 \text{ AU}} = \frac{3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}{2 \times 10^{11}} = \frac{3 \times 365 \times 12 \times 6 \times 6}{10} = 47304$$

که این پاسخ به ۳ نزدیک‌تر است.

۲۷- گزینه ۱

در این مرحله مساحت زمین فوتبال را برحسب متر مربع به دست می‌آوریم:

$$7700 \text{ m}^2 = 7700 \text{ m}^2 \times \frac{1 \text{ هکتار}}{10000 \text{ m}^2} = 0/77 \text{ هکتار}$$

هر هکتار برابر ۱۰۰۰۰ متر مربع است، پس:

۲۸- گزینه ۲

ابتدا ابعاد مکعب را به میلی‌متر تبدیل می‌کنیم:

$$2/5 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$$

$$40 \text{ cm} = 400 \text{ mm}$$

$$\text{حجم} = 2500 \times 400 \times 300 = 3 \times 10^8 \text{ mm}^3$$

حالا حجم مکعب به راحتی حساب می‌شود:

۲۹- گزینه ۲

ابتدا مشخص می‌کنیم که ۳۰ گالن، برابر چند سانتی‌متر مکعب است. گالن را با نماد gal نشان می‌دهیم.

$$30 \text{ gal} = 30 \text{ gal} \times \frac{4/4 \text{ L}}{1 \text{ gal}} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 132000 \text{ cm}^3$$

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

$$66 \times 50 \times h = 132000 \rightarrow h = \frac{132000}{66 \times 50} = 40 \text{ cm}$$

۴۰- گزینه ۲

ابتدا فرسنگ را به کیلومتر تبدیل می‌کنیم:

$$2 \text{ فرسنگ} = 2 \times \frac{6000 \text{ m}}{1 \text{ فرسنگ}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 12 \text{ km}$$

حالا از رابطه سرعت استفاده می‌کنیم. به یکاها دقت کنید:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 45 = \frac{12}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{12}{45} \text{ h} = \frac{12}{45} \text{ h} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = \frac{12 \times 60}{45} = 16 \text{ min}$$

برحسب کیلومتر (km) / برحسب ساعت (h) / برحسب دقیقه (min) / جابه‌جایی / زمان

۴۱- گزینه ۳

ابتدا باید زمان را برحسب ساعت به دست بیاوریم.

$$\text{ساعت} = \frac{1}{24} = \frac{1 \text{ ساعت}}{60 \text{ دقیقه}} \times \frac{1 \text{ دقیقه}}{70 \text{ نبض}} \times 175 \text{ نبض} = 175/24$$

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

$$v = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \frac{1/5}{1/24} = 36 \text{ km/h}$$

برحسب (km) / برحسب ساعت (h) / تندی متوسط / مسافت / زمان / برحسب (km/h) / برحسب ساعت (h)



۴۲- گزینه ۲

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

$$1 \text{ AU} = 2 \times 10^{11} \text{ m} \Rightarrow \frac{1 \text{ AU}}{2 \times 10^{11} \text{ m}} = 1, \quad 1 \text{ min} = 60 \text{ s} \Rightarrow \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1$$

$$3 \times 10^8 \text{ m/s} = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ AU}}{2 \times 10^{11} \text{ m}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = \frac{3 \times 10^8 \times 60}{2 \times 10^{11}} \text{ AU/min} = 0.09 \text{ AU/min}$$

۴۳- گزینه ۲

ابتدا تندی را بر حسب m/s به دست می‌آوریم. **گام اول**

$$2000 \text{ گره} = 2000 \times \frac{1852 \text{ m/s}}{1 \text{ گره}} = 3704000 \text{ m/s}$$

بر حسب  
متر (m)  
↑  
مسافت = تندی × زمان  
↓  
بر حسب  
ثانیه (s)  
بر حسب  
(m/s)

$$3704000 \text{ m/s} = \frac{3704000 \text{ m}}{t} \Rightarrow t = 2000 \text{ s}$$

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

۴۴- گزینه ۳

ابتدا تندی کشتی را بر حسب متر بر ثانیه به دست می‌آوریم: **گام اول**

$$v = 14 \text{ گره} \times \frac{1852 \text{ m/s}}{1 \text{ گره}} = 25928 \text{ m/s}$$

طول مسیر رفت را d در نظر می‌گیریم؛ بنابراین مسافت طی شده در رفت و برگشت برابر 2d است. با استفاده از فرمول تندی، d را حساب می‌کنیم: **گام دوم**

$$v = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} \Rightarrow v = \frac{2d}{6 \times 60 \times 60} \Rightarrow d = 75600 \text{ m}$$

حالا این فاصله را بر حسب مایل دریایی به دست می‌آوریم: **گام سوم**

$$d = 75600 \text{ m} \times \frac{1 \text{ مایل دریایی}}{1800 \text{ m}} = 42 \text{ مایل دریایی}$$

۴۵- گزینه ۲

ابتدا ۲۲ مایل را به کیلومتر تبدیل می‌کنیم: **گام اول**

$$22 \text{ mi} = 22 \text{ mi} \times \frac{1.6 \text{ km}}{1 \text{ mi}} = 35.2 \text{ km}$$

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 **گام دوم**

که با ۱ L بنزین طی می‌کند به دست می‌آوریم:

$$\frac{4/4 \text{ L}}{1 \text{ L}} \mid \frac{35/2 \text{ km}}{x \text{ km}} \Rightarrow x = \frac{1 \times 35/2}{4/4} = 8.75 \text{ km}$$

۴۶- گزینه ۲

از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 7.5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

۴۷- گزینه ۲

باز هم روش تبدیل زنجیره‌ای! به کسرهای تبدیل دقت کنید:

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cm}^3 \Rightarrow \frac{1 \text{ cm}^3}{18 \text{ قطره}} = 1, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 \Rightarrow \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 1, \quad 1 \text{ h} = 60 \text{ min} \Rightarrow \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 1$$

$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ cm}^3}{18 \text{ قطره}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 0.4167 \text{ L/h}$$

۴۸- گزینه ۱

معنی آهنگ کاهش جرم یعنی نسبت تغییرات جرم به تغییرات زمان. اما با توجه به واحد خواسته شده باید تغییرات جرم **گام اول**

بر حسب میلی‌گرم و تغییرات زمان بر حسب ثانیه باشد. (در این محاسبات هر ماه را ۳۰ روز فرض می‌کنیم.)  $120 \times 10^6 \text{ mg} = 120 \text{ kg} = 200 - 80 = 120 \text{ kg}$  تغییرات جرم  
تغییرات زمان = ۱۲ ماه =  $12 \times 30 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}$

حالا آهنگ کاهش جرم را به دست می‌آوریم: **گام دوم**

$$\text{آهنگ کاهش جرم} = \frac{\text{تغییرات جرم}}{\text{تغییرات زمان}} = \frac{120 \times 10^6}{12 \times 30 \times 24 \times 60 \times 60} = \frac{10000}{324} = 30.86 \text{ mg/s}$$

۴۹- گزینه ۲

کافی است به جای نماد  $\mu$  عددش را بگذاریم و بعد در  $(\frac{\text{cm}}{10^{-2}})^2$  ضرب کنیم:

$$5.8 \times 10^4 \mu\text{m}^2 = 5.8 \times 10^4 \times (10^{-6} \text{ m})^2 \times (\frac{\text{cm}}{10^{-2} \text{ m}})^2 = 5.8 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$$

۵۰- گزینه ۲

هر سانتی‌متر معادل ۱۰ mm است، پس داریم: **گام اول**

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm} \Rightarrow 1 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ mm}^3 \Rightarrow \frac{10^3 \text{ mm}^3}{1 \text{ cm}^3} = 1$$

حالا با روش زنجیره‌ای تبدیل یکای خواسته شده را حساب می‌کنیم: **گام دوم**

$$746 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{10^3 \text{ mm}^3}{1 \text{ cm}^3} = 746 \times 10^3 \text{ mm}^3/\text{s} = 7.46 \times 10^5 \text{ mm}^3/\text{s}$$



۵۱- گزینه ۲ احتمالاً خیلی از شما می دانید که هر لیتر معادل  $1000 \text{ cm}^3$  است. پس داریم:  $1 \text{ mL} = 1 \times (10^{-3} \text{ L}) = 10^{-3} \times 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cm}^3$

۵۲- گزینه ۲ **کام اول** هر کیلوگرم معادل  $1000 \text{ g}$  و هر گرم معادل  $1000 \text{ mg}$  است. یعنی:  
$$\begin{cases} 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} \Rightarrow \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1 \\ 1 \text{ g} = 1000 \text{ mg} \Rightarrow \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 1 \end{cases}$$

**کام دوم** بنابراین  $0.0204 \text{ mg}$  معادل است با:  $0.0204 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.0204 \times 10^{-6} \text{ kg} = 2.04 \times 10^{-8} \text{ kg}$

۵۳- گزینه ۱ **کام اول** اول نسبت‌های مناسب برای تبدیل واحد را می‌نویسیم:  
$$\begin{cases} 1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} \Rightarrow \frac{10^{-6} \text{ m}}{1 \mu\text{m}} = 1 \\ 1 \text{ km} = 10^3 \text{ m} \Rightarrow \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} = 1 \end{cases}$$

**کام دوم** حالا با روش زنجیره‌ای تبدیل واحد را انجام می‌دهیم:  
$$4650 \mu\text{m} \times \frac{10^{-6} \text{ m}}{1 \mu\text{m}} \times \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} = 4650 \times 10^{-9} \text{ km}$$

**کام سوم** حالا مقدار را به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم:  
$$4650 \times 10^{-9} \text{ km} = 4.650 \times 10^{-6} \text{ km}$$

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

۵۴- گزینه ۲ سؤال ساده‌ای است! ابتدا عدد داده‌شده را به متر (یکای طول در SI) تبدیل می‌کنیم و سپس عدد را به شکل نمادگذاری علمی می‌نویسیم.  
$$0.0175 \text{ pm} = 0.0175 \times 10^{-12} \text{ m} = 1.75 \times 10^{-14} \text{ m}$$

۵۵- گزینه ۲ اول تبدیل یکا می‌کنیم و بعد از روش نمادگذاری علمی استفاده می‌کنیم:

$$4 \text{ km/s} = 4 \frac{\text{km}}{\text{s}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1.44 \times 10^7 \text{ m/h}$$
  
**حواستون باشه!** در این سؤال گفته شده پاسخ به صورت نمادگذاری علمی مناسبه بشه. اگر این نکته گفته نشده بود، ۳ و ۴ هر دو پاسخ درست بودند.

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

الف)  $0.025 \times 10^3 \text{ g} = 2.5 \times 10^4 \times 10^{-3} \text{ g} = 25 \text{ g} = 25 \text{ g}$  ✓  
ب)  $2/4 \text{ m}^3 = 2/4 \times 10^6 \times (10^{-2})^3 \text{ m}^3 \Rightarrow 2/4 \text{ m}^3 = 2/4 \text{ m}^3$  ✓  
پ)  $3/2 \times 10^{-6} \text{ A} = 3/2 \times 10^{-4} \times 10^2 \text{ A} \Rightarrow 3/2 \times 10^{-6} \text{ A} = 3/2 \times 10^{-2} \text{ A}$  ✗  
ت)  $5 \times 10^{-9} \text{ N} = 5 \times 10^{-12} \times 10^6 \text{ N} \Rightarrow 5 \times 10^{-9} \text{ N} = 5 \times 10^{-6} \text{ N}$  ✗

۵۷- گزینه ۲ ارتفاع دوزنقه را به دست می‌آوریم:

$$S = \frac{\text{قاعده بزرگ} + \text{قاعده کوچک}}{2} \times \text{ارتفاع} \Rightarrow 0.2 \times 10^{-4} = \frac{(0.3 \times 10^{-1}) + (0.7 \times 10^{-2})}{2} \times h$$
  
$$\Rightarrow h = \frac{2 \times 0.2 \times 10^{-4}}{(0.3 + 0.07) \times 10^{-1}} = \frac{0.4 \times 10^{-4}}{10^{-2}} = 0.4 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow \begin{cases} h = 0.4 \text{ cm} \\ h = 0.4 \text{ dm} \end{cases}$$

۵۸- گزینه ۲ دیجیتال بودن یک ابزار اندازه‌گیری، لزوماً به معنای دقیق بودن ابزار اندازه‌گیری نیست.

۵۹- گزینه 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 نحوه خواندن نتیجه 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- گزینه ۲ موردهای ۳ و ۷ خیلی پرت‌اند، پس آن‌ها را از میانگین‌گیری حذف می‌کنیم و میانگین بقیه را حساب می‌کنیم:

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

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

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

۶۲- گزینه ۳ با توجه به شکل، هر ۱ cm از خطکش به ۲ قسمت مساوی تقسیم شده است، بنابراین کمینه درجه بندی این خطکش برابر  $\frac{1}{2} \text{ cm} = 0.5 \text{ cm}$  و داریم:

$\frac{0}{5} \text{ cm} = \text{کمینه درجه بندی خطکش} = \text{دقت اندازه گیری}$

۶۳- گزینه ۳ دقت اندازه گیری این خطکش مدرج برابر کمینه درجه بندی آن است، با توجه به این که هر ۱ cm به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است، می توان نوشت:

۶۴- گزینه ۲ دقت اندازه گیری هر کدام از مقادیر داده شده در گزینه ها را مشخص کرده و گزینه ای را انتخاب می کنیم که دقت اندازه گیری مربوط به آن  $0.1 \text{ g}$  نیست:

۱  $32/0 \text{ g} = 320 \times 10^{-1} \text{ g} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 10^{-1} \text{ g} \checkmark$

۲  $32/09 \text{ g} = 3209 \times 10^{-2} \text{ g} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 10^{-2} \text{ g} \times$

۳  $32/5 \text{ g} = 325 \times 10^{-1} \text{ g} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 10^{-1} \text{ g} \checkmark$

۴  $32/9 \text{ g} = 329 \times 10^{-1} \text{ g} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 10^{-1} \text{ g} \checkmark$

حواستون باشه!  $32/0 \text{ g}$  رو به شکل  $32 \text{ g}$  ننویسید! این دو تا با هم فرق دارن! همون طور که تو درس نامه دیدید، نباید تعداد رقم های نتیجه اندازه گیری رو تغییر بدیم.

۶۵- گزینه ۱ شکل صورت تست مربوط به یک ریزسنج رقمی (دیجیتال) است. دقت اندازه گیری ریزسنج رقمی برابر کمترین ارزش مکانی عدد گزارش شده توسط دستگاه است؛ بنابراین:

$20/083 \text{ mm} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 0.001 \text{ mm}$

۶۶- گزینه ۲ ابتدا دقت اندازه گیری مقدار گزارش شده را تعیین می کنیم:

$2/4 \times 10^{-3} \text{ m} = 24 \times 10^{-4} \text{ m} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 10^{-4} \text{ m} = 0.1 \text{ mm}$

از میان وسیله های داده شده دقت اندازه گیری کولیس دیجیتال  $0.1 \text{ mm}$  است.

۶۷- گزینه ۳ **گام اول** ابتدا دقت اندازه گیری هر کدام از مقادیر داده شده را بر حسب متر به دست می آوریم:

۱  $8/79 \text{ km} = 879 \times 10^{-2} \text{ km} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 10^{-2} \text{ km} = 10 \text{ m}$

۲  $8/790 \times 10^6 \text{ mm} = 8790 \times 10^{-3} \times 10^6 \text{ mm} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 10^{-3} \times 10^6 = 10^3 \text{ mm} = 1 \text{ m}$

۳  $879000 \text{ mm} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

۴  $8/7900 \times 10^3 \text{ m} = 87900 \times 10^{-1} \text{ m} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 10^{-1} \text{ m}$

**گام دوم** هر چه مقدار دقت اندازه گیری وسیله ای کوچکتر باشد، آن وسیله دقیق تر است و اصطلاحاً می گوئیم دقت اندازه گیری بیشتری دارد! پس باید گزینه ای را انتخاب کنیم که دقت اندازه گیری آن مقدار کوچکتری است، یعنی ۳.

**حواستون باشه!** فرض کنید دقت اندازه گیری دو خطکش A و B به ترتیب ۱ cm و ۰.۱ cm است.

خطکش B درجه بندی های کوچکتری دارد و طول اجسام را دقیق تر اندازه می گیرد، بنابراین دقت اندازه گیری بیشتری دارد، در واقع هر چه مقدار دقت اندازه گیری وسیله ای کوچکتر باشد، دقت وسیله بیشتر است.

۶۸- گزینه ۴ نتیجه حاصل از اندازه گیری جسم با استفاده از پیمانهای به حجم  $5 \times 10^{-3} \text{ L}$  مقادیری می تواند باشد که مضرب صحیحی از  $5 \times 10^{-3} \text{ L}$  است. داشتن یا نداشتن این ویژگی را در مقادیر داده شده بررسی می کنیم:

۱  $\frac{4/2 \times 10^{-2} \text{ L}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{42 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}} = 8/4 \times$  عدد صحیح نیست.  $\times$

۲  $\frac{24 \text{ cm}^3}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{24 \times 10^{-3} \text{ L}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 4/8 \times$  عدد صحیح نیست.  $\times$

۳  $\frac{8 \times 10^3 \text{ mm}^3}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{8 \times 10^3 \times 10^{-9} \text{ m}^3}{5 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 1/6 \times$  عدد صحیح نیست.  $\times$

۴  $\frac{2 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{2 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{5 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 4 \checkmark$  عدد صحیح است.  $\checkmark$

۶۹- گزینه ۲ **گام اول** دقت خطکش ها را به دست می آوریم:

۱ cm = دقت اندازه گیری خطکش (الف)  $\Rightarrow 1 \text{ cm} = \text{کمینه درجه بندی خطکش (الف)}$

1 mm = دقت اندازه گیری خطکش (ب)  $\Rightarrow 1 \text{ mm} = \text{کمینه درجه بندی خطکش (ب)}$

**گام دوم** مقدار عددی دقت اندازه گیری خطکش (ب) کم تر است؛ بنابراین دقت اندازه گیری این خطکش بیشتر است. (خطکش (ب) دقیق تر است.)

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

دقت اندازه‌گیری ترازوی (۲)  $= 0.2 \text{ mg}$  , دقت اندازه‌گیری ترازوی (۱)  $= 0.001 \text{ g} = 1 \text{ mg}$

**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- گزینه ۱ **گام اول** درست، در رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  ، وقتی  $m$  ثابت است، هر چه  $\rho$  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 خاموش کردن بنزین شعله‌ور نیست!

۷۲- گزینه ۲ 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- گزینه ۳

$$0.01 \text{ g/mm}^3 = 0.01 \frac{\text{g}}{\text{mm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \times \frac{10^3 \text{ mm}^3}{1 \text{ cm}^3} = 0.01 \text{ kg/cm}^3$$

۷۴- گزینه ۲ ابتدا حجم مایع را به متر مکعب تبدیل می‌کنیم:

$V = 20 \text{ L} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  حالا با استفاده از رابطه  $m = \rho V$  جرم را به دست می‌آوریم:

۷۵- گزینه ۱ توجه داشته باشید که واحد چگالی در SI،  $\text{kg/m}^3$  است، از طرفی می‌دانیم دسی‌متر مکعب همان لیتر است ( $1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \text{ L}$ ).

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{5 \text{ g}}{0.002 \text{ L}} = 2.5 \times 10^3 \text{ g/L}$  با توجه به این مطلب داریم:

$\rho = 2.5 \times 10^3 \text{ g/L} = 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  از طرفی  $1 \text{ g/L} = 1 \text{ kg/m}^3$  است، بنابراین:

۷۶- گزینه ۲ ابتدا چگالی را بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست می‌آوریم:

$\rho = 1/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 1200 \frac{\text{g}}{\text{L}}$  حالا این مقدار را بر حسب گرم بر لیتر به دست می‌آوریم:

$\rho = 1200 \text{ g/L} = 1200 \text{ kg/m}^3$  می‌دانید که  $1 \text{ g/L}$  معادل با  $1 \text{ kg/m}^3$  است، بنابراین:

۷۷- گزینه ۳ ابتدا حجم این قطعه را به متر مکعب تبدیل می‌کنیم:

$84/0 \text{ cm}^3 = 84/0 \times (10^{-2})^3 \text{ m}^3 = 84 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  حالا از رابطه چگالی استفاده می‌کنیم:

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

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1/05 = \frac{m}{5 \times 10^{-3}} \Rightarrow m = 5250 \text{ g} = 5/25 \text{ kg}$

۷۹- گزینه 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:

$\rho_A > \rho_B > \rho_C \xrightarrow{m_A = m_B = m_C} V_A < V_B < V_C$

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

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

$\rho_A = 800 \text{ kg/m}^3$  ,  $\rho_B = 1000 \text{ kg/m}^3$  ,  $\rho_C = 1200 \text{ kg/m}^3$

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

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_C}{\rho_A} = \frac{m_C}{m_A} \times \frac{V_A}{V_C} \Rightarrow \frac{1200}{800} = \frac{300}{200} \times \frac{V_A}{V_C} \Rightarrow \frac{V_A}{V_C} = 1$

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.