

شناخت دانش فیزیک

فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالوده تمام مهندسی‌ها و فناوری‌هاست که به طور مستقیم یا غیر مستقیم در زندگی روزمره ما نقش دارد. در رابطه با دانش فیزیک، به موارد زیر توجه کنید:

نکات مهم و کاربردی

- ۱) از آنجایی که فیزیک علمی تجربی است، لازم است درستی قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش بررسی شوند.
 - ۲) نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نبوده و دچار تغییر می‌شوند.
 - ۳) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، از نقاط قوت دانش فیزیک محسوب می‌شود.
 - ۴) تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌ها، بیشترین نقش را در پیشبرد و تکامل علم فیزیک ایفا کرده است.
 - ۵) مفهوم قانون و اصل در فیزیک:
- قانون: گزاره کلی و در عین حال مختصر است که برای دامنه وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبر می‌باشد (مانند قوانین نیوتون).
 اصل: برای توصیف دامنه محدودتری از پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کم‌تری دارند، از اصل استفاده می‌کنیم (مانند اصل پاسکال).

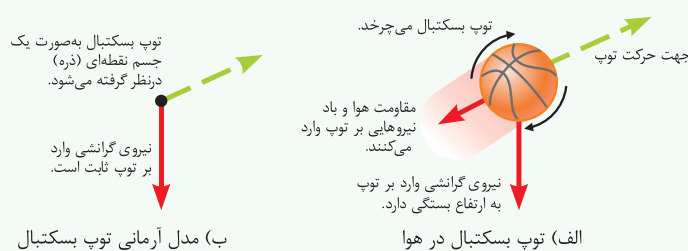
مدل‌سازی در فیزیک

پدیده‌های فیزیکی که در اطراف ما رخ می‌دهند، پیچیدگی‌های بسیاری را به همراه دارند. از این‌رو برای تحلیل آن‌ها، باید بتوانیم کمی آن‌ها را ساده‌تر کنیم. مدل‌سازی در فیزیک، فرایندی است که در طی آن یک پدیده فیزیکی، آن قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم گردد. البته در عین حال نباید به اصل مسأله خدش‌های وارد شود. در واقع فقط عوامل اصلی و تعیین‌کننده را لحاظ کرده و از اثرهای جزئی صرف‌نظر می‌کنیم.

برای درک بهتر مدل‌سازی در فیزیک به مثال زیر توجه کنید:

مثال: مدل‌سازی حرکت توپ بسکتبال در هوا:

یک توپ بسکتبال پرتاب‌شده در هوا را در نظر بگیرید. در حرکت این توپ عوامل بسیار زیادی تأثیرگذار هستند. از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: توپ کاملاً به شکل کروی نیست، مقاومت هوا در مسیر توپ وجود دارد، توپ در طی حرکتش به دور خود نیز می‌چرخد، وزن توپ با تغییر فاصله از مرکز زمین تغییر می‌کند و ... اگر ما بخواهیم اثر تمام این عوامل را لحاظ کنیم، تحلیل ما بسیار پیچیده و مشکل می‌شود. از این‌رو با یک مدل‌سازی ساده‌تر می‌توان موارد زیر را در نظر گرفت: توپ را همانند یک جسم نقطه‌ای یا ذره در خلأ در نظر گرفته که اثر عوامل ذکرشده (مانند مقاومت هوا و اثر وزش باد) را دیگر لحاظ نمی‌کنیم. هم‌چنین از تغییر وزن آن در اثر تغییر ارتفاع نیز صرف‌نظر می‌کنیم. از این‌رو می‌توانیم به راحتی به تحلیل حرکت آن بپردازیم.



مفاهیم اولیه فیزیک و اندازه‌گیری

پس از بررسی تست‌های این شاخه، برای تسلط بیشتر، در اولویت اول حل تست‌های ۱۰۰، ۱۰۴، ۱۰۶ و ۱۰۸ از قسمت IQ را به شما عزیزان پیشنهاد می‌کنیم.

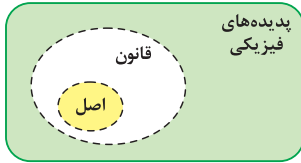


۱- کدام یک از عبارتهای زیر در رابطه با علم فیزیک نادرست است؟

- ۱) در علم فیزیک، قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار می‌گیرند.
- ۲) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان معتبر نیستند.
- ۳) تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌ها، بیشترین نقش را در پیشبرد و تکامل علم فیزیک ایفا کرده است.
- ۴) اصلاح نظریه‌های فیزیکی در طول زمان از نقاط ضعف دانش فیزیک است.

(برگرفته از کتاب درسی)

(برگرفته از کتاب درسی)



۲- با توجه به شکل زیر، کدام یک از عبارات‌های زیر در مورد اصطلاح‌های قانون و اصل در علم فیزیک نادرست است؟

- (۱) قانون‌های فیزیکی برای دامنه وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبر هستند.
- (۲) برای توصیف پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کم‌تری دارند، از اصطلاح اصل استفاده می‌شود.
- (۳) دانشمندان برای بیان قانون‌های فیزیکی از گزاره‌های جزئی و مفصل استفاده می‌کنند.
- (۴) اصل‌ها زیرمجموعه‌ای از قانون‌های فیزیکی هستند.

از اینجا به بعد، سؤالی مدل‌سازی در فیزیک رو براتون آوردیم. به پک کامل از مدل‌سازی‌هایی که تو فیزیک دهم تا دوازدهم بهشون نیاز دارید.

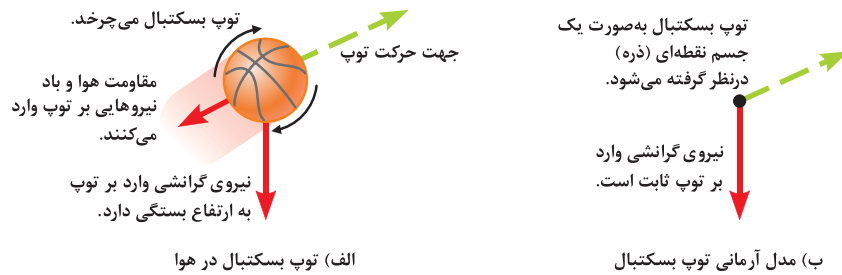
(برگرفته از کتاب درسی)

۳ در رابطه با فرایند مدل‌سازی در فیزیک، کدام یک از موارد زیر نادرست است؟

- (۱) در مدل‌سازی، اثرهای جزئی‌تر در نظر گرفته نمی‌شود تا روی مهم‌ترین ویژگی‌های سامانه (دستگاه) تمرکز شود.
- (۲) در مدل‌سازی، فقط اثرهای مهم و تعیین‌کننده لحاظ می‌شود.
- (۳) مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که در آن پدیده‌ها تا حد امکان جزئی‌سازی می‌شوند.
- (۴) با مدل‌سازی در فیزیک، یک پدیده آن‌قدر ساده‌سازی می‌شود تا امکان تحلیل آن به راحتی فراهم شود.

(برگرفته از کتاب درسی)

۴ شکل زیر، نحوه مدل‌سازی آرمانی یک توپ بسکتبال را در هوا نشان می‌دهد:



الف) توپ بسکتبال در هوا

ب) مدل آرمانی توپ بسکتبال

در این مدل‌سازی، از کدام یک از موارد زیر صرف‌نظر نشده است؟

- (۱) مقاومت هوا
- (۲) گردش توپ به دور خودش
- (۳) تغییر نیروی گرانش با تغییر ارتفاع
- (۴) نیروی گرانش

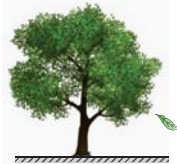
(تألیفی)

۵ برای مدل‌سازی و ساخت یک مدل آرمانی برای کدام یک از پدیده‌های فیزیکی زیر، می‌توان از مقاومت هوا صرف‌نظر کرد؟

- (۱) سقوط یک قطره باران و رسیدن آن به زمین
- (۲) رها کردن یک گلوله سنگین و کوچک از بالای یک ساختمان ۵ طبقه
- (۳) سقوط چترباز از یک ارتفاع بلند
- (۴) هر سه مورد

(تألیفی)

۶- مطابق شکل، برگ‌ها از درختی جدا می‌شود. برای مدل‌سازی و تحلیل حرکت این برگ پس از جدا شدن از درخت، کدام یک از موارد زیر را می‌توان نادیده گرفت؟



(۱) مقاومت هوا در برابر حرکت برگ

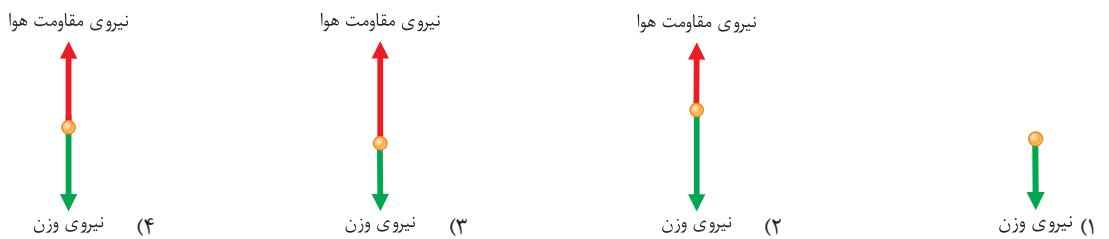
(۲) تغییرات وزن برگ از لحظه جدا شدن از درخت تا لحظه رسیدن به سطح زمین

(۳) وزن برگ

(۴) گزینه‌های (۱) و (۲)

(تألیفی)

۷- در سؤال قبل، کدام یک از گزینه‌های زیر، مدل‌سازی بهتری برای حرکت برگ پس از جدا شدن از درخت را نشان می‌دهد؟



(تألیفی)

۸ شکل زیر، نحوه حرکت یک جسم بر روی سطح افقی را نشان می‌دهد. کدام یک از موارد زیر، در این مدل‌سازی نباید انجام بگیرد؟

شخصی در حال هل دادن یک جسم نسبتاً بزرگ



نیروی اصطکاک، که بر خلاف جهت حرکت جسم وارد می‌شود.

(۱) صرف‌نظر کردن از مقاومت هوا

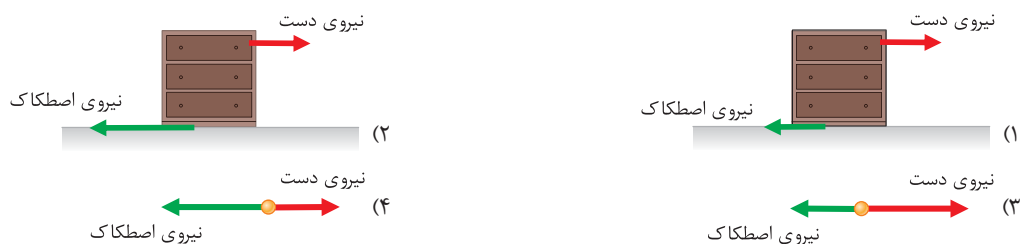
(۲) در نظر گرفتن سایدگی جسم به زمین و کم شدن جرم آن

(۳) ذره‌ای فرض کردن جسم

(۴) در نظر گرفتن نیروی اصطکاک

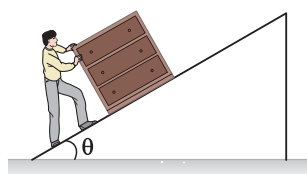
(تألیفی)

۹- در سؤال قبل، کدام یک از گزینه‌های زیر، نحوه مدل‌سازی آرمانی حرکت جسم بر روی سطح افقی را بهتر نشان می‌دهد؟



۱۰ مطابق شکل، کمدی توسط یک شخص بر روی سطح شیبدار به سمت بالا حرکت داده می‌شود. برای مدل‌سازی حرکت این جسم، کدام یک از ساده‌سازی‌های زیر را

(تألیفی)



نمی‌توان در نظر گرفت؟

(۱) جسم را به صورت یک ذره در نظر گرفت.

(۲) از مقاومت هوا صرف نظر کرد.

(۳) از زاویه θ صرف نظر کرد.

(۴) از تغییرات وزن جسم در هنگام بالا بردن آن، صرف نظر کرد.

(تألیفی)

۱۱- ماهواره‌ای به دور کره زمین در حال گردش است. در مدل‌سازی نحوه حرکت آن، کدام یک از موارد زیر را باید در نظر گرفت؟

(۲) چرخش زمین به دور خود

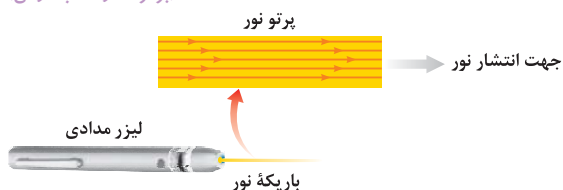
(۱) جاذبه بین ماهواره‌های دیگر با آن ماهواره

(۴) چرخش ماهواره به دور خود

(۳) جاذبه بین آن ماهواره و زمین

۱۲ در بررسی نور لیزر مدادی در شکل زیر، منبع نور در واقع بوده و در مدل‌سازی، آن را در نظر می‌گیریم. از سوی دیگر پرتوها بوده و در مدل‌سازی

(برگرفته از کتاب درسی)



آن را در نظر می‌گیریم.

(۱) نقطه‌ای - گسترده - واگرا - هم‌گرا

(۲) نقطه‌ای - گسترده - هم‌گرا - موازی

(۳) گسترده - نقطه‌ای - هم‌گرا - موازی

(۴) گسترده - نقطه‌ای - واگرا - موازی

کمیت‌ها و یکاهای مختلف فیزیکی

خلاصه نکات

کمیت و یکا

ابتدا شما را با دو تعریف مهم کمیت و یکا در این فصل آشنا می‌کنیم:

کمیت: هر پدیده فیزیکی که قابلیت افزایش یا کاهش داشته باشد و بتوان مقدار آن را اندازه‌گیری کرد، کمیت نام دارد.

مثال: دمای هوا، فاصله دو جسم، سرعت یک جسم و ... ، از مواردی هستند که می‌توانند افزایش یا کاهش یابند و می‌توان به آن‌ها مقدار اختصاص داد و در نتیجه کمیت محسوب می‌شوند.

تذکر: پدیده‌هایی مانند خوشحالی یک نفر، شور و اشتیاق افراد برای انجام یک کار و ... که مقدار آن‌ها را نمی‌توان اندازه‌گیری کرد، کیفیت نامیده می‌شود.

یکا: هر کمیت، مقدار ثابتی از همان کمیت است که واحد اندازه‌گیری آن کمیت محسوب می‌شود. به‌طور مثال یکای کمیت فاصله دو جسم، متر است و یکای اندازه‌گیری سرعت یک جسم، $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$ است.

دقت: اگر برای هر کمیت یکای تعریف شده و معینی نداشته باشیم، ارقام حاصل از اندازه‌گیری آن برای ما بی‌معنا خواهد بود. مثلاً ما یک متر را می‌شناسیم و به همین دلیل ارتفاع ۲۰ متری برای یک درخت را می‌توانیم تجسم کنیم.

تذکر: یکای انتخاب شده برای یک کمیت، باید مقداری ثابت بوده و در شرایط فیزیکی مختلف تغییر نکند. هم‌چنین باید قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد.

کمیت و یکاهای اصلی و فرعی

همان‌طور که می‌دانیم بین کمیت‌های مختلف توسط قوانین فیزیک، روابط ریاضی برقرار می‌شود. این روابط به ما اجازه می‌دهند بعضی از کمیت‌ها را برحسب کمیت‌های دیگر بیان کنیم و نیازی به تعریف تعداد زیادی کمیت و یکای اصلی نداشته باشیم. از این رو کمیت‌ها را به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می‌کنیم:

① کمیت‌هایی که یکای آن‌ها به‌طور مستقل تعریف شده‌اند و می‌توانیم تمام کمیت‌های دیگر را برحسب آن‌ها تعریف کنیم، کمیت‌های اصلی نام دارند و به یکای آن‌ها **یکای اصلی** می‌گوییم.

در فیزیک دبیرستان، معمولاً از سیستم بین‌المللی (SI) برای اندازه‌گیری کمیت‌ها استفاده می‌شود. کمیت‌های اصلی تعریف‌شده در این سیستم، به همراه یکای (واحد) آن کمیت‌ها در جدول زیر آورده شده است:

کمیت اصلی	جرم (m)	طول (L)	زمان (t)	دما (T)	مقدار ماده (M)	جریان الکتریکی (I)	شدت روشنایی (I _v)
یکای اصلی مرتبط	کیلوگرم (kg)	متر (m)	ثانیه (s)	کلوین (K)	مول (mol)	آمپر (A)	کندلا (cd)

سایر کمیت‌های فیزیک، کمیت‌هایی هستند که یکای (واحد) آن‌ها مستقل نبوده و یکای آن‌ها برحسب یکای کمیت‌های اصلی بیان می‌شود. این کمیت‌ها، کمیت‌های فرعی نام دارند و در جدول زیر، برخی از کمیت‌های فرعی به همراه یکاهای آن‌ها آورده شده است. به وابستگی یکای این کمیت‌ها به یکاهای اصلی دقت کنید:

چند کمیت فرعی	سرعت	شتاب	فشار	حجم	سطح
یکای مرتبط	متر بر ثانیه (m/s)	متر بر مجذور ثانیه (m/s ²)	پاسکال یا کیلوگرم بر متر مجذور ثانیه (kg/m.s ² یا Pa)	مترمکعب (m ³)	مترمربع (m ²)

تذکره در برخی از مواقع در سؤالات خواسته می‌شود که یکای یک کمیت فرعی را برحسب یکاهای فرعی و اصلی دیگر بیان کنیم، به‌عنوان یک روش ساده برای پاسخ به این‌گونه سؤالات، ابتدا با توجه به گزینه‌ها، یک رابطه فیزیکی مناسب را بین آن‌ها به‌خاطر آورده و پارامتری که واحد آن موردنظر ماست را در یک طرف تساوی نگه داشته و سایر پارامترها را به‌طرف دیگر تساوی منتقل می‌کنیم. در ادامه و به جای کمیت‌های رابطه، یکای آن‌ها را می‌گذاریم تا یکای (واحد) کمیت موردنظرمان را به‌دست آوریم.

تمرین ۱ واحد کمیت سرعت را چگونه می‌توان به واحد کمیت‌های اصلی مرتبط کرد؟

پاسخ رابطه‌ای از سرعت را به‌خاطر می‌آوریم، بنابراین می‌توان نوشت:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \text{واحد سرعت} \equiv \frac{\text{واحد } \Delta x \text{ (جابه‌جایی)}}{\text{واحد } \Delta x \text{ (زمان)}} \equiv \frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}} \text{ (m/s)}$$

تمرین ۲ واحد کمیت نیرو (یعنی نیوتون) را چگونه می‌توان به واحد کمیت‌های اصلی مرتبط کرد؟

پاسخ با توجه به رابطه $F = ma$ ، می‌توان نوشت:

$$F = ma \Rightarrow N \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ (واحد شتاب)} \times \text{واحد جرم} \equiv \text{واحد نیرو (نیوتون)}$$

کمیت‌های نرده‌ای و برداری

در فیزیک کمیت‌ها از یک دیدگاه دیگر به دو دسته نرده‌ای (اسکالر) و برداری تقسیم می‌شوند. در ادامه می‌خواهیم با این کمیت‌ها آشنا شویم:

کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر)

کمیت‌هایی که برای نشان دادن آن‌ها از یک عدد و یکای مناسب آن کمیت استفاده می‌کنیم و جمع، تفریق و ضرب آن‌ها از قوانین جبری پیروی می‌کند، کمیت‌های نرده‌ای محسوب می‌شوند.

یک عدد
کمیت نرده‌ای طول: 165 cm

تذکره برخی از کمیت‌های نرده‌ای مهم در فیزیک دبیرستان عبارت‌اند از:

زمان، جرم، طول، تندی، دما، فشار، حجم، مساحت، چگالی، مقاومت، ولتاژ، شدت جریان، بار الکتریکی، انرژی، کار، توان و ...

کمیت‌های برداری

کمیت‌هایی که برای نشان دادن آن‌ها علاوه بر عدد و یکای مناسب آن کمیت، از جهت نیز استفاده می‌شود و این کمیت‌ها از قاعده جمع برداری نیز پیروی می‌کنند، کمیت‌های برداری نام دارند.

کمیت برداری شتاب (به طرف شرق): $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
عدد
یکا
جهت

تذکره برخی از کمیت‌های برداری مهم در فیزیک دبیرستان عبارت‌اند از:

جابه‌جایی، سرعت، شتاب، نیرو، میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی و ...

تذکره از حاصل ضرب یک کمیت نرده‌ای در یک کمیت برداری، یک کمیت برداری جدید به‌دست می‌آید. به‌طور مثال کمیت برداری نیرو، از حاصل ضرب جرم که یک کمیت نرده‌ای است در کمیت برداری شتاب به‌دست می‌آید. در مورد جهت بردارها نیز داریم:

$$\vec{F} = m\vec{a} \rightarrow \text{جرم، عددی مثبت است.} \rightarrow \vec{a} \text{ و } \vec{F} \text{ همواره در جهت یکدیگر هستند.}$$

$$\vec{A} = K\vec{M} \rightarrow \text{اگر } K \text{ منفی باشد.} \rightarrow \vec{M} \text{ و } \vec{A} \text{ همواره در خلاف جهت یکدیگر هستند.}$$

سازگاری یکاها در یک رابطه فیزیکی

به طور کلی در یک رابطه فیزیکی، یکاهای طرفین رابطه باید با یکدیگر معادل باشند. برای این منظور، اگر بخواهیم طرفین یک رابطه برحسب یکاهای SI باشد، باید یکای کمیت‌های داده شده در رابطه را به یکاهای SI تبدیل کنیم. به عنوان مثال اگر جرم یک جسم برابر ۱۰۰ گرم و شتاب آن برابر ۲ متر بر مربع ثانیه باشد، به منظور سازگاری یکاها در دو طرف رابطه $F = ma$ ، باید یکای جرم را برحسب کیلوگرم بنویسیم. در این صورت یکای نیرو را می‌توان برحسب یکای نیوتون بیان کرد:

$$F = ma = (0.1 \text{ kg}) \times (2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 0.2 \text{ N}$$

یکای SI نیرو
یکای SI شتاب

یکای SI جرم
جرم برحسب کیلوگرم

برای درک بهتر سازگاری یکاها در معادله، به مثال زیر توجه کنید:

مثال اگر در معادله $x = at^2 + bt + c$ ، نماد x معرف طول و نماد t معرف زمان باشد، یکاهای مربوط به a ، b و c را به دست آورید.

پاسخ موضوع بسیار مهمی که باید به آن توجه داشته باشیم این است که اگر چند عبارت را بتوان با هم جمع کرد، لزوماً یکاهای هر کدام از آن‌ها باید با یکدیگر برابر باشد. با توجه به این موضوع، یکای هر کدام از عبارت‌های at^2 ، bt و c اولاً باید با هم یکسان باشد تا این عبارات با هم جمع پذیر باشند، ثانیاً با توجه به این که عبارت سمت چپ رابطه، معرف طول (x) می‌باشد، یکای هر کدام از عبارت‌های سمت راست نیز باید برحسب متر (m) باشد و در نهایت می‌توان گفت:

$$x = at^2 + bt + c \Rightarrow \begin{cases} x \text{ یکای } \equiv at^2 \text{ عبارت } \Rightarrow m \equiv (a \text{ یکای}) \times (s)^2 \Rightarrow a \text{ یکای } \equiv \frac{m}{s^2} \\ x \text{ یکای } \equiv bt \text{ عبارت } \Rightarrow m \equiv (b \text{ یکای}) \times (s) \Rightarrow b \text{ یکای } \equiv \frac{m}{s} \\ x \text{ یکای } \equiv c \text{ عبارت } \Rightarrow c \text{ یکای } \equiv m \end{cases}$$

برحسب متر (m)

(برگرفته از کتاب درسی)

۱۳- مجموعه یکاهای مورد توافق بین المللی را به اختصار یکاهای می‌نامند و یکای کمیت‌های فرعی را می‌توان

- (۱) اصلی - برحسب یکاهای اصلی تعیین کرد.
- (۲) اصلی - به طور مستقل تعریف کرد.
- (۳) SI - به طور مستقل تعریف کرد.
- (۴) SI - برحسب یکاهای اصلی تعیین کرد.

(برگرفته از امتحانات کشوری)

۱۴- در سیستم SI، برای هر یک از کمیت‌های علم فیزیک یکای مستقل تعریف نمی‌شود. دلیل این موضوع در کدام عبارت بهتر ذکر شده است؟

- (۱) در انتخاب یکا، با منابع محدود روبه‌رو هستیم.
- (۲) تمام کمیت‌ها در محاسبات کاربرد ندارد.
- (۳) قوانین و روابط موجود در فیزیک، کمیت‌ها را به هم مربوط می‌کند.
- (۴) کمیت‌های زیادی بدون یکا (واحد) می‌باشند.

(برگرفته از کتاب درسی)

۱۵- کدام یک از عبارت‌های زیر، در مورد کمیت‌های اصلی و یکای اندازه‌گیری یک کمیت نادرست است؟

- (۱) یکای اندازه‌گیری یک کمیت باید در شرایط فیزیکی تعیین شده برای آن تغییر نکند.
- (۲) یکای اندازه‌گیری یک کمیت باید قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد.
- (۳) اصلی ترین ویژگی کمیت‌های اصلی، تعریف شدن یکای کوچک برای آن‌ها است.
- (۴) اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را یکای هفت کمیت اصلی تشکیل می‌دهد.

۱۶- اگر یکای طول، به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده شده و یکای زمان، تعداد ضربان قلب شخص در نظر

(برگرفته از کتاب درسی)

گرفته شود، مهم ترین مشکل این انتخاب برای یکاها کدام است؟

- (۱) قابل دسترس نبودن
- (۲) تغییرپذیر بودن
- (۳) کوچک بودن
- (۴) بزرگ بودن

(تجربی داخل ۹۸)

۱۷- در کدام یک از موارد زیر، همه کمیت‌ها فرعی هستند؟

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

(تجربی خارج ۹۸)

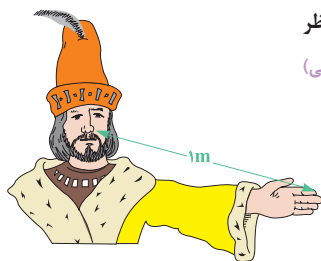
۱۸- کدام کمیت‌ها، همگی از کمیت‌های اصلی هستند؟

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

(ریاضی داخل ۸۶)

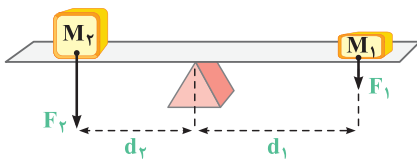
۱۹- از کمیت‌های اصلی و از کمیت‌های فرعی می‌باشند.

- (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



- ۲۰ جرم و زمان از و کیلوگرم و ثانیه از می باشند.
 (ریاضی خارج ۸۶) (۱) یکاهای فرعی - یکاهای اصلی (۲) یکاهای اصلی - کمیت‌های فرعی (۳) کمیت‌های اصلی - یکاهای اصلی (۴) کمیت‌های اصلی - کمیت‌های فرعی
- ۲۱ کدام کمیت‌ها همگی فرعی و نرده‌ای هستند؟
 (ریاضی داخل ۹۷) (۱) نیرو - جرم - گرمای ویژه (۲) انرژی جنبشی - شار مغناطیسی - شتاب (۳) فشار - جرم - میدان مغناطیسی (۴) انرژی جنبشی - شار مغناطیسی - فشار
- ۲۲ در میان کمیت‌های «دما، سرعت، فشار، زمان، طول، نیرو و تندی»، به ترتیب از راست به چپ، به تعداد عدد کمیت برداری و عدد کمیت اصلی وجود دارد.
 (مکمل مفهومی ریاضی ۹۷ و تجربی ۹۸) (۱) ۴، ۲ (۲) ۳، ۴ (۳) ۳، ۲ (۴) ۴، ۴
- ۲۳ در کدام یک از گزینه‌های زیر، کمیت مورد نظر به همراه یکای آن برحسب یکاهای اصلی، نادرست بیان شده است؟
 (تألیفی) (۱) انرژی - $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ (۲) فشار - $\text{kg} / \text{m}^2 \cdot \text{s}^2$ (۳) شدت روشنایی - کندلا (شمع) (۴) تندی - m / s

اینم یاد و خاطره‌ای از علوم پایه نهم ...



- ۲۴- در شکل مقابل، گشتاور نیروی ناشی از بسته سمت چپ، بیشتر از بسته سمت راست است. یکای گشتاور نیرو برحسب یکاهای اصلی برابر کدام یک از گزینه‌ها است؟
 (تألیفی) (۱) $\text{kg} \cdot \text{m}^3 / \text{s}^2$ (۲) $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ (۳) $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ (۴) $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$

- ۲۵ در تعریف یکای کمیت انرژی، از α عدد کمیت اصلی متفاوت و در تعریف یکای کمیت نیرو، از β عدد کمیت اصلی متفاوت استفاده شده است. نسبت $\frac{\alpha}{\beta}$ کدام است؟
 (تألیفی) (۱) $\frac{5}{4}$ (۲) $\frac{4}{3}$ (۳) ۱ (۴) $\frac{3}{4}$

اینم چند تا تست که شما رو با سازگاری یکاها بیشتر آشنا می‌کنه ...

- ۲۶ فرض کنید که برای متحرکی، بین نیروی وارد بر متحرک (F) و مکان متحرک (x)، رابطه $F = -kx$ برقرار است. یکای k در SI کدام است؟ (برگرفته از امتحانات کشوری)
 (۱) کیلوگرم در مربع ثانیه (۲) کیلوگرم در مکعب ثانیه (۳) کیلوگرم بر مربع ثانیه (۴) کیلوگرم بر مکعب ثانیه
- ۲۷- نیروی وارد بر یک جسم به صورت $F = b^{\alpha} c^{\beta} d^{\gamma}$ است که یکای کمیت‌های b، c و d به ترتیب $\text{kg} \cdot \text{m}$ و $\frac{1}{\text{s}}$ هستند. اعداد α ، β و γ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟
 (تألیفی) (۱) ۱ و ۱ و ۱ (۲) ۲ و ۱ و ۱ (۳) ۱ و ۱ و ۲ (۴) ۱ و ۲ و ۲
- ۲۸ در رابطه فیزیکی $A = \frac{B^{\gamma}}{C} + CDE$ ، اگر کمیت A برحسب ژول (J) و کمیت C برحسب کیلوگرم (kg) باشند، یکای کمیت $\frac{B^{\gamma}}{DE}$ در SI کدام است؟
 (برگرفته از امتحانات کشوری) (۱) $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$ (۲) m^2 / s^2 (۳) $\text{kg}^2 \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ (۴) kg^2

آشنایی با پیشوندها و نمادگذاری علمی

خلاصه نکات ۳

در این خلاصه نکات می‌خواهیم سه مهارت پرکاربرد زیر را به‌دست آوریم:

مهارت اول: استفاده از پیشوندها

در فیزیک گاهی اوقات که کمیت اندازه‌گیری شده خیلی کوچک و یا خیلی بزرگ است، اگر بخواهیم از یکای استاندارد آن استفاده کنیم، باید از اعداد با رقم‌های زیاد استفاده کنیم. برای جلوگیری از این موضوع از پیشوندها استفاده می‌کنیم، این پیشوندها همگی به‌صورت 10^n هستند و کار ما را در نوشتن اعداد ساده‌تر می‌سازند. به‌عنوان مثال به جای این‌که بگوییم ۱۰۰۰ متر، می‌گوییم یک کیلومتر یا به جای ۰/۰۱ متر از یک سانتی‌متر استفاده می‌کنیم.

پیشوندهای مورد استفاده در فیزیک می‌توانند پیشوندهای بزرگ‌تر از واحد (برای مقادیر بزرگ) و یا کوچک‌تر از واحد (برای مقادیر کوچک) باشند. در زیر پیشوندهای مهم را آورده‌ایم:

نام	ترا	گیگا	مگا	کیلو	هکتو	دکا
پیشوندهای بزرگ‌تر از واحد	T	G	M	k	h	da
معنا	$\times 10^{12}$	$\times 10^9$	$\times 10^6$	$\times 10^3$	$\times 10^2$	$\times 10^1$

نام	پیکو	نانو	میکرو	میلی	سانتی	دسی
پیشوندهای کوچک‌تر از واحد	p	n	μ	m	c	d
معنا	$\times 10^{-12}$	$\times 10^{-9}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-1}$

پیشوندهای دیگه‌ای هم هست که نسبت به پیشوندهایی که گفتیم کاربردش کم‌تره و حفظی نیست، چندتاشو ببینید:

نام	پتا	اِگزا	زتا	یوتا	پیشوندهای بزرگ‌تر از واحد
نماد	P	E	Z	Y	
معنا	$\times 10^{15}$	$\times 10^{18}$	$\times 10^{21}$	$\times 10^{24}$	

نام	فمتو	آتو	زپتو	یوکتو	پیشوندهای کوچک‌تر از واحد
نماد	f	a	z	y	
معنا	$\times 10^{-15}$	$\times 10^{-18}$	$\times 10^{-21}$	$\times 10^{-24}$	

مهارت دوم: نمایش عددها به کمک نمادگذاری علمی

یک روش دیگه جهت نمایش اعداد خیلی بزرگ یا خیلی کوچک، استفاده از نمادگذاری علمی است. در این روش مقدار یک پارامتر را به صورت $A = a \times 10^{\pm n}$ نمایش داده که a یک عدد حقیقی ($1 < a < 10$) و n یک عدد طبیعی است. برای درک بهتر به مثال‌های زیر توجه کنید:



$12000 = 1/2 \times 10^4$ رقم ۴	$0.000012 = 1/2 \times 10^{-6}$ رقم ۶
$10348001 = 1.0348001 \times 10^7$ رقم ۷	$0.0040801 = 4.0801 \times 10^{-3}$ رقم ۳

مميز را به سمت راست (جلو) جابه‌جا کنیم $\leftarrow (n < 0) 10^n$ مثال‌های (۱) و (۳)
 مميز را به سمت چپ (عقب) جابه‌جا کنیم $\leftarrow (n > 0) 10^n$ مثال‌های (۲) و (۴)

مهارت سوم: استراتژی تبدیل یکا در فیزیک

در بسیاری از اوقات در حل مسائل فیزیکی، باید یک کمیت را از یک مقیاس به مقیاس دیگه تبدیل کنیم. به‌طور مثال فرض کنید می‌خواهیم ۱۲ سانتی‌متر را برحسب متر بازنویسی کنیم. در این مواقع، از دو استراتژی زیر می‌توانیم استفاده کنیم:

استراتژی ۱: همان‌طور که می‌دانیم هر سانتی‌متر، 10^{-2} متر است. بنابراین خیلی سریع به کمک شیوه زیر عمل می‌کنیم:

یعنی 10^{-2}

$$12 \text{ cm} \equiv 12 \times 10^{-2} \text{ m} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$x = 12 \text{ cm} \xrightarrow[\text{به متر}]{\text{تبدیل سانتی‌متر}} x = 12 \times 10^{-2} \text{ m} = 0.12 \text{ m}$$

استراتژی ۲: در این روش که در کتاب درسی به آن اشاره شده است، از یک **تبدیل زنجیره‌ای** استفاده می‌کنیم. برای این منظور، اندازه کمیت موردنظر را در یک **عامل تبدیل** (یعنی نسبتی از یکاها که برابر یک است) ضرب می‌کنیم. برای مثال، چون 1 m برابر 100 cm است، داریم:

$$\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1, \quad \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1$$

بنابراین، هر دو کسر بالا که برابر یک هستند را می‌توان به عنوان عامل تبدیل به‌کار برد (دقت کنید که ذکر یکاها در صورت و مخرج کسر الزامی است). از آنجا که ضرب کردن هر کمیت در عدد یک، اندازه آن کمیت را تغییر نمی‌دهد، هرگاه عامل تبدیلی را مناسب بدانیم، می‌توانیم از آن برای تبدیل یکا استفاده کنیم. برای مثال، یکای cm را در عدد 12 cm ، به‌صورت زیر به m تبدیل می‌کنیم:

$$12 \text{ cm} = (12 \text{ cm})(1) = (12 \text{ cm}) \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right) = 0.12 \text{ m}$$

عامل تبدیل

برای تسلط بیشتر بر روی مفاهیم فوق، به تمرین‌های زیر توجه کنید:

تمرین ۱ ۷۲ کیلومتر بر ساعت چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ با هر یک از دو استراتژی مطرح شده در فوق، به این سؤال پاسخ می‌دهیم:

استراتژی ۱: نحوه حل به شکل زیر است:

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \xrightarrow[\text{تبدیل ساعت به ثانیه در مخرج}]{\text{تبدیل کیلومتر به متر در صورت}} v = 72 \times \frac{1000 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} = 72 \times \frac{1000}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

استراتژی ۲: با کمک دو عامل تبدیل، می توان $\frac{km}{h}$ را به $\frac{m}{s}$ تبدیل کرد:

$$v = 72 \frac{km}{h} = (72 \frac{km}{h}) \times (1) \times (1) = (72 \frac{km}{h}) \times (\frac{1h}{3600s}) \times (\frac{1000m}{1km}) = 20 \frac{m}{s}$$

عامل تبدیل برای تبدیل km به m $\frac{1000m}{1km}$ عامل تبدیل برای تبدیل h به s $\frac{1h}{3600s}$

تذکره در تمرین ۱، از شیوه تبدیل یکای $\frac{km}{h}$ به $\frac{m}{s}$ در استراتژی دوم که مدنظر کتاب پایه دهم است، موارد بسیار مهم زیر برداشت می شود:

۱) با توجه به این که یکای km به m و یکای h به s باید تبدیل شود، عملاً به دو عامل تبدیل نیاز داریم.

۲) در نوشتن عامل تبدیل مرتبط با تبدیل واحد h به s، چون h در مخرج یکای $\frac{km}{h}$ است، در عامل تبدیل برای ساده شدن، h باید در صورت و S در مخرج باشد.

همین تفکر برای km نیز حاکم است. به ساده شدن ها در رابطه زیر توجه کنید:

$$72 \frac{km}{h} = 72 \frac{km}{h} \times \frac{1h}{60 \times 60 s} \times \frac{1000m}{1km} = 20 \frac{m}{s}$$

متر می ماند $\frac{1h}{60 \times 60 s}$ ثانیه می ماند $\frac{1000m}{1km}$

تمرین ۲ جرم جسمی ۰/۰۰۵ میلی گرم اندازه گیری شده است. جرم این جسم به صورت نمادگذاری علمی چند مگاگرم است؟

پاسخ برای پاسخ دادن به این سؤال، گام های زیر را طی می کنیم:

گام اول: ابتدا میلی گرم را به گرم و سپس گرم را به مگاگرم تبدیل می کنیم:

$$m = 0.005 \text{ mgr} = 0.005 \times 10^{-3} \text{ gr} \xrightarrow{\text{تبدیل گرم به مگاگرم}} m = 0.005 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \text{ Mgr} = 0.005 \times 10^{-9} \text{ Mgr}$$

تذکره به طور کلی این گونه به خاطر بسپاریم که برای تبدیل واحد بزرگ مگاگرم به واحد کوچک گرم (قطعه های کوچک تر) باید تعداد آن ها افزایش یابد، یعنی باید در عدد مثبت ۱۰ ضرب کنیم. از طرفی برای تبدیل واحد کوچک گرم به واحد بزرگ مگاگرم (قطعه های بزرگ تر) باید تعداد آن ها کاهش یابد، یعنی در عدد منفی ۱۰ ضرب کنیم.

$$1 \text{ Mgr} = 10^6 \text{ gr} \Rightarrow 1 \text{ gr} = 10^{-6} \text{ Mgr}$$

واحد کوچک واحد بزرگ

گام دوم: عدد به دست آمده را به شیوه نمادگذاری علمی می نویسیم:

$$m = 0.005 \times 10^{-9} \text{ Mgr} = 5 \times 10^{-3} \times 10^{-9} \text{ Mgr} = 5 \times 10^{-12} \text{ Mgr}$$

عدد صحیح 5 $1 \leq a < 10$ رقم ۳

تمرین ۳ زمان انجام یک واکنش بسیار سریع، ۴۰ میکروثانیه است. زمان انجام این واکنش مطابق شیوه نمادگذاری علمی، چند پیکوثانیه است؟ (تألیفی)

$$40 \times 10^4 \text{ (۴)} \quad 40 \times 10^3 \text{ (۳)} \quad 40 \times 10^7 \text{ (۲)} \quad 40 \times 10^6 \text{ (۱)}$$

پاسخ برای پاسخ دادن به این سؤال، ابتدا روند تبدیل واحد را انجام می دهیم. به همین منظور میکروثانیه را به ثانیه و سپس ثانیه را به پیکوثانیه تبدیل می کنیم:

$$t = 40 \mu s \xrightarrow{\text{تبدیل میکروثانیه به ثانیه}} t = 40 \times (10^{-6} s) \xrightarrow{\text{تبدیل ثانیه به پیکوثانیه}} t = 40 \times 10^{-6} \times (10^{12} ps) = 40 \times 10^6 ps$$

حال مقدار به دست آمده را به روش نمادگذاری علمی می نویسیم:

$$t = 40 \times 10^6 ps = 4 \times 10^1 \times 10^6 ps = 4 \times 10^7 ps \text{ (گزینه ۲)}$$

یک رقم

$$1 ps = 10^{-12} s \xrightarrow{\text{یا}} 1 s = 10^{+12} ps$$

این قسمت رو خیلی خوب یاد بگیرید، چون تو کل فیزیک بهش نیاز دارید و باید این پیشوندها رو همیشه به خاطر بسپارید...

۲۹ هر میلی لیتر معادل با است و هر دسی متر مکعب معادل با است. (منتخب سراسری قبل از ۸۰)

(۱) سانتی متر مکعب، لیتر (۲) سانتی متر مکعب، میلی لیتر (۳) دسی متر مکعب، لیتر (۴) دسی متر مربع، میلی لیتر

۳۰ -۳ جرم هسته ای 1677×10^{-3} برابر واحد SI است. جرم این هسته به صورت نمادگذاری علمی چند نانوگرم است؟ (تألیفی)

(۱) 1677×10^{-18} (۲) 1677×10^{-15} (۳) 1677×10^{-15} (۴) 1677×10^{-18}

۳۱ فاصله بین دو شهر A و B برابر ۷۸ کیلومتر است. اگر این فاصله به صورت نمادگذاری علمی برحسب پیکومتر به صورت $7/8 \times 10^n$ نشان داده شود، عدد n کدام است؟ (تألیفی)

(۱) ۱۴ (۲) ۱۵ (۳) ۱۶ (۴) ۱۷

۳۲ حداکثر جرمی که بر روی یک میز شیشه ای می توان قرار داد، برابر ۲۵ کیلوگرم است. کدام یک از بسته های زیر را می توان بر روی این میز قرار داد تا شیشه نشکند؟ (تألیفی)

(۱) $1/25 \times 10^{11} \mu g$ (۲) $5 \times 10^7 mg$ (۳) $7/5 \times 10^{12} ng$ (۴) $4/5 \times 10^{-4} Gg$

۳۳ - زمان انجام یک واکنش بسیار سریع، ۴۰ میکروثانیه است. زمان انجام این واکنش مطابق با شیوه نمادگذاری علمی، چند پیکوثانیه است؟ (برگرفته از امتحانات کشوری)

(۱) 40×10^6 (۲) 4×10^7 (۳) 40×10^3 (۴) 4×10^4

۳۴- کدام یک از مقایسه‌های زیر نادرست است؟

(۱) $540 \text{ dm} > 3/8 \times 10^{-4} \text{ km}$

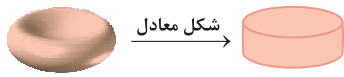
(۳) ده هزار دکامتر مربع = صد هکتار

(برگرفته از امتحانات کشوری)

(۲) $2/7 \times 10^{25} \text{ pm} < 9/8 \times 10^6 \text{ Mm}$

(۴) هزار کیلومتر مربع > یک گیگامتر مربع

۳۵- اگر گلبول قرمز را بتوان به صورت یک استوانه به حجم 10^{11} nm^3 و ضخامت $2/5 \mu\text{m}$ شبیه‌سازی کرد، در این صورت مساحت قاعده آن چند میلی‌متر مربع خواهد بود؟



(۲) 4×10^{-11} (تألیفی)

(۱) 4×10^{-5}

(۴) $2/5 \times 10^{-11}$

(۳) $2/5 \times 10^{-5}$

(منتخب سراسری قبل از ۸۰)

۳۶- عرض یک صفحه مستطیلی 9 nm و طول آن $2 \mu\text{m}$ است. مساحت آن به شیوه نمادگذاری علمی چند m^2 است؟

(۴) $1/8 \times 10^{-14}$

(۳) $1/8 \times 10^{-15}$

(۲) $1/8 \times 10^{-16}$

(۱) $1/8 \times 10^{-16}$

۳۷- به دلیل ترکیدن یک لوله، آب با آهنگ 200 cm^3 در هر ثانیه هدر می‌رود. اگر 10 ساعت طول بکشد تا این لوله تعمیر شود، در این مدت‌زمان، چند لیتر آب هدر می‌رود؟

(تألیفی)

(۴) 7200

(۳) 720

(۲) 6000

(۱) 600

تو چند تا تست بعدی، پیشنهادهایی رو که کم‌تر کاربرد دارند، می‌بینید. با تمرکز این سوالات رو حل کنید تا روی مبحث تبدیل واحد، کاملاً مسلط بشید ...

۳۸- قد یک کودک 10 ساله برابر $152/4 \text{ cm}$ اندازه‌گیری شده است. قد این کودک، برابر چند فوت است؟ (هر اینچ برابر $2/54 \text{ cm}$ و هر فوت، برابر 12 inch در نظر گرفته شود).

(تألیفی)

(۴) $12/5$

(۳) 10

(۲) $7/5$

(۱) 5

۳۹- فاصله دو شهر A و B از یک‌دیگر، برابر 312 کیلومتر است. این فاصله بر حسب ذرع و فرسنگ، به شیوه نمادگذاری علمی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (هر ذرع 104 سانتی‌متر و هر فرسنگ معادل 6000 ذرع است).

(برگرفته از کتاب درسی)

(۴) $5 \times 10^1, 3 \times 10^4$

(۳) $5 \times 10^1, 3 \times 10^5$

(۲) $5 \times 10^1, 3 \times 10^4$

(۱) $5 \times 10^2, 3 \times 10^5$

(ریاضی خارج ۹۸)

۴۰- جرم یک قطعه سنگ قیمتی 200 قیراط است و هر قیراط معادل 200 میلی‌گرم است. جرم این سنگ چند گرم است؟

(۴) 100

(۳) 40

(۲) 10

(۱) 4

۴۱- جرم یک ساختمان دو طبقه، حدوداً 62208 kg تخمین زده شده است. جرم این ساختمان، به صورت نمادگذاری علمی چند خروار است؟ (هر مثقال معادل $4/86 \text{ gr}$ ، هر من تبریز معادل 640 مثقال و هر خروار معادل 100 من تبریز می‌باشد).

(مکمل محاسباتی ریاضی ۹۸)

(۴) 2×10^1

(۳) 4×10^2

(۲) 2×10^2

(۱) 2×10^{-2}

(برگرفته از کتاب درسی)

۴۲- فاصله متوسط زمین تا خورشید، چند برابر یکای نجومی (AU) است؟

(۴) 3

(۳) 4

(۲) 1

(۱) 2

۴۳- تندی یک ناوشکن، برابر 400 گره دریایی است. این ناوشکن به صورت نمادگذاری علمی، در طی چند میکروثانیه مسافت 2 مایل را طی می‌کند؟ (هر گره دریایی تقریباً $1/5 \text{ m/s}$ و هر مایل دریایی، حدوداً 1850 متر است).

(کتاب درسی)

(۴) $1/85 \times 10^7$

(۳) $1/85 \times 10^6$

(۲) $3/7 \times 10^7$

(۱) $3/7 \times 10^6$

۴۴- یکی از واحدهای متداول حجم در برخی کشورها، گالن می‌باشد که تقریباً برابر $4/4$ لیتر است. اگر 6 گالن آب در یک استوانه به قطر قاعده 40 cm ریخته شود، ارتفاع آب در استوانه چند میلی‌متر می‌شود؟ ($\pi = 3$)

(برگرفته از امتحانات کشوری)

(۴) 440

(۳) 110

(۲) 220

(۱) 55

دقت اندازه‌گیری

خلاصه نکات

همان‌طور که می‌دانید، اندازه‌گیری همیشه با خطا همراه است. به‌طور کلی برای افزایش دقت اندازه‌گیری، عوامل زیر تأثیرگذار است:

۱) دقت شخص آزمایشگر

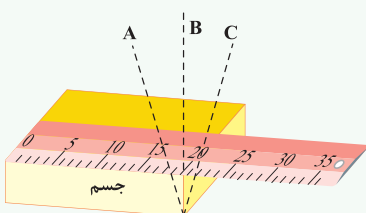
۲) تعداد دفعات اندازه‌گیری

۳) کیفیت و دقت وسیله اندازه‌گیری مورد استفاده

در رابطه با موارد ۱ و ۲، به نکات کاربردی زیر توجه کنید:

نکات مهم و کاربردی

۱) مهارت شخص آزمایشگر در قرائت عدد اندازه‌گیری شده، می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر روی دقت اندازه‌گیری داشته باشد. به‌طور مثال در شکل مقابل که تفاوت زاویه دید افراد مختلف را در اندازه‌گیری نشان می‌دهد، شخص B که به‌صورت عمود بر جسم نتیجه اندازه‌گیری را قرائت می‌کند، عملاً بیشترین دقت را در اندازه‌گیری داشته و خطای آن از سایرین کم‌تر است.



برای کاهش خطای ناشی از اندازه‌گیری، می‌توان کمیت موردنظر را چندین بار اندازه‌گیری کرد و در نهایت میانگین آن‌ها را به‌عنوان نتیجه اندازه‌گیری آن کمیت در نظر گرفت. البته دقت کنید که اگر در نتایج مختلف اندازه‌گیری، یک یا دو عدد اختلاف زیادی با دیگر اعداد داشته باشند (داده‌های پرت) آن‌ها را حذف کرده و در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آوریم. به‌طور مثال در شکل زیر که هر یک از خطوط آبی رنگ نتیجه یک اندازه‌گیری می‌باشد، داده به‌دست آمده در سمت چپ که اختلاف زیادی با بقیه اعداد دارد را حذف کرده و در میانگین‌گیری وارد نمی‌کنیم.



در رابطه با دقت وسایل اندازه‌گیری به ادامه بحث توجه کنید. دقت کنید که برای تعیین دقت اندازه‌گیری، باید به نوع آن دستگاه (یعنی مدرج یا دیجیتالی بودن آن) توجه کنیم. به همین منظور ابتدا به تحلیل دستگاه‌های مدرج و سپس دیجیتالی می‌پردازیم:

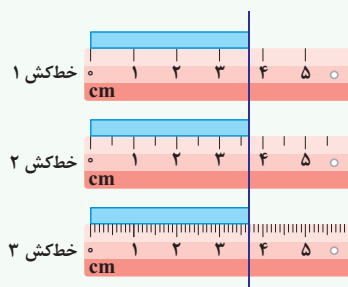
دقت اندازه‌گیری در وسایل درجه‌بندی شده

در وسایل درجه‌بندی شده (مانند خطکش فلزی) که در نهایت عدد اندازه‌گیری شده را با چشم تخمین می‌زنیم، دقت اندازه‌گیری یک خطکش و یا یک وسیله درجه‌بندی شده، برابر کوچک‌ترین مقدار درجه‌بندی آن می‌باشد. به‌عنوان مثال در یک خطکش مدرج برحسب سانتی‌متر، دقت اندازه‌گیری ۱cm است.



با توجه به این‌که کوچک‌ترین تقسیم‌بندی تندیس سنج برابر $2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ است، دقت اندازه‌گیری این تندیس سنج برابر $2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ است. از سوی دیگر کوچک‌ترین تقسیم‌بندی دماسنج برابر 5°C بوده و دقت اندازه‌گیری آن نیز 5°C است.

در سه تصویر نشان داده‌شده، دقت اندازه‌گیری توسط هر خطکش را با هم مقایسه کنید.



خطکش ۱: کمینه درجه‌بندی این خطکش، برابر ۱cm و در نتیجه دقت آن نیز برابر ۱cm است.

خطکش ۲: کمینه درجه‌بندی این خطکش، برابر ۰/۵cm و در نتیجه دقت آن نیز برابر ۰/۵cm است.

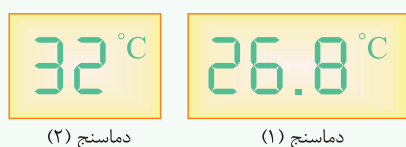
خطکش ۳: کمینه درجه‌بندی این خطکش، برابر ۱mm و در نتیجه دقت آن نیز برابر ۱mm است. با توجه به تقسیم‌بندی‌های ریزتر خطکش (۳)، با کمک آن می‌توان طول‌ها را دقیق‌تر اندازه‌گیری کرد.

دقت اندازه‌گیری در وسایل رقمی (دیجیتال)

با پیشرفت علم، در بسیاری از موارد عملاً اندازه‌گیری با وسایل دیجیتالی (رقمی) انجام می‌شود و دیگر به کمک چشم مقدار کمیت موردنظر تخمین زده نمی‌شود. دقت اندازه‌گیری برای وسایل دیجیتالی با وسایل درجه‌بندی شده که تاکنون بررسی کردیم، تفاوت دارد و در مورد آن نکات زیر حائز اهمیت است:

در این دستگاه‌ها، یک واحد از کوچک‌ترین (آخرین) رقمی که توسط دستگاه اندازه‌گیری می‌شود معادل با دقت دستگاه است. به‌عنوان مثال دماسنج‌های دیجیتالی زیر را در نظر بگیرید:

در این شکل‌ها، دقت دماسنج شکل (۱) که عدد 26.8°C را می‌خواند برابر 0.1°C و دقت دماسنج شکل (۲) که عدد 32°C را می‌خواند برابر 1°C است.



در شکل‌های نشان داده شده در فوق، دماسنج (۱) دقت بیشتری نسبت به دماسنج (۲) دارد و اگر بخواهیم اعداد اندازه‌گیری شده توسط آن‌ها را دقیق‌تر نشان دهیم، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

(۱) $26.8^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$: عدد دماسنج (۱)
آخرین رقمی که دماسنج نشان می‌دهد.

(۲) $32^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$: عدد دماسنج (۲)
آخرین رقمی که دماسنج نشان می‌دهد.

۳ در دماسنج (۱)، عملاً عدد واقعی اندازه‌گیری شده برای دما، در محدوده زیر قرار می‌گیرد:

$$26/9^{\circ}\text{C} \leq \text{عدد واقعی دما در دماسنج (۱)} \leq 26/8^{\circ}\text{C}$$

۴ در اندازه‌گیری با دستگاه‌های دیجیتالی، برای محاسبه دقت اندازه‌گیری، می‌توان به جای آخرین رقم سمت راست، عدد یک و به جای بقیه رقم‌ها عدد صفر گذاشت و ممیز در سر جای خود باقی می‌ماند. با این روش، دقت اندازه‌گیری برحسب واحد داده شده به دست می‌آید. به طور مثال اگر عدد گزارش شده توسط یک دستگاه دیجیتال به صورت $18/063 \text{ mm}$ گزارش شود، برای محاسبه دقت اندازه‌گیری این دستگاه می‌توان نوشت:

$$18/063 \xrightarrow{\text{محاسبه دقت اندازه‌گیری}} 00/001 \text{ mm یا } 0/001 \text{ mm}$$

تمرین ۳ دو تندی سنج دیجیتالی A و B، تندی اتومبیلی را به ترتیب $25/2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ و $25/2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ اندازه‌گیری کرده‌اند. دقت اندازه‌گیری کدام یک از این دو تندی سنج بیشتر است؟

پاسخ برای هر یک از اندازه‌گیری‌های انجام‌شده، آخرین رقمی را که تندی سنج نشان می‌دهد، مدنظر قرار می‌دهیم:

A اندازه‌گیری توسط A: $25/2$

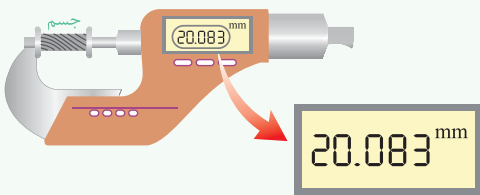
آخرین رقم $2/10$ و دقت آن $0/1$ است.

B اندازه‌گیری توسط B: $25/20$

آخرین رقم $0/100$ و مرتبه آن $1/100$ است.

با توجه به این که مرتبه آخرین رقم در اندازه‌گیری توسط دستگاه B کوچک‌تر است، بنابراین اندازه‌گیری توسط دستگاه B دقیق‌تر بوده و دقت اندازه‌گیری دستگاه B بیشتر از A است.

تمرین ۴ ریزسنج دیجیتالی، یکی از وسایلی است که به کمک آن با دقت بسیار زیادی می‌توان طول یک جسم را اندازه گرفت. شکل زیر نمایشی از یک اندازه‌گیری با



ریزسنج دیجیتالی است. در رابطه با این ریزسنج، به موارد زیر پاسخ دهید:

الف) آخرین رقمی که ریزسنج در این اندازه‌گیری نشان می‌دهد، کدام است؟

ب) دقت اندازه‌گیری ریزسنج دیجیتالی چند میلی‌متر است؟

ج) طول واقعی این جسم در چه محدوده‌ای قرار می‌گیرد؟

پاسخ الف) آخرین رقم سمت راست اندازه‌گیری عبارت است از:

$20/083 \text{ mm}$

آخرین رقم سمت راست

ب) با توجه به مرتبه آخرین رقم سمت راست، دقت اندازه‌گیری برابر $0/001 \text{ mm}$ است.

ج) با توجه به دقت اندازه‌گیری دستگاه، نمایش واقعی این عدد به صورت مقابل می‌باشد:

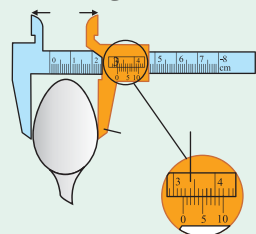
این موضوع یعنی طول واقعی این جسم در محدوده زیر قرار می‌گیرد:

$$20/083 \text{ mm} \leq \text{طول واقعی} \leq 20/083 \text{ mm} + 0/001 \text{ mm} \Rightarrow 20/082 \text{ mm} \leq \text{طول واقعی} \leq 20/084 \text{ mm}$$

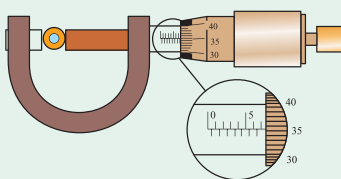
بررسی یک موضوع کاربردی

وسایل اندازه‌گیری طول: برخی از وسایل اندازه‌گیری طول عبارتند از:

الف) خطکش معمولی (میلی‌متری): با این وسیله طول‌های نه چندان بزرگ و نه چندان کوچک را می‌توان اندازه گرفت. کمینه تقسیم‌بندی خطکش معمولی برابر 1 mm است، بنابراین به کمک این خطکش طول‌هایی مانند $41/82 \text{ mm}$ یا $42/12 \text{ mm}$ را نمی‌توان اندازه گرفت. ب) کولیس: برخی اوقات لازم است طول‌هایی با دقت بیشتر از خطکش میلی‌متری (معمولی) اندازه‌گیری شود. در این موقع می‌توان از کولیس که کمینه تقسیم‌بندی در آن معمولاً برابر $0/1 \text{ mm}$ می‌باشد، استفاده کرد.



شکل ۱: کولیس



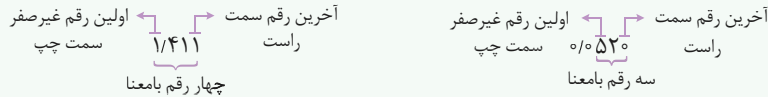
شکل ۲: ریزسنج

ج) ریزسنج: این وسیله نیز از جمله وسایل اندازه‌گیری طول می‌باشد که دقت اندازه‌گیری آن بیشتر از خطکش معمولی و کولیس و معمولاً $0/001 \text{ mm}$ می‌باشد. کمینه تقسیم‌بندی در ریزسنج برابر $0/001 \text{ mm}$ است. در واقع با ریزسنج می‌توان مقادیر کوچک‌تری را اندازه گرفت.

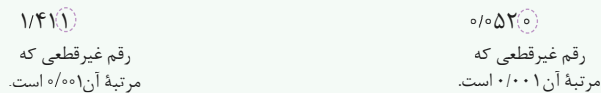
بیشتر بدانید: ارقام بامعنا و رقم غیرقطعی

رقم‌هایی را که بعد از اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی ثبت می‌کنند، **رقم‌های بامعنا** می‌گویند. در رابطه با این موضوع به موارد زیر توجه کنید:

۱) برای شمارش ارقام معنادار از اولین عدد (غیرصفر) سمت چپ شروع می‌کنیم و تا آخرین رقم سمت راست (حتی صفرها) پیش می‌رویم. به‌عنوان مثال عدد $1/411$ دارای چهار رقم بامعنا و عدد $0/0520$ دارای سه رقم بامعنا می‌باشد.



۲) آخرین رقم معنادار سمت راست را رقم غیرقطعی (حدسی) می‌گویند. به‌عنوان مثال در اعداد $1/411$ و $0/0520$ داریم:



۳) در مقایسه دو اندازه‌گیری، بدیهی است که هرچه مرتبه رقم غیرقطعی کوچک‌تر باشد، یعنی حدس کم‌تری در اندازه‌گیری داشته‌ایم و اندازه‌گیری با وسیله دقیق‌تری انجام شده است.

(برگرفته از کتاب درسی)

۴۵- چه تعداد از عوامل زیر، نقش مهمی در افزایش دقت اندازه‌گیری دارند؟

الف) دقت وسیله اندازه‌گیری

ب) تعداد دفعات اندازه‌گیری

پ) یکای گزارش شده برای اندازه‌گیری

ت) مهارت شخص آزمایشگر

ث) رقمی (دیجیتال) بودن یا نبودن وسیله اندازه‌گیری

۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

۴۶- دقت اندازه‌گیری توسط خط‌کش و سایر وسیله‌های درجه‌بندی شده، کم‌ترین تقسیم‌بندی آن وسیله است و دقت اندازه‌گیری برای وسیله‌های رقمی (دیجیتال)،

(تألیفی)

..... واحد از آخرین رقمی است که می‌تواند اندازه بگیرد.

۲) بزرگ‌تر از - بزرگ‌تر از یک

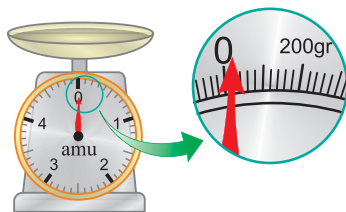
۱) بزرگ‌تر از - برابر با یک

۴) برابر با - بزرگ‌تر از یک

۳) برابر با - برابر با یک

(برگرفته از کتاب درسی)

۴۷- در شکل مقابل، یک ترازو نشان داده شده است. دقت این ترازو چند میکروگرم است؟



۱) 2×10^7

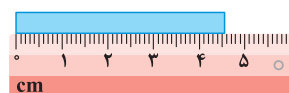
۲) ۲۰

۳) 10^7

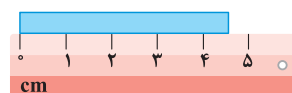
۴) ۱۰

(ریاضی خارج ۹۸، با تغییر)

۴۸- در شکل‌های (الف) و (ب)، دقت اندازه‌گیری به ترتیب از راست به چپ و است.



(ب)



(الف)

۱) ۱ mm ، ۱ cm

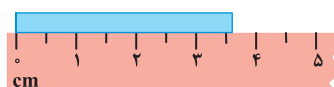
۲) ۰/۱ mm ، ۱ cm

۳) ۰/۱ cm ، ۱ mm

۴) ۰/۱ mm ، ۰/۱ cm

(تجربی داخل ۹۹، با تغییر)

۴۹- در شکل زیر، دقت اندازه‌گیری برابر چند میلی‌متر است؟

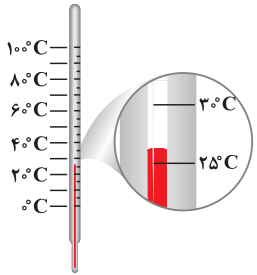


۱) ۱

۲) ۲/۵

۳) ۵

۴) ۱۰



(کتاب درسی)

۵۰ در دماسنج مقابل، دقت اندازه‌گیری چند درجه سلسیوس است؟

- ۵ (۱)
- ۱۰ (۲)
- ۲/۵ (۳)
- ۲۰ (۴)

(ریاضی داخل ۸۱)

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

- ۱) $۸/۷۹\text{km}$
- ۲) $۸/۷۹۰ \times ۱۰^۶\text{mm}$
- ۳) ۸۷۹۰۰۰cm
- ۴) $۸/۷۹۰۰ \times ۱۰^۳\text{m}$

حالا بریم سراغ اندازه‌گیری توسط دستگاه دیجیتال تا دقت اندازه‌گیری تو اون رو هم خوب یاد بگیری...

(ریاضی داخل ۹۹)

۵۲ یک آمپرسنج رقمی، جریان الکتریکی مداری را به صورت 3.25A نشان می‌دهد. دقت این اندازه‌گیری چند آمپر است؟

- ۱) $۰/۰۱$
- ۲) $۰/۰۵$
- ۳) $۰/۱$
- ۴) ۱

(ریاضی خارج ۹۶)

۵۳ یک آمپرسنج دیجیتالی، شدت جریانی را که از یک مدار می‌گذرد، $۲/۰۰۴$ میلی‌آمپر نشان می‌دهد. دقت این اندازه‌گیری چند میکروآمپر است؟

- ۱) $۰/۴$
- ۲) ۱
- ۳) $۰/۱$
- ۴) $۱۰^۳$

۵۴ - ترازوی دیجیتالی A جرم جسمی را $۲/۴۰۰\text{kg}$ و ترازوی دیجیتالی B جرم یک جسم دیگر را $۴/۹۰۱\text{kg}$ اندازه‌گیری کرده است. به ترتیب از راست به چپ، دقت اندازه‌گیری ترازوی A چند کیلوگرم و دقت اندازه‌گیری ترازوی B چند گرم است؟

(مکمل محاسباتی ریاضی ۹۶ و ۹۹)

- ۱) $۰/۱ - ۰/۰۱$
- ۲) $۰/۱ - ۱$
- ۳) $۰/۱ - ۰/۰۰۱$
- ۴) $۰/۰۰۱ - ۰/۰۰۱$

۵۵ - یک ساعت دیجیتال، نیمه روز را با عدد $۱۲:۰۰$ و ساعت دیجیتال دیگر، آن را با عدد $۱۲:۰۰:۰۰$ نشان می‌دهد. دقت اندازه‌گیری این دو ساعت به ترتیب از راست به چپ چند ثانیه است؟

(مکمل خلاقانه ریاضی ۹۶ و ۹۹)

- ۱) $۱ - ۶۰$
- ۲) $۶۰ - ۶۰$
- ۳) $۱ - ۱$
- ۴) $۶۰ - ۱$

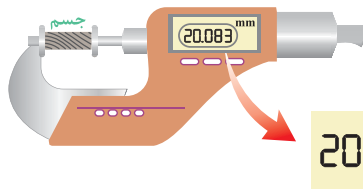
(تألیفی)

۵۶ با چند دستگاه دیجیتالی، جرم چند جسم را اندازه‌گیری می‌کنیم. دقت اندازه‌گیری در کدام یک از این اندازه‌گیری‌ها با بقیه متفاوت است؟

- ۱) $۳۵/۴۳\text{gr}$
- ۲) $۷۸/۵\text{dgr}$
- ۳) $۴/۷۴ \times ۱۰^{-۳}\text{kg}$
- ۴) ۴۵۶mgr

۵۷ ریزسنج دیجیتالی، یکی از وسایلی است که به کمک آن می‌توان طول یک جسم را با دقت بسیار زیادی اندازه گرفت. شکل زیر، نمایشی از یک اندازه‌گیری با ریزسنج دیجیتالی است. چه تعداد از عبارات‌های زیر در رابطه با این اندازه‌گیری، صحیح است؟

(تألیفی)



20.083 mm

الف) دقت اندازه‌گیری این ریزسنج برابر $۰/۰۰۱\text{mm}$ است.

ب) عدد اندازه‌گیری شده توسط این ریزسنج به صورت $۲۰/۰۸۳\text{mm} \pm ۰/۰۰۱\text{mm}$ گزارش می‌شود.

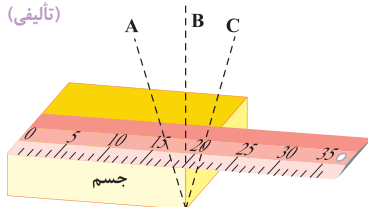
پ) طول واقعی این جسم بین $۲۰/۰۸۲۵\text{mm}$ تا $۲۰/۰۸۳۵\text{mm}$ قرار دارد.

- ۱) صفر
- ۲) ۱
- ۳) ۲
- ۴) ۳

گفتیم که مهارت شخص آزمایشگر و تعداد دفعات اندازه‌گیری در افزایش دقت اندازه‌گیری مهمه؟!... اینم دو تا تست از این موضوع...

۵۸ - مطابق شکل زیر، برای آن‌که ناظری طول جسم را اندازه بگیرد، پس از قرار دادن خطکش بر روی جسم، در سه مکان A، B و C قرار گرفته و عدد خطکش را قرائت می‌کند. ناظر در کدام یک از این مکان‌ها قرار گیرد تا عدد قرائت شده برای طول جسم، دقیق‌تر باشد؟

(تألیفی)



- ۱) A
- ۲) B
- ۳) C

۴) هر سه عدد خوانده شده یکسان است.

۵۹ فردی جرم جسمی را با یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۱۰۰g ، ۶ بار اندازه‌گیری کرده و داده‌های $۸/۲$ ، $۸/۳$ ، $۸/۴$ ، $۸/۳$ ، $۸/۳$ و $۸/۳$ را برحسب کیلوگرم ارائه کرده

(تألیفی)

است. با توجه به این اندازه‌گیری‌ها، جرم واقعی جسم برحسب کیلوگرم در چه محدوده‌ای است؟

- ۱) بین $۸/۲\text{kg}$ تا $۸/۴\text{kg}$
- ۲) بین $۸/۲\text{kg}$ تا $۸/۴\text{kg}$
- ۳) بین $۸/۰\text{kg}$ تا $۹/۰\text{kg}$
- ۴) بین $۸/۰۰\text{kg}$ تا $۹/۰۰\text{kg}$

چگالی (جرم حجمی)

به نسبت جرم (m) به حجم (V) یک ماده، چگالی آن ماده می گویند. به عبارتی، «جرم واحد حجم هر ماده، برابر با چگالی آن ماده است» و می توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \text{یکای چگالی در SI} \equiv \text{kg} / \text{m}^3$$

جرم ماده ↑
چگالی: ρ = m/V
↓
حجم ماده

معمولاً سؤالاتی که از مبحث چگالی در کنکور مطرح می شوند، نیاز به تبدیل واحد دارند. در اکثر این سؤالات، تبدیل یکهایی زیر مورد استفاده قرار می گیرند، بنابراین توصیه می شود آن ها را به خاطر بسپارید:

- ① تبدیل لیتر به مترمکعب و برعکس: هر مترمکعب برابر با ۱۰۰۰ لیتر است، بنابراین:
 برای تبدیل مترمکعب به لیتر، حجم داده شده را در ۱۰۰۰ (یا ۱۰^۳) ضرب می کنیم.
 برای تبدیل لیتر به مترمکعب، حجم داده شده را بر ۱۰۰۰ (یا ۱۰^۳) تقسیم می کنیم.
 ② تبدیل سانتی مترمکعب به لیتر و برعکس: می دانیم هر لیتر برابر با ۱۰۰۰ سانتی مترمکعب است، بنابراین:

$$\text{cm}^3 \xrightarrow[\times 1000]{\div 1000} \text{Lit}$$

- ③ برای تبدیل لیتر به سانتی مترمکعب، حجم داده شده را در ۱۰۰۰ (یا ۱۰^۳) ضرب می کنیم.
 برای تبدیل سانتی مترمکعب به لیتر، حجم داده شده را بر ۱۰۰۰ (یا ۱۰^۳) تقسیم می کنیم.
 ④ تبدیل گرم بر سانتی مترمکعب (gr/cm^۳) به کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^۳) و برعکس: یک گرم بر سانتی مترمکعب برابر با ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است، بنابراین:

$$\text{kg} / \text{m}^3 \xrightarrow[\times 1000]{\div 1000} \text{gr} / \text{cm}^3$$

- ⑤ برای تبدیل gr/cm^۳ به kg/m^۳، چگالی داده شده را در ۱۰۰۰ ضرب می کنیم.
 ⑥ برای تبدیل kg/m^۳ به gr/cm^۳، چگالی داده شده را بر ۱۰۰۰ تقسیم می کنیم.
تذکره برای مقایسه چگالی دو ماده، به صورت مقابل عمل می کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A}$$

در ادامه با حل سه تمرین خوب و آموزشی، مفاهیم این بخش را بهتر درک می کنیم.

تمرین ۱ جرم ۵۰ سانتی مترمکعب محلول یک اسید ۶۰ گرم است. جرم حجمی این محلول برحسب gr/Lit و kg/m^۳، از راست به چپ کدام است؟

- ۱) ۰/۱۲۰/۱۲ (۱) ۲) ۱۲۰/۱۲ (۲) ۳) ۱۲۰۰/۱۲ (۳) ۴) ۱۲۰۰/۱۲۰۰ (۴)

پاسخ برای پاسخ دادن به این سؤال، گام های زیر را طی می کنیم:

گام اول: (محاسبه چگالی محلول برحسب kg/m^۳):

$$\begin{cases} m = 60 \text{ gr} \\ V = 50 \text{ cm}^3 \end{cases} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{60}{50} = 1.2 \text{ gr/cm}^3 \xrightarrow[\text{تبدیل gr/cm}^3 \text{ به kg/m}^3]{\times 1000} \rho = 1200 \text{ kg/m}^3$$

گام دوم: (محاسبه چگالی محلول برحسب gr/Lit):

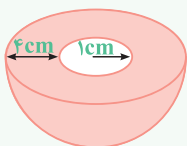
$$\begin{cases} m = 60 \text{ gr} \\ V = 50 \text{ cm}^3 \end{cases} \xrightarrow[\text{تبدیل cm}^3 \text{ به Lit}]{\div 1000} V = 0.05 \text{ Lit} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{60}{0.05} = 1200 \text{ gr/Lit}$$

بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

تمرین ۲ شکل روبه رو نیم کره های از جنس یک فلز با چگالی ۶ gr/cm^۳ را نشان می دهد که حفره ای به شکل نیم کره در آن ایجاد شده است.

وزن این جسم چند نیوتون است؟ (g = ۱۰ $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, π = ۳)

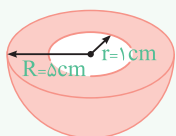
- ۱) ۷/۴۴ (۱) ۲) ۱۴/۸۸ (۲) ۳) ۱/۵ (۳) ۴) ۲۹/۷۶ (۴)



پاسخ ابتدا با کمک رابطه حجم یک کره ($\frac{4}{3}\pi R^3$)، حجم فلز به کار رفته در ساخت این جسم را از تفاضل حجم نیم کره های خارجی و داخلی

به دست می آوریم که برابر است با:

$$V = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3}\pi R^3 \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3}\pi r^3 \right) = \frac{2}{3}\pi(R^3 - r^3) \Rightarrow V = \frac{2}{3}\pi \times 3 \times (4^3 - 1^3) = 248 \text{ cm}^3$$



در ادامه جرم این جسم به سادگی به دست می آید:

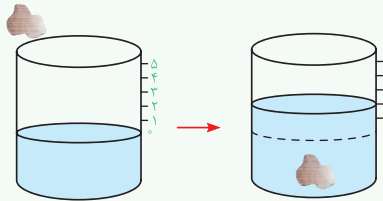
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 6 \times 248 = 1488 \text{ gr} = 1488 \text{ kg}$$

حال وزن این جسم برابر است با:

$$W = mg = 1488 \times 10 = 14880 \text{ N} \quad (\text{گزینه ۲})$$

نکات مهم و کاربردی

معمولاً برای اندازه‌گیری حجم اجسامی که شکل مشخصی ندارند از استوانه مدرج استفاده می‌کنند، یعنی جسم موردنظر را درون یک استوانه مدرج می‌اندازند، حجم مایع (آب) جابه‌جا شده (با فرض آن که آب در ماده نفوذ نکند که البته برای این منظور ماده را آغشته به پارافین می‌کنند)، برابر با حجم جسم است.



تمرین ۳ جرم یک گلوله آهنی ۳۹۰۰ گرم و چگالی آن 7800 kg/m^3 است. اگر گلوله آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو بریم و چگالی الکل 800 gr/Lit بر لیتر باشد،

(تجربی خارج ۹۰)

چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟

۳۹۰ (۲)

۴۰۰ (۱)

۴۰۰۰ (۴)

۵۰۰ (۳)

پاسخ در این‌گونه مسائل ابتدا باید توجه شود که حجم الکل سرریز شده برابر حجم گلوله آهنی است. در ادامه برای پاسخ دادن به این سؤال، گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: (محاسبه حجم گلوله آهنی):

$$\text{جرم گلوله آهنی: } m = 3900 \text{ gr} \quad , \quad \text{چگالی آهن: } \rho = 7800 \text{ kg/m}^3 = 7.8 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \text{حجم گلوله: } V = \frac{m}{\rho} = \frac{3900}{7.8} = 500 \text{ cm}^3$$

گام دوم: (محاسبه جرم الکل سرریز شده): حجم الکل سرریز شده برابر حجم گلوله بوده و می‌توان نوشت:

$$\text{چگالی الکل: } \rho_{\text{الکل}} = 800 \text{ gr/Lit} = 0.8 \text{ gr/cm}^3 \quad , \quad \text{حجم الکل: } V_{\text{الکل}} = 500 \text{ cm}^3$$

$$\text{جرم الکل: } m_{\text{الکل}} = \rho_{\text{الکل}} \times V_{\text{الکل}} = 0.8 \times 500 = 400 \text{ gr} \quad (\text{گزینه ۱})$$

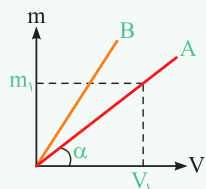
با توجه به تساوی حجم گلوله و حجم الکل سرریز شده می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V_{\text{آهن}} = V_{\text{الکل}} \Rightarrow \frac{m_{\text{آهن}}}{\rho_{\text{آهن}}} = \frac{m_{\text{الکل}}}{\rho_{\text{الکل}}} \Rightarrow \frac{3900}{7800} = \frac{m_{\text{الکل}}}{800} \Rightarrow m_{\text{الکل}} = 400 \text{ gr}$$

**خلاصت
حرفه‌ای**

دقت شود که gr/Lit و kg/m^3 با یکدیگر معادل هستند (چرا؟).

نمودارهای مربوط به چگالی



در صورت رسم نمودار جرم یک جسم بر حسب حجم آن، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

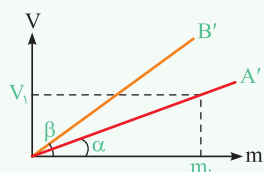
① شیب نمودار برابر با چگالی جسم است $(\rho_A = \tan \alpha = \frac{m_1}{V_1})$.

② هرچه شیب نمودار بیشتر باشد، چگالی آن جسم بیشتر است $(\rho_B > \rho_A)$.

تذکره در صورت رسم نمودار حجم یک جسم بر حسب جرم آن که در برخی تست‌ها انجام می‌شود، به موارد زیر توجه کنید:

① شیب نمودار برابر با عکس چگالی جسم است $(\tan \alpha = \frac{V_1}{m_1} = \frac{1}{\rho_{A'}})$.

② این موضوع یعنی در شکل مقابل هرچه شیب نمودار کم‌تر باشد، چگالی جسم بیشتر است $(\rho_{A'} > \rho_{B'})$.



تحلیل مسائل مرتبط با چگالی

پس از بررسی تست‌های این شاخه، برای تسلط بیشتر، در اولویت اول حل تست‌های ۱۱۱، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۷ و ۱۱۹ از قسمت IQ را به شما عزیزان پیشنهاد می‌کنیم.



• رابطه چگالی یک جسم با جرم و حجم آن (تسلط به تبدیل واحد)



• خوب توی شروع سؤالی این قسمت، می‌خوایم اول روی واحدهای چگالی مسلط بشیم و بعدش هم چگالی اجسام با حجم مشخص (مثل مکعب، کره و ...) رو حساب کنیم ...

۶۰- جرم قطعه فلزی ۴۰۵ گرم و حجم آن ۱۵ سانتی‌متر مکعب است. چگالی این فلز چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (MKA)

۲۷۰ (۴) ۲۷۰۰ (۳) ۲۷ (۲) ۲/۷ (۱)

۶۱- حجم جسمی ۰/۰۰۲ دسی‌متر مکعب و جرم آن ۵ گرم است. چگالی این جسم چند واحد SI است؟ (منتخب سراسری قبل از ۸۰)

۴ × ۱۰^۲ (۴) ۴ × ۱۰^۳ (۳) ۲/۵ × ۱۰^۲ (۲) ۲/۵ × ۱۰^۳ (۱)

۶۲- اگر چگالی خون بدن انسان ۱/۰۵ gr/cm^۳ باشد، جرم دو لیتر از خون برابر چند دکاگرم است؟ (کتاب درسی)

۱۰۵۰ (۴) ۱۰۵ (۳) ۲۱۰۰ (۲) ۲۱۰ (۱)

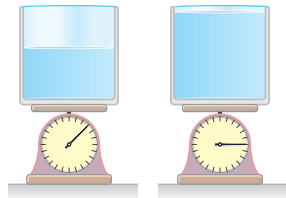
۶۳- اگر چگالی جسمی ۰/۰۱ گرم بر میلی‌متر مکعب باشد، چگالی آن برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب کدام است؟ (برگرفته از امتحانات کشوری)

۰/۱ (۴) ۰/۰۱ (۳) ۰/۰۰۱ (۲) ۰/۰۰۰۱ (۱)

۶۴- در یک روز بارانی، ۴۰ میلی‌متر باران روی سطحی به مساحت ۲۵۰۰ کیلومتر مربع بارید. جرم این مقدار باران چند کیلوگرم است؟ (چگالی آب باران = ۱۰^۳ kg/m^۳) (تجربی خارج ۸۷)

۱۰^۸ (۱) ۱۰^۹ (۲) ۱۰^{۱۰} (۳) ۱۰^{۱۱} (۴)

• دو تا تست بعدی خیلی مهم هستن و پتانسیل طرح مجدد آزمون خیلی بالاست ...



۶۵- مطابق شکل، اگر ظرفی تا نیمه از مایع پر شود، جرم آن ۲۴۰ گرم و اگر به طور کامل پر از همان مایع شود، جرم آن ۳۰۰ گرم می‌شود. در صورتی که کل حجم داخل ظرف برابر ۸۰ سانتی‌متر مکعب باشد، جرم ظرف برابر گرم بوده و چگالی این مایع برابر گرم بر سانتی‌متر مکعب است. (مکمل خلاقانه ریاضی ۹۵)

۲/۲۵، ۱۲۰ (۱) ۱/۵، ۱۲۰ (۲)
۲/۲۵، ۱۸۰ (۳) ۱/۵، ۱۸۰ (۴)

۶۶- جرم یک ظرف فلزی توخالی ۳۰۰ گرم است. اگر این ظرف را پر از مایعی به چگالی ۱/۲ gr/cm^۳ نماییم، جرم مجموعه ۵۴۰ گرم و در صورتی که پر از نوعی روغن نماییم، جرم مجموعه ۴۶۰ گرم می‌شود. چگالی این روغن چند گرم بر لیتر است؟ (ریاضی داخل ۹۵)

۹۵۰ (۱) ۹۰۰ (۲) ۸۵۰ (۳) ۸۰۰ (۴)

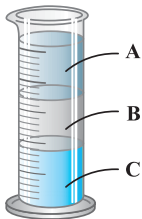
۶۷- کدام‌یک از موارد زیر نادرست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) کم‌تر بودن چگالی هوای گرم در داخل بالن نسبت به هوای بیرون آن، باعث بالا رفتن بالن می‌شود.
- (۲) پرتقال پوست‌کنده روی آب شناور می‌ماند و پرتقال با پوست، چون سنگین‌تر است، در آب فرو می‌رود.
- (۳) به علت بیشتر بودن چگالی آب نسبت به بنزین، آب مایع مناسبی برای خاموش کردن آتش ناشی از بنزین نیست.
- (۴) هر سه مورد

۶۸- مطابق شکل مقابل، سه مایع مخلوط‌نشده‌ی جیوه، آب و روغن زیتون که چگالی‌های آن‌ها به ترتیب برابر با ۱۳/۶، ۱ و ۰/۹۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب است در داخل یک استوانه شیشه‌ای ریخته شده‌اند. هر کدام از مایع‌های A، B و C نشان

داده‌شده بر روی شکل، به ترتیب از راست به چه کدام‌اند؟ (کتاب درسی)

(۱) جیوه، روغن زیتون، آب (۲) آب، جیوه، روغن زیتون (۳) آب، روغن زیتون، جیوه (۴) روغن زیتون، آب، جیوه



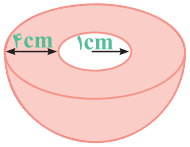
• محاسبه چگالی اجسامی که شکل هندسی مشخصی دارند



• این قسمت با هندسه قاطی میشه ...

۶۹- می‌خواهیم از فلزی به چگالی ۶ gr/cm^۳، کره‌ی توپری به شعاع ۵ cm بسازیم. جرم این کره چند کیلوگرم می‌شود؟ (ریاضی داخل ۹۶)

۴/۷۱ (۴) ۳/۱۴ (۳) ۲/۳۶ (۲) ۱/۵۷ (۱)



۷۰- شکل زیر نیم‌کره‌ای از جنس یک فلز با چگالی 6 gr/cm^3 را نشان می‌دهد که حفره‌ای به شکل نیم‌کره در آن ایجاد شده است. وزن این جسم

(مکمل محاسباتی ریاضی ۹۶)

چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $\pi = 3$)

- ۷/۴۴ (۱) ۱۴/۸۸ (۲) ۲۹/۷۶ (۴) ۱/۵ (۳)

(تألیفی)

۷۱- یک الماس مکعبی شکل با طول ضلع 2 cm ، چند قیراط جرم دارد؟ (چگالی الماس 4 gr/cm^3 و هر قیراط معادل 200 میلی‌گرم است.)

- ۴۰ (۱) ۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۶۰ (۴)

۷۲- کره‌ای توپر با شعاع R را ذوب کرده و با استفاده از مصالح آن، یک استوانه با شعاع داخلی R' و شعاع خارجی R می‌سازیم. اگر ارتفاع استوانه ساخته شده برابر $2R$ باشد، نسبت $\frac{R'}{R}$ کدام است؟

(ریاضی خارج ۸۱)

- $\sqrt{3}$ (۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۲) $\sqrt{2}$ (۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۴)

۷۳- قطر داخلی یک لوله آهنی استوانه‌ای شکل برابر d_1 و قطر خارجی آن برابر $2d_1 = d_2$ است. اگر چگالی آهن ρ و طول لوله L باشد، جرم لوله برابر کدام است؟

(مکمل محاسباتی ریاضی ۸۱)

- $\frac{3}{4} \pi \rho L d_1^2$ (۱) $\frac{3}{4} \pi \rho L d_2^2$ (۲) $\frac{3}{4} \pi \rho L d_1^2$ (۳) $\frac{3}{4} \pi \rho L d_2^2$ (۴)

۷۴- با ذوب M گرم از عنصری، استوانه‌ای به طول L ، شعاع داخلی R_1 و شعاع خارجی R_2 ساخته‌ایم. اگر بخواهیم از همان ماده استوانه دیگری به طول $3L$ ، شعاع داخلی $2R_1$ و شعاع خارجی $2R_2$ بسازیم، جرم مورد نیاز چند M می‌شود؟

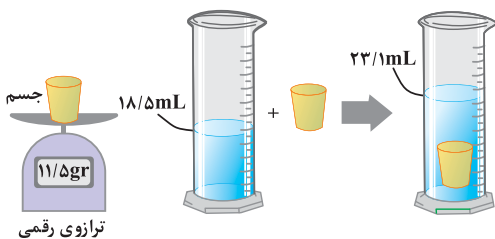
(منتخب سراسری قبل از ۸۰)

- ۴ (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴)

محاسبه چگالی با توجه به حجم مایع جابه‌جا شده در استوانه مدرج



گفتیم که یکی از روش‌های آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری چگالی، استفاده از میزان حجم جابه‌جا شده تو استوانه مدرجه که تو این‌جا سؤالی خوبی از این بحث براتون آوردیم ...



۷۵- در یک آزمایش، جرم و حجم یک جسم جامد را مطابق شکل مقابل، پیدا می‌کنیم. با توجه به

(ریاضی خارج ۹۹)

داده‌های روی شکل، چگالی جسم در SI، چقدر است؟

- ۲۵۰۰ (۱) ۲۰۵۰ (۲) ۲/۵ (۳) ۲/۰۵ (۴)

۷۶- یک قطعه فلز به جرم 90 گرم را درون آب در داخل استوانه‌ای می‌اندازیم. با این عمل قطعه فلز کاملاً در آب فرو می‌رود و سطح آب درون استوانه به اندازه $1/2 \text{ cm}$ بالا می‌آید. اگر سطح مقطع داخلی استوانه 10 cm^2 باشد، چگالی فلز چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

(ریاضی داخل ۸۲)

- ۵/۵ (۱) ۶ (۲) ۷/۵ (۳) ۸ (۴)

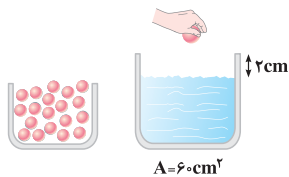
۷۷- یک قطعه فلز را که چگالی آن $2/7 \text{ gr/cm}^3$ است، کاملاً در ظرفی پر از الکل به چگالی $0/8 \text{ gr/cm}^3$ وارد می‌کنیم و به اندازه 160 گرم الکل از ظرف بیرون می‌ریزد. جرم قطعه فلز چند گرم است؟

(ریاضی داخل ۹۳، مشابه تجربی خارج ۹۰)

- ۵۴۰ (۱) ۴۵۰ (۲) ۴۳۲ (۳) ۲۰۰ (۴)

۷۸- در شکل زیر، ارتفاع سطح آزاد مایع تا لبه ظرف برابر 2 سانتی‌متر است. حداکثر چه تعداد از گوی‌های مشابه به چگالی 8 gr/cm^3 و جرم 120 gr را می‌توان در داخل ظرف مایع قرار داد تا مایع از ظرف سرریز نکند؟

(تألیفی)



- ۴ (۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۲۰ (۴)

محاسبه حجم حفره موجود در یک جسم جامد



اینم به موضوعی که تو سال‌های اخیر واقعاً مهم و پرتکرار بوده، یعنی وجود داشتن حفره تو یه جسم. خیلی حواستون به این سبک تستا باشه ...

۷۹- درون یک کره فلزی به شعاع 10 cm ، حفره خالی و کروی شکل به شعاع 5 cm قرار دارد. اگر چگالی فلز 8 kg/lit باشد، جرم این کره چند کیلوگرم است؟ ($\pi = 3$)

(مکمل محاسباتی ریاضی ۸۸)

- ۲/۸ (۱) ۲/۴ (۲) ۲۴ (۳) ۲۸ (۴)

۸۰ طول هر ضلع یک مکعب فلزی ۱۰ cm و جرم آن ۶ kg است. اگر چگالی فلز ۸ gr/cm^3 باشد، مکعب: (ریاضی داخل ۸۸)

- (۱) توپر و حجم آن ۷۵۰ cm^3 است.
 (۲) توپر و حجم آن ۱۰۰۰ cm^3 است.
 (۳) حفره خالی دارد و حجم حفره ۷۵۰ cm^3 است.
 (۴) حفره خالی دارد و حجم حفره ۲۵۰ cm^3 است.

۸۱ شعاع ظاهری یک کره فلزی ۵ سانتی متر و جرم آن ۱۰۸۰ gr و چگالی آن $۲/۷ \text{ gr/cm}^3$ است. درون این کره یک حفره وجود دارد. حجم این حفره چند درصد حجم کره را تشکیل می‌دهد؟ ($\pi \approx ۳$) (ریاضی خارج ۹۴، مشابه ریاضی داخل ۸۷ و ۸۹)

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۲۵

۸۲ وقتی یک مکعب فلزی را به آرامی داخل ظرف پر از آبی می‌کنیم، مکعب کاملاً وارد آب می‌شود و ۲۰۰ سانتی‌متر مکعب آب بیرون می‌ریزد. اگر چگالی فلز ۸ gr/cm^3 و جرم مکعب ۱۴۰۰ gr باشد، حجم حفره‌ای که در داخل مکعب وجود دارد، چند سانتی‌متر مکعب است؟ (مکمل محاسباتی ریاضی ۹۲ و ۹۴)

- (۱) ۲۵ (۲) $۱۲/۵$ (۳) ۲۰ (۴) ۱۰

۸۳ جرم یک مجسمه برنزی برابر ۴۰ kg و حجم ظاهری آن برابر $۰/۰۵ \text{ m}^3$ است. اگر چگالی برنز برابر ۸۰۰۰ kg/m^3 باشد، در فضای خالی داخل مجسمه چند کیلوگرم نفت جای می‌گیرد؟ ($\rho_{\text{نفت}} = ۰/۸ \text{ gr/cm}^3$) (مکمل خلاقانه ریاضی ۹۴)

- (۱) ۳۶ (۲) ۳۶×۱۰^{-۳} (۳) ۴۵ (۴) $۴/۵$

۸۴ دو مکعب مشابه از یک فلز با چگالی ۱۰ gr/cm^3 ، یکی توپر و دیگری تو خالی با حفره‌ای کروی در درون آن در اختیار داریم. اگر وزن مکعب توپر ۸ نیوتون و وزن مکعب تو خالی ۴ نیوتون باشد، حجم فضای خالی داخل این مکعب چند سانتی‌متر مکعب است؟ ($g \approx ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) (مکمل محاسباتی ریاضی ۸۸)

- (۱) ۲۰ (۲) ۶۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

مسائل مقایسه چگالی دو جسم مختلف و نمودارهای آن

۸۵ چگالی جسم A، $۱/۵$ برابر چگالی جسم B است. اگر جرم ۵۰۰ سانتی‌متر مکعب از جسم B برابر ۲۰۰ گرم باشد، جرم ۲۰۰ سانتی‌متر مکعب از جسم A چند گرم است؟ (ریاضی خارج ۹۱، تجربی داخل ۸۱ و ۸۴)

- (۱) ۱۲۰ (۲) ۱۸۰ (۳) ۲۴۰ (۴) ۳۶۰

۸۶ چگالی فلز آسمیم برابر $۲۲/۵ \times ۱۰^3 \text{ kg/m}^3$ و چگالی مس برابر ۹ gr/cm^3 است. در یک حجم یکسان از این دو فلز، جرم فلز آسمیم چند برابر جرم مس است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) ۲ (۲) $۲/۵$ (۳) ۵ (۴) ۱۰

۸۷ دو استوانه همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه A توپر و استوانه B تو خالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی استوانه A چند برابر چگالی استوانه B است؟ (ریاضی داخل ۸۹)

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{3}{4}$

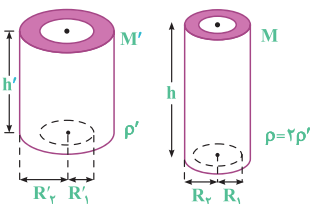
۸۸ نسبت چگالی کره A به کره B برابر $۱/۶$ است. اگر شعاع کره A برابر ۳ cm و شعاع کره B برابر ۶ سانتی‌متر باشد، جرم کره A چند برابر جرم کره B است؟ (ریاضی خارج ۸۹)

- (۱) ۵ (۲) $\frac{5}{4}$ (۳) $\frac{1}{5}$ (۴) $\frac{4}{5}$

۸۹ ارتفاع یک مخروط توپر به چگالی ρ_1 برابر طول ضلع یک مکعب توپر به چگالی ρ_2 است و شعاع قاعده آن، نصف طول ضلع مکعب است. اگر جرم این دو با هم برابر باشد، $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ کدام است؟ ($\pi \approx ۳$) (تجربی داخل ۹۷)

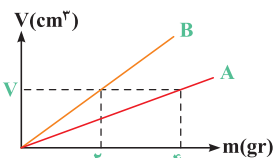
- (۱) $\frac{3}{4}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۳) ۴ (۴) ۲

۹۰ دو لوله استوانه‌ای به جرم‌های M' و M و چگالی ρ' و $\rho = ۲\rho'$ که ارتفاع آن‌ها h' و h است، در اختیار داریم. اگر $R'_1 = ۲R_1$ و $R'_2 = ۲R_2$ باشد، نسبت $\frac{h}{h'}$ چه قدر است؟ (مکمل محاسباتی تجربی ۹۷)



- (۱) $۴/۵$ (۲) ۹ (۳) $۱۳/۵$ (۴) ۲۷

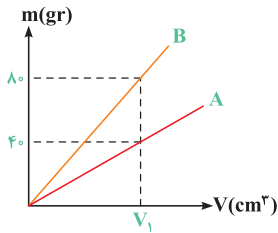
۹۱ نمودار حجم بر حسب جرم برای دو فلز A و B مطابق شکل است. چگالی فلز A چند برابر فلز B است؟ (تألیفی)



- (۱) $\frac{1}{4}$ (۲) ۴ (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) ۲

۹۲- نمودار جرم برحسب حجم برای دو فلز A و B مطابق شکل زیر است. اگر چگالی A برابر 4000 kg/m^3 باشد، حجم یک مکعب از فلز B با جرم ۴۰۰ گرم، چند

(برگرفته از امتحانات کشوری)



میلی لیتر است؟

- ۱) ۱۲/۵
- ۲) ۱۲۵/۰
- ۳) ۵۰
- ۴) ۵۵/۰

چگالی مخلوط چند ماده (آلیاژ)

خلاصه نکات

در صورتی که دو یا چند ماده را با هم مخلوط کنیم (به طوری که تغییر حجم صورت نگیرد)، چگالی ماده مخلوط با توجه به تعریف چگالی، به سادگی از رابطه زیر به دست می آید:

$$\rho_{\text{کل}} = \frac{\text{مجموع جرم مواد}}{\text{مجموع حجم مواد}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{حجم ماده اول: } V_1, \text{ جرم ماده اول: } m_1 \\ \text{حجم ماده دوم: } V_2, \text{ جرم ماده دوم: } m_2 \\ \vdots \end{array} \right.$$

در بعضی موارد، حجم یا جرم ماده‌ها به طور مستقیم در صورت سؤال داده نمی شود، در این مواقع از روابط زیر استفاده می کنیم:

۱) در صورتی که چگالی و حجم مواد به کار رفته در صورت سؤال داده شود:

$$\rho_{\text{کل}} = \frac{\overbrace{(\rho_1 V_1)}^{(m_1)} + \overbrace{(\rho_2 V_2)}^{(m_2)} + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

۲) در صورتی که چگالی و جرم مواد به کار رفته در صورت سؤال داده شود:

$$\rho_{\text{کل}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\underbrace{\left(\frac{m_1}{\rho_1}\right)}_{V_1} + \underbrace{\left(\frac{m_2}{\rho_2}\right)}_{V_2} + \dots}$$

دقت شود که نیازی به حفظ کردن این روابط نبوده و کافی است آن‌ها را کمی درک کنید.

تمرین چگالی مخلوط دو مایع A و B با حجم‌های اولیه V_A و V_B ، برابر 0.75 گرم بر سانتی متر مکعب است. اگر چگالی مایع A برابر 600 gr/lit و چگالی مایع B

(ریاضی خارج ۹۲)

برابر 800 gr/lit باشد، V_A چند برابر V_B است؟

- ۱) ۳
- ۲) ۴
- ۳) $\frac{1}{3}$
- ۴) $\frac{1}{4}$

پاسخ برای حل این تمرین خوب، ابتدا جرم تک تک مایع‌های A و B را با توجه به رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ به دست می آوریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{مایع A: } \rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow m_A = \rho_A V_A = 600 V_A \\ \text{مایع B: } \rho_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow m_B = \rho_B V_B = 800 V_B \end{array} \right.$$

پس از مخلوط کردن دو مایع A و B، داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = 0.75 \text{ gr/cm}^3 = 750 \text{ gr/Lit}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \Rightarrow 750 = \frac{600 V_A + 800 V_B}{V_A + V_B} \Rightarrow 750 V_A + 750 V_B = 600 V_A + 800 V_B$$

$$\Rightarrow 150 V_A = 50 V_B \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{1}{3} \quad (\text{گزینه ۳})$$

۹۳- 300 سانتی متر مکعب از مایعی به چگالی 1300 kg/m^3 را با چند سانتی متر مکعب از مایعی به چگالی 1500 kg/m^3 مخلوط کنیم تا چگالی مخلوط برابر 1400 kg/m^3

شود؟ (در اختلاط، تغییر حجم ناچیز است.)

(منتخب سراسری قبل از ۸۰)

- ۱) ۲۰۰
- ۲) ۲۵۰
- ۳) ۳۰۰
- ۴) ۳۵۰

۱-۴ برای پاسخ دادن به این تست، ابتدا به خلاصه نکات (۱) توجه کنید. ویژگی آزمون پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است و نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از طبیعت پیرامون داشته است، بنابراین گزینه (۴) نادرست است.

۲-۲ دانشمندان برای بیان قانون‌های فیزیکی از گزاره‌های کلی و در عین حال مختصر استفاده می‌کنند، بنابراین گزینه (۳) نادرست است. سایر گزینه‌ها در رابطه با مفاهیم قانون و اصل در علم فیزیک صحیح هستند.

۳-۳ مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که در آن اثرهای مهم و تعیین‌کننده برای یک پدیده فیزیکی در نظر گرفته می‌شود و پدیده‌ها تا حد امکان ساده‌سازی می‌شوند نه جزئی‌سازی. بنابراین گزینه (۳) نادرست است.

۴-۴ هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را. برای مثال، اگر به جای مقاومت هوا، نیروی جاذبه زمین را نادیده می‌گرفتیم، آن‌گاه مدل ما پیش‌بینی می‌کرد که وقتی توپی به بالا پرتاب شود در یک خط مستقیم بالا می‌رود! این توضیحات یعنی نمی‌توان از اثر نیروی گرانش صرف‌نظر کرد.

۵-۲ برای مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، اثرهای جزئی‌تر را نادیده می‌گیریم. هنگامی که یک گلوله سنگین و کوچک را از بالای ساختمانی رها می‌کنیم، عامل اصلی حرکت آن، نیروی وزن است و از نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت آن می‌توانیم صرف‌نظر کنیم، بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

تذکره

اگر مقاومت هوا در برابر سقوط قطره باران وجود نداشته باشد، تندی حرکت قطره بر روی سطح زمین بسیار زیاد می‌شود، به طوری که با برخورد آن به زمین صدمه‌های بسیاری ایجاد می‌شود. هم‌چنین عاملی که باعث می‌شود تندی چترباز کاهش یابد تا در اثر سقوط به شخص صدمه وارد نشود، نیروی مقاومت هوا است. بنابراین مقاومت هوا عاملی مهم در نحوه حرکت چترباز بوده و نمی‌توان از آن صرف‌نظر کرد.

۶-۲ هنگام مدل‌سازی پدیده‌های فیزیکی، فقط می‌توانیم آثار جزئی‌تر را نادیده بگیریم. با توجه به این که ارتفاع درخت کم است، تغییرات شتاب جاذبه (g) و در نتیجه تغییرات وزن برگ (mg)، هنگام پایین آمدن قابل صرف‌نظر کردن است. دقت کنید که با توجه به این که سطح مقطع برگ، بزرگ و جرم آن کم است، بنابراین در مورد حرکت برگ نمی‌توانیم از اثر مقاومت هوا چشم‌پوشی کنیم، چون عاملی مهم و تعیین‌کننده در نحوه حرکت برگ است.

۷-۲ در هنگام سقوط برگ، دو نیروی وزن و مقاومت هوا به آن وارد می‌شوند که جهت نیروی وزن به سمت پایین و جهت نیروی مقاومت هوا، در خلاف جهت حرکت برگ، یعنی به سمت بالا است. با توجه به آن که برگ با شتاب به سمت پایین می‌آید، نیروی وزن وارد بر آن از نیروی مقاومت هوا بزرگ‌تر است و می‌توانیم حرکت برگ را به شکل مقابل مدل‌سازی کنیم (طول هر یک از بردارها متناسب با بزرگی آن رسم شده است).

۸-۲ موارد (۱)، (۳) و (۴)، از اصلی‌ترین مواردی است که در مدل‌سازی‌های حرکت جسم بر روی سطح افقی لحاظ می‌شود، اما کم شدن جرم بر اثر ساییدگی بسیار ناچیز است و لزومی ندارد این موضوع در مدل‌سازی لحاظ شود.

۹-۳ برای مدل‌سازی بهتر حرکت جسم، باید از اثرهای جزئی صرف‌نظر کرده و اثرهای مهم و تعیین‌کننده را لحاظ کنیم. با توجه به این که جسم به سمت راست حرکت می‌کند، بنابراین نیروی دست شخص باید بیشتر از نیروی اصطکاک باشد، پس گزینه (۳) صحیح است (دقت شود برای مدل‌سازی حرکت این جسم، آن را به صورت نقطه‌ای در نظر می‌گیریم).

۱۰-۳ در مدل‌سازی حرکت کمد بر روی سطح شیبدار، نیروی وزن کمد، نیرویی که شخص به کمد وارد می‌کند و زاویه سطح شیبدار (θ)، عوامل اصلی مؤثر بر حرکت کمد هستند. سایر عوامل مانند شکل کمد، مقاومت هوا و تغییرات وزن کمد هنگام بالا رفتن، جزئی هستند و می‌توانیم از آن‌ها صرف‌نظر کنیم.

۱۱-۳ نیرویی که باعث می‌شود ماهواره به دور زمین بچرخد، نیروی گرانش بین ماهواره و زمین است و در نتیجه در مدل‌سازی حرکت ماهواره به دور زمین، نمی‌توانیم از این عامل چشم‌پوشی کنیم. بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

۱۲-۴ با توجه به علوم پایه هشتم، لیزر یک منبع نور گسترده است که آن را به دلیل کوچک بودن، منبع نقطه‌ای در نظر می‌گیریم. از سوی دیگر، پرتوها به صورت واگرا می‌باشند که چون در لیزر واگرایی زیاد نیست، برای سادگی آن‌ها را موازی در نظر می‌گیریم، پس گزینه (۴) صحیح است.

۱۳-۴ برای پاسخ دادن به این تست، ابتدا به خلاصه نکات (۲) توجه کنید. مجموعه یکاهای مورد توافق بین‌المللی را به اختصار یکاهای SI می‌نامند که معمولاً یکاهایی هستند که در مجامع علمی دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکای کمیت‌های اصلی به صورت مستقل تعریف می‌شود و یکای کمیت‌های فرعی را می‌توان برحسب یکاهای اصلی تعیین کرد، بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۱۴-۳ قوانین فیزیک با کمک روابط ریاضی، کمیت‌های مختلف فیزیکی را به یکدیگر مرتبط می‌سازند. با توجه به این موضوع، یکای کمیت‌های فرعی برحسب یکای کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند و نیازی به تعریف تعداد زیادی یکا (واحد) برای کمیت‌های مختلف نمی‌باشد.

۱۵-۳ یکای اندازه‌گیری یک کمیت باید در شرایط فیزیکی تعیین شده برای آن تغییر نکند و قابلیت تولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد. هم‌چنین اصلی‌ترین ویژگی کمیت‌های اصلی، تعریف شدن یکای مستقل برای آن‌ها می‌باشد، بنابراین گزینه (۳) نادرست است.

۱۶-۲ اگر یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان و یکای زمان را تعداد ضربان قلب شخص در نظر بگیریم، مشکل اصلی این انتخاب، آن است که این یکاها کاملاً تغییرپذیر است. از این رو این موارد را نباید یکای کمیت‌های طول و زمان در نظر گرفت.

۱۷-۲ کمیت‌های زمان، جریان الکتریکی، شدت روشنایی و مقدار ماده از کمیت‌هایی اصلی هستند، بنابراین گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) نادرست بوده و گزینه (۲) پاسخ این سؤال است.

۱۸-۴ دما، جریان الکتریکی و جرم از کمیت‌های اصلی هستند، بنابراین گزینه (۴) صحیح است. دقت کنید که کمیت‌های نیرو، فشار و سرعت از کمیت‌های فرعی می‌باشند، بنابراین گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) نادرست است.

۱۹-۳ طول و جرم از کمیت‌های اصلی هستند، در حالی که مساحت یک کمیت فرعی است، زیرا یکای آن (مترمربع) وابسته به یکای طول یعنی متر (m) است.

تذکره

در مورد نیرو نیز همین موضوع برقرار است و یکای آن برحسب کمیت‌های فرعی بیان می‌شود:

$$F = ma \Rightarrow \frac{\text{متر}}{\text{مجدور ثانیه}} \times \text{کیلوگرم} \equiv \text{واحد نیرو} \Rightarrow 1 \text{ N} \equiv 1 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$$

گشتاور نیرو کمیته برداری است و همان‌گونه که در علوم پایه نهم خوانده‌اید، بزرگی آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

اندازه نیرو \times فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش = اندازه گشتاور نیرو

یکای نیرو \times یکای فاصله \equiv یکای گشتاور نیرو \Rightarrow

$$F = ma \Rightarrow \text{یکای نیرو} \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Rightarrow \text{یکای گشتاور نیرو} \equiv \text{m} \times \left(\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

۲۵ برای حل این سؤال، یکاهای انرژی و نیرو را برحسب یکاهای اصلی محاسبه می‌کنیم:

$$F = ma \Rightarrow \text{یکای نیرو} \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{محاسبه یکای نیرو:}$$

محاسبه یکای انرژی:

یکای جابه‌جایی \times یکای نیرو \equiv یکای انرژی (یا کار) \Rightarrow جابه‌جایی \times نیرو = کار

$$\Rightarrow \text{یکای انرژی} \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{m} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنیم، برای تعریف یکای کمیته‌های نیرو و انرژی، از ۳ یکای اصلی kg ، m و s استفاده می‌کنیم، بنابراین $\alpha = \beta = 3$ است. $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{3}{3} = 1$

۲۶ برای حل این سؤال، گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

$$F = ma \Rightarrow F \text{ یکای} \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{گام اول: یکای نیرو در SI برابر است با:}$$

گام دوم: یکای پارامتر k برابر است با (یکای مکان متحرک (x) در SI، متر است):

$$k = -\frac{F}{x} \Rightarrow k \text{ یکای} \equiv \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}} \equiv \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$$

این موضوع یعنی یکای k ، معادل با کیلوگرم بر مربع ثانیه است.

۲۷ برای حل این سؤال، یکای نیرو را برحسب یکاهای m ، kg و s به دست می‌آوریم.

$$F = ma \Rightarrow \text{یکای نیرو} \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \left(\frac{\text{kg}}{\text{b}} \right) \times \left(\frac{\text{m}}{\text{c}} \right) \times \left(\frac{1}{\text{s}^2} \right) \text{d}$$

$$\Rightarrow \alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 2$$

۲۸ می‌دانیم وقتی کمیته برابر حاصل جمع چند کمیته دیگر است، یکای هر

یک از جملات جمع‌شونده باید با یکای این کمیته برابر باشد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$A = \frac{B^2}{C} + CDE \Rightarrow A \text{ یکای} \equiv \left(\frac{B^2}{C} \right) \text{ یکای} \Rightarrow J \equiv \frac{B^2 \text{ یکای}}{\text{kg}}$$

با توجه به رابطه $W = Fd$ ، می‌دانیم که یکای ژول معادل $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$ است، بنابراین داریم:

$$\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \equiv \frac{B^2 \text{ یکای}}{\text{kg}} \Rightarrow B^2 \text{ یکای} \equiv \text{kg}^2 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

از طرفی یکای A با یکای CDE نیز باید برابر باشد، پس می‌توان نوشت:

$$A \text{ یکای} \equiv (CDE \text{ یکای}) \Rightarrow J \equiv \text{kg} \times (DE \text{ یکای})$$

$$\Rightarrow \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \equiv \text{kg} \times (DE \text{ یکای}) \Rightarrow DE \text{ یکای} \equiv \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{B^2}{DE} \right) \text{ یکای} \equiv \frac{B^2 \text{ یکای}}{DE \text{ یکای}} = \frac{\text{kg}^2 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \text{kg}^2$$

۲۰ با توجه به تعریف کمیته و یکا که در خلاصه نکات (۲) به آن اشاره کردیم و هم‌چنین با در نظر گرفتن جدول زیر، گزینه (۳) صحیح است.

یکای اصلی	کمیته اصلی
کیلوگرم	جرم
متر	طول
ثانیه	زمان
کلوین	دما
مول	مقدار ماده
آمپر	شدت جریان
کندلا	شدت روشنایی

۲۱ کمیته‌های انرژی جنبشی، شار مغناطیسی و فشار که در گزینه (۴) مطرح شده‌اند، همگی از کمیته‌های فرعی و زده‌ای محسوب می‌شوند. دقت کنید که جرم از کمیته‌های اصلی و نیرو، میدان مغناطیسی و شتاب از کمیته‌های برداری هستند. بنابراین گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) نادرست هستند.

۲۲ از بین کمیته‌های داده‌شده، کمیته‌های سرعت و نیرو کمیته برداری و سایر کمیته‌ها نرده‌ای هستند (بنابراین ۲ کمیته برداری است).

هم‌چنین از بین کمیته‌های داده شده، کمیته‌های دما، زمان و طول کمیته اصلی و سایر کمیته‌ها فرعی هستند (بنابراین ۳ کمیته اصلی است).

۲۳ بررسی گزینه‌ها

(۱)

$$F = ma \Rightarrow \text{یکای نیرو} \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

یکای جابه‌جایی \times یکای نیرو \equiv یکای کار یا انرژی $W = Fd \Rightarrow$

$$\Rightarrow J \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{m} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\text{یکای نیرو} \equiv \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{یکای مساحت} \equiv \text{m}^2 \quad (۲)$$

$$\text{یکای نیرو} \equiv \frac{F}{A} \Rightarrow \text{یکای فشار} \equiv \frac{F}{A} \Rightarrow \text{طبق علوم پایه نهم یکای مساحت}$$

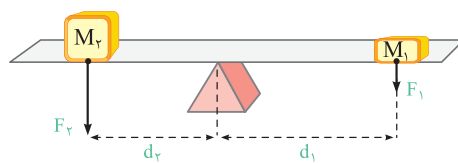
$$= \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

بنابراین گزینه (۲) نادرست است.

(۳) شدت روشنایی کمیته اصلی است و یکای آن کندلا (شمع) است.

(۴) تندی یک جسم برابر مسافت طی شده توسط آن در واحد زمان است و یکای آن $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌باشد.

۲۴ گشتاور نیرو عاملی است که باعث چرخش می‌شود. مثلاً در شکل زیر، نیروی وزن وارد بر هر یک از وزنه‌ها سعی در چرخاندن اهرم روی تکیه‌گاه دارد.



تبدیل m به dm $\frac{dm}{m} = \frac{3/8 \times 10^{-4} \times 10^3 \times (10 \text{ dm})}{540 \text{ dm}} < 1$

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

تبدیل Mm به m $\frac{Mm}{m} = \frac{9/8 \times 10^6 \text{ Mm}}{(10^6 \text{ m})} = 9/8 \times 10^6$ (۲)

تبدیل pm به m $\frac{pm}{m} = \frac{9/8 \times 10^6 \times 10^6 \times (10^{12} \text{ pm})}{2/7 \times 10^{25} \text{ pm}}$
 $= 9/8 \times 10^{24} \text{ pm} < 2/7 \times 10^{25} \text{ pm}$

بنابراین گزینه (۲) نادرست است.

تبدیل هکتار (hm²) به m² $\frac{hm^2}{m^2} = \frac{100 \times (100 \text{ m})^2}{100 \text{ هکتار}}$ (۳)

تبدیل m² به دکامتر مربع (dam²) $\frac{dam^2}{m^2} = \frac{100 \times 10^4 \times (10^{-1} \text{ dam})^2}{10000 \text{ dam}^2}$

بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

تبدیل Gm² به m² $\frac{Gm^2}{m^2} = \frac{1 \times (10^9 \text{ m})^2}{1 \text{ Gm}^2}$ (۴)

تبدیل km² به m² $\frac{km^2}{m^2} = \frac{10^{18} \times (10^{-3} \text{ km})^2}{10000 \text{ km}^2} > 10000 \text{ km}^2$

بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

ابتدا حجم و ضخامت گلیول قرمز را به ترتیب برحسب m³ و m محاسبه

می کنیم:

حجم: $V = 10^{11} \text{ nm}^3 = 10^{11} \times (10^{-9} \text{ m})^3 = 10^{-16} \text{ m}^3$

ضخامت: $h = 2/5 \mu\text{m} = 2/5 \times (10^{-6} \text{ m}) = 2/5 \times 10^{-6} \text{ m}$

$V = A \cdot h \Rightarrow 10^{-16} = A \times 2/5 \times 10^{-6}$

$\Rightarrow A = \frac{10^{-16}}{2/5 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^{-11} \text{ m}^2$

با توجه به خواسته سؤال، سطح مقطع را برحسب میلی متر مربع محاسبه می کنیم:

تبدیل m² به mm² $A = 4 \times 10^{-11} \text{ m}^2 = \frac{4 \times 10^{-11} \times (10^3 \text{ mm})^2}{10000 \text{ mm}^2} = 4 \times 10^{-5} \text{ mm}^2$

برای به دست آوردن مساحت برحسب مترمربع (m²)، کافی است طول و

عرض آن را برحسب متر (m) بنویسیم و داریم:

$\begin{cases} \text{عرض صفحه} = 9 \text{ nm} = 9 \times 10^{-9} \text{ m} \\ \text{طول صفحه} = 0/2 \mu\text{m} = 0/2 \times 10^{-6} \text{ m} \end{cases}$

عرض × طول = مساحت صفحه مستطیلی

$= 0/2 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-9} \text{ m}^2 = 1/8 \times 10^{-15} \text{ m}^2$

دقت کنید که مقدار به دست آمده برای مساحت با توجه به شیوه نمادگذاری علمی صحیح است و نیاز به اصلاح ندارد.

طبق صورت سؤال در هر ثانیه، ۲۰۰ cm³ آب هدر می رود، پس در هر

ساعت، مقدار ۳۶۰۰ × ۲۰۰ cm³ آب هدر می رود. در نتیجه در مدت زمان ۱۰ ساعت، مقدار ۱۰ × ۳۶۰۰ × ۲۰۰ cm³ آب به هدر خواهد رفت.

حجم آب هدر رفته: $V = 10 \times 3600 \times 200 \text{ cm}^3$

تبدیل cm³ به lit $10 \times 3600 \times 200 \times (10^{-3} \text{ lit}) = 7200 \text{ lit}$

برای محاسبه قد کودک برحسب فوت، با انتخاب عامل تبدیل های مناسب،

از روش تبدیل زنجیره ای به صورت زیر کمک می گیریم:

$152/4 \text{ cm} = 152/4 \text{ cm} \times (1) \times (1) = 152/4 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ inch}}{2/54 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ inch}} = 5 \text{ ft}$

۲۹ برای پاسخ دادن به این تست، ابتدا به خلاصه نکات (۳) توجه کنید.

می دانیم که هر لیتر (معادل با) ۱۰۰۰ سانتی متر مکعب است و داریم:

$V = 1 \text{ ml lit} \xrightarrow{\text{تبدیل میلی لیتر به لیتر}} V = 10^{-3} \text{ lit}$

$\xrightarrow{\text{تبدیل لیتر به سانتی متر مکعب}} V = 10^{-3} \times (10^3 \text{ cm}^3) = 1 \text{ cm}^3$

برای پیدا کردن رابطه بین دسی متر مکعب و لیتر داریم (۱ dm = 10⁻¹ m) ۱ dm = 10⁻¹ m یا ۱ m = 10 dm:

$V = 1 \text{ dm}^3 \xrightarrow{\text{تبدیل دسی متر مکعب به متر مکعب}} V = 1 \times (10^{-1} \text{ m})^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

$\xrightarrow{\text{تبدیل متر مکعب به لیتر}} V = 10^{-3} \times 10^3 \text{ lit} = 1 \text{ lit}$

۳۰ ابتدا جرم هسته را برحسب نانوگرم به دست می آوریم و سپس آن را به صورت نمادگذاری علمی می نویسیم:

تبدیل kg به gr $1677 \times 10^{-30} \times 10^3 \text{ kg} = 1677 \times 10^{-27} \text{ gr}$

یکای SI جرم

تبدیل ng به gr $1677 \times 10^{-30} \times 10^9 \times (10^9 \text{ ng}) = 1677 \times 10^{-18} \text{ ng}$

$\Rightarrow 1677 \times 10^{-18} \text{ ng}$ جرم هسته به صورت نمادگذاری علمی

۳۱ ابتدا فاصله بین دو شهر را برحسب پیکومتر (pm) به دست می آوریم و

سپس آن را به صورت نمادگذاری علمی می نویسیم:

تبدیل km به m $78 \text{ km} = 78 \times (10^3 \text{ m})$

تبدیل m به pm $78 \times 10^3 \times (10^{12} \text{ pm}) = 78 \times 10^{15} \text{ pm}$

$\Rightarrow 78 \times 10^{15} \text{ pm} = 78 \times 10^{16} \text{ pm} \Rightarrow n = 16$

۳۲ برای حل این سؤال، اعداد داده شده در هر یک از گزینه ها را برحسب

کیلوگرم محاسبه می کنیم.

بررسی گزینه ها

۱) تبدیل μg به gr $1/25 \times 10^{11} \mu\text{g} = 1/25 \times 10^{11} \times (10^{-6} \text{ gr})$

تبدیل gr به kg $1/25 \times 10^{11} \times 10^{-6} \times (10^{-3} \text{ kg}) = 125 \text{ kg}$

۲) تبدیل mg به gr $5 \times 10^7 \text{ mg} = 5 \times 10^7 \times (10^{-3} \text{ gr})$

تبدیل gr به kg $5 \times 10^7 \times 10^{-3} \times (10^{-3} \text{ kg}) = 50 \text{ kg}$

۳) تبدیل ng به gr $7/5 \times 10^{12} \text{ ng} = 7/5 \times 10^{12} \times (10^{-9} \text{ gr})$

تبدیل gr به kg $7/5 \times 10^{12} \times 10^{-9} \times (10^{-3} \text{ kg}) = 7/5 \text{ kg}$

۴) تبدیل Gg به gr $4/5 \times 10^{-4} \text{ Gg} = 4/5 \times 10^{-4} \times (10^9 \text{ gr})$

تبدیل gr به kg $4/5 \times 10^{-4} \times 10^9 \times (10^{-3} \text{ kg}) = 450 \text{ kg}$

طبق صورت سؤال، حداکثر جرمی که می توان بر روی میز شیشه ای قرار داد برابر ۲۵ kg است. فقط در گزینه (۳)، جرم جسم از ۲۵ kg کم تر است و در نتیجه شیشه میز نمی شکند.

با توجه به تمرین (۳) در خلاصه نکات (۳)، گزینه (۲) صحیح است.

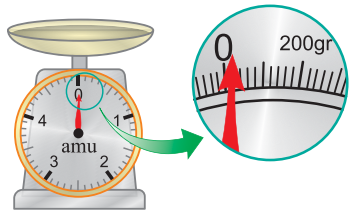
۳۳ برای مقایسه دو مقدار، باید هر دو برحسب یک واحد یکسان بیان شوند:

بنابراین در هر یک از گزینه ها، باید کمیت ها را با واحد یکسان محاسبه کنیم.

بررسی گزینه ها

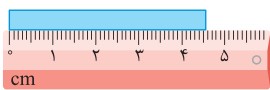
۱) تبدیل km به m $3/8 \times 10^{-4} \text{ km} = 3/8 \times 10^{-4} \times (10^3 \text{ m})$

۳۴۶ برای وسایل درجه‌بندی شده، کم‌ترین تقسیم‌بندی آن وسیله و برای وسایل دیجیتالی، یک واحد از آخرین رقمی که خوانده می‌شود، برابر دقت اندازه‌گیری آن وسیله می‌باشد.

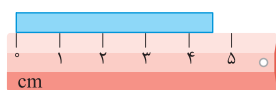


۱۴۷ همان‌گونه که در صفحه ترازو می‌بینیم، فاصله بین صفر تا عدد ۲۰۰ گرم، به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است. بنابراین هر قسمت

برابر ۲۰ gr است و در نتیجه دقت اندازه‌گیری این ترازو برابر ۲۰ gr یا 2×10^{-2} μg است. همان‌طور که می‌دانیم، دقت اندازه‌گیری در وسایل مدرج، برابر کمینه درجه‌بندی آن وسیله است. بنابراین در شکل‌های (الف) و (ب)، دقت اندازه‌گیری به ترتیب برابر ۱ cm و ۱ mm = ۰.۱ cm است.



(ب)



(الف)

۳۴۹ کوچک‌ترین درجه‌بندی این خطکش برابر ۰.۵ cm است، بنابراین دقت اندازه‌گیری این خطکش برابر ۵ mm = ۰.۵ cm است.

۱۵۰ با توجه به شکل داده شده در صورت سؤال، کوچک‌ترین مقیاس دماسنج نشان داده شده برابر ۵°C می‌باشد. بنابراین دقت اندازه‌گیری این وسیله، برابر ۵°C است.

۳۵۱ ابتدا باید دقت شود، آن اندازه‌گیری دقیق‌تر است که مقادیر کوچک‌تری را بتواند اندازه بگیرد. برای بررسی راحت‌تر، مرتبه آخرین رقم سمت راست در گزینه‌ها را برحسب متر به دست می‌آوریم.

بررسی گزینه‌ها

$$۸/۷۹ \text{ km} = ۸/۷۹ \text{ km} \quad (۱)$$

مرتبه آخرین رقم سمت راست: $۰/۰۱ \text{ km}$

$$\Rightarrow ۰/۰۱ \text{ km} = ۰/۰۱ \times ۱۰^۳ \text{ m} = ۱۰ \text{ m}$$

$$۸/۷۹۰ \times ۱۰^۶ \text{ mm} = ۸/۷۹۰ \times ۱۰^۶ \text{ mm} \quad (۲)$$

مرتبه آخرین رقم سمت راست: $۰/۰۰۱ \times ۱۰^۶ \text{ mm}$

$$\Rightarrow ۰/۰۰۱ \times ۱۰^۶ \text{ mm} = ۱ \text{ m}$$

$$۸۷۹۰۰۰ \text{ cm} \Rightarrow \text{مرتبه آخرین رقم سمت راست} = ۱ \times ۱۰^{-۲} \text{ m} = ۱۰^{-۲} \text{ m} \quad (۳)$$

$$۸/۷۹۰۰ \times ۱۰^۳ \text{ m} \Rightarrow \text{مرتبه آخرین رقم سمت راست} = ۰/۰۰۰۱ \times ۱۰^۳ \text{ m} \quad (۴)$$

بنابراین مرتبه آخرین رقم سمت راست در گزینه (۳) از همه کوچک‌تر است و در نتیجه دقت اندازه‌گیری در آن بیشتر می‌باشد.

۱۵۲ دقت اندازه‌گیری برای وسایل دیجیتالی، یک واحد از آخرین رقمی است که خوانده می‌شود. بنابراین می‌توان نوشت:

$$۳/۲۵۸ \xrightarrow{\text{دقت اندازه‌گیری}} ۰/۰۱۸$$

۲۵۳ برای محاسبه دقت اندازه‌گیری در وسایل دیجیتالی، می‌توان به جای آخرین رقم سمت راست، عدد یک و به جای بقیه رقم‌ها عدد صفر گذاشت و ممیز در سر جای خود باقی بماند. با این روش، دقت اندازه‌گیری برحسب واحد داده شده به دست می‌آید.

۳۲۹ برای پاسخ دادن به این سؤال، به صورت زیر از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$۳۱۲ \text{ km} = ۳۱۲ \text{ km} \times \frac{۱۰۰۰ \text{ m}}{۱ \text{ km}} \times \frac{۱۰۰ \text{ cm}}{۱ \text{ m}} \times \frac{۱ \text{ ذرع}}{۱۰۴ \text{ cm}} = ۳ \times ۱۰^۵$$

از طرفی برای نمایش عدد برحسب فرسنگ، در ادامه روند تبدیل زنجیره‌ای، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$۳۱۲ \text{ km} = ۳۱۲ \text{ km} \times \frac{۱۰۰۰ \text{ m}}{۱ \text{ km}} \times \frac{۱۰۰ \text{ cm}}{۱ \text{ m}} \times \frac{۱ \text{ ذرع}}{۱۰۴ \text{ cm}} \times \frac{۱ \text{ فرسنگ}}{۶۰۰۰ \text{ ذرع}} = ۵ \times ۱۰^۱ \text{ فرسنگ}$$

۳۴۰ برای پاسخ دادن به این سؤال، از روش تبدیل زنجیره‌ای به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

$$۲۰۰ \text{ قیراط} = ۲۰۰ \text{ قیراط} \times \frac{۲۰۰ \text{ mgr}}{۱ \text{ قیراط}} \times \frac{۱ \text{ gr}}{۱۰۰۰ \text{ mgr}} = ۴۰ \text{ gr}$$

۳۴۱ برای حل، از روش تبدیل زنجیره‌ای به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

$$۶۲۲۰۸ \text{ kg} = ۶۲۲۰۸ \text{ kg} \times \frac{۱۰۰۰ \text{ gr}}{۱ \text{ kg}} \times \frac{۱ \text{ امثال}}{۴/۸۶ \text{ gr}} \times \frac{۱ \text{ من تبریز}}{۶۴۰ \text{ امثال}} \times \frac{۱ \text{ خروار}}{۱۰۰ \text{ من تبریز}} = ۲ \times ۱۰^۲ \text{ خروار}$$

$$= ۲۰۰ \text{ خروار}$$

۳۴۲ یکای نجومی، معادل میانگین فاصله زمین تا خورشید است و این یعنی فاصله متوسط زمین تا خورشید، برابر ۱ AU می‌باشد.

۳۴۳ گام اول: ابتدا تندی ناوشکن را بر حسب متر بر ثانیه بازنویسی می‌کنیم:

$$۲۰۰ \frac{\text{m}}{\text{s}} = ۲۰۰ \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{۱ \text{ گره}}{۱.۵ \text{ m/s}} = ۴۰۰ \text{ گره} = ۴۰۰ \text{ تندی ناوشکن}$$

گام دوم: در ادامه، مسافت طی شده را برحسب متر به دست می‌آوریم:

$$۳۷۰۰ \text{ m} = ۳۷۰۰ \text{ m} \times \frac{۱ \text{ مایل}}{۱.۶۰۹ \text{ m}} = ۲ \text{ مایل} = ۲ \text{ مسافت طی شده}$$

گام سوم: زمان موردنظر برابر است با:

$$\text{تندی} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان}} \Rightarrow ۲۰۰ = \frac{۳۷۰۰}{\text{زمان}}$$

$$\Rightarrow \text{زمان} = \frac{۳۷۰۰}{۲۰۰} = ۱۸/۵ \text{ s} = ۱۸/۵ \times ۱۰^۶ \mu\text{s} \xrightarrow{\text{نمادگذاری علمی}} ۱/۸۵ \times ۱۰^۷ \mu\text{s}$$

۳۴۴ ابتدا حجم آب و سطح مقطع ظرف را به ترتیب برحسب m^3 و m^2 محاسبه می‌کنیم.

$$V = ۶ \text{ گالن} \times \frac{۴/۴ \text{ lit}}{۱ \text{ گالن}} = ۲۶/۴ \text{ lit} = ۲۶/۴ \times ۱۰^{-۳} \text{ m}^3$$

$$A = \pi R^2 = ۳ \times (۰/۲ \text{ m})^2 = ۰/۸۲ \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow V = Ah \Rightarrow ۲۶/۴ \times ۱۰^{-۳} = ۰/۸۲ \times h$$

$$\Rightarrow h = \frac{۲۶/۴ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۸۲} = ۰/۲۲ \text{ m} = ۲۲۰ \text{ mm}$$

۳۴۵ برای پاسخ دادن به این تست، ابتدا به خلاصه نکات (۴) توجه کنید.

دقت وسیله اندازه‌گیری، مهارت شخص آزمایشگر و تعداد دفعات انجام آزمایش، از عواملی هستند که بر خطای آزمایش و دقت اندازه‌گیری در آن مؤثر هستند (۳ مورد). از طرفی یکای مورد استفاده برای گزارش مقدار کمیت‌های اندازه‌گیری شده و همین‌طور دیجیتالی بودن یا نبودن وسیله اندازه‌گیری، ارتباطی با مقدار دقت و خطای آزمایش ندارند.

۳ ۵۷ بررسی موارد

(الف) با توجه به این‌که دستگاه موردنظر به‌صورت دیجیتالی است، بنابراین دقت اندازه‌گیری آن از مرتبه آخرین رقم قابل اندازه‌گیری توسط دستگاه، یعنی برابر 0.01 mm است.

(ب) بنابراین نمایش واقعی این عدد به‌صورت زیر می‌باشد:

$$20.83 \text{ mm} \pm 0.01 \text{ mm}$$

(پ) طول واقعی این جسم در محدوده زیر قرار می‌گیرد:

$$20.83 \text{ mm} - 0.01 \text{ mm} \leq \text{طول واقعی} \leq 20.83 \text{ mm} + 0.01 \text{ mm}$$

$$\rightarrow 20.82 \text{ mm} \leq \text{طول واقعی} \leq 20.84 \text{ mm}$$

بنابراین دو عبارت (الف) و (ب) صحیح هستند.

۲ ۵۸ هنگامی‌که فرد در مکان B قرار دارد، به‌صورت عمود بر جسم، عدد نشان

داده شده توسط خط‌کش را می‌بیند. از این‌رو عدد خوانده شده در این حالت به‌طول

واقعی جسم نزدیک‌تر است.

۱ ۵۹ اختلاف بین اندازه‌گیری‌های اول و ششم با سایرین خیلی زیاد است

(داده‌های پرت) و از آن‌ها صرف‌نظر کرده و به‌صورت زیر میانگین‌گیری می‌کنیم:

$$\text{جرم جسم} = \frac{1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/3}{4} = 1/3 \text{ kg}$$

از طرفی این اندازه‌گیری با یک ترازوی دیجیتالی با دقت 100 gr یا 0.1 kg انجام شده و با توجه به دقت اندازه‌گیری آن می‌توان نوشت:

$$\text{جرم جسم} = 1/3 \pm 0.1 \text{ kg}$$

$$\text{محدوده واقعی جرم جسم} \rightarrow 1/3 - 0.1 \leq m \leq 1/3 + 0.1$$

$$\Rightarrow 1/4 \text{ kg} \leq m \leq 1/2 \text{ kg}$$

۳ ۶۰ برای پاسخ دادن به این تست، ابتدا به خلاصه نکات (۵) توجه کنید.

با توجه به تعریف چگالی می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{چگالی: } \rho = \frac{m}{V} \\ \text{جرم: } m = 405 \text{ gr} = 405 \times (10^{-3} \text{ kg}) = 405 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ \text{حجم: } V = 150 \text{ cm}^3 = 150 \times (10^{-2} \text{ m})^3 = 150 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{405 \times 10^{-3} \text{ kg}}{150 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 2700 \text{ kg} / \text{m}^3$$

۱ ۶۱ ابتدا باید دقت شود که دسی‌متر یعنی 10^{-1} m و دسی‌متر مکعب، معادل

$$1 \text{ (dm)}^3 = 1 \times (10^{-1} \text{ m})^3 = 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ است.}$$

در SI، یکاهای کمیت‌های جرم، چگالی و حجم به ترتیب kg ، kg / m^3 و m^3

است. بنابراین ابتدا باید داده‌های سؤال را به یکای آن‌ها در SI تبدیل کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{جرم: } m = 5 \text{ gr} = 5 \times (10^{-3} \text{ kg}) = 5 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ \text{حجم: } V = 0.002 \text{ dm}^3 = 0.002 \times (10^{-1} \text{ m})^3 = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{5 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-6}} = 2500 \text{ kg} / \text{m}^3$$

۱ ۶۲ دو لیتر خون معادل با 2000 cm^3 بوده و جرم آن برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1050 = \frac{m}{2000} \Rightarrow m = 2100 \text{ gr} = 210 \text{ dagr}$$

تذکر

برای تبدیل گرم به دکاگرم، آن را در 10^{-1} ضرب کرده‌ایم:

$$1 \text{ dagr} = 10^1 \text{ gr} \rightarrow 1 \text{ gr} = 10^{-1} \text{ dagr}$$

در این سؤال، عدد گزارش شده توسط آمپرسنج دیجیتالی برابر 20.4 mA است، بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برحسب میکروآمپر برابر است با:

$$\text{دقت اندازه‌گیری} = 0.001 \text{ mA} = 0.001 \times 10^3 \mu\text{A} = 1 \mu\text{A}$$

تذکر

دقت شود هر میلی‌آمپر برابر 10^3 میکروآمپر است.

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A} = 10^{-3} \times 10^6 \mu\text{A} = 10^3 \mu\text{A} \Rightarrow 1 \text{ mA} = 10^3 \mu\text{A}$$

۳ ۵۴ برای محاسبه دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی A برحسب کیلوگرم، با

توجه به این‌که عدد گزارش شده شامل سه رقم اعشار است، دقت اندازه‌گیری آن به‌اندازه 0.001 واحد نوشته شده در جلوی عدد است:

$$2/400 \text{ kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = 0.001 \text{ kg}$$

دقت: 0.001 kg

از طرفی برای محاسبه دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی B برحسب گرم (gr)، ابتدا دقت اندازه‌گیری آن را برحسب واحد نوشته شده در جلوی عدد، یعنی kg ، به‌دست می‌آوریم و سپس دقت اندازه‌گیری آن را برحسب گرم محاسبه می‌کنیم:

$$4/900 \text{ kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = 0.0001 \text{ kg}$$

دقت: 0.0001 kg

$$= 0.0001 \times (10^3 \text{ gr}) = 0.1 \text{ gr}$$

بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

سؤال به‌نظر شما دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی A برحسب گرم چه قدر است؟

۱ ۵۵ کم‌ترین مقداری که ساعت اول می‌تواند اندازه‌گیری کند، ۱ دقیقه می‌باشد

و در نتیجه دقت اندازه‌گیری این ساعت برابر ۱ دقیقه یا همان ۶۰ ثانیه است.

از سوی دیگر دقت اندازه‌گیری ساعت دوم، برابر یک ثانیه است (چون کم‌ترین مقداری که می‌تواند اندازه‌گیری کند، برابر یک ثانیه است).

دقت اندازه‌گیری ۱ دقیقه یا ۶۰ ثانیه است. $12:00 \rightarrow$

دقیقه ← ساعت

دقت اندازه‌گیری ۱ ثانیه است. $12:00:00 \rightarrow$

ثانیه ← دقیقه

۴ ۵۶ دقت اندازه‌گیری توسط دستگاه دیجیتالی در هر یک از گزینه‌ها را برحسب gr

به‌دست می‌آوریم.

بررسی گزینه‌ها

۱) $35/43 \text{ gr} \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری 0.01 gr

دقت: 0.01 gr

معادل با dgr (دسی‌گرم)

۲) $78/5 \text{ dgr} \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $0.1 \text{ dgr} = 0.1 \times (10^{-1} \text{ gr}) = 0.01 \text{ gr}$

دقت: 0.01 dgr

۳) $4/74 \times 10^{-3} \text{ kg} \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $0.01 \times 10^{-3} \text{ kg}$

دقت: $0.01 \times 10^{-3} \text{ kg}$

معادل با kg

$$= 0.01 \times 10^{-3} \times (10^3 \text{ gr}) = 0.01 \text{ gr}$$

۴) $456 \text{ mgr} \xrightarrow{\text{به صورت یک عدد تنها و بدون ممیز}}$ دقت اندازه‌گیری 1 mgr

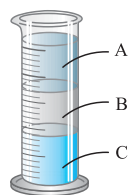
معادل با mgr

$$= 1 \times (10^{-3} \text{ gr}) = 0.001 \text{ gr}$$

دقت اندازه‌گیری در هر سه گزینه (۱)، (۲) و (۳) برابر 0.01 gr و در گزینه (۴) برابر 0.001 gr است.

۴۷ ۲ دقت شود که سنگین بودن یک جسم نسبت به جسم دیگر، دلیل بر فرورفتن آن جسم در آب نمی‌شود. به طور مثال فرض کنید ۵ kg آهن و ۵ kg چوب را بر روی سطح آب قرار دهیم. گرچه جرم این چوب بیشتر از آهن است (سنگین‌تر است)، ولی چون چگالی آن کم‌تر از چگالی آب است، در آب فرو نمی‌رود. ولی از آن جایی که چگالی آهن بیشتر از چگالی آب است، آهن در آب فرو می‌رود. در گزینه (۲) نیز چون چگالی پرتقال با پوست، کم‌تر از آب است بر روی سطح آب شناور می‌ماند ولی چون چگالی پرتقال بدون پوست، بیشتر از آب است، در آب فرو می‌رود.

۴۸ ۴ در داخل استوانه شیشه‌ای، مایعی که چگالی آن بیشتر است، پایین‌تر قرار می‌گیرد. بنابراین جیوه که چگالی آن بیشتر از دو مایع دیگر است در کف ظرف قرار می‌گیرد.



روغن زیتون: A
 آب: B
 جیوه: C
 $\rho_{\text{جیوه}} > \rho_{\text{آب}} > \rho_{\text{روغن زیتون}}$

۴۹ ۳

یادآوری

حجم برخی از اجسام که شکل هندسی مشخصی دارند به صورت زیر است، آن‌ها را به خاطر بسپارید:

مکعب
 $V = a^3$

استوانه
 $V = \pi r^2 h$

کره
 $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

مخروط
 $V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$

مکعب مستطیل
 $V = abc$

در مسائلی که شکل هندسی یک جسم تغییر می‌کند، جرم آن ثابت می‌ماند.

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times 5^3 \text{ cm}^3, \quad \rho = \frac{6 \text{ gr}}{\text{cm}^3}, \quad m = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 6 \times \frac{4}{3} \times \pi \times 5^3 = 1000 \pi \text{ gr}$$

$$\Rightarrow m = \pi \text{ kg} = 314 \text{ kg}$$

۷۰ ۲ باتوجه به تمرین (۲) در خلاصه نکات (۵)، گزینه (۲) صحیح است.

۷۱ ۴ **گام اول:** ابتدا جرم جسم را از رابطه زیر برحسب گرم به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 4 \times (2 \times 2 \times 2) = 32 \text{ gr}$$

واحد $\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$

گام دوم: در ادامه با توجه به استراتژی تبدیل واحد به صورت زنجیره‌ای داریم:

$$m = 32 \text{ gr} = 32 \text{ gr} \times \frac{1 \text{ قیراط}}{200 \times 10^{-3} \text{ gr}} = 160 \text{ قیراط}$$

۷۲ ۲ در طول فرایند تغییر شکل، جرم جسم ثابت می‌ماند. از طرفی چگالی ماده

نیز ثابت است، در نتیجه با توجه به رابطه $m = \rho V$ ، حجم ماده نیز در طول فرایند ثابت می‌ماند و داریم:

$$\left\{ \begin{aligned} &V_1 = \frac{4}{3} \pi R^3 \text{ (حجم کره در حالت اول)} \\ &V_2 = (\pi R^2 - \pi r^2) \times 2R \text{ (حجم استوانه در حالت دوم)} \\ &= 2\pi R^3 - 2\pi r^2 \times R \end{aligned} \right.$$

۶۳ ۳ برای تبدیل gr/mm^3 به kg/cm^3 به صورت زیر عمل می‌کنیم:

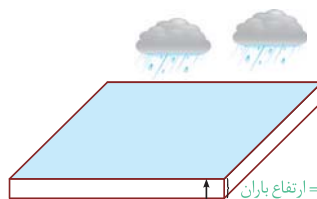
$$\rho = 0.01 \frac{\text{gr}}{(\text{mm})^3} = 0.01 \times \frac{(10^{-3} \text{ kg})}{(10^{-1} \text{ cm})^3}$$

$$= 0.01 \times \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-3} \text{ cm}^3} = 0.01 \text{ kg/cm}^3$$

توجه

هر میلی‌متر برابر با ۰/۱ یا 10^{-1} سانتی‌متر است.

۶۴ ۴ **گام اول:** (محاسبه حجم باران):



ارتفاع آب باران \times مساحت زمین = V : حجم باران باریده شده روی زمین

$$\text{ارتفاع باران} = 40 \text{ mm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{مساحت زمین} = 2500 \text{ km}^2 = 2500 \times (10^3 \text{ m})^2 = 2.5 \times 10^9 \text{ m}^2$$

$$\text{حجم باران} : V = 2.5 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-2} = 10^8 \text{ m}^3$$

گام دوم: (محاسبه جرم باران): طبق رابطه چگالی داریم:

$$\text{جرم باران} : m = \rho V = 10^3 \times 10^8 = 10^{11} \text{ kg}$$

۶۵ ۴ **گام اول:** (محاسبه جرم ظرف و جرم مایع): اگر ظرف به طور کامل از مایع پر شود، جرم مایع درون ظرف را برابر مایع m در نظر می‌گیریم. حال اگر ظرف تا نیمه از مایع پر شود، جرم مایع داخل ظرف برابر $\frac{m_{\text{مایع}}}{2}$ خواهد بود. حال می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{aligned} &m_{\text{ظرف}} + \frac{m_{\text{مایع}}}{2} = 240 \text{ gr} \Rightarrow \text{جرم کل} = \text{ظرف تا نیمه از مایع پر شود.} \\ &m_{\text{ظرف}} + m_{\text{مایع}} = 300 \text{ gr} \Rightarrow \text{جرم کل} = \text{ظرف به طور کامل از مایع پر شود.} \end{aligned} \right.$$

با توجه به دو معادله به دست آمده در فوق، جرم ظرف و جرم مایع به دست می‌آید.

$$\left\{ \begin{aligned} &m_{\text{ظرف}} + \frac{m_{\text{مایع}}}{2} = 240 \\ &m_{\text{ظرف}} + m_{\text{مایع}} = 300 \end{aligned} \Rightarrow m_{\text{ظرف}} = 180 \text{ gr}, m_{\text{مایع}} = 120 \text{ gr}$$

گام دوم: (محاسبه چگالی مایع): حال با توجه به حجم کل ظرف که برابر حجم کل مایع است، می‌توان چگالی مایع را به دست آورد:

$$\rho_{\text{مایع}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{V_{\text{مایع}}} = \frac{120}{80} = 1.5 \text{ gr/cm}^3$$

۶۶ ۴ برای حل این سؤال می‌توان گفت، جرم مایع پرنکننده ظرف برابر

$$240 \text{ gr} (= 300 - 60) \text{ و جرم روغن پرنکننده ظرف برابر } 160 \text{ gr} (= 460 - 300)$$

است. از طرفی حجم مایع و حجم روغن داخل ظرف با هم برابر است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$V_{\text{مایع}} = V_{\text{روغن}} \Rightarrow \frac{m_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{مایع}}} = \frac{m_{\text{روغن}}}{\rho_{\text{روغن}}} \Rightarrow \frac{240}{1.2} = \frac{160}{\rho_{\text{روغن}}}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{روغن}} = 0.8 \text{ gr/cm}^3 = 800 \text{ kg/m}^3 = 800 \text{ gr/Lit}$$

۷۸ ۲ با قرار دادن هر گوی در داخل ظرف، حجم مایع بالا آمده در ظرف، برابر حجم گوی می شود. حال فرض کنید با قرار دادن N عدد گوی در داخل ظرف، مایع به اندازه 2 cm بالا می آید. بنابراین می توان نوشت:

$$N \times V_{\text{گوی}} = V_{\text{مایع بالا آمده}} \Rightarrow N \times V_{\text{گوی}} = Ah$$

$$V_{\text{گوی}} = \frac{m_{\text{گوی}}}{\rho_{\text{گوی}}} \Rightarrow N \times \frac{m_{\text{گوی}}}{\rho_{\text{گوی}}} = Ah$$

$$\Rightarrow N \times \frac{120}{8} = 60 \times 2 \Rightarrow N = 8$$

بنابراین با قرار دادن ۸ گوی در داخل ظرف، مایع تا لبه ظرف بالا می آید.

۷۹ ۴ ابتدا حجم واقعی فلز به کار رفته در ساخت کره را محاسبه می کنیم که برابر است با:

$$V = \text{حجم حفره} - \text{حجم کره} = \frac{4}{3} \pi \times (0.1)^3 - \frac{4}{3} \pi \times (0.05)^3$$

$$= 3/5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

در ادامه جرم کره به سادگی از رابطه $m = \rho V$ به دست می آید:

$$\rho = 8 \frac{\text{kg}}{\text{Lit}} = 8 \times \frac{1 \text{ kg}}{(10^{-3} \text{ m}^3)} = 8000 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow \text{جرم کره} = m = \frac{8000 \times 3/5 \times 10^{-3}}{1} = 28 \text{ kg}$$

۸۰ ۴ **گام اول:** ابتدا محاسبه می کنیم که اگر یک مکعب با طول ضلع 10 cm و بدون حفره داشته باشیم، جرم آن چه قدر است؟

$$m = \rho V = 8 \times (10 \times 10 \times 10) = 8000 \text{ gr} = 8 \text{ kg}$$

گام دوم: جرم مکعب در سؤال برابر با 6 kg داده شده است، بنابراین به اندازه حجم 2 کیلوگرم از فلز، در آن حفره وجود دارد.

$$V = \frac{m}{\rho} = \text{حجم } 2 \text{ کیلوگرم از فلز (یا } 2000 \text{ gr از فلز)} = \text{حجم حفره}$$

$$= \frac{2000 \text{ gr}}{8 \text{ gr/cm}^3} = 250 \text{ cm}^3$$

بنابراین، گزینه (۴) صحیح است.

۸۱ ۳ **گام اول:** با توجه به جرم کره فلزی و چگالی آن، حجم واقعی فلز مورد استفاده را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m_{\text{فلز}}}{V_{\text{فلز}}} \Rightarrow 2/7 = \frac{1080}{V_{\text{فلز}}} \Rightarrow V_{\text{فلز}} = 400 \text{ cm}^3$$

گام دوم: حال با توجه به اختلاف حجم واقعی فلز و حجم ظاهری کره، می توان نوشت:

$$\text{حجم کره} = V_{\text{کره}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 5^3 = 500 \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم حفره} = V_{\text{کره}} - V_{\text{فلز}} = 500 - 400 = 100 \text{ cm}^3$$

$$\frac{\text{حجم حفره}}{\text{حجم کره}} \times 100 = \frac{100}{500} \times 100 = 20\%$$

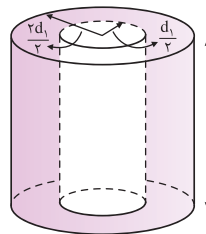
۸۲ ۱ مشابه با سؤالات قبل داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{حجم } 200 \text{ cm}^3 = \text{حجم آب خارج شده} = \text{حجم ظاهری مکعب} \\ \text{حجم حفره موجود} + \text{حجم واقعی مکعب فلزی} = \text{حجم ظاهری مکعب} \end{array} \right.$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{4}{3} \pi R^3 = 2\pi R^3 - 2\pi R'^3 \Rightarrow 2\pi R R'^3 = \frac{2}{3} \pi R^3$$

$$\Rightarrow R'^3 = \frac{1}{3} R^3 \Rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{1}{\sqrt[3]{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

۷۳ ۴ با توجه به رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ ، به راحتی می توان نوشت:



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

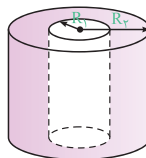
$$\Rightarrow m = \rho (\pi \frac{d^2}{4} - \pi \frac{d_1^2}{4}) L$$

$$= \frac{1}{4} \pi \rho L (d^2 - d_1^2)$$

$$d_2 = 2d_1 \rightarrow m = \frac{1}{4} \pi \rho L ((2d_1)^2 - d_1^2) = \frac{3}{4} \pi \rho L d_1^2$$

۷۴ ۴ برای دو حالت، چگالی جسم ثابت می ماند، بنابراین می توان نوشت:

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



$$V_1 = L \times (\pi R^2 - \pi r^2)$$

$$V_2 = 2L \times (\pi (2R)^2 - \pi (2r)^2)$$

$$= 12L (\pi R^2 - \pi r^2) = 12V_1$$

$$\Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{V_2}{V_1} = 12 \Rightarrow m_2 = 12m_1 \Rightarrow m_2 = 12M$$

۷۵ ۱ جرم جسم برابر $11/5 \text{ gr}$ و حجم آن برابر $23/1 - 18/5 = 4/6 \text{ mL}$

است. بنابراین چگالی این جسم برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{11/5 \times 10^{-3}}{4/6 \times 10^{-6}} = 2500 \text{ kg/m}^3$$

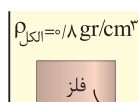
۷۶ ۳ برای محاسبه چگالی فلز، ابتدا حجم آب جابه جا شده را (که برابر با حجم قطعه فلز است) به دست می آوریم:

حجم فلز = حجم آب جابه جا شده

$$\Rightarrow V = 10 \times 1/2 = 12 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{90 \text{ gr}}{12 \text{ cm}^3} = 7/5 \text{ gr/cm}^3$$

۷۷ ۱ در این مسأله باید دقت شود که حجم الکل سرریز شده از ظرف با حجم قطعه فلز برابر است. بنابراین می توان نوشت:



$$\rho = 2/7 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 0/8 = \frac{160}{V} \Rightarrow V = \frac{160}{0/8} = 200 \text{ cm}^3$$

$$m' = 540 \text{ gr} : \rho' = \frac{m'}{V'} \Rightarrow 2/7 = \frac{m'}{200} \Rightarrow \text{جرم قطعه فلز}$$

خلقیت حرفه ای ها

حل این تست پر تکرار، به صورت زیر سریع تر انجام می پذیرد:

$$V_{\text{فلز}} = V_{\text{مایع}} \Rightarrow \frac{m_{\text{فلز}}}{\rho_{\text{فلز}}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{مایع}}} \Rightarrow \frac{m_{\text{فلز}}}{2/7} = \frac{160}{0/8} \Rightarrow m_{\text{فلز}} = 540 \text{ gr}$$

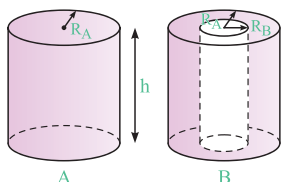
همچنین با استفاده از اطلاعات سؤال داریم:

حال با مقایسه رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ برای دو فلز داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{V_{\text{آسمیم}} = V_{\text{مس}}} \frac{\rho_{\text{آسمیم}}}{\rho_{\text{مس}}} = \frac{m_{\text{آسمیم}}}{m_{\text{مس}}}$$

$$\Rightarrow \frac{m_{\text{آسمیم}}}{m_{\text{مس}}} = \frac{22/5 \times 10^3}{9 \times 10^3} = \frac{5}{2} = 2/5$$

در مقایسه چگالی استوانه‌های A و B، کافی است حجم آن‌ها را مقایسه کنیم:



$$\begin{cases} m_A = m_B \\ V_A = \pi R_A^2 h \\ V_B = \pi (R_A^2 - R_B^2) h = \frac{3}{4} \pi R_A^2 h \\ \left(\frac{1}{4} R_A\right)^2 \end{cases}$$

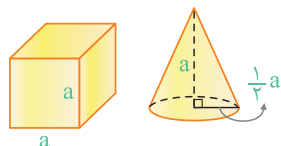
$$\Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} = 1 \times \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

با توجه به اطلاعات سؤال می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \frac{\rho_A}{\rho_B} = 1/6 \\ \rho_B \\ r_A = 3 \text{ cm}, r_B = 6 \text{ cm} \end{cases} \xrightarrow{V = \frac{4}{3} \pi r^3} \frac{V_B}{V_A} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3 = \left(\frac{6}{3}\right)^3 = 8$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \Rightarrow 1/6 = \frac{m_A}{m_B} \times 8 \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{5}$$

با توجه به اطلاعات سؤال، به کمک رابطه $m = \rho V$ به این سؤال پاسخ می‌دهیم:



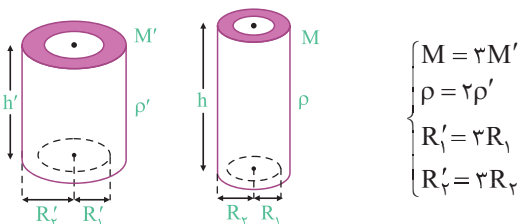
$$V_{\text{مخروط}} = \frac{1}{3} \times (\text{مساحت قاعده}) \times (\text{ارتفاع})$$

$$V_{\text{مکعب}} = a^3 = \frac{1}{3} \left[\pi \times \frac{1}{4} a^2 \right] \times a = \frac{1}{12} \pi a^3 = \frac{1}{4} a^3$$

$$m = \rho V \Rightarrow \frac{m_{\text{مخروط}}}{m_{\text{مکعب}}} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{V_{\text{مخروط}}}{V_{\text{مکعب}}}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{\frac{1}{4} a^3}{a^3} \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = 4$$

ابتدا حجم دو استوانه و نسبت آن‌ها را به دست می‌آوریم:



$$\begin{cases} M = 3M' \\ \rho = 2\rho' \\ R' = 3R \\ R'_2 = 3R_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{جرم مکعب} = 1400 \text{ gr} \\ \text{چگالی فلز} = 8 \text{ gr/cm}^3 \end{cases} \xrightarrow{V = \frac{m}{\rho}} \text{حجم واقعی مکعب} = \frac{1400}{8} = 175 \text{ cm}^3$$

در نتیجه حجم حفره موجود در مکعب برابر است با:

$$\text{حجم حفره موجود} = \text{حجم واقعی} - \text{حجم ظاهری} = 200 - 175 = 25 \text{ cm}^3$$

گام اول: حجم خالص برنز استفاده شده در مجسمه، با توجه به جرم و چگالی آن برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 8000 = \frac{40}{V} \Rightarrow V = 0.005 \text{ m}^3$$

گام دوم: در ادامه به صورت زیر، حجم فضای خالی را محاسبه می‌کنیم:

حجم خالص برنز - حجم ظاهری مجسمه = حجم فضای خالی

$$= 0.005 - 0.005 = 0.005 \text{ m}^3$$

گام سوم: جرم نفت مورد نیاز برای پرکردن فضای خالی داخل مجسمه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\rho_{\text{نفت}} = \frac{m_{\text{نفت}}}{V_{\text{نفت}}} \xrightarrow{\rho_{\text{نفت}} = 800 \text{ kg/m}^3} m_{\text{نفت}} = 800 \times \frac{45}{1000} = 36 \text{ kg}$$

برای پاسخ دادن به این سؤال، ابتدا حجم واقعی فلز توپر و فلز توخالی را

به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} \text{وزن مکعب توپر} = m_1 g \Rightarrow 10 m_1 = 8 \Rightarrow m_1 = 0.8 \text{ kg} = 800 \text{ gr} \\ \text{حجم مکعب توپر} : V_1 = \frac{m_1}{\rho} = \frac{800}{10} = 80 \text{ cm}^3 \\ \text{وزن مکعب توخالی} = m_2 g \Rightarrow 10 m_2 = 4 \Rightarrow m_2 = 0.4 \text{ kg} = 400 \text{ gr} \\ \text{حجم واقعی مکعب توخالی} : V_2 = \frac{m_2}{\rho} = \frac{400}{10} = 40 \text{ cm}^3 \\ \text{حجم حفره} = 80 - 40 = 40 \text{ cm}^3 \end{cases}$$

با توجه به داده‌های مسأله و کمک گرفتن از رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ داریم:

$$\rho_A = 1/5 \rho_B \Rightarrow (V_B = 500 \text{ cm}^3 \Rightarrow m_B = 200 \text{ gr})$$

$$(V_A = 200 \text{ cm}^3 \Rightarrow m_A = ?)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{200}{500} = 0.4 \text{ gr/cm}^3$$

$$\xrightarrow{\rho_A = 1/5 \rho_B} \rho_A = 1/5 \times 0.4 = 0.08 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow m_A = \rho_A V_A = 0.08 \times 200 = 16 \text{ gr}$$

نکته دیگر

برای مقایسه چگالی دو ماده با توجه به رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \Rightarrow 1/5 = \frac{m_A}{200} \times \frac{500}{200} \Rightarrow m_A = 160 \text{ gr}$$

اطلاعات سؤال به صورت زیر است:

$$\rho_{\text{آسمیم}} = 22/5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_{\text{مس}} = 9 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$\xrightarrow{\text{تبدیل } \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \text{ به } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \rho_{\text{مس}} = 9 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, V_{\text{آسمیم}} = V_{\text{مس}}$$

بیمه جور دیگه فکر کنیم

با توجه به شکل، شیب نمودار مربوط به B (چگالی فلز B) دو برابر شیب نمودار مربوط به A (چگالی فلز A) است. بنابراین می توان نوشت:

$$\rho_B = 2\rho_A = 2 \times 4000 = 8000 \text{ kg/m}^3 = 8 \text{ gr/cm}^3$$

$$m'_B = 400 \text{ gr} \Rightarrow V'_B = \frac{m'_B}{\rho_B} = \frac{400}{8} = 50 \text{ cm}^3 = 50 \text{ mlit}$$

۳ ۹۳ با توجه به خلاصه نکات (۶)، چگالی مخلوط همگن دو ماده از رابطه

$$\rho_{\text{کل}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \rho_{\text{کل}} &= 1400 \text{ kg/m}^3 = 1.4 \text{ gr/cm}^3 \\ \rho_1 &= 1300 \text{ kg/m}^3 = 1.3 \text{ gr/cm}^3, \quad V_1 = 300 \text{ cm}^3 \\ \rho_2 &= 1500 \text{ kg/m}^3 = 1.5 \text{ gr/cm}^3, \quad V_2 = ? \end{aligned} \right.$$

بنابراین می توان نوشت:

$$1.4 = \frac{(1.3 \times 300) + (1.5 \times V_2)}{300 + V_2} \Rightarrow 420 + 1.4 V_2 = 390 + 1.5 V_2$$

$$\Rightarrow V_2 = 300 \text{ cm}^3$$

۳ ۹۴ با توجه به تمرین (۱) در خلاصه نکات (۶)، گزینه (۳) صحیح است.

۳ ۹۵ برای محاسبه چگالی مخلوط به صورت زیر عمل می کنیم:

$$\left\{ \begin{aligned} \rho_{\text{کل}} &= \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \\ V_1 &= \frac{1}{3} V \rightarrow m_1 = \rho_1 V_1 = \frac{1}{3} V \rho_1 \\ V_2 &= \frac{2}{3} V \rightarrow m_2 = \rho_2 V_2 = \frac{2}{3} V \rho_2 \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{کل}} = \frac{\frac{1}{3} V \rho_1 + \frac{2}{3} V \rho_2}{\frac{1}{3} V + \frac{2}{3} V} = \frac{\frac{1}{3} \rho_1 + \frac{2}{3} \rho_2}{1} = \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3}$$

۴ ۹۶ اگر جرم مخلوط را برابر m در نظر بگیریم، داریم:

$$\left\{ \begin{aligned} m_1 &= \frac{25}{100} m = \frac{1}{4} m \Rightarrow V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{\frac{1}{4} m}{\rho_1} = \frac{m}{4\rho_1} \\ m_2 &= m - \frac{25}{100} m = \frac{75}{100} m = \frac{3}{4} m \Rightarrow V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{\frac{3}{4} m}{\rho_2} = \frac{3m}{4\rho_2} \end{aligned} \right.$$

$$\rho_{\text{کل}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\frac{1}{4} m + \frac{3}{4} m}{\frac{m}{4\rho_1} + \frac{3m}{4\rho_2}} = \frac{1}{\frac{\rho_2 + 3\rho_1}{4\rho_1\rho_2}} = \frac{4\rho_1\rho_2}{\rho_2 + 3\rho_1}$$

۱ ۹۷ برای پاسخ دادن به این سؤال، گام های زیر را طی می کنیم:

گام اول: ابتدا با توجه به نمودار داده شده، چگالی ماده B را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{\text{یکسان } V} \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{m_B}{m_A}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_B}{2} = \frac{9m}{2m} \Rightarrow \rho_B = 9 \text{ gr/cm}^3$$

$$\left\{ \begin{aligned} V' &= \pi R_1'^2 h' - \pi R_1'^2 h' = \pi h' (R_1'^2 - R_1'^2) \\ &= \pi h' ((R_2)^2 - (R_1)^2) = 9\pi h' (R_2^2 - R_1^2) \\ V &= \pi R_2^2 h - \pi R_1^2 h = \pi h (R_2^2 - R_1^2) \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V'} = \frac{\pi h (R_2^2 - R_1^2)}{9\pi h' (R_2^2 - R_1^2)} = \frac{h}{9h'}$$

در ادامه با کمک رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ می توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho} = \frac{M'}{M} \times \frac{V}{V'} \Rightarrow \frac{\rho'}{2\rho'} = \frac{M'}{2M'} \times \frac{h}{9h'}$$

$$\Rightarrow \frac{h}{h'} = \frac{2V}{V} = 1/5$$

۴ ۹۱ در حجم یکسان V، جرم A برابر 40 gr و جرم B برابر 20 gr است و

می توان نوشت:

$$V_A = V_B = V$$

$$m_B = 20 \text{ gr}, \quad m_A = 40 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A}$$

$$= \frac{40}{20} \times \frac{V}{V} = 2$$

بیمه جور دیگه فکر کنیم

با توجه به این که نمودار حجم بر حسب جرم برای دو ماده رسم شده است، شیب نمودار برابر عکس چگالی است و داریم:

$$\tan \theta = \frac{1}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{1}{\tan \theta}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \rho_A &= \frac{1}{\tan \alpha} = \frac{1}{\frac{1}{V} \times 40} = \frac{40}{V} \\ \rho_B &= \frac{1}{\tan \beta} = \frac{1}{\frac{1}{V} \times 20} = \frac{20}{V} \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = 2$$

۳ ۹۲ با توجه به نمودار داده شده، می توان نوشت:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \quad \rho_A = 4000 \text{ kg/m}^3 = 4 \text{ gr/cm}^3$$

$$4 = \frac{40}{V_A} \Rightarrow V_A = V_1 = 10 \text{ cm}^3$$

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{80}{10} = 8 \text{ gr/cm}^3 \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} m'_B &= 400 \text{ gr} \\ \rho_B &= 8 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned} \right.$$

برای V_1 است.

$$\Rightarrow V'_B = \frac{m'_B}{\rho_B} = \frac{400}{8} = 50 \text{ cm}^3 = 50 \text{ mlit}$$