

فصل

فیزیک و اندازه گیری



### اندازه‌گیری و کمیت

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

۶- یکای هر کمیت:

(سنهش ۸۱)

- (۱) از اول پیدایش علم مقدار ثابتی بوده است.  
 (۲) نمی‌تواند مستقل از کمیت‌های دیگر باشد.  
 (۳) مقدار معینی از همان کمیت است.  
 (۴) الزاماً مستقل از کمیت‌های دیگر است.

۷- چرا دانشمندان برای هر کمیت، یکای معینی را تعریف کردند؟

(سنهش ۹۳)

- (۱) به این دلیل که ارزش کمیت‌ها با هم متفاوت است.  
 (۲) به این دلیل که کاربرد کمیت‌ها با هم متفاوت است.  
 (۳) برای این که قوانین فیزیک، کمیت‌ها را به هم مربوط کرده است.  
 (۴) برای این که عددهای حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت با هم مقایسه‌پذیر باشند.

۸- کدام گزینه درباره‌ی یک کمیت نادرست است؟

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

۹- کمیت‌های اصلی، کمیت‌هایی هستند که:

(سنهش ۸۶)

- (۱) ثابت هستند.  
 (۲) در دسترس هستند.  
 (۳) یکای آن‌ها به طور مستقل تعریف شده است.  
 (۴) دارای یکای مناسب هستند.  
 ۱۰- در عمل نیازی نیست که برای هر یک از کمیت‌های فیزیکی یکای مستقل تعریف شود، زیرا:  
 (۱) منابع انتخاب یکا محدود است.  
 (۲) در عمل با تمام کمیت‌ها در ارتباط نیستیم.  
 (۳) قوانین فیزیک و ریاضی، کمیت‌ها را به هم مربوط می‌کند.  
 (۴) تعدادی از کمیت‌ها بدون یکا (واحد) هستند.

آیا کمیت‌های اهلی و یکایشان را به خاطر سپرده‌اید؟

۱۱- کمیت‌های عنوان‌شده در کدام گزینه همگی اصلی‌اند؟

(سراسری ریاضی خارج ۸۶)

- (۱) شدت روشنایی، طول، نیرو  
 (۲) گرم، زمان، جرم  
 (۳) جریان الکتریکی، دما، جرم  
 (۴) اختلاف پتانسیل الکتریکی، مقدار ماده، زمان  
 ۱۲- جرم و زمان از ..... و کیلوگرم و ثانیه از ..... در SI می‌باشند.

- (۱) یکاهای فرعی - یکاهای اصلی  
 (۲) یکاهای اصلی - کمیت‌های فرعی  
 (۳) کمیت‌های اصلی - یکاهای اصلی  
 (۴) کمیت‌های اصلی - کمیت‌های فرعی  
 ۱۳- یکای کمیت‌های اصلی «طول، جرم، زمان و دما» در SI، در کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ به درستی بیان شده‌اند؟  
 (۱) متر، گرم، ثانیه، درجه‌ی سلسیوس  
 (۲) متر، کیلوگرم، ثانیه، کلوین  
 (۳) سانتی‌متر، کیلوگرم، دقیقه، کلوین  
 (۴) سانتی‌متر، گرم، دقیقه، کلوین

(سراسری ریاضی ۸۶ با تغییر)

- ۱۴- ..... از کمیت‌های اصلی و ..... از کمیت‌های فرعی در SI 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 شدت جریان

۱۵- در کدام گزینه کمیت‌های مطرح‌شده جزء کمیت‌های اصلی هستند و به یکای آن‌ها در SI به درستی اشاره شده است؟

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

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

(سنهش ۸۷)

۱۶- کدام مورد هم درباره‌ی کمیت‌های برداری و هم درباره‌ی کمیت‌های نرده‌ای درست است؟

- (۱) دارای جهت‌اند.  
 (۲) قابل اندازه‌گیری‌اند.  
 (۳) عمل تفریق برای هر دو به یک صورت تعریف شده است.  
 (۴) عمل جمع برای هر دو به یک صورت تعریف شده است.

۱۷- چه تعداد از کمیت‌های روبه‌رو برداری هستند؟ سرعت / مقاومت الکتریکی / جریان الکتریکی / اختلاف پتانسیل الکتریکی / گرما / دما / جرم / چگالی

- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

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

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵



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

۱۹- پاسکال (یکای فشار در SI) به کدام شکل برحسب یکاهای اصلی بیان می‌شود؟

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

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

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

۲۱- اگر دو سر فنری را با نیروی  $F$  بکشیم، طول فنر به اندازه‌ی  $\Delta x$  زیاد می‌شود. بین  $F$  و  $\Delta x$  رابطه‌ی  $F = K \Delta x$  برقرار است. یکای  $K$  برحسب یکاهای اصلی در کدام گزینه به درستی ذکر شده است؟

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

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

$$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{s}}{\text{N}} \quad (۴) \quad \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}} \quad (۳) \quad \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} \quad (۲) \quad \frac{\text{N}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \quad (۱)$$

### تبدیل واحدها و معادله‌های علمی

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

۲۳- مایل که از یکاهای متداول طول در دستگاه بریتانیایی است، تقریباً برابر با ۱۶۰۰ متر است. فاصله‌ی دو شهر نیویورک و لندن برابر با ۳۴۸۰ مایل است. این فاصله برابر چند کیلومتر است؟

$$۵۵۶۸۰۰۰ \quad (۴) \quad ۵۵۶۸ \quad (۳) \quad ۲۱۷۵۰۰۰ \quad (۲) \quad ۲۱۷۵ \quad (۱)$$

۲۴-  $۶ / ۲۵$  خروار برابر چند تن است؟ (۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز، ۱ من تبریز = ۶۴۰ مثقال، ۱ مثقال =  $۴ / ۸۶$  گرم)

$$۱۹۴۴ \quad (۴) \quad ۱۹۴ / ۴ \quad (۳) \quad ۱۹ / ۴۴ \quad (۲) \quad ۱ / ۹۴۴ \quad (۱)$$

۲۵- ارتفاع هواپیمایی از سطح آزاد دریاها ۳۰۰۰ پا (فوت) است. این ارتفاع چند برابر کیلومتر است؟ (هر پا برابر ۱۲ اینچ و هر اینچ  $۲ / ۵$  cm است.)

$$۱۲ \quad (۴) \quad ۹ \quad (۳) \quad ۷ / ۵ \quad (۲) \quad ۶ \quad (۱)$$

۲۶- ارتفاع برج میلاد، به عنوان ششمین برج بلند مخابراتی جهان، برابر  $۴۳۵ / ۱۰۰$  متر است. اگر هر فوت برابر ۱۲ اینچ و هر اینچ  $۲ / ۵۴$  سانتی‌متر باشد، ارتفاع برج میلاد تقریباً برابر با چند فوت است؟

$$۱۴۲۸ \quad (۴) \quad ۱۴۲۸ \quad (۳) \quad ۱۴۳۷ \quad (۲) \quad ۱۴۲۷ \quad (۱)$$

۲۷- طول سی و سه پل اصفهان برابر با  $۲۹۳ / ۲۸$  m است. این عدد برحسب فرسنگ برابر کدام گزینه است؟ (هر فرسنگ برابر با ۶۰۰۰ ذرع و هر ذرع معادل ۱۰۴۰ میلی‌متر است.)

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

۲۸- راید، استادیوم و پل‌ترو از یکاهای قدیمی یونانی طول هستند. یک راید برابر ۴ استادیوم، یک استادیوم برابر ۶ پل‌ترو و یک پل‌ترو برابر  $۳۰ / ۸$  m است.  $۵۰ / ۱۰۰$  راید برابر چند کیلومتر است؟

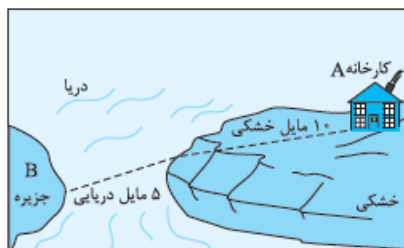
$$۷۳ / ۹۲ \quad (۴) \quad ۳۶ / ۹۶ \quad (۳) \quad ۹ / ۲۴ \quad (۲) \quad ۶ / ۱۶ \quad (۱)$$

۲۹- یک اینچ برابر  $۲ / ۵۴$  cm، یک فوت برابر ۱۲ اینچ و یک یارد برابر ۳ فوت است.  $۱۱۴۳ / ۱۰۰$  mm برابر چند یارد است؟

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

۳۰- قد علی دایی، آقای گل جهان، برابر با  $۶ / ۱۰۰$  ft و  $۳ / ۶۰$  in است. قد علی دایی برحسب سانتی‌متر تقریباً برابر کدام گزینه است؟ (هر ft برابر ۱۲ in و هر in برابر  $۲ / ۵۴$  سانتی‌متر است.)

$$۱۹۳ \quad (۴) \quad ۱۹۲ \quad (۳) \quad ۱۹۱ \quad (۲) \quad ۱۹۰ \quad (۱)$$



۳۱- در شکل مقابل باید کالایی، طبق مسیر مشخص‌شده، از کارخانه‌ی A با کامیون و کشتی به جزیره‌ی B منتقل شود. مسافتی که کالای می‌کند، چند کیلومتر است؟ (یک مایل در خشکی برابر  $۱۶۰۹$  متر و در دریا  $۱۸۵۲$  متر است.)

$$۳۵ / ۲۵ \quad (۱) \\ ۲۵ / ۳۵ \quad (۲) \\ ۳۰ / ۳۵ \quad (۳) \\ ۲۰ / ۲۵ \quad (۴)$$



۳۲- اگر فاصله‌ی زمین تا خورشید را  $2 \times 10^{11} \text{ m}$  در نظر بگیریم، قطر خورشید به صورت نماد علمی چند واحد نجومی (AU) است؟ (قطر خورشید  $1/4 \text{ Mm}$  است.)

- (۱)  $0.7 \times 10^{-6}$  (۲)  $7 \times 10^{-6}$  (۳)  $7 \times 10^{-5}$  (۴)  $7 \times 10^{-6}$

۳۳- یک سال نوری تقریباً چند برابر یک یکای نجومی است؟ فاصله‌ی زمین تا خورشید را  $2 \times 10^{11} \text{ m}$  در نظر بگیرید.

- (۱) ۵۰۰۰ (۲) ۱۰۰۰ (۳) ۵۰۰۰۰ (۴) ۱۰۰۰۰۰

در ۳ تست بعری با نگاهای مسافت و حجم سروکله می‌زنیم!

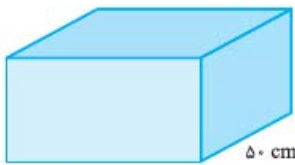
۳۴- ابعاد یک زمین فوتبال  $110/00$  متر در  $70/00$  متر است. مساحت این زمین فوتبال چند هکتار است؟

- (۱)  $0.77$  (۲)  $7/70$  (۳)  $77/00$  (۴)  $770/00$

۳۵- طول، عرض و ارتفاع یک مکعب‌مستطیل به ترتیب  $2/500 \text{ m}$ ،  $40/0 \text{ cm}$  و  $300 \text{ mm}$  است. حجم مکعب برحسب میلی‌متر مکعب برابر کدام گزینه است؟

- (۱)  $3 \times 10^7$  (۲)  $3 \times 10^8$  (۳)  $12 \times 10^7$  (۴)  $12 \times 10^8$

۳۶- گالن (یکی از واحدهای متداول حجم در دستگاه بریتانیایی) تقریباً برابر با  $4/4$  لیتر است.  $30$  گالن آب را درون یک آکواریوم به ابعاد شکل زیر می‌ریزیم. ارتفاع آب در آکواریوم چند سانتی‌متر می‌شود؟



- (۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴) ۶۰

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

۳۷- فاصله‌ی دو روستای «علی‌آباد» و «حسن‌آباد» به گفته‌ی پدربزرگ پدرام  $2$  فرسنگ است. اگر پدرام مسیر مستقیم بین دو روستا را با سرعت  $45 \text{ km/h}$  طی کند، بعد از چند دقیقه از علی‌آباد به حسن‌آباد می‌رسد؟ (هر فرسنگ را  $6000$  متر در نظر بگیرید.)

- (۱) ۱۲ (۲) ۱۶ (۳) ۲۰ (۴) ۲۴

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

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۶ (۴) ۷۲

۳۹- سرعت نور در خلأ تقریباً  $3/00 \times 10^8 \text{ m/s}$  است. سرعت نور برحسب  $\text{AU/min}$  (یکای نجومی بر دقیقه) برابر کدام گزینه است؟ (متوسط فاصله‌ی زمین تا خورشید  $2 \times 10^{11} \text{ m}$  است.)

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

۴۰- یک کشتی که با تندی  $200$  گره در حال حرکت است، چند ثانیه طول می‌کشد تا مسافتی به اندازه‌ی  $20/6 \text{ km}$  را طی کند؟ (هر گره را برابر با  $515 \text{ m/s}$  در نظر بگیرید.)

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۴۱- تندی یک کشتی  $8$  گره است. تندی این کشتی تقریباً چند مایل بر ساعت است؟ (هر گره تقریباً  $0.5 \text{ m/s}$  و هر مایل در دریا تقریباً  $1800$  متر است.)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۸

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

- (۱) ۵ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴)  $12/8$

۴۳- رکورد سریع‌ترین کاهش وزن در جهان در اختیار رضا دیداری (یک جوان گیلانی) است که توانست در مدت  $12$  ماه، به طور طبیعی، وزن (به طور علمی‌تر، جرم) خود را از  $200 \text{ kg}$  به  $80 \text{ kg}$  برساند. آهنگ کاهش جرم وی چند میلی‌گرم بر ثانیه بوده است؟

- (۱)  $1250/224$  (۲)  $125/162$  (۳)  $125/81$  (۴)  $125/27$

در بحث پیشونرها باید ضریب هر پیشونر را فقط باشید و بتوانید پیشونرهای مختلف را به هم تبدیل کنید.

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

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

(سنجش ۹۳)

۴۵- معادل چند متر مکعب است؟

- (۱)  $4/52 \times 10^{-9}$  (۲)  $4/52 \times 10^{-7}$  (۳)  $4/52 \times 10^{-4}$  (۴)  $4/52 \times 10^7$

۴۶- هر میلی‌لیتر معادل است با یک ..... (ضریب پیشوند دسی  $10^{-1}$  است.)

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



۴۷- جرم جسمی  $0.0003060 \text{ kg}$  اندازه‌گیری شده است. نوشتن این اندازه برحسب گرم، به کدام صورت زیر درست است؟

- (۱)  $0.0306$  (۲)  $0.3060$  (۳)  $3.06 \times 10^{-3}$  (۴)  $3.060 \times 10^{-4}$

۴۸- با استفاده از شیوه‌ی نمادگذاری علمی،  $257 \text{ m}$  را برحسب میکرون (میکرومتر) به کدام صورت باید نوشت؟

- (۱)  $2.57 \times 10^{-4}$  (۲)  $2.57 \times 10^{-6}$  (۳)  $2.57 \times 10^6$  (۴)  $2.57 \times 10^8$

۴۹- قطر هسته‌ی اورانیوم،  $0.175 \text{ pm}$  است. این عدد در SI و به صورت نمادگذاری علمی در کدام گزینه به درستی عنوان شده است؟

- (۱)  $0.175 \times 10^{-10}$  (۲)  $0.175 \times 10^{-13}$  (۳)  $1.75 \times 10^{-10}$  (۴)  $1.75 \times 10^{-14}$

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

- (۱)  $14400$  (۲)  $1.44 \times 10^4$  (۳)  $14400000$  (۴)  $1.44 \times 10^7$

### خطا و دقت در اندازه‌گیری

برای این‌که از پس تست‌های این قسمت بریابید، باید معنی اصطلاحات «خطای اندازه‌گیری»، «دقت و حساسیت اندازه‌گیری»، «رقم‌های بامعنی»، «رقم فرسی» و ... را بدانید. آیا می‌دانید؟ به توضیحی همیشگی ما توجه کنید؛ درس‌نامه را خوب بفوانید!

۵۱- دقت اندازه‌گیری به کدام یک از عوامل زیر بستگی ندارد؟

- (۱) مهارت شخصی که اندازه‌گیری می‌کند. (۲) رقمی (دیجیتال) بودن یا نبودن ابزار اندازه‌گیری  
(۳) تعداد دفعاتی که اندازه‌گیری تکرار می‌شود. (۴) حساسیت ابزار اندازه‌گیری

۵۲- شکل زیر صفحه‌ی نمایشگر یک آمپرسنج رقمی را نشان می‌دهد. کدام گزینه گزارش درست‌تری از این اندازه‌گیری است؟



- (۱)  $2010 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$  (۲)  $2010 \text{ mA} \pm 0.5 \text{ mA}$   
(۳)  $2.01 \text{ A} \pm 0.01 \text{ A}$  (۴)  $2.01 \text{ A} \pm 0.001 \text{ A}$

۵۳- طول یک مداد را با یک خطکش که برحسب سانتی‌متر مدرج شده اندازه گرفته‌ایم و مقدار آن را  $0.090 \text{ m}$  گزارش کرده‌ایم. به ترتیب رقم غیرقطعی و تعداد ارقام بامعنی این اندازه‌گیری کدام است؟

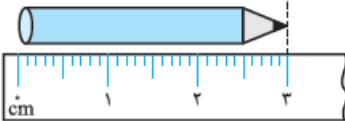
- (۱)  $2$  و  $0$  (۲)  $3$  و  $0$  (۳)  $1$  و  $9$  (۴)  $2$  و  $9$

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱۲۲ g	۱۲۱ g	۱۲۷ g	۱۲۲ g	۱۲۳ g	۱۲۱ g	۱۲۸ g	۱۲۲ g

۵۴- در هشت بار اندازه‌گیری جرم یک جسم به وسیله‌ی یک ترازو، مقدارهای روبه‌رو به دست آمده است. کدام گزینه گزارش دقیق‌تر و قابل قبولی از این اندازه‌گیری است؟

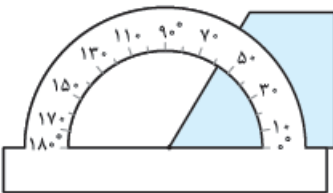
- (۱)  $121.8$  (۲)  $122$  (۳)  $121$  (۴)  $123$

۵۵- با توجه به شکل روبه‌رو، در گزارش طول مداد، خطای وسیله ..... و تعداد ارقام بامعنا ..... است.



- (۱)  $2.1 \text{ cm} \pm 0.1$  (۲)  $2.1 \text{ cm} \pm 0.01$   
(۳)  $3.1 \text{ cm} \pm 0.05$  (۴)  $2.1 \text{ cm} \pm 0.05$

۵۶- در شکل روبه‌رو، با نقاله یکی از زاویه‌های یک قطعه‌ی دوزنقه‌ای شکل را نشان داده‌ایم. کدام گزینه گزارش دقیق‌تر و قابل قبولی از اندازه‌ی این زاویه است؟



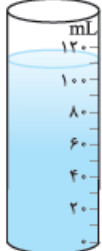
- (۱)  $50^\circ \pm 10^\circ$  (۲)  $57^\circ \pm 5^\circ$   
(۳)  $57.5^\circ \pm 5^\circ$  (۴)  $60^\circ \pm 10^\circ$

۵۷- با یک کولیس که کمینه‌ی تقسیم‌بندی آن  $0.1 \text{ mm}$  است، قطر داخلی یک لوله  $0.3520 \text{ m} \pm 0.0005 \text{ m}$  گزارش شده است. رقم غیرقطعی و تعداد ارقام بامعنا‌ی این گزارش کدام است؟

- (۱)  $2$  و  $4$  (۲)  $3$  و  $2$  (۳)  $5$  و  $0$  (۴)  $4$  و  $0$

۵۸- به کمک یک تندیسنج عقربه‌ای (مدرج)، تندى یک اتومبیل در یک لحظه  $108 \text{ km/h} \pm 1 \text{ km/h}$  گزارش شده است. کمینه‌ی تقسیم‌بندی این تندیسنج و تعداد ارقام بامعنا‌ی گزارش کدام است؟

- (۱)  $1 \text{ km/h}$  و  $2$  رقم (۲)  $1 \text{ km/h}$  و  $3$  رقم (۳)  $2 \text{ km/h}$  و  $2$  رقم (۴)  $2 \text{ km/h}$  و  $3$  رقم



۵۹- در کدام گزینه، حجم مایع درون استوانه‌ی روبه‌رو درست‌تر و دقیق‌تر گزارش شده است؟

- (۱)  $113 \text{ mL} \pm 10 \text{ mL}$  (۲)  $113 \text{ mL} \pm 5 \text{ mL}$   
(۳)  $110 \text{ mL} \pm 10 \text{ mL}$  (۴)  $105 \text{ mL} \pm 5 \text{ mL}$



۶۰- یا یک کولیس قطر داخلی یک لوله را اندازه گرفتیم و به درستی مقدار  $m \pm 0.0005 / 0.2810$  را گزارش کردیم. کمینه‌ی تقسیم‌بندی این کولیس و تعداد ارقام بامعنای آن به ترتیب کدام است؟

- (۱)  $0.05 \text{ mm}$  و ۳ رقم (۲)  $0.1 \text{ mm}$  و ۳ رقم (۳)  $0.05 \text{ mm}$  و ۴ رقم (۴)  $0.1 \text{ mm}$  و ۴ رقم

### تخمین مرتبه‌ی بزرگی

تست‌های این بخش بسیار هیجان‌انگیز است. برای این‌که لازم است گاهی اطلاعات لازم برای حل یک مسئله را خودمان پیدا کنیم؛ تماماً قبل از حل این تست‌ها درس‌نامه را خیلی دقیق بخوانید.

۶۱- برای اولین بار حدود ۲۴۰۰ سال پیش، ارسطو به اهمیت «مشاهده» در بررسی پدیده‌های فیزیکی اشاره کرد. چه مرتبه‌ای از  $10^0$  برحسب ثانیه از آن زمان می‌گذرد؟

- (۱)  $10^8$  (۲)  $10^{11}$  (۳)  $10^{14}$  (۴)  $10^{17}$

۶۲- مساحت کره‌ی ماه برحسب هکتار به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (هر هکتار برابر  $10^4$  متر مربع و شعاع کره‌ی ماه  $1700$  کیلومتر است.)

- (۱)  $10^6$  (۲)  $10^9$  (۳)  $10^{12}$  (۴)  $10^{15}$

۶۳- ایران با متوسط بارش سالانه‌ی  $250$  میلی‌متری جزو مناطق خشک جهان محسوب می‌شود. با کل آب ناشی از بارش سالانه‌ی ایران، تقریباً چند بطری  $1/5$  لیتری را می‌توان پر کرد؟ (مساحت ایران تقریباً  $1/6$  میلیون کیلومتر مربع است.)

- (۱)  $10^8$  (۲)  $10^{11}$  (۳)  $10^{14}$  (۴)  $10^{17}$

۶۴- مصرف روزانه‌ی نفت خام در جهان  $80$  میلیون بشکه و حجم تمام ذخایر نفتی جهان  $10^{12} \times 1/4$  بشکه است. اگر مصرف نفت به همین شکل ادامه پیدا کند، پس از چند سال تمام ذخایر نفتی جهان به پایان می‌رسد؟

- (۱)  $100$  (۲)  $1000$  (۳)  $10000$  (۴)  $100000$

۶۵- حجم بدن یک انسان بالغ برحسب سانتی‌متر مکعب به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^2$  (۲)  $10^5$  (۳)  $10^8$  (۴)  $10^{11}$

۶۶- بارش متوسط سالیانه در کره‌ی زمین  $860$  میلی‌متر گزارش شده است. حجم کل آب ناشی از بارش سالیانه، برحسب لیتر، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (شعاع کره‌ی زمین  $6400 \text{ km}$  است.)

- (۱)  $10^{11}$  (۲)  $10^{14}$  (۳)  $10^{17}$  (۴)  $10^{20}$

از این‌جا به بعد تست‌ها به کوهولو سخت‌تر می‌شه!

۶۷- شهر رشت با مساحت  $180 \text{ km}^2$  در زمینی مسطح در شمال ایران واقع است. در یک روز طوفانی حدود  $10 \text{ mm}$  باران در این شهر باریده است. تعداد قطره‌های باران، در این روز طوفانی، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^{14}$  (۲)  $10^{17}$  (۳)  $10^{20}$  (۴)  $10^{23}$

۶۸- نیوتون در سن  $85$  سالگی از دنیا رفت. حجم هوایی که نیوتون در تمام طول عمر خود تنفس کرده، برحسب لیتر، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^3$  (۲)  $10^9$  (۳)  $10^{12}$  (۴)  $10^{15}$

۶۹- مردم ایران هر ساله به مناسبت نوروز گندم سبز می‌کنند. اگر به ازای هر  $7$  ایرانی،  $100 \text{ g}$  گندم سبز شود، هر ساله حدود چند کیلوگرم گندم به سبزه‌ی عید تبدیل می‌شود؟ (جمعیت ایران  $80$  میلیون نفر است.)

- (۱)  $10^2$  (۲)  $10^4$  (۳)  $10^6$  (۴)  $10^8$

۷۰- حجم خونی که قلب یک نفر در طول عمرش به سرخرگ آئورت پمپ می‌کند، برحسب لیتر، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (قلب در هر ضربه به طور میانگین  $70 \text{ cm}^3$  خون به سرخرگ آئورت پمپ می‌کند.)

- (۱)  $10^2$  (۲)  $10^5$  (۳)  $10^8$  (۴)  $10^{11}$

۷۱- توان متوسط مفید یک کارگر که حداکثر می‌تواند  $8$  ساعت در روز کار کند،  $150 \text{ W}$  است. اگر قرار باشد توربین‌های نیروگاه دو هزار مگاواتی شهید رجایی در تمام مدت شبانه‌روز با نیروی انسانی کار کنند، کلاً چند نفر کارگر لازم است؟

- (۱)  $10$  (۲)  $10^3$  (۳)  $10^5$  (۴)  $10^7$

۷۲- مصرف روزانه‌ی نان در کل کشور، برحسب کیلوگرم، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^5$  (۲)  $10^7$  (۳)  $10^9$  (۴)  $10^{11}$

۷۳- مصرف روزانه‌ی بنزین خودروهای شهر تهران، برحسب لیتر، به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^5$  (۲)  $10^7$  (۳)  $10^9$  (۴)  $10^{11}$



هالا تست‌ها به کوپولوی دیکه هم سفت‌تر می‌شه!

۷۴- تنظیم موتور خودرو باعث می‌شود که مصرف بنزین در هر ۱۰۰ کیلومتر ۱ لیتر کم‌تر شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نصف خودروهای شهر تهران احتیاج به تنظیم موتور دارند. اگر این کار صورت گیرد، هزینه‌ی ماهانه‌ی صرفه‌جویی‌شده در مصرف بنزین در تهران، برحسب ریال، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (قیمت هر لیتر بنزین را ۱۰۰۰۰ ریال در نظر بگیرید.)

- (۱)  $10^8$  (۲)  $10^{11}$  (۳)  $10^{14}$  (۴)  $10^{17}$

۷۵- فرض کنید در ایران از هر ده شیر آب یکی خراب است و آب به صورت قطره‌قطره از آن چکه می‌کند. حجم کل آبی که از این راه در طی یک شبانه‌روز در کل ایران هدر می‌رود، برحسب لیتر، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^3$  (۲)  $10^5$  (۳)  $10^8$  (۴)  $10^{12}$

۷۶- حجم کل آب موجود در سطح کره‌ی زمین، برحسب لیتر، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (شعاع کره‌ی زمین ۶۴۰۰ km است.)

- (۱)  $10^{15}$  (۲)  $10^{18}$  (۳)  $10^{21}$  (۴)  $10^{24}$

۷۷- فرض کنید حجمی برابر با حجم همهی انسان‌های زمین را به شکل لایه‌ای یکنواخت روی سطح زمین بگذاریم. ضخامت این لایه برحسب میلی‌متر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (شعاع کره‌ی زمین ۶۴۰۰ km است.)

- (۱)  $10^3$  (۲)  $10^2$  (۳)  $10^{-2}$  (۴)  $10^{-5}$

در ۲ تست بعدی باید از کمیت «توان» استفاده کنید. مطمئن هستیم می‌دانید:  $\frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}} = \text{توان}$

۷۸- توان مصرفی یک لامپ‌التهابی و یک لامپ کم‌مصرف، با روشنایی مشابه، به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰ وات است. اگر تمام لامپ‌های منازل مسکونی کشور از نوع‌التهابی به کم‌مصرف تبدیل شوند، تقریباً چند ریال در ماه در مصرف انرژی الکتریکی صرفه‌جویی می‌شود؟ (هزینه‌ی هر ژول انرژی الکتریکی برابر ۰/۰۲ ریال است. تمام اعداد و اطلاعات مورد نیاز را خودتان تخمین بزنید.)

- (۱)  $10^{12}$  (۲)  $10^{15}$  (۳)  $10^{18}$  (۴)  $10^{21}$

۷۹- هنگام تاریکی هوا، خودروها چراغ‌های خود را با توان متوسط ۱۰۰ وات روشن می‌کنند. در موتور این خودروها با سوزاندن هر لیتر مواد سوختنی، مقدار  $4 \times 10^7$  ژول انرژی تولید می‌شود. بازدهی موتور خودروها حدود ۲۰ درصد است. اگر هر خودرو روزانه یک ساعت چراغ‌های خود را روشن کند، افزایش مصرف روزانه‌ی مواد سوختنی خودروهای تهران به علت روشن کردن چراغ‌ها، حدود چند لیتر است؟

- (۱)  $10^8$  (۲)  $10^{10}$  (۳)  $10^4$  (۴)  $10^6$

در ادامه لازم است از فرمول‌های فیزیکی که در سال‌های قبل یاد گرفته‌اید استفاده کنید.

۸۰- جرم یک مول آب، ۱۸ گرم است. تعداد مولکول‌های هر قطره‌ی آب به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^{19}$  (۲)  $10^{22}$  (۳)  $10^{25}$  (۴)  $10^{28}$

۸۱- طبق استاندارد آلاینده‌ی یورو ۴، حداکثر میزان مجاز تولید مونواکسید کربن در یک خودرو، به ازای هر ۱ کیلومتر حرکت، برابر ۱ گرم است. بیشینه‌ی جرم مونواکسید کربنی که یک خودروی دارای گواهی یورو ۴، در یک سال وارد هوا می‌کند برحسب گرم، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^4$  (۲)  $10^7$  (۳)  $10^{10}$  (۴)  $10^{13}$

۸۲- می‌دانیم تقریباً ۵۰۰ ثانیه طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد. تندی حرکت زمین به دور خورشید یا مرتبه‌ی بزرگی از ۰/۱۰ برحسب کیلومتر بر ساعت برابر کدام گزینه است؟

- (۱)  $10^2$  (۲)  $10^5$  (۳)  $10^8$  (۴)  $10^{11}$

۸۳- یک ماشین خیالی را در نظر بگیرید که می‌تواند با سرعت نور حرکت کند. این ماشین روی خط استوا در حال گردش به دور زمین است. تعداد دورهایی که این ماشین در یک ساعت به دور کره‌ی زمین می‌چرخد به کدام عدد نزدیک‌تر است؟ (سرعت نور  $3 \times 10^8$  m/s و شعاع کره‌ی زمین ۶۴۰۰ km است.)

- (۱)  $10^1$  (۲)  $10^2$  (۳)  $10^5$  (۴)  $10^8$

۸۴- فشار ناشی از وزن یک شخص بالغ که روی سطح افقی ایستاده است، برحسب پاسکال، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^2$  (۲)  $10^4$  (۳)  $10^6$  (۴)  $10^8$

۸۵- می‌دانیم فشار هوا در سطح کره‌ی زمین  $10^5$  پاسکال و شعاع کره‌ی زمین ۶۴۰۰ کیلومتر است. جرم هوای موجود در جو زمین برحسب کیلوگرم به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^{15}$  (۲)  $10^{19}$  (۳)  $10^{23}$  (۴)  $10^{27}$

۸۶- تقریباً چند ثانیه طول می‌کشد تا پرتوی نور خورشید به زمین برسد؟ (هر یکای نجومی تقریباً  $10^{11}$  m و سرعت نور در خلأ  $3 \times 10^8$  m/s است.)

- (۱)  $500$  (۲)  $1000$  (۳)  $1500$  (۴)  $2000$



# بخش ۲: چگالی

چگالی قرار نیست شما را ازیت کند. فقط یک نکته: هتماً هواسان به یگاها و تبریل یگاها باشه.

۸۷- اگر چگالی جسمی  $0.01 \text{ g/mm}^3$  باشد. چگالی آن بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مکعب کدام است؟ (۴.ق)

۰/۰۰۰۱ (۱)      ۰/۰۰۱ (۲)      ۰/۰۱ (۳)      ۰/۱ (۴)

۸۸- جرم  $20 \text{ Lit}$  از مایعی با چگالی  $1200 \text{ kg/m}^3$  چند کیلوگرم است؟ (۴.ق)

۶ (۱)      ۶۰ (۲)      ۱۸ (۳)      ۲۴ (۴)

۸۹- حجم جسمی  $0.02 \text{ dm}^3$  و جرم آن  $5 \text{ g}$  است. چگالی این جسم چند واحد SI است؟ (ضریب پیشوند دسی  $10^{-1}$  است.) (۴.ق)

$2/5 \times 10^2$  (۱)       $2/5 \times 10^3$  (۲)       $4 \times 10^2$  (۳)       $4 \times 10^3$  (۴)

۹۰- جرم  $50 \text{ cm}^3$  محلول یک اسید  $60 \text{ g}$  است. جرم حجمی این محلول بر حسب  $\text{g/Lit}$  و  $\text{kg/m}^3$  از راست به چپ کدام است؟ (۴.ق)

$0/12, 1/2$  (۱)       $12, 12$  (۲)       $120, 1/2$  (۳)       $1200, 1200$  (۴)

۹۱- چگالی فلز آسبوم که یکی از چگال ترین مواد یافت شده روی زمین است.  $22/5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  می باشد. جرم قطعه ای از این ماده به حجم  $84/0 \text{ cm}^3$  چند کیلوگرم است؟

$1/89 \times 10^{-2}$  (۱)       $1/89 \times 10^{-1}$  (۲)       $1/89$  (۳)       $1/89 \times 10^1$  (۴)

۹۲- حجم خون در گردش در یک فرد بالغ حدود  $5/00$  لیتر است. جرم این مقدار خون چند کیلوگرم است؟ چگالی خون  $1/05 \text{ g/cm}^3$  است.

$5/25$  (۱)       $5/25 \times 10^{-2}$  (۲)       $10/5$  (۳)       $10/5 \times 10^{-2}$  (۴)

۹۳- ستاره های کوتوله ی سفید بسیار چگال هستند و چگالی آن ها در SI حدود  $10^9$  میلیون است. جرم مکعبی به ابعاد  $1 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$  از این جنس چند کیلوگرم است؟

$12$  (۱)       $12$  (۲)       $120$  (۳)       $1200$  (۴)

۹۴- جرم و حجم یک الماس به ترتیب  $7$  قیراط و  $25 \text{ cm}^3$  است. چگالی این الماس در SI چند واحد است؟ (هر قیراط معادل  $200$  میلی گرم است.)

$2/5$  (۱)       $2/5 \times 10^3$  (۲)       $4$  (۳)       $4 \times 10^3$  (۴)

۹۵- چگالی نوشابه ی گازدار وقتی هنوز بطری آن باز نشده است ..... از هنگامی است که داخل لیوان ریخته می شود. زیرا وقتی نوشابه داخل لیوان ریخته می شود .....

- (۱) بیشتر - جرم آن اندکی کم می شود  
(۲) بیشتر - حجم آن اندکی زیاد می شود  
(۳) کم تر - جرم آن اندکی زیاد می شود  
(۴) کم تر - حجم آن اندکی کم می شود

۹۶- چگالی جسمی  $1200 \text{ kg/m}^3$  است. وزن  $5 \text{ cm}^3$  از این جسم. چند نیوتون است؟ ( $\text{g} = 10 \text{ N/kg}$ )

- $0/24$  (۱)       $0/12$  (۲)       $0/06$  (۳)       $2/4$  (۴)

۹۷- می خواهیم از ماده ای با چگالی  $8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  مکعبی توپر به ضلع  $5 \text{ cm}$  درست کنیم. چند کیلوگرم از این ماده لازم است؟ (۴.ق)

$0/2$  (۱)       $0/5$  (۲)       $1$  (۳)       $1/6$  (۴)

۹۸- اگر چگالی فلزی  $8400 \text{ kg/m}^3$  باشد. جرم شمش از آن فلز به ابعاد  $5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$  چند کیلوگرم است؟ (سبش ۸۷)

$0/84$  (۱)       $1/68$  (۲)       $8/4$  (۳)       $16/8$  (۴)

۹۹- یک مکعب همگن که هر بعد آن  $10 \text{ cm}$  و چگالی آن  $7800 \text{ kg/m}^3$  است. چند نیوتون وزن دارد؟ ( $\text{g} = 10 \text{ N/kg}$ )

$0/78$  (۱)       $7/8$  (۲)       $78$  (۳)       $780$  (۴)

۱۰۰- سطح مقطع یک استوانه ی همگن  $25 \text{ cm}^2$  ارتفاع آن  $10 \text{ cm}$  و چگالی آن  $7800 \text{ kg/m}^3$  می باشد. جرم این استوانه چند گرم است؟

$195$  (۱)       $1950$  (۲)       $975$  (۳)       $97/5$  (۴)

۱۰۱- چگالی کره ای همگن به جرم  $8 \text{ kg}$  و به شعاع  $10 \text{ cm}$  چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ ( $\pi = 3$ ) (۴.ق)

$1000$  (۱)       $1500$  (۲)       $2000$  (۳)       $4000$  (۴)

۱۰۲- چگالی ماده ای  $2/42 \text{ g/cm}^3$  است. جرم مکعبی از این ماده  $4$  مثقال است. ضلع مکعب چند سانتی متر است؟ (هر مثقال  $4/86$  گرم است.)

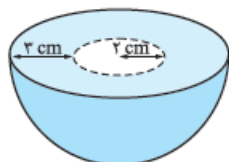
$1$  (۱)       $2$  (۲)       $4$  (۳)       $8$  (۴)

مماسه ی یگالی ایسانی که درونشان حفره دارد قبلی رایج است. در چهار تست بعدی با این ایسام سروکار داریم.

۱۰۳- در درون یک کره ی فلزی به شعاع  $10 \text{ cm}$  حفره ی خالی و کروی شکلی به شعاع  $5 \text{ cm}$  قرار دارد. اگر چگالی فلز  $8 \text{ kg/Lit}$  باشد. جرم کره چند کیلوگرم است؟ ( $\pi = 3$ ) (سبش ۹۰)

$2/8$  (۱)       $2/4$  (۲)       $24$  (۳)       $28$  (۴)

۱۰۴- شکل مقابل. نیم کره ای از جنس آهن را نشان می دهد که حفره ای به شکل نیم کره در آن ایجاد شده است. اگر چگالی آهن  $8 \text{ g/cm}^3$  باشد. جرم این جسم چند گرم است؟ ( $\pi = 3$ ) (سبش ۹۲)



- $304$  (۱)       $1872$  (۲)       $3744$  (۴)       $2000$  (۳)



۱۰۵- درون یک قطعه طلا با حجم ظاهری  $12 \text{ cm}^3$  و جرم  $199/5 \text{ g}$ ، حفره‌ای وجود دارد. اگر چگالی طلا  $19000 \text{ kg/m}^3$  باشد، حجم حفره‌ی خالی چند سانتی‌متر مکعب است؟

- (۱)  $0/75$  (۲)  $1/5$  (۳)  $2/5$  (۴)  $3/4$

۱۰۶- طول هر ضلع یک مکعب فلزی  $10 \text{ cm}$  و جرم آن  $6 \text{ kg}$  است. اگر چگالی فلز  $8 \text{ g/cm}^3$  باشد، مکعب: (۱) توپر و حجم آن  $750 \text{ cm}^3$  است. (۲) توپر و حجم آن  $1000 \text{ cm}^3$  است. (۳) حفره‌ی خالی دارد و حجم حفره  $750 \text{ cm}^3$  است. (۴) حفره‌ی خالی دارد و حجم حفره  $250 \text{ cm}^3$  است.

در مسئله‌های پیش رو به مقایسه چگالی دو جسم پرداخته‌ایم!

۱۰۷- دو مکعب فلزی یکی از آلومینیم به جرم حجمی  $2/7 \text{ g/cm}^3$  و دیگری از آلیاژی به جرم حجمی  $8/1 \text{ g/cm}^3$  موجود است. اگر هر یال مکعب دوم دو برابر یال مکعب اول باشد، جرم آن چند برابر مکعب اول است؟

- (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴) ۲۴

۱۰۸- جرم دو کره‌ی همگن توپر A و B یا هم برابر است. اگر شعاع کره‌ی A برابر  $3 \text{ cm}$  و شعاع کره‌ی B برابر  $6 \text{ cm}$  باشد، چگالی کره‌ی A چند برابر چگالی کره‌ی B است؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴)  $2\sqrt{2}$

۱۰۹- حجم جسم A دو برابر حجم جسم B و جرم آن ۳ برابر جرم جسم B است. چگالی جسم A چند برابر چگالی جسم B است؟

- (۱)  $\frac{2}{3}$  (۲)  $\frac{3}{2}$  (۳)  $\frac{4}{9}$  (۴)  $\frac{9}{4}$

۱۱۰- نسبت چگالی آهن به چگالی جسمی  $1/3$  است. حجم  $540 \text{ g}$  از این جسم چند سانتی‌متر مکعب است؟ (چگالی آهن  $7800 \text{ kg/m}^3$  است.)

- (۱) ۴۵ (۲) ۶۰ (۳) ۹۰ (۴) ۱۸۰

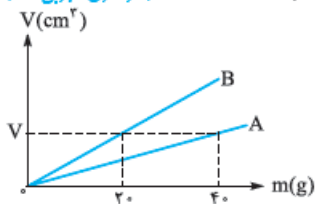
۱۱۱- چگالی جسم A،  $1/5$  برابر چگالی جسم B است. اگر جرم  $500 \text{ cm}^3$  از جسم B برابر  $200 \text{ g}$  باشد، جرم  $200 \text{ cm}^3$  از جسم A چند گرم است؟

- (۱) ۱۲۰ (۲) ۱۸۰ (۳) ۲۴۰ (۴) ۳۶۰

۱۱۲- چگالی مایع A،  $\frac{4}{5}$  چگالی مایع B است. اگر حجم  $8 \text{ kg}$  از مایع A برابر  $10 \text{ Lit}$  باشد، حجم  $5 \text{ kg}$  از مایع B برابر چند لیتر است؟

- (۱)  $\frac{2}{5}$  (۲)  $\frac{3}{6}$  (۳) ۴ (۴) ۵

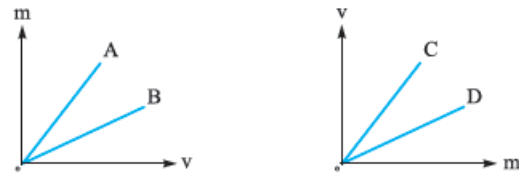
۱۱۳- نمودار حجم بر حسب جرم برای دو فلز A و B مطابق شکل است. چگالی فلز A چند برابر چگالی فلز B است؟



(سنش ۸۶)

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

۱۱۴- با توجه به نمودارهای داده‌شده برای چهار ماده‌ی A، B، C و D کدام مقایسه در مورد چگالی این چهار ماده صحیح است؟



- (۱)  $\rho_C > \rho_D$  ،  $\rho_A > \rho_B$   
 (۲)  $\rho_C > \rho_D$  ،  $\rho_A < \rho_B$   
 (۳)  $\rho_C < \rho_D$  ،  $\rho_A > \rho_B$   
 (۴)  $\rho_C < \rho_D$  ،  $\rho_A < \rho_B$

۱۱۵- دو استوانه‌ی همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه‌ی A توپر و استوانه‌ی B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه‌ی B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی ماده‌ی سازنده‌ی استوانه‌ی A چند برابر چگالی ماده‌ی سازنده‌ی استوانه‌ی B است؟

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

۱۱۶- نیم‌کره‌ی توپری با شعاع  $R'$  را ذوب کرده، با مصالح آن، استوانه‌ای با شعاع داخلی R و شعاع خارجی  $R'$  می‌سازیم. اگر ارتفاع استوانه برابر  $R'$  باشد، نسبت  $\frac{R'}{R}$  کدام است؟

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

۱۱۷- 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، استوانه‌ی دیگری به طول  $2L$ ، شعاع داخلی  $2R_1$  و شعاع خارجی  $2R_2$  بسازیم، جرم مورد نیاز چند m می‌شود؟

- (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲

۱۱۸- کره‌ی توپری به شعاع R، از فلزی با چگالی  $\rho_1$  ساخته شده است. اگر درون آن حفره‌ای کروی به شعاع  $\frac{R}{4}$  و هم‌مرکز با کره ایجاد کنیم، چگالی این کره چند برابر  $\rho_1$  می‌شود؟

- (۱) ۱ (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\frac{1}{8}$  (۴)  $\frac{7}{8}$

(سراسری ریاضی قارج ۸۳)



در تست زیر هجم بسم به شیوهی بالبی اندازه‌گیری شده است.

۱۱۹- درون استوانه‌ی مدرجی آب وجود دارد. گلوله‌ی توپری به جرم  $42\text{ g}$  را داخل آب می‌اندازیم. سطح آب از درجه‌ی  $50\text{ cm}^3$  به  $54\text{ cm}^3$  می‌رسد. چگالی گلوله چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

(سراسری ریاضی ۹۲)

- ۳/۵ (۱)      ۱۰/۵ (۲)      ۲۱ (۳)      ۴۲ (۴)

۱۲۰- جرم یک استوانه‌ی مدرج  $120\text{ g}$  است.  $75\text{ cm}^3$  از یک مایع را درون آن می‌ریزیم. در این صورت جرم استوانه با مایع درون آن  $180\text{ g}$  می‌شود. چگالی این مایع چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

- $8 \times 10^{-1}$  (۱)       $8 \times 10^2$  (۲)       $8 \times 10^{-3}$  (۳)       $8 \times 10^{-2}$  (۴)

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

(سراسری ریاضی ۸۷)

- ۵/۵ (۱)      ۶ (۲)      ۷/۵ (۳)      ۸ (۴)

۱۲۲- جرم یک گلوله‌ی آهنی  $3900\text{ g}$  و چگالی آن  $7800\text{ kg/m}^3$  است. اگر گلوله‌ی آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو ببریم و چگالی الکل  $800\text{ g/Lit}$  باشد. چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟

(سراسری ریاضی قارج ۹۰)

- ۴۰۰ (۱)      ۳۹۰ (۲)      ۵۰۰ (۳)      ۴۰۰۰ (۴)

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

(سراسری ریاضی ۹۳)

- ۵۴۰ (۱)      ۴۵۰ (۲)      ۴۳۲ (۳)      ۲۰۰ (۴)

یک مدل از تست‌های چگالی، مسئله‌هایی است که به مناسبی چگالی مفروض می‌پردازد!

۱۲۴-  $300\text{ cm}^3$  از مایعی به چگالی  $1300\text{ kg/m}^3$  را با چند سانتی‌متر مکعب از مایعی به چگالی  $1500\text{ kg/m}^3$  مخلوط کنیم تا چگالی مخلوط  $1400\text{ kg/m}^3$  شود؟ (در اختلاط، تغییر حجم ناچیز است.)

(ق.۳)

- ۲۰۰ (۱)      ۲۵۰ (۲)      ۳۰۰ (۳)      ۳۵۰ (۴)

۱۲۵-  $3\text{ Lit}$  آب به جرم حجمی  $1\text{ kg/Lit}$  با  $2\text{ Lit}$  مایع به جرم حجمی  $1/5\text{ kg/Lit}$  مخلوط می‌شود. هرگاه تغییر حجم صورت نگیرد. جرم حجمی مخلوط بر حسب کیلوگرم بر لیتر برابر است با:

- ۱/۲ (۱)      ۱/۲۵۰ (۲)      ۱/۳ (۳)      ۱/۴ (۴)

۱۲۶- مخلوطی از دو نوع مایع با چگالی‌های  $\rho_1$  و  $\rho_2$  درست شده است. اگر  $1/3$  حجم آن از مایعی با چگالی  $\rho_1$  بوده و  $2/3$  باقی‌مانده از مایعی با چگالی  $\rho_2$  باشد. چگالی مخلوط برابر با کدام گزینه است؟

(سراسری ریاضی ۹۱)

- $\frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1+2\rho_2}$  (۱)       $\frac{\rho_2+2\rho_1}{3}$  (۲)       $\frac{\rho_1+2\rho_2}{3}$  (۳)       $\frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1+2\rho_2}$  (۴)

۱۲۷- چگالی مخلوط دو مایع A و B با حجم‌های اولیه‌ی  $V_A$  و  $V_B$  برابر  $750\text{ g/cm}^3$  است. اگر چگالی مایع A برابر  $600\text{ g/Lit}$  و چگالی مایع B برابر  $800\text{ g/Lit}$  باشد.  $V_A$  چند برابر  $V_B$  است؟

(سراسری ریاضی قارج ۹۲)

- ۳ (۱)      ۴ (۲)       $1/3$  (۳)       $1/4$  (۴)

۱۲۸- مخلوطی از دو ماده‌ی A و B به چگالی‌های  $4\text{ g/cm}^3$  و  $18\text{ g/cm}^3$  درست می‌کنیم. اگر جرم ماده‌ی B سه برابر جرم ماده‌ی A باشد. چگالی مخلوط چند گرم بر لیتر است؟

- ۱۲۰۰ (۱)      ۲۴۰۰ (۲)      ۴۸۰۰ (۳)      ۹۶۰۰ (۴)

۱۲۹- در مخلوطی از آب و یخ. مقداری یخ ذوب می‌شود و حجم مخلوط  $5\text{ cm}^3$  کاهش می‌یابد. جرم یخ ذوب‌شده چند گرم است؟

(سراسری ریاضی قارج ۸۸)

- $4/5$  (۱)      ۵ (۲)      ۴۵ (۳)      ۵۰ (۴)

بایان بخش تست‌های این فصل تست‌هایی است مربوط به تفهین، که در آن‌ها از مفهومی و فرمول چگالی باید استفاده کنید.

۱۳۰- ستاره‌های کوتوله‌ی سفید بسیار چگال هستند و چگالی آن‌ها در SI حدود  $10^9$  میلیون است. جرم یک قوطی کبریت از جنس ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی این ستاره‌ها چند برابر جرم یک خودروی معمولی است؟

- ۱ (۱)       $1/10$  (۲)       $1/100$  (۳)       $1/1000$  (۴)

۱۳۱- اخترشناسان شعاع جهان قابل رویت را  $10^{10}$  سال نوری تخمین زده‌اند. برآورد شده است که در جهان در حدود  $10^{11}$  کهکشان و در هر کهکشان حدود  $10^{11}$  ستاره مانند خورشید وجود دارد. چگالی متوسط جهان بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ جرم خورشید را  $2 \times 10^{30}\text{ kg}$  و سرعت نور را  $3 \times 10^8\text{ m/s}$  در نظر بگیرید.

- $10^{-28}$  (۱)       $10^{-32}$  (۲)       $10^{-26}$  (۳)       $10^{-20}$  (۴)



۱۳۲- با توجه به مفهوم چگالی، مشخص کنید که جرم زمین دارای چه مرتبه‌ای از  $10$  برحسب کیلوگرم است؟ (شعاع کره زمین  $6400$  کیلومتر است).

- (۱)  $10^{16}$  (۲)  $10^{19}$  (۳)  $10^{22}$  (۴)  $10^{25}$

تست‌های فصل اول تمام شد!

اما ما برای دانش‌آموزایی که می‌توان هر آزمونی رو  $100$  یا حتی بالاتر!!! بزنند، چندتا تست جون‌دار آماده کردیم. تست‌های سری Z!

## سری Z

۱۳۳- فرض کنید  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  دو کمیت برداری و  $c$  یک کمیت نرده‌ای (با یکای معین در SI) باشد. اگر  $\vec{A} = c\vec{B}$  باشد. کدام یک از رابطه‌های زیر می‌تواند درست باشد؟ ( $\vec{D}$  یک کمیت برداری است).

- (۱)  $\vec{B} - \vec{A} = \vec{D}$  (۲)  $\vec{B} + 2\vec{A} = \frac{\vec{D}}{c}$  (۳)  $2\vec{A} - c\vec{B} = \vec{D}$  (۴)  $\vec{B} = c + \vec{D}$

۱۳۴- در رابطه‌ی فیزیکی  $BC^2 = A - \frac{D}{C}$ ، اگر کمیت  $B$  برحسب کیلوگرم متر بر مربع ثانیه و کمیت  $A$  برحسب کیلوگرم متر ( $kg \cdot m$ ) باشد. یکای کدام رابطه‌ی زیر  $\frac{kg \cdot m}{s}$  است؟

- (۱)  $\frac{D^2}{C}$  (۲)  $DC$  (۳)  $\frac{C}{D}$  (۴)  $\frac{D}{C^2}$

۱۳۵- یک جهانگرد بر روی یکی از نصف‌النهارهای کره‌ی زمین از عرض جغرافیایی  $60^\circ$  شمالی تا عرض جغرافیایی  $60^\circ$  جنوبی سفر کرده است. مسافتی که این جهانگرد پیموده است، چند فرسنگ است؟ (زمین را یک کره با قطر  $12760$  km در نظر بگیرید. هر فرسنگ  $3000$  ذرع و هر ذرع  $104$  cm است.)

- (۱)  $2140$  (۲)  $3210$  (۳)  $4280$  (۴)  $6420$

۱۳۶- شخصی با هواپیما از مختصات جغرافیایی  $53^\circ$  شمالی و  $45^\circ$  شرقی مستقیماً به مختصات  $53^\circ$  شمالی و  $15^\circ$  غربی می‌رود. اگر ارتفاع پرواز هواپیما  $24000$  ذرع باشد. مسافتی که هواپیما پیموده است، چند فرسنگ است؟ (زمین را یک کره با شعاع  $6378$  km در نظر بگیرید. هر ذرع  $104$  cm و هر فرسنگ  $3000$  ذرع است.)

- (۱)  $640$  (۲)  $644$  (۳)  $320$  (۴)  $324$

۱۳۷- شخصی می‌خواهد  $15$  kg نمک را در بسته‌های  $120$  گرمی بسته‌بندی کند. اما او فقط وزنه‌های یک سیری و ده نخودی در اختیار دارد و با این وزنه‌ها نمک را به نزدیک‌ترین مقدار ممکن به  $120$  g بسته‌بندی می‌کند. او در پایان حداکثر چند بسته نمک به جرم تقریبی  $120$  g بسته‌بندی کرده است؟ (هر سیر،  $16$  مثقال یا  $77/76$  g و هر مثقال،  $24$  نخود است.)

- (۱)  $125$  (۲)  $124$  (۳)  $120$  (۴)  $118$

۱۳۸- حجم مکعب‌مستطیلی به ابعاد  $500$  in،  $25$  ft و  $1000$  cm، چند متر مکعب است؟ (هر اینچ برابر  $2.54$  cm و هر فوت برابر  $12$  in است.)

- (۱)  $233$  (۲)  $2326$  (۳)  $970$  (۴)  $968$

۱۳۹- با یک خط‌کش که کمینه‌ی تقسیم‌بندی آن  $0.5$  cm است، طول یک مستطیل را  $20/65$  cm و با یک خط‌کش دیگر که کمینه‌ی تقسیم‌بندی آن  $1$  mm است، عرض همان مستطیل را  $10/22$  cm اندازه گرفته‌ایم. محدوده‌ی مساحت این مستطیل ( $S$ ) برحسب سانتی‌متر مربع در کدام گزینه دقیق‌تر و درست بیان شده است؟

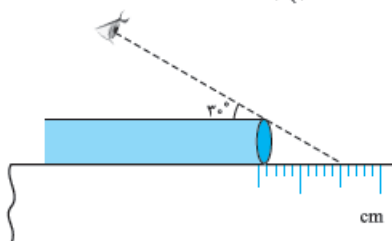
- (۱)  $211/0 \leq S \leq 218/3$  (۲)  $207/47 \leq S \leq 214/6$  (۳)  $203/9 \leq S \leq 211$  (۴)  $207/47 \leq S \leq 211$

۱۴۰- دمای یک جسم را با دماسنج معمولی (مدرج  $0.2^\circ C \pm 0.2^\circ C$  و  $22/6^\circ C$ ) و دمای همان جسم را با دماسنج دیجیتالی  $22/6^\circ C \pm 0.1^\circ C$  گزارش کرده‌ایم. کمینه‌ی تقسیم‌بندی دماسنج مدرج چند برابر کمینه‌ی اندازه‌گیری دماسنج دیجیتالی است؟

- (۱)  $0.5$  (۲)  $1$  (۳)  $2$  (۴)  $4$

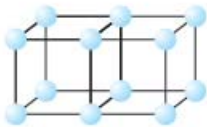
۱۴۱- مطابق شکل شخصی با روش اشتباه طول لوله‌ای به قطر  $0.5$  cm را با خط‌کش میلی‌متری  $25/50$  cm گزارش کرده است. اگر او با روشی اصولی طول لوله را اندازه می‌گرفت، کدام طول زیر به گزارش او نزدیک‌تر بود؟ ( $\sqrt{3} = 1.7$ )

- (۱)  $26/35$  (۲)  $26$  (۳)  $25$  (۴)  $24/65$



۱۴۲- سرعت خون در رگ آنورت (اولین رگ خروجی از قلب)  $8$  m/s و سرعت متوسط آن در مویرگ‌ها  $0.5$  mm/s است. قطر آنورت  $2/5$  cm و قطر متوسط مویرگ‌ها  $0.1$  mm می‌باشد. تعداد مویرگ‌های بدن انسان تقریباً برابر کدام گزینه است؟

- (۱)  $10^5$  (۲)  $10^7$  (۳)  $10^9$  (۴)  $10^{11}$



۱۴۳- ماده‌ای از اتم‌های کربن یا ساختار مکعبی شکل روبه‌رو ساخته شده است. می‌دانیم در هر  $12 \text{ g}$  کربن تقریباً  $6 \times 10^{23}$  اتم کربن وجود دارد. اگر چگالی این ماده  $2/5 \text{ g/cm}^3$  باشد، فاصله‌ی  $2$  اتم مجاور روی یک ضلع در مکعب بر حسب متر به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^{-6}$  (۲)  $10^{-8}$  (۳)  $10^{-10}$  (۴)  $10^{-12}$

۱۴۴- مکعبی به طول ضلع  $a$  و استوانه‌ای توخالی به شعاع داخلی  $\frac{a}{4}$  و شعاع خارجی  $\frac{3}{4}a$  و ارتفاع  $2a$  در اختیار داریم. اگر جرم مکعب  $\frac{1}{4}$  برابر جرم استوانه باشد، نسبت چگالی استوانه به چگالی مکعب کدام است؟ ( $\pi = 3$ )

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

۱۴۵- یک ظرف استوانه‌ای فلزی به شعاع داخلی  $10 \text{ cm}$  و عمق  $9 \text{ cm}$  وقتی کاملاً پر از آب باشد، جرمش  $10/14 \text{ kg}$  است. اگر ضخامت ظرف در دیواره و کف آن  $1 \text{ cm}$  باشد، چگالی ظرف چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ ( $\pi = 3$  و  $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ )

- (۱)  $8$  (۲)  $7/8$  (۳)  $4$  (۴)  $2/7$

۱۴۶- درون یک استوانه‌ی مدرج به شعاع مقطع  $4 \text{ cm}$  آب ریخته‌ایم و یک قالب یخ مکعبی‌شکل به ضلع  $5 \text{ cm}$  درون آن انداخته‌ایم به طوری که ارتفاع آب درون استوانه  $10 \text{ cm}$  افزایش یافته و  $10$  درصد یخ بالای سطح آب قرار گرفته است. پس از مدتی نیمی از یخ ذوب می‌شود، ارتفاع آب .....

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

- (۱) تغییر نمی‌کند. (۲)  $1/3 \text{ cm}$  افزایش می‌یابد. (۳)  $1/3 \text{ cm}$  کاهش می‌یابد. (۴)  $1/1 \text{ cm}$  افزایش می‌یابد.

۱۴۷- یک لیوان با حجم داخلی  $200 \text{ cm}^3$  پر از آب می‌باشد. اگر  $\frac{3}{4}$  آب داخل لیوان را خالی کنیم، جرم لیوان و آب باقی‌مانده در آن نصف می‌شود. جرم لیوان چند گرم است؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ )

- (۱)  $100$  (۲)  $150$  (۳)  $50$  (۴)  $175$

۱۴۸- بر روی یک کفه‌ی ترازو، وزنه‌ی  $600$  گرمی و بر روی کفه‌ی دیگر آن یک استوانه‌ی مدرج به شعاع مقطع  $4 \text{ cm}$  و وزن  $1/08 \text{ N}$  قرار دارد. درون استوانه تا ارتفاع  $4 \text{ cm}$  آب می‌ریزیم. اگر با انداختن  $10$  عدد سکه‌ی مشابه درون آب، ارتفاع آب به  $5 \text{ cm}$  برسد و دو کفه‌ی ترازو معادل شوند، چگالی آلیاژ به کار رفته در سکه چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$  ,  $\pi = 3$  ,  $g = 10 \text{ N/kg}$ )

- (۱)  $5450$  (۲)  $6250$  (۳)  $6500$  (۴)  $6750$

۱۴۹- جرم یک لیوان هنگامی که پر از جیوه است، برابر  $5400 \text{ g}$  و هنگامی که پر از آب است، برابر  $600 \text{ g}$  می‌باشد. حداکثر چند گرم نفت در این لیوان جا می‌گیرد؟ ( $\rho_{\text{نفت}} = 0/8 \text{ g/cm}^3$  ,  $\rho_{\text{جیوه}} = 13 \text{ g/cm}^3$  و  $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ )

- (۱)  $520$  (۲)  $320$  (۳)  $120$  (۴)  $820$

۱۵۰-  $100 \text{ cm}^3$  از مایعی به چگالی  $3/5 \text{ g/cm}^3$  را با  $300 \text{ cm}^3$  از مایعی با چگالی  $4/5 \text{ g/cm}^3$  مخلوط می‌کنیم. اگر در این مخلوط کردن حجم کل  $15$  درصد کاهش یابد، چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌شود؟

- (۱)  $4$  (۲)  $4/25$  (۳)  $4/5$  (۴)  $5$

۱۵۱-  $510 \text{ g}$  از مایع A را با  $300 \text{ cm}^3$  از مایع B با چگالی  $4 \text{ g/cm}^3$  مخلوط می‌کنیم. چگالی مایع A چند گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد تا در صورت کاهش  $10$  درصدی حجم، چگالی مخلوط، برابر میانگین چگالی دو مایع شود؟

- (۱)  $2$  (۲)  $3$  (۳)  $3/5$  (۴)  $5$

۱۵۲- نصف یک ظرفی را از مایع A با چگالی  $\rho_A$  و نصف دیگر را از مایع B با چگالی  $\rho_B$  پر می‌کنیم. دو مایع با یکدیگر مخلوط می‌شوند و چگالی مخلوط  $8 \text{ g/cm}^3$  است. اگر یک‌سوم ظرف را از مایع A و مابقی را از مایع B پر کنیم، چگالی مخلوط  $6 \text{ g/cm}^3$  می‌شود. چگالی هر یک از مایعات چند  $\text{g/cm}^3$  است؟

(المپیاد فیزیک ۹۰)

- (۱)  $6$  و  $9$  (۲)  $6$  و  $10$  (۳)  $5$  و  $11$  (۴)  $2$  و  $14$

۱۵۳- می‌دانیم اگر در نیروگاه‌های هسته‌ای جرم  $m$  (بر حسب کیلوگرم) به انرژی تبدیل شود، انرژی به دست آمده بر حسب ژول از رابطه‌ی  $E = mc^2$  به دست می‌آید که  $c$  سرعت نور در خلأ و برابر با  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  است. تعداد خانه‌هایی که روشنایی‌شان در یک شبانه‌روز با تبدیل  $1 \text{ kg}$  ماده به انرژی تأمین می‌شود، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^4$  (۲)  $10^7$  (۳)  $10^{10}$  (۴)  $10^{12}$

۱۵۴- مصرف روزانه‌ی نفت در کل جهان  $80$  میلیون بشکه است. از سوختن هر یک گرم نفت  $50$  کیلوژول انرژی حاصل می‌شود. می‌دانیم با تبدیل  $m$  کیلوگرم ماده به انرژی در نیروگاه‌های هسته‌ای،  $E$  ژول انرژی به دست می‌آید که داریم  $E = mc^2$  ( $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ : سرعت نور در خلأ). روزانه تقریباً چند کیلوگرم ماده به انرژی تبدیل شود تا انرژی حاصل از نفت را برای کل جهان تأمین کند؟ (هر بشکه معادل  $150 \text{ kg}$  نفت است).

- (۱)  $10$  (۲)  $100$  (۳)  $1000$  (۴)  $10000$

# فیزیک، دانش بنیادی

کمیت‌ها، اندازه‌گیری، تبدیل واحد، تخمین و حتی چگالی چیزهای مهمی هستند که در این فصل یاد می‌گیریم و در همه‌جای فیزیک به دردتان می‌خورد. در این درس‌نامه ابتدا با علم فیزیک آشنا می‌شویم.

## فیزیک، دانش بنیادی

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

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

## مراحل بررسی یک پدیده

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

- ۱- **مشاهده‌ی پدیده:** ابتدا پدیده را مشاهده می‌کنند. منظور از مشاهده فقط نگاه‌کردن نیست، بلکه جمع‌کردن همه‌ی اطلاعاتی است که از پدیده می‌توانیم به دست بیاوریم. مثلاً اندازه‌گرفتن زمان افتادن یک برگ از درخت به روی زمین نوعی مشاهده است.
- ۲- **ارائه‌ی قانون، مدل و نظریه‌ی فیزیکی:** فیزیک‌دان‌ها در مرحله‌ی بعدی اطلاعات را تحلیل می‌کنند، حساسی فکر می‌کنند و سعی می‌کنند پدیده را با استفاده از قانون، ارائه‌ی مدل و طرح نظریه‌ی فیزیکی توضیح دهند.
- ۳- **آزمون درستی و نادرستی:** در آخر با انجام آزمایش، درستی یا نادرستی قانون، مدل و نظریه‌ای را که بیان کردند مشخص می‌کنند. ممکن است سال‌ها طول بکشد تا با یک آزمایش نادرست‌بودن یک نظریه مشخص شود.

### چند نکته

- ۱] آزمایش و مشاهده در فیزیک خیلی مهم است اما تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان در تکامل فیزیک مهم‌تر است.
- ۲] این‌طور نیست که یک مدل یا نظریه‌ی فیزیکی حتماً برای همیشه درست باشد. همیشه این امکان وجود دارد که آزمایش جدیدی انجام شود و ثابت کند مدل و نظریه‌ی قبلی یا نیاز به بازنگری دارد یا به طور کلی نیاز به جایگزین. «جایگزینی» و «بازنگری» در طول تاریخ دانش فیزیک بارها اتفاق افتاده است که به ۳ نمونه از آن‌ها اشاره می‌کنیم:
- نمونه ۱: نظریه‌ی زمین مرکزی.** تا ۵۰۰ سال پیش نظریه‌ای که بطلمیوس درباره‌ی مرکزبودن کره‌ی زمین در جهان داده بود، درست به نظر می‌رسید تا این‌که کوپرنیک ثابت کرد خورشید مرکز منظومه‌ی شمسی است و زمین هم مثل سایر سیاره‌ها به دور آن می‌چرخد.
- نمونه ۲: پاستگی ماده.** ماده به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود. تا همین صد سال پیش همه فکر می‌کردند که این جمله صحیح است تا این‌که انیشتین ثابت کرد ماده می‌تواند به انرژی تبدیل شود.
- نمونه ۳: نظریه‌ی اتمی.** نظریه‌ی اتمی که دنیای درون اتم را توصیف می‌کند، چندین بار به خاطر به دست آوردن اطلاعات جدید از رفتار اتم‌ها اصلاح شد. در شکل زیر روند این اصلاح‌ها را می‌بینید:

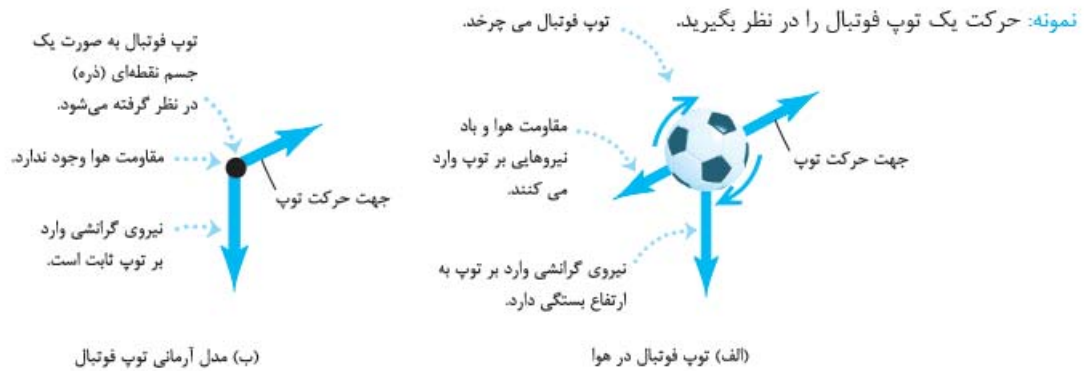


«آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی» نه‌تنها یک ایراد برای دانش فیزیک محسوب نمی‌شود، بلکه نقطه‌ی قوت آن است چون باعث کامل‌شدن شناخت ما از جهان می‌شود.

## مدل‌سازی در فیزیک

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

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



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

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

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

- ۱- گزینه‌ی «۲» دو عبارت (الف) و (ب) درست‌اند. طبق گفته‌ی کتاب درسی، اندیشه‌ورزی فعال و تفکر نقادانه بیشترین نقش را در تکامل و پیشبرد علم فیزیک داشته است (گزینه‌ی (ب) غلط است). هم‌چنین ویژگی‌ی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیک، نقطه‌ی قوت فیزیک است (گزینه‌ی (ت) هم نادرست است).
- ۲- گزینه‌ی «۴» متن کتاب درسی را باید خوب بخوانید.
- ۳- گزینه‌ی «۳» وزن توپ یک عامل سرنوشت‌ساز است و نمی‌توانیم از آن صرف‌نظر کنیم.
- ۴- گزینه‌ی «۴» اگر از اصطکاک خودرو با زمین صرف‌نظر کنیم، خودرو هرگز متوقف نمی‌شود! نادیده‌گرفتن جرم هم باعث می‌شود همه‌ی نیروهای وارد بر خودرو از جمله اصطکاک حذف شود، پس نباید بی‌خیالی موارد (ب) و (ت) شویم. دو مورد دیگر قابل چشم‌پوشی هستند.
- ۵- گزینه‌ی «۴» لزومی ندارد کل آب را به شکل یک ذره در نظر بگیریم. ۳ مورد دیگر تحلیل و بررسی این پدیده را ساده‌تر می‌کند و ضرورت دارد.

## اندازه‌گیری و کمیت

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

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

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

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

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

۲- **یکا (واحد)**: مقداری معین و قراردادی از یک کمیت را «یکا» یا «واحد» آن کمیت می‌گوییم. هر کمیت یکا یا یکاهای مخصوص خود را دارد. مثلاً وقتی می‌گوییم «متر»، یکی از یکاهای طول است، یعنی ۱ متر مقدار معینی از طول است. یکای هر کمیت باید دارای دو ویژگی باشد: ۱- تغییرناپذیر باشد. ۲- قابلیت بازتولید داشته باشد، پس مثلاً «فاصله‌ی نوک بینی تا نوک انگشت اشاره‌ی دست کشیده شده» یکای مناسبی برای طول نیست، چون برای افراد مختلف مقداری متفاوت و تغییرپذیر است.

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

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

### دسته‌بندی کمیت‌ها

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

### کمیت‌های عددی و برداری

همه‌ی کمیت‌ها اندازه دارند. بعضی از آن‌ها جهت هم دارند ولی بعضی دیگر نه. به همین خاطر کمیت‌ها را به دو دسته تقسیم می‌کنیم:

#### ۱- کمیت‌های عددی (نرده‌ای)

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

$$45 \text{ s} \rightarrow \text{مثال: زمان} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline \text{یکا} & \text{عدد} \\ \hline \end{array}$$

**حواستون باشد که اگر یکا را ننویسیم، عدد قالی به تنهایی هیچ معنایی ندارد!**

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

#### ۲- کمیت‌های برداری

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

$$25 \text{ m} \rightarrow \text{مثال: جابه‌جایی} \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline \text{جهت} & \text{یکا} & \text{عدد} \\ \hline \end{array}$$

یکا و جهت را فراموش نکنید.

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

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

**پاسخ** گزینه‌ی «۲» برای حل این مثال باید از چیزهایی که در سال نهم یاد گرفتید، استفاده کنیم. اول شکل مناسبی رسم می‌کنیم:

حالا از قضیه‌ی فیثاغورس استفاده می‌کنیم:

$$\text{جابه‌جایی کل} = \sqrt{5^2 + 12^2} = \sqrt{25 + 144} = \sqrt{169} = 13 \text{ m}$$

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

**نکته** در فیزیک، تنها کمیت‌هایی که جنس و یکای یکسانی دارند می‌توانند با هم جمع و تفریق شوند. مثلاً جابه‌جایی را نمی‌توانید با سرعت جمع کنید! دو جابه‌جایی با واحدهای متفاوت را هم همین‌طور!

**حواستون باشد** فشار و جریان الکتریکی از قواعد جمع و تفریق معمولی پیروی می‌کنند. به همین دلیل هر دو نرده‌ای هستند.

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

**حواستون باشد** سرعت و جابه‌جایی، کمیت‌های برداری هستند اما تند (با همان اندازه‌ی سرعت) و مسافت طی شده کمیت‌های نرده‌ای به حساب می‌آیند.

### کمیت‌های اصلی و فرعی

فیزیک‌دان‌ها چند کمیت را انتخاب و برای آن‌ها یکای مستقل تعریف کردند و اسم آن‌ها را کمیت اصلی گذاشتند. مثلاً طول، یک کمیت اصلی است و وقتی می‌خواهیم یکای طول یعنی متر را تعریف کنیم از یکای کمیت‌های دیگر استفاده نمی‌کنیم. یکای بقیه‌ی کمیت‌ها را هم به کمک یکاهای اصلی تعریف می‌کنند و به آن‌ها کمیت فرعی می‌گویند. مثلاً مساحت، یک کمیت فرعی است چون حاصل ضرب دو طول است، یا سرعت کمیتی فرعی است چون حاصل تقسیم طول بر زمان است.

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



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

در سیستم بین‌المللی یکاها (SI) ۷ کمیت در جدول روبه‌رو، کمیت اصلی و بقیه‌ی کمیت‌ها فرعی هستند. کتاب درسی از بین کمیت‌های اصلی دو کمیت طول و جرم را زیر ذره‌بین قرار داده و برخی یکاهای غیر SI آن‌ها را معرفی کرده است. حفظ کردن رابطه‌ی بین این یکاها ضروری نیست.

### ۱- برخی یکاهای غیر SI: طول

ذرع و فرسنگ: از یکاهای قدیمی ایرانی هستند. هر ذرع ۱۰۴ cm و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است. یکای نجومی (AU): میانگین فاصله‌ی زمین تا خورشید ( $m \approx 1.5 \times 10^{11}$ ) (1 AU) است. سال نوری (ly): مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند. فوت (ft) و اینچ (in): از یکاهای بریتانیایی هستند، هر فوت ۱۲ اینچ و هر اینچ ۲/۵۴ cm است. مایل (mi): مایل هم یک یکای بریتانیایی برای طول است. اندازه‌ی یک مایل در خشکی و دریا تفاوت دارد. مایل در خشکی ۱۶۰۹ m و در دریا برابر ۱۸۵۲ m است.

### ۲- برخی یکاهای غیر SI: جرم

یکاهای قدیمی ایرانی:  
 ۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز  
 ۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم  
 ۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال  
 قیراط: یکای جرم که در مورد الماس و جواهرت کاربرد دارد. هر قیراط ۲۰۰ mg است.  
**تاکنپک** برای به دست آوردن یکای کمیت‌های فرعی مراحل زیر را انجام دهید:  
 ۱- فرمول فیزیکی مناسب را که کمیت موردنظر در آن هست بنویسید.  
 ۲- فرمول را طوری تغییر دهید که نماد کمیت مجهول در یک طرف و بقیه‌ی نمادها در طرف دیگر تساوی باشند.  
 ۳- به جای کمیت‌های معلوم، واحد آن‌ها را جای‌گذاری و تا حد ممکن ساده کنید. در این صورت واحد کمیت موردنظر برحسب یکای سایر کمیت‌ها به دست می‌آید.  
 به مثال زیر توجه کنید:

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

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

**پاسخ گزینه‌ی «۱»** **گام اول** ابتدا فرمول مناسبی برای نیرو می‌نویسیم، سال نهم یاد گرفتید که:  $F = ma$ . در این فرمول می‌خواهیم یکای  $F$  را پیدا کنیم و خوشبختانه نماد آن در یک طرف قرار دارد.  
**گام دوم** به جای هر کمیت یکای آن را قرار می‌دهیم، یکای جرم kg و یکای شتاب  $m/s^2$  است، پس:  
**جوابسون باشه** حرف لاتینی که در فرمول‌های فیزیک می‌نویسیم، «نماد» آن کمیت است؛ نه «واحد» آن! مثلاً در فرمول  $F = ma$ ، حرف m نماد جرم است (نه واحد طول که متره!).

**۶- گزینه‌ی «۳»** گزینه‌ی (۱) غلط است، چون یکای هر کمیت مقداری قراردادی است و در طول تاریخ علم این قراردادها بسیار متنوع بوده و بارها تغییر کرده است. گزینه‌ی (۳) با تعریف یکا مطابقت دارد (گزینه‌ی درست). گزینه‌های (۲) و (۴) هر دو غلط‌اند، چون یکای کمیت‌های اصلی تعریف مستقل دارند و یکای کمیت‌های فرعی تعریف مستقل ندارند. در ضمن هر کمیتی را می‌توان مستقل یا وابسته به کمیت‌های دیگر تعریف کرد، اما براساس نیاز و قرارداد، برخی را مستقل و بقیه را وابسته تعریف می‌کنیم.

**۷- گزینه‌ی «۴»** به صفت معین توجه کنید! اگر یکای یک کمیت معین نباشد، عددهای حاصل از اندازه‌گیری قابل اعتماد نخواهند بود. مثلاً طول و جیب دست، واحد معینی برای اندازه‌گیری طول نیست، چون این یکا از شخصی به شخص دیگر تغییر می‌کند.

**۸- گزینه‌ی «۲»** در فیزیک، با کمیت‌هایی برخورد می‌کنید که یکا ندارند، مثل مزیت مکانیکی. درستی گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) قطعی است. در مورد گزینه‌ی (۴) یادآور می‌شویم که فرمول‌های فیزیک، رابطه‌ی میان کمیت‌ها را بیان می‌کنند.

**۹- گزینه‌ی «۳»** اگر درس‌نامه را خوانده باشید، حتماً به این تست جواب درستی می‌دهید.



فرمول‌های فیزیک در اصل بین کمیت‌ها ارتباط برقرار می‌کنند، بنابراین به کمک چند کمیت اصلی و فرمول‌های فیزیکی می‌توانیم یکای کمیت‌های دیگر را از طریق ارتباط آن‌ها با کمیت‌های اصلی تعریف کنیم.

۱۰- گزینه‌ی «۳»

در گزینه‌ی (۱) نیرو، در گزینه‌ی (۲) گرما و در گزینه‌ی (۴) اختلاف پتانسیل الکتریکی کمیت‌های فرعی هستند. با نگاهی به جدول کمیت‌های اصلی درس‌نامه، گزینه‌ی (۳) را انتخاب می‌کنیم! یادتان باشد مفهوم یکا با کمیت تفاوت دارد. جدول کمیت‌های اصلی را که در درس‌نامه آمده است به خاطر بسپارید، خیلی مهم است.

۱۱- گزینه‌ی «۳»

۱۲- گزینه‌ی «۳»

۱۳- گزینه‌ی «۲»

به جدول کمیت‌های اصلی در درس‌نامه مراجعه کنید.

۱۴- گزینه‌ی «۳»

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

۱۵- گزینه‌ی «۳»

همان‌طور که گفتیم، همه‌ی کمیت‌ها اندازه دارند؛ یعنی قابل اندازه‌گیری هستند. (اصلاً فیزیک علم اندازه‌گیری است.)

۱۶- گزینه‌ی «۲»

دلیل نادرستی سایر گزینه‌ها: گزینه‌ی (۱): تنها کمیت‌های برداری دارای جهت‌اند. گزینه‌های (۳) و (۴): جمع و تفریق کمیت‌های نرده‌ای، جبری است. (همان جمع و تفریق معمولی که در دوران طفولیت آموختیم!) در حالی که جمع و تفریق کمیت‌های برداری، همیشه برداری است.

۱۷- گزینه‌ی «۲»

سرعت تنها کمیت برداری در میان این چند کمیت است.

۱۸- گزینه‌ی «۲»

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

۱۹- گزینه‌ی «۲»

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

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

رابطه‌ی  $F = ma$  استفاده می‌کنیم.

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

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

۲۰- گزینه‌ی «۲» روش اول این تست را شبیه تست قبل حل می‌کنیم.

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

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

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

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

۲۱- گزینه‌ی «۳» ابتدا یکای  $F$  را برحسب یکاهای اصلی به دست می‌آوریم:

$$F = K\Delta x \rightarrow K = \frac{F}{\Delta x}$$

حالا از رابطه‌ی گفته‌شده در صورت سؤال استفاده می‌کنیم:

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

یکای  $\Delta x$  متر (m) است. پس:

۲۲- گزینه‌ی «۲»

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

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

$$B \text{ واحد} = \frac{N \cdot s}{m^2}$$

گام دوم کافی است واحدها را جای گذاری کنیم:

## تبدیل واحدها و نمادگذاری علمی

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

### تبدیل واحد

ما برای تبدیل یکای یک کمیت به یکای دیگر از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم. مراحل این تبدیل را همراه با یک مثال برایتان روشن می‌کنیم: فرض کنید می‌خواهیم ببینیم ۳۰ اینچ چند فوت است؟

گام اول تساوی‌ای را که بین دو یکا برقرار است، می‌نویسیم:

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

هر فوت برابر ۱۲ اینچ است، یعنی:

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

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

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

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

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

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

**مثال** ۵ سیر معادل چند گرم است؟ (یک سیر ۱۶ مثقال و هر مثقال ۴/۸۶ g است.)

۱۹۴/۴ (۲)      ۳۸/۸۸ (۳)      ۳۸۸/۸ (۴)

**پاسخ گزینه ۴** براساس داده‌های سؤال باید سیر را به مثقال و مثقال را به گرم تبدیل کنیم. پس طبق دستورالعملی که گفتیم، کسرهایی را که لازم داریم، می‌نویسیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ سیر} = 16 \text{ مثقال} \rightarrow \frac{16 \text{ مثقال}}{1 \text{ سیر}} = 1 \\ 1 \text{ مثقال} = 4/86 \text{ g} \rightarrow \frac{4/86 \text{ g}}{1 \text{ مثقال}} = 1 \end{array} \right.$$

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

$$5 \text{ سیر} = 5 \times \frac{16 \text{ مثقال}}{1 \text{ سیر}} \times \frac{4/86 \text{ g}}{1 \text{ مثقال}} = 5 \times 16 \times 4/86 \text{ g} = 388/8 \text{ g}$$

**حواستون باشد** یک وقت کسرها را وارونه ننویسید. مثلاً اگر به جای  $\frac{16 \text{ مثقال}}{1 \text{ سیر}}$  می‌نوشتید  $\frac{1 \text{ سیر}}{16 \text{ مثقال}}$ ، سیر با سیر ساده نمی‌شد!

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

**مثال** ۴۵۷/۲ cm برابر چند فوت است؟ (1 ft = ۱۲ in, 1 in = ۲/۵۴ cm)

۱۸۰ (۴)      ۶۰ (۳)      ۱۵ (۲)      ۵ (۱)

**پاسخ گزینه ۲** باید cm به in و سپس in به ft تبدیل شود، پس کسرهای به درد بخور  $\frac{1 \text{ in}}{2/54 \text{ cm}}$  و  $\frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}}$  هستند، پس:

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

### استفاده از پیشوندهای SI

هر کدام از این پیشوندها، نماد یک عدد از مرتبه‌ی ۱۰ (یا همان ۱۰<sup>n</sup>) است که به آن ضریب تبدیل می‌گوییم. هر وقت ضریب تبدیل، ابتدای یک واحد قرار بگیرد، اندازه‌ی واحد را به همان میزان بزرگ یا کوچک می‌کند؛ مثلاً کیلو یعنی ۱۰<sup>۳</sup> و وقتی ابتدای واحدی مثل متر قرار می‌گیرد، می‌شود km که هر ۱ km معادل هزار متر است. در جدول روبرو پیشوندهای مورد نیاز را گذاشته‌ایم:

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

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

**مثال** هر ng برابر چند kg است؟

۱۰<sup>۱۲</sup> (۴)      ۱۰<sup>-۱۲</sup> (۳)      ۱۰<sup>۶</sup> (۲)      ۱۰<sup>-۶</sup> (۱)

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

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

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

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

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

↓  
ضریب تبدیل کیلو

مثال زیر را در یک مرحله پاسخ می‌دهیم:

**مثال** ۴/۹ hm چند μm است؟

۴/۹ × ۱۰<sup>۸</sup> (۴)      ۴/۹ × ۱۰<sup>-۸</sup> (۳)      ۴/۹ × ۱۰<sup>۶</sup> (۲)      ۴/۹ × ۱۰<sup>-۶</sup> (۱)

**پاسخ گزینه ۴** h را برمی‌داریم و به جایش ۱۰<sup>۲</sup> را قرار می‌دهیم و حاصل را در  $\frac{\mu}{10^6}$  ضرب می‌کنیم:

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

**نکته** اگر واحد یک کمیت، توان دار باشد، توان آن را هم در تبدیل واحد در نظر می‌گیریم.

مثلاً مساحت  $5/4 \text{ m}^2$  بر حسب سانتی‌متر مربع برابر است با:

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

**مثال**  $4000 \text{ mm}^3$  معادل چند سانتی‌متر مکعب است؟

(1)  $4000 \times 10^{-1}$  (2)  $4000 \times 10^{-2}$  (3)  $4000 \times 10^{-3}$  (4)  $4000 \times 10^{-4}$

**پاسخ** گزینه‌ی «3» «میلی» را برمی‌داریم و به جای آن  $10^{-3}$  می‌گذاریم و حاصل را در  $\left(\frac{\text{cm}}{10^{-2}}\right)^3$  ضرب می‌کنیم:

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

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

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

معادل واحد در SI	واحد غیر SI	نام کمیت
$10^{-3} \text{ m}^3$	Lit (لیتر)	حجم
$10^5 \text{ Pa}$	atm (اتمسفر)	فشار
$1360 \text{ Pa}^*$	cmHg (سانتی‌متر جیوه)	فشار
$10^{-4} \text{ T}$	G (گاوس)	بزرگی میدان مغناطیسی
$4/2 \text{ J}$	cal (کالری)	انرژی
$3600 \text{ s}$	ساعت	زمان
$60 \text{ s}$	دقیقه	زمان
$10^3 \text{ kg/m}^3$	$\text{g/cm}^3$ (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	چگالی
$1 \text{ kg/m}^3$	$\text{g/Lit}$ (گرم بر لیتر)	چگالی
$\frac{1}{3/6} \text{ m/s}$	$\text{km/h}$ (کیلومتر بر ساعت)	سرعت

\* واحد سانتی‌متر جیوه در صورتی که چگالی جیوه  $\text{g/cm}^3 = 13/6$  و  $\text{g} = 10 \text{ N/kg}$  معرفی شود، معادل  $1360 \text{ Pa}$  است.

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

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

**پاسخ** داریم:

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

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

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

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

### استفاده از نمادگذاری علمی

سرعت نور در خلأ  $300000000 \text{ m/s}$  است. حالا اگر بخواهیم این عدد را به توان 2 برسانیم (مثلاً در فرمول  $E = mc^2$ ) باید یک 9 بنویسیم و 16 تا صفر جلویش بگذاریم. بهره‌گرفتن از تکنیک نمادگذاری علمی ما را از شر این صفرها خلاص می‌کند. این روش می‌گوید: عدد  $X$  به  $X \times 10^k$  تبدیل می‌شود،

به طوری که  $10 < X < 10^1$  و  $k$  یک عدد صحیح باشد. به مثال‌های مقابل توجه کنید:  $2/3 \times 10^{-3} \text{ m}$   $\xrightarrow{\text{رقم ممیز را به جلو می‌کشیم}}$   $0/0023 \text{ m}$

$$7430000 \text{ kg} \xrightarrow{\text{رقم ممیز را به عقب می‌بریم}} 7/43 \times 10^6 \text{ kg}$$

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

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

از روش تبدیل های زنجیره ای استفاده می کنیم:

۲۳- گزینه ی «۳»

از روش تبدیل های زنجیره ای استفاده می کنیم. دقت کنید یکایی که می خواهیم حذف شود باید در مخرج باشد.

۲۴- گزینه ی «۱»

$$6/25 \text{ خورار} = \frac{6}{25} \times \frac{100 \text{ من شیرین}}{1 \text{ خورار}} \times \frac{640 \text{ منقل}}{1 \text{ من شیرین}} \times \frac{4/86 \text{ گرم}}{1 \text{ منقل}} \times \frac{1 \text{ کیلوگرم}}{1000 \text{ گرم}} \times \frac{1 \text{ تن}}{1000 \text{ کیلوگرم}} = \frac{6}{25} \times 640 \times \frac{4}{86} \times \frac{1}{1000} = 1/944 \text{ ton}$$

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

۲۵- گزینه ی «۳»

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

۲۶- گزینه ی «۱»

متر باید به میلی متر تبدیل شود، پس از کسر  $\frac{1000 \text{ میلی متر}}{1 \text{ متر}}$  استفاده می کنیم.

۲۷- گزینه ی «۱»

میلی متر باید به ذرع تبدیل شود، پس کسر  $\frac{1 \text{ ذرع}}{1040 \text{ میلی متر}}$  به کار ما می آید.

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

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

$$50/000 \text{ راید} = 50/000 \times \frac{4 \text{ استادیوم}}{1 \text{ راید}} \times \frac{6 \text{ پلکرون}}{1 \text{ استادیوم}} \times \frac{30/8 \text{ متر}}{1 \text{ پلکرون}} \times \frac{1 \text{ کیلومتر}}{1000 \text{ متر}} = 50/000 \times 4 \times 6 \times 30/8 \times \frac{1}{1000} = 36/96 \text{ km}$$

۲۸- گزینه ی «۳»

از کسرهای ضریب تبدیل زنجیره ای استفاده می کنیم. به انتخاب کسرها دقت کنید.

۲۹- گزینه ی «۲»

$$10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$$

$$1 \text{ in} = 2/54 \text{ cm}$$

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

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

ابتدا قد علی دایی را فقط برحسب اینچ می نویسیم. هر فوت برابر ۱۲ اینچ است، پس ۶ فوت می شود ۷۲ اینچ. اگر به اضافه ی ۳/۶

۳۰- گزینه ی «۳»

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

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

۳۱- گزینه ی «۲»

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

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

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

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

۳۲- گزینه ی «۲»

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

می کنیم:

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

۳۳- گزینه ی «۳»

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

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

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

$$\frac{1 \text{ y}}{1 \text{ Au}} = \frac{3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}{2 \times 10^{11}} = \frac{3 \times 365 \times 12 \times 6 \times 6}{10} = 47704$$

که این پاسخ به گزینه ی (۳) نزدیک تر است.

$$70 \times 110 = 7700 \text{ m}^2$$

گام اول در این مرحله مساحت زمین فوتبال را برحسب متر مربع به دست می آوریم:

۳۴- گزینه ی «۱»

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

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

$$2/500 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$$

گام اول ابتدا ابعاد مکعب را به میلی متر تبدیل می کنیم:

۳۵- گزینه ی «۲»

$$40/0 \text{ cm} = 400 \text{ mm}$$

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

گام دوم حالا حجم مکعب به راحتی حساب می شود:

۳۶- گزینهی «۲»

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

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

ارتفاع آب را  $h$  سانتی‌متر در نظر می‌گیریم و سپس حجم آب را با مقدار به دست آمده برابر قرار می‌دهیم:  $66 \times 50 \times h = 132000 \rightarrow h = \frac{132000}{66 \times 50} = 40 \text{ cm}$

۳۷- گزینهی «۲»

گام اول ابتدا فرسنگ را به کیلومتر تبدیل می‌کنیم:

$$\text{کیلومتر} = 12 = \frac{1 \text{ کیلومتر}}{1000 \text{ متر}} \times \frac{6000 \text{ متر}}{1 \text{ فرسنگ}} \times 2 \text{ فرسنگ} = 2 \text{ فرسنگ}$$

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

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

۳۸- گزینهی «۳»

گام اول ابتدا باید زمان را برحسب ساعت به دست بیاوریم.

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

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

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

۳۹- گزینهی «۴»

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

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

هستند:

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s} \rightarrow \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1$$

$$3/00 \times 10^8 \text{ m/s} = 3/00 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ AU}}{2 \times 10^{11} \text{ m}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = \frac{3 \times 10^8 \times 60}{2 \times 10^{11}} \text{ AU/min} = 0/09 \text{ AU/min}$$

۴۰- گزینهی «۴»

گام اول ابتدا تندی را برحسب m/s به دست می‌آوریم.

$$103 \text{ m/s} = 200 \times \frac{0/515 \text{ m/s}}{1 \text{ گره}} = 200 \text{ گره}$$

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

$$t = \frac{\text{مسافت}}{\text{تندی}} = \frac{20600}{103} \rightarrow t = 200 \text{ s}$$

۴۱- گزینهی «۴»

از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم.

$$8 \text{ گره} = 8 \times \frac{0/5 \text{ m/s}}{1 \text{ گره}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ mi}}{1800 \text{ m}} = 8 \times 0/5 \times 3600 \times \frac{1}{1800} \text{ mi/h} = 8 \text{ mi/h}$$

۴۲- گزینهی «۲»

گام اول ابتدا ۲۲ مایل را به کیلومتر تبدیل می‌کنیم:

$$22 \text{ mi} = 22 \text{ mi} \times \frac{1/6 \text{ km}}{1 \text{ mi}} = 35/2 \text{ km}$$

گام دوم چون یک گالن ۴/۴ Lit است، می‌توان گفت این خودرو با ۴/۴ Lit بنزین ۳۵/۲ km حرکت می‌کند. حالا با استفاده از یک تناسب ساده مسافتی

$$\frac{4/4 \text{ Lit}}{1 \text{ Lit}} = \frac{35/2 \text{ km}}{x \text{ km}} \rightarrow x = \frac{1 \times 35/2}{4/4} = 8 \text{ km}$$

را که با یک لیتر بنزین طی می‌کند به دست می‌آوریم:

۴۳- گزینهی «۱»

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

$$\text{جرم} = 120 \times 10^6 \text{ mg} = 120 \text{ kg} = 200 - 80 = 120 \text{ kg}$$

برحسب میلی‌گرم و تغییرات زمان برحسب ثانیه باشد.

$$\text{تغییرات زمان} = 12 \text{ ماه} = 12 \times 30 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}$$

گام دوم حالا آهنگ کاهش جرم را به دست می‌آوریم:

$$\text{آهنگ کاهش جرم} = \frac{120 \times 10^6}{12 \times 30 \times 24 \times 60 \times 60} = \frac{10000}{324} = 1250$$

۴۴- گزینهی «۲»

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

$$5/8 \times 10^4 \mu\text{m}^2 = 5/8 \times 10^4 \times (10^{-6} \text{ m})^2 \times (\frac{C}{10^{-2}})^2 = 5/8 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$$

۴۵- گزینه‌ی «۲»

با یک تبدیل یکای ساده مواجه‌ایم. کافی است مقدار داده‌شده را در  $(10^{-3} m)^3$  ضرب کنیم:

$$452 \text{ mm}^3 = 452 \times (10^{-3} m)^3 = 452 \times 10^{-9} m^3 = 4/52 \times 10^{-7} m^3$$

۴۶- گزینه‌ی «۱»

احتمالاً خیلی از شما می‌دانید که هر لیتر معادل  $1000 \text{ cm}^3$  است. پس داریم:

$$1 \text{ mL} = 1 \times (10^{-3} L) = 10^{-3} \times 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cm}^3$$

۴۷- گزینه‌ی «۲»

$$0/0003060 \text{ kg} = 0/0003060 \times (10^3 \text{ g}) = 0/3060 \text{ g}$$

۴۸- گزینه‌ی «۴»

گام اول ۲۵۷ m را در  $\frac{\mu}{10^{-6}}$  ضرب می‌کنیم تا به میکرومتر تبدیل شود:

$$257 \text{ m} \times \frac{\mu}{10^{-6}} = 257 \times 10^6 \mu\text{m}$$

گام دوم مقدار به دست آمده را به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم:

$$\frac{257}{10^7} \times 10^6 \mu\text{m} = 2/57 \times 10^2 \times 10^6 = 2/57 \times 10^8 \mu\text{m}$$

۴۹- گزینه‌ی «۴»

سؤال ساده‌ای است! ابتدا عدد داده‌شده را به متر (یکای طول در SI) تبدیل می‌کنیم و سپس عدد را به شکل نمادگذاری علمی

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

می‌نویسیم.

۵۰- گزینه‌ی «۴»

اول تبدیل واحد می‌کنیم و بعد از روش نمادگذاری علمی استفاده می‌کنیم:

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

حواستون باشد در این سؤال گفته شده پاسخ به صورت نمادگذاری علمی مناسبه بشه. اگر این نکته گفته نشده بود، گزینه‌های ۳ و ۴ هر دو پاسخ درست بودند.

## خطا و دقت در اندازه‌گیری

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

۱- دقت و حساسیت وسیله‌ی اندازه‌گیری

۲- مهارت کسی که اندازه‌گیری می‌کند.

۳- تعداد دفعاتی که اندازه‌گیری تکرار می‌شود.

حالا هر کدام از این‌ها را دقیق‌تر بررسی می‌کنیم:

### ۱- دقت و حساسیت وسیله‌ی اندازه‌گیری

اغلب وسیله‌های اندازه‌گیری به دو صورت مدرج (درجه‌بندی شده) و رقمی (دیجیتال) ساخته می‌شوند. بنا به قراردادی که در کتاب درسی آمده، اعلام میزان خطای این دو نوع وسیله متفاوت است، پس لطفاً اول ببینید وسیله‌ی اندازه‌گیری مدرج است یا دیجیتال و بعد براساس قاعده‌ی زیر، دقت (یا همان خطای) اندازه‌گیری وسیله را مشخص کنید.

الف: دقت وسیله‌ی اندازه‌گیری مدرج: خط‌کش، کولیس، ریزسنج، نقاله، دماسنج جیوه‌ای و ... ابزارهای اندازه‌گیری مدرج هستند. در این وسیله‌ها

دقت (یا خطای اندازه‌گیری) را  $\frac{1}{p}$  کم‌ترین تقسیم‌بندی آن در نظر می‌گیریم:  $\frac{\text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی وسیله}}{p} = \pm$  دقت یا خطای اندازه‌گیری وسیله

به عنوان نمونه، کمینه‌ی تقسیم‌بندی خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده، ۱ cm است و میزان خطای آن می‌تواند  $\pm 0/5 \text{ cm}$  باشد. یعنی

اگر ما طول یک جسم را با این خط‌کش مثلاً ۴/۰ cm اندازه گرفتیم، طول واقعی این جسم بین ۳/۵ cm تا ۴/۵ cm است که ما آن را به صورت

$4/0 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$  گزارش می‌کنیم.

**مثال** کمینه‌ی تقسیم‌بندی یک ریزسنج ۰/۰۱ mm است. ما طول یک جسم را با این ریزسنج ۷/۷۷ mm خوانده‌ایم. کدام یک از گزینه‌های زیر

گزارش درست‌تری از این اندازه‌گیری است؟

۲)  $7/77 \text{ mm} \pm 0/01 \text{ mm}$

۱)  $7/770 \text{ mm} \pm 0/005 \text{ mm}$

۴)  $7/770 \text{ mm} + 0/005 \text{ mm}$

۳)  $7/77 \text{ mm} + 0/01 \text{ mm}$

**پاسخ گزینه‌ی «۱»** بنا به روشی که در کتاب درسی پیشنهاد شده، اول باید کمینه‌ی تقسیم‌بندی ریزسنج را نصف کنیم:  $\frac{0/01}{2} = 0/005 \text{ mm}$

سپس می‌گوییم اندازه‌گیری ما ممکن است  $\pm 0/005 \text{ mm}$  خطا داشته باشد، یعنی طول دقیق جسم (X) در محدوده‌ی زیر قرار دارد:

$$7/770 \text{ mm} \pm 0/005 \text{ mm} \text{ یا } 7/765 \text{ mm} \leq x \leq 7/775 \text{ mm}$$

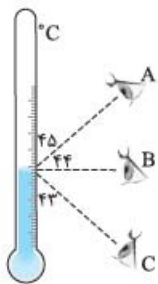


— **دقت وسیله اندازه‌گیری دیجیتال (رقمی):** میزان دقت (یا خطای) اندازه‌گیری ابزارهای دیجیتال برابر با کم‌ترین ارزش مکانی<sup>۱</sup> عددی است که نشان می‌دهند. برای نمونه هر ردیف از جدول زیر را از چپ به راست ببینید تا متوجه منظور ما بشوید:

گزارش درست	دقت یا خطای اندازه‌گیری	کم‌ترین ارزش مکانی	عددی که نمایشگر دیجیتال نشان داده است
$37/4^{\circ}\text{C} \pm 0/1^{\circ}\text{C}$	$0/1^{\circ}\text{C}$	یک‌دهم	$37/4^{\circ}\text{C}$
$43/007 \text{ mm} \pm 0/001 \text{ mm}$	$0/001 \text{ mm}$	یک‌هزارم	$43/007 \text{ mm}$
$523 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$	$1 \text{ g}$	یک	$523 \text{ g}$

**نکته** چه در ابزارهای مدرج و چه در ابزارهای دیجیتال، وسیله‌ی اندازه‌گیری‌ای دقیق‌تر است که دقت آن کوچک‌تر باشد، مثلاً خط‌کشی که برحسب میلی‌متر ( $0/001 \text{ m}$ ) مدرج شده از خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر ( $0/01 \text{ m}$ ) درجه‌بندی شده، دقیق‌تر است.

### ۲- مهارت کسی که اندازه می‌گیرد



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

### ۳- تعداد دوغاتی که اندازه‌گیری تکرار می‌شود

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

**اول این که** اگر یک یا دو عدد پرت بودند (یعنی با بقیه‌ی عددها اختلاف زیادی داشتند) در محاسبه‌ی میانگین وارد نمی‌کنیم.

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

### رقم‌های بامعنا

از نظر کسی که گزارش یک اندازه‌گیری معین را می‌بیند، تعداد رقم‌های عددی که گزارش شده معنی دارد! به عنوان مثال یک ترازوی دیجیتال جرم یک جسم را  $5/2 \text{ g}$  و یک ترازوی دیجیتال دیگر جرم همان جسم را  $5/20 \text{ g}$  نشان می‌دهد. در واقع گزارش اولی دو رقم بامعنا و دومی سه رقم بامعنا دارد.

$5/2 \text{ g}$  یا  $5/20 \text{ g}$  فرق می‌کند، زیرا در دومی رقم صفر بعد از ممیز هم معنی دارد، چون به ما می‌گوید که دقت ترازو  $\pm 0/01 \text{ g}$  است.

در مورد رقم صفر به دو نکته‌ی زیر توجه کنید:

۱) صفرهای سمت راست، بامعنا هستند مثل صفر در  $5/20 \text{ g}$  (در واقع این صفرها دقت اندازه‌گیری ابزار را نشان می‌دهد).

۲) صفرهای سمت چپ معنی ندارند! مثلاً در  $0/035 \text{ m}$ ، صفرهای قبل از رقم ۳ بی‌معنی‌اند و تعداد رقم‌های بامعنا در  $0/035 \text{ m}$  دو رقم است.

### رقم غیرقطعی

در اول همین بحث گفتیم که هیچ اندازه‌گیری‌ای قطعی و بدون خطا نیست. همیشه در رقم سمت راست یک گزارش، احتمال خطا وجود دارد. برای همین به رقم سمت راست گزارش **رقم غیرقطعی یا مشکوک** می‌گوییم. مثلاً در گزارش  $32/01 \text{ A}$  رقم ۱ غیرقطعی است و احتمال خطا در آن وجود دارد. **حواستون باشه** رقم غیرقطعی هم بامعنا است.

**مثال** یک ترازوی دیجیتال جرم یک جسم را  $0/030 \text{ kg}$  نشان داده است. به ترتیب رقم غیرقطعی و تعداد ارقام بامعنا کدام است؟

۱) ۳ و ۰ (۲)      ۲) ۳ (۳)      ۳) ۳ و ۰ (۲)      ۴) ۳ و ۱

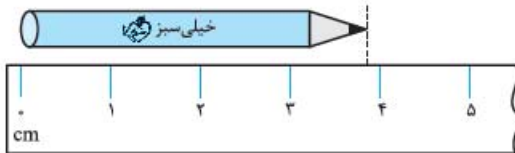
**پاسخ** گزینه‌ی «۲» آخرین رقم سمت راست (یعنی صفر) غیرقطعی است و اگر از صفرهای سمت چپ عدد گزارش شده چشم‌پوشی کنیم، ۲

رقم بامعنا (یعنی ۰ و ۳) باقی می‌ماند.

### رقم حدسی

گفتیم خیلی از ابزارهای اندازه‌گیری مثل خط‌کش یا دماسنج درجه‌بندی دارند. در بیشتر آن‌ها می‌توانیم از مشاهده و تجربه‌مان استفاده کنیم و رقم سمت راست را حدس بزنیم. مثلاً با خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده می‌توانیم طول یک جسم را تا دهم سانتی‌متر حدس بزنیم. در شکل صفحه بعد می‌بینید که طول مداد از  $3 \text{ cm}$  بیشتر و از  $4 \text{ cm}$  کم‌تر است و ما می‌توانیم حدس بزنیم که طولش در حدود  $3/7 \text{ cm}$  یا  $3/8 \text{ cm}$  است.





خوب است بدانید که این گزارش معتبر است. یعنی علی‌رغم این که دقت اندازه‌گیری وسیله سانتی‌متر است، ما حق داریم تا دهم سانتی‌متر گزارش کنیم. در این گزارش رقم ۷ یا ۸ حدسی (و صد البته غیرقطعی) است و در این جا ما ۲ رقم بامعنا داریم. در واقع می‌خواهیم به شما بگوییم که در اندازه‌گیری با وسیله‌های مدرج، رقم غیرقطعی، حدسی است.

**نکته** تأکید می‌کنیم که رقم حدسی جزء رقم‌های بامعنا به حساب می‌آید. مثلاً در خط‌کشی که کمینه‌ی تقسیم‌بندی آن میلی‌متر (۱/۰ cm) است تا یک‌دهم میلی‌متر (۰/۱ cm) گزارش می‌کنیم و رقم‌ها تا ۰/۱ cm هم بامعنا است.

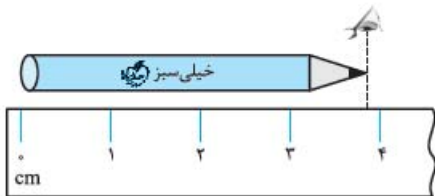
**مثال** در شکل روبه‌رو دماسنج جیوه‌ای دمای بدن یک نفر را نشان می‌دهد. در کدام گزینه اندازه‌ی دما دقیق‌تر و قابل قبول است؟

(۱)  $37.7^{\circ}\text{C}$   
 (۲)  $37^{\circ}\text{C}$   
 (۳)  $37.5^{\circ}\text{C}$   
 (۴)  $37.75^{\circ}\text{C}$

**پاسخ گزینه‌ی «۱»** اگر دقت کنید در شکل مشخص است که دماسنج برحسب  $0.5^{\circ}\text{C}$  درجه‌بندی شده است و واضح است که سطح جیوه بین  $37.5^{\circ}\text{C}$  و  $38^{\circ}\text{C}$  ایستاده است. پس می‌شود حدس زد که دمای بدن شخص  $37.7$  یا  $37.8$  است. **حواسنون باشه** گزارش  $37.75$  ظاهراً دقیق‌تر است اما قابل قبول نیست چون ۲ رقم حدسی (۷۵) دارد.

**گزارش نتیجه‌ی یک اندازه‌گیری**

وقتی می‌خواهیم نتیجه‌ی یک اندازه‌گیری را گزارش کنیم، گزارشمان باید دو چیز را نشان دهد:



۱- اندازه‌ای که گرفته‌ایم.

۲- میزان دقت یا خطای وسیله

مثلاً در شکل تکراری روبه‌رو:

۱- طول مداد را  $4.7\text{ cm}$  اندازه گرفته‌ایم.

۲- کمینه‌ی تقسیم‌بندی خط‌کش  $1\text{ cm}$  است، بنابراین خطای خط‌کش  $0.5\text{ cm}$  است. پس گزارش ما باید به صورت روبه‌رو باشد. در این اندازه‌گیری تعداد رقم‌های بامعنا دو رقم و رقم ۷ غیرقطعی (حدسی) است.

$4.7\text{ cm} \pm 0.5\text{ cm}$   
 ↓ میزان خطای وسیله  
 اندازه‌ای که ما گرفته‌ایم

**مثال** با توجه به شکل روبه‌رو. کدام گزینه طول جسم را درست‌تر گزارش کرده است؟

(۱)  $2.74\text{ cm} \pm 0.1\text{ cm}$   
 (۲)  $2.74\text{ cm} \pm 0.5\text{ cm}$   
 (۳)  $2.7\text{ cm} \pm 0.1\text{ cm}$   
 (۴)  $2.7\text{ cm} \pm 0.5\text{ cm}$

**پاسخ گزینه‌ی «۲»** اگر با دقت به شکل نگاه کنید، می‌بینید که طول جسم کمی از  $2.7\text{ cm}$  بیشتر است و می‌توانیم حدس بزنیم طول آن حدود  $2.74\text{ cm}$  است (این که  $2.74\text{ cm}$  گزارش کنیم یا  $2.73\text{ cm}$  یا  $2.75\text{ cm}$  چندان اهمیت ندارد، چون رقم سمت راست حدسی و غیرقطعی است). از سوی دیگر کمینه‌ی تقسیم‌بندی خط‌کش،  $0.1\text{ cm}$  (یا  $1\text{ mm}$ ) است، پس خطای آن را  $\pm 0.05\text{ cm} = \pm \frac{0.1}{2}$  در نظر می‌گیریم و به صورت روبه‌رو طول جسم را گزارش می‌کنیم:

**نکته** باید حواسمان باشد که در گزارش یک اندازه‌گیری، کم‌ترین ارزش مکانی خطای دستگاه و اندازه‌ای که گرفته‌ایم، یکسان باشد. مثلاً اگر کمینه‌ی تقسیم‌بندی یک کولیس  $0.1\text{ mm}$  باشد، خطای آن برابر نصف این مقدار ( $\pm 0.05\text{ mm}$ ) می‌شود و ما باید مقدار اندازه‌گیری خود را تا صدم میلی‌متر گزارش کنیم:

$37.20\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$        $37.2\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$   
 درست                                  غلط

**نکته** در کولیس رقم حدسی را صفر قرار می‌دهیم.

**۵۱- گزینه‌ی «۲»**

دیجیتال بودن یک ابزار اندازه‌گیری لزوماً به معنای دقیق بودن ابزار اندازه‌گیری نیست.

**۵۲- گزینه‌ی «۱»**

**گام اول** گفتیم در ابزارهای رقمی (دیجیتال) خطای اندازه‌گیری برابر کم‌ترین ارزش مکانی عدد گزارش شده است که در این جا

برابر  $0.001\text{ A}$  یا  $1\text{ mA}$  است. پس یا گزینه‌ی (۱) درست است یا گزینه‌ی (۴).

**گام دوم** در نمایشگر آمپرسنج می‌بینید که تعداد ارقام بامعنا نشان داده شده، ۴ رقم است (صفر سمت چپ جزو رقم‌های بامعنا نیست) ولی در گزینه‌ی

(۴) ما سه رقم بامعنا می‌بینیم، پس گزینه‌ی (۱) درست است.



۵۳- گزینهی «۱» درست است که خطکش برحسب سانتی‌متر مدرج شده اما ما به کمک همین خطکش طول مداد را تا دقت میلی‌متر حدس زده‌ایم

و برای همین در گزارش، رقم سمت راست (یعنی صفر) غیرقطعی یا حدسی است و بدون در نظر گرفتن صفرهای سمت چپ ۲ رقم بامعنا (یعنی ۰ و ۹) داریم.

۵۴- گزینهی «۲» اول این که موردهای ۳ و ۷ خیلی پرت‌اند، پس آن‌ها را از میانگین‌گیری حذف می‌کنیم و میانگین بقیه را حساب می‌کنیم:

$$m = \frac{122 + 121 + 122 + 123 + 121 + 122}{6} = 121/8$$

دوم این که چون گزارش‌ها ۳ رقم بامعنا دارد، عدد به دست آمده را تا ۳ رقم بامعنا گرد می‌کنیم؛ یعنی:

۵۵- گزینهی «۳» **گام اول** کمینه‌ی تقسیم‌بندی خطکش ۱ cm / ۰ است، پس داریم:

$$\text{خطای اندازه‌گیری خطکش} = \pm \frac{\text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی}}{2} = \pm \frac{1 \text{ cm}}{2} = \pm 0.5 \text{ cm}$$

**گام دوم** چون خطکش برحسب دهم سانتی‌متر مدرج شده است، پس تا صدم سانتی‌متر می‌توانیم حدس بزنیم و طول این مداد را ۳/۰۰ cm گزارش می‌کنیم، پس سه رقم بامعنا دارد.

۵۶- گزینهی «۲» کمینه‌ی تقسیم‌بندی این نقاله ۱۰° است، پس میزان خطای آن نصف این مقدار یعنی ۵° ± است. همین‌طور که در شکل می‌بینید،

اندازه‌ی زاویه‌ی موردنظر، بین ۵° و ۶۰° و نزدیک به ۶۰° است، پس بهترین و دقیق‌ترین گزارش، گزینه‌ی (۲) است. گزینه‌ی (۳) (یعنی ۵۷/۵°) قابل قبول نیست، زیرا دو رقم آخر آن حدسی است و ما حق نداریم بیشتر از ۱ رقم حدس بزنیم.

۵۷- گزینهی «۴» آخرین رقم سمت راست (یعنی صفر) غیرقطعی است و با چشم‌پوشی از صفرهای سمت چپ، ۴ رقم بامعنا (یعنی ۰، ۲، ۵ و ۳) داریم.

۵۸- گزینهی «۴» **گام اول** می‌دانید که خطای اندازه‌گیری وسیله‌های مدرج نصف کمینه‌ی تقسیم‌بندی آن است، پس داریم:

$$2 \text{ km/h} = \text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی} \Rightarrow \pm 1 = \pm \frac{\text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی}}{2} \Rightarrow \pm \frac{\text{خطای اندازه‌گیری}}{2}$$

**گام دوم** ۱۰۸ km/h سه رقم بامعنا دارد که در آن رقم ۸ غیرقطعی است.

۵۹- گزینهی «۲» **گام اول** کمینه‌ی تقسیم‌بندی استوانه ۱۰ mL است، پس داریم:  $\pm \frac{1}{2} = \pm 0.5 \text{ mL}$  خطای اندازه‌گیری

(تا این‌جا گزینه‌های (۱) و (۳) حذف می‌شوند).

**گام دوم** حجم مایع از ۱۱۰ mL بیشتر است، پس دقیق‌ترین گزارش، گزینه‌ی (۲) است.

۶۰- گزینهی «۴» چون گزینه‌ها برحسب میلی‌متر است، اول خطای اندازه‌گیری را به میلی‌متر تبدیل می‌کنیم:

$$\pm 0.00005 \text{ m} \times \frac{10^3 \text{ mm}}{1 \text{ m}} = \pm 0.05 \text{ mm}$$

**گام دوم** می‌دانیم که مقدار خطای وسیله‌ی اندازه‌گیری نصف کمینه‌ی تقسیم‌بندی است:

$$0.1 \text{ mm} = \text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی} \Rightarrow \pm 0.05 \text{ mm} = \pm \frac{\text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی}}{2} \Rightarrow \pm 0.05 \text{ mm} = \text{خطای وسیله‌ی اندازه‌گیری}$$

**گام سوم** صفرهای سمت چپ جزء ارقام بامعنا نیستند اما صفر سمت راست بامعنا است، پس مقدار ارقام بامعنا در ۰/۰۲۸۱۰ m برابر ۴ رقم است.

## تخمین مرتبه‌ی بزرگی

ممکن است در محاسبه‌ی یک کمیت، وقت کافی برای محاسبه‌ی دقیق نداشته باشیم؛ یا اطلاعاتمان در مورد چیزی که می‌خواهیم حساب کنیم دقیق و کافی نباشد، یا اصلاً دقت در نتیجه‌ی محاسبات ما چندان مهم نباشد. در این شرایط «تخمین می‌زنیم» یا «برآورد می‌کنیم». این را هم بگوییم که «تخمین» یا «برآورد» یک کمیت باید منطقی و دارای دلیل باشد.

**حواستون باشه** همین‌طوری یهویی نمی‌شه تخمین زد، تخمین با هرس فرق داره!

تخمین، چند نوع مختلف دارد که ما می‌خواهیم یک نمونه از آن‌ها به نام «تخمین مرتبه‌ی بزرگی» را یاد بگیریم. ابتدا باید با مفهوم «مرتبه‌ی بزرگی» آشنا شویم.

### مرتبه‌ی بزرگی یک عدد

منظور از مرتبه‌ی بزرگی یک عدد تقریب‌زدن آن به یکی از توان‌های ۱۰ است. به عبارتی برای تعیین مرتبه‌ی بزرگی  $x$  باید عددی به شکل  $10^n$  (  $n$  یک عدد صحیح است) مشخص کنیم که نزدیک‌ترین مقدار به  $x$  از توان‌های ۱۰ باشد.

**نکته** مرتبه‌ی بزرگی یک عدد ( $x$ ) را به شکل زیر به دست می‌آوریم:

**مرحله ۱.** ابتدا عدد موردنظر را به شکل نماد علمی یعنی  $x = a \times 10^n$  می‌نویسیم ( $1 \leq a < 10$ ).

**مرحله ۲.** اگر  $a$  کم‌تر از ۵ باشد به جای آن ۱ و اگر بزرگ‌تر یا مساوی ۵ باشد، به جای آن ۱۰ قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} 1 \leq a < 5 : x = a \times 10^n \sim 1 \times 10^n = 10^n \\ 5 \leq a < 10 : x = a \times 10^n \sim 10 \times 10^n = 10^{n+1} \end{cases}$$

به نمونه‌های زیر دقت کنید.

$$\begin{aligned} 4 &= 4 \times 10^0 \sim 1 \times 10^1 = 10^1 \\ 8 &= 8 \times 10^0 \sim 10 \times 10^0 = 10^1 \\ 26 &= 2/6 \times 10^1 \sim 1 \times 10^1 = 10^1 \\ 63 &= 6/3 \times 10^1 \sim 10 \times 10^0 = 10^1 \\ 75000 &= 7/5 \times 10^4 \sim 10 \times 10^4 = 10^5 \end{aligned} \quad \left| \quad \begin{aligned} 0/7 &= 7 \times 10^{-1} \sim 10 \times 10^{-1} = 10^0 \\ 0/3 &= 3 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-1} = 10^{-1} \\ 0/05 &= 5 \times 10^{-2} \sim 10 \times 10^{-2} = 10^{-1} \\ 0/0062 &= 6/2 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3} = 10^{-2} \\ 0/045 \times 10^{-4} &= 4/5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-6} = 10^{-6} \end{aligned} \right.$$

**نکته** در مرحله‌ی ۲ اگر می‌خواهیم محاسباتمان کمی دقیق‌تر باشد، به جای  $a$ ، ۱ یا  $10$  قرار نمی‌دهیم بلکه به جای آن نزدیک‌ترین عدد صحیح را قرار می‌دهیم. مثل نمونه‌های رویه‌رو:

$$16750 = 1/675 \times 10^4 \sim 2 \times 10^4, \quad 0/0062 = 6/2 \times 10^{-3} \sim 6 \times 10^{-3}$$

### حل مسائل باروش «تخمین مرتبه‌ی بزرگی»

مسائل «تخمین» یا «برآورد» مسائلی هستند که در آن‌ها می‌خواهیم مرتبه‌ی بزرگی یک کمیت را محاسبه کنیم. در برخی از این مسائل نیاز به اطلاعاتی داریم که مسئله درباره‌ی آن‌ها حرفی نزده است. برای حل این مسئله‌ها مرحله‌های زیر را طی می‌کنیم:

**مرحله ۱:** رابطه‌ای را که تعیین‌کننده‌ی پاسخ نهایی مسئله است، مشخص می‌کنیم. این رابطه می‌تواند یک «فرمول فیزیکی» باشد یا یک فرمول تناسبی یا هر چیز دیگر.

**مرحله ۲:** مرتبه‌ی بزرگی کمیت‌های معلومی را که در فرمول حضور دارند مشخص می‌کنیم. در این مرحله ممکن است مقدار کمیتی را خودمان به طور منطقی حدس بزنیم. یعنی هی؟ چه طوری درس بزنیم آفه؟ نگران نباشین، تو مثال‌ها به پیزایی یاد می‌گیرید که چه طوری درس بزنید.

**نقچه** در این مرحله اگر می‌خواهید پاسخ را با دقت بیشتری به دست آورید، مرتبه‌ی بزرگی کمیت‌ها را دقیق‌تر تعیین کنید. (یعنی این شکلی،  $10^3 \times$  عدد صغیر) **مرحله ۳:** با استفاده از رابطه‌ای که در مرحله‌ی ۱ نوشتید، مرتبه‌ی بزرگی کمیت مجهول را حساب کنید. مرحله‌های بالا را در چند مثال پیاده می‌کنیم.

**مثال** کل مدت زمانی که شما تاکنون در کلاس درس مدرسه سپری کرده‌اید، برحسب ثانیه، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

$10^{11}$  (۴)       $10^9$  (۳)       $10^7$  (۲)       $10^5$  (۱)

**پاسخ** گزینه‌ی «۲» **مرحله ۱:** برای محاسبه‌ی خواسته‌ی مسئله از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم:

متوسط زمان هر جلسه (ثانیه)  $\times$  تعداد جلسات کلاس مدرسه = کل زمان سپری شده در کلاس مدرسه (ثانیه)

**مرحله ۲:** باید «متوسط زمان هر جلسه» و «تعداد جلسات کلاس مدرسه» را تعیین کنیم. در واقع باید خودمان به طور تقریبی ولی منطقی تخمین بزنیم. زمان هر جلسه (همون زنگ) در مدارس معمولاً ۶۰ تا ۹۰ دقیقه است. ما مدت زمان جلسه را ۷۵ min در نظر می‌گیریم اما باید آن را به ثانیه تبدیل کنیم. (ما محاسبات خود را در حل این مثال با دو دقت مختلف انجام می‌دهیم.)

$$\text{دقت کم} = 10^3 \quad \text{دقت زیاد} = 5 \times 10^3$$

$75 \text{ min} = 75 \times 60 \text{ s} = 4500 \text{ s} = 4/5 \times 10^3$  متوسط زمان هر جلسه

برای تخمین تعداد جلسات، کارمان کمی طولانی‌تر است. تا این لحظه، شما ۹ سال تحصیلی را سپری کرده‌اید (این پنجره هفته‌ی سال دهم رو بی‌فیال شیر). هر سال تحصیلی ۹ ماه است، ولی تقریباً ۲ ماه از این ۹ ماه صرف امتحانات ترم، تعطیلات و ... می‌شود، پس در هر سال تحصیلی شما ۷ ماه آموزشی دارید. هر ماه ۴ هفته دارد. در هر هفته ۵ روز به مدرسه می‌روید و هر روز ۴ زنگ (جلسه) کلاس دارید، پس تعداد کل جلسات برابر است با:

$$\text{دقت کم} = 10^4 \quad \text{دقت زیاد} = 5 \times 10^3$$

$9 \times 7 \times 4 \times 5 \times 4 = 5040 = 5/04 \times 10^3$  تعداد جلسات کلاس

**مرحله ۳:** از رابطه‌ی مرحله‌ی یک استفاده می‌کنیم:

$$\text{دقت کم} = 10^4 \times 10^3 = 10^7$$

$$\text{دقت زیاد} = 5 \times 10^3 \times 5 \times 10^3 = 2/5 \times 10^7$$

متوسط زمان هر جلسه (ثانیه)  $\times$  تعداد جلسات کلاس مدرسه = کل زمان سپری شده در کلاس مدرسه (ثانیه)

این مثال را بهانه کرده و چند نکته برایتان می‌گوییم:

**۱)** در تست‌های «تخمین» یا «برآورد» معمولاً فاصله‌ی گزینه‌ها از هم زیاد است (دقت کنید در این تست مقدار هر گزینه  $10^0$  برابر گزینه‌ی قبلی است). به همین دلیل انتظار نمی‌رود که: اولاً محاسبات را خیلی دقیق انجام دهید، ثانیاً در تخمین مقدار کمیت‌هایی که سؤال نداده است، خیلی وسواس به خرج دهید.

**۲)** برای تخمین کمیت‌هایی که سؤال درباره‌ی آن‌ها حرفی نزده و می‌خواهد خودمان آن‌ها را مشخص کنیم، باید از یک روند منطقی برای تخمین‌زدن استفاده کنیم (نه این‌که بپووی به عدد بگیریم). مثلاً در این تست دیدید که برای تخمین تعداد جلسات از تعداد سال‌های تحصیلی، تعداد ماه‌هایی که کلاس‌های درس تشکیل می‌شود و ... استفاده کردیم.

**مثال** مصرف روزانه‌ی بنزین کل خودروهای شخصی کشور، برحسب لیتر، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

- ۱)  $10^5$  (۲)  $10^8$  (۳)  $10^{11}$  (۴)  $10^{14}$

**پاسخ** گزینه‌ی «۲»، مرحله‌ی ۱ از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم:

مصرف روزانه‌ی هر خودرو (Lit)  $\times$  تعداد خودروهای شخصی کشور = مصرف روزانه‌ی بنزین تمام خودروهای شخصی کشور  
 مرحله‌ی ۲. **گام اول** تعداد خودروهای شخصی کل کشور را تخمین می‌زنیم. ایران تقریباً  $80$  میلیون نفر جمعیت دارد. به نظر شما از هر چند نفر، یک نفر خودروی شخصی دارد؟ از هر  $4$  نفر؟ از هر  $5$  نفر؟ یا از هر  $10$  نفر؟ ما در نظر می‌گیریم از هر  $5$  نفر یک نفر خودروی شخصی دارد (شما در نظر بگیرید از هر  $10$  نفر یک نفر خودروی شخصی دارد یا حتی از هر  $20$  نفر! می‌بینید که در نهایت ما و شما قرار است یک گزینه را انتخاب کنیم). بنابراین تعداد خودروها برابر است با:

$$10^7 \sim 16 \times 10^6 = \frac{1}{5} \times (80 \times 10^6) \times \frac{1}{5} = \frac{1}{25} \times \text{جمعیت ایران} = \text{تعداد خودروهای شخصی کشور}$$

**گام دوم** حالا باید مصرف روزانه‌ی هر خودرو را برحسب لیتر برآورد کنیم. به نظر شما یک خودروی معمولی روزانه چند لیتر بنزین مصرف می‌کند؟ ما فرض می‌کنیم هر خودرو به طور متوسط روزانه  $50$  km حرکت می‌کند. اگر خودروها، باز هم به طور متوسط، در هر  $100$  km،  $10$  لیتر بنزین مصرف کنند، در  $50$  کیلومتر  $5$  لیتر بنزین مصرف می‌کنند، پس مصرف روزانه‌ی بنزین خودروها را  $5 \text{ Lit}$  در نظر می‌گیریم.

مرحله‌ی ۳. در پایان از رابطه‌ای که در مرحله‌ی ۱ معرفی کردیم، استفاده می‌کنیم:  $\text{Lit} \sim 10^8 \times 5 = 10^7 =$  مصرف روزانه‌ی بنزین تمام خودروهای شخصی کشور (Lit) بد نیست بدانید مصرف روزانه‌ی بنزین کشور تقریباً  $7 \times 10^7$  Lit است.

**حواستون باشه** ممکن بود تو تفهیم زدن، عددهای رنگه‌ای رو در نظر بگیریم و آفرش به  $10^7$  یا  $10^9$  برسیم که باید بازم گزینه‌ی (۲) رو انتخاب کنیم. چون سؤال گفته به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است.

**مثال** جرم پروتون برحسب کیلوگرم به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (جرم یک مول اتم هیدروژن  $1$  گرم است.)

- ۱)  $10^{-18}$  (۲)  $10^{-21}$  (۳)  $10^{-24}$  (۴)  $10^{-27}$

**پاسخ** گزینه‌ی «۴» با مفهوم مول در فصل اول درس شیمی آشنا شدید و می‌دانید که یک مول اتم هیدروژن یعنی  $6.022 \times 10^{23}$  اتم هیدروژن. بنابراین طبق گفته‌ی سؤال جرم  $6.022 \times 10^{23}$  اتم هیدروژن برابر است با  $1$  گرم. اتم هیدروژن از یک الکترون و یک پروتون تشکیل شده است. جرم الکترون در برابر پروتون بسیار ناچیز است بنابراین از جرم الکترون صرف‌نظر می‌کنیم و می‌نویسیم:

مرحله‌ی ۱. 
$$\frac{\text{جرم یک مول هیدروژن (kg)}}{\text{تعداد اتم‌های یک مول هیدروژن}} = \text{جرم یک اتم هیدروژن به جرم یک پروتون (kg)}$$

مرحله‌ی ۲. 
$$1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg} = \text{جرم یک مول هیدروژن}$$

$$10^{-24} \sim 10^{-23} \times 6.022 \times 10^{23} = \text{تعداد اتم‌های یک مول هیدروژن}$$

مرحله‌ی ۳. 
$$10^{-27} \text{ kg} = \frac{10^{-3}}{6.022 \times 10^{23}} = \text{جرم یک اتم هیدروژن به جرم یک پروتون (kg)}$$

**۶۱- گزینه‌ی «۲»** با سؤال ساده‌ای مواجه هستیم. کافی است پیدا کنیم  $2400$  سال برابر چند ثانیه است. هر سال  $365$  روز، هر روز  $24$  ساعت، هر

ساعت  $60$  دقیقه و هر دقیقه  $60$  ثانیه است، پس: ثانیه  $60 \times 60 \times 24 \times 365 \times 2400 = 2400 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 =$  ثانیه  $60 \times 60 \times 24 \times 365 \times 2400$  روز  $1$  سال  $2400 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60$  سال

از آنجایی که هدف ما محاسبه‌ی مرتبه‌ی بزرگی عدد نهایی است، کافی است به جای هر عدد، مرتبه‌ی بزرگی آن را قرار دهیم، پس:

$$10^{10} \text{ s} = 2400 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60$$

گزینه‌ی (۲) را انتخاب می‌کنیم. اگر حاصل ضرب اعداد را دقیق‌تر انجام می‌دادیم به  $10^{11}$  می‌رسیدیم.

**۶۲- گزینه‌ی «۲»** **گام اول** مساحت سطح کره‌ی ماه را به طور تقریبی برحسب متر محاسبه می‌کنیم:

$$A = 4\pi r^2 = 4 \times 3.14 \times (1700 \times 10^3)^2 = (4 \times 3.14) \times (17)^2 \times (10^6)^2 \sim 10^{13} \text{ m}^2$$

**گام دوم** عدد به دست آمده را به هکتار تبدیل می‌کنیم:  $10^{13} \text{ m}^2 = 10^{13} \text{ m}^2 \times \frac{1 \text{ هکتار}}{10000 \text{ m}^2} = 10^9 \text{ هکتار}$

**۶۳- گزینه‌ی «۳»** **گام اول** ابتدا حجم آب ناشی از بارش سالانه را به دست می‌آوریم. مساحت ایران را با  $A$  و ارتفاع باران باریده‌شده در سال را با

$$d = 250 \text{ mm} = 2/5 \times 10^{-1} \text{ m} \sim 10^{-1} \text{ m}$$

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

$$\text{حجم کل آب ناشی از بارش سالانه} = A \cdot d = 10^{12} \times 10^{-1} = 10^{11} \text{ m}^3 = 10^{11} \times 10^3 \text{ Lit} = 10^{14} \text{ Lit}$$

**گام دوم** حالا تعداد بطری‌های  $1/5$  لیتری به راحتی به دست می‌آید:  $10^{14} = \frac{\text{حجم کل آب ناشی از بارش سالانه (برحسب لیتر)}}{\text{حجم یک بطری (برحسب لیتر)}} = \frac{10^{14}}{1/5}$  تعداد بطری‌ها

**۶۴- گزینه‌ی «۱»** **گام اول** ابتدا مصرف سالانه‌ی نفت را در جهان به طور تقریبی تعیین می‌کنیم.

$$\text{بشکه} \ 10^{10} = (100 \times 10^6) \times (365) \sim (80 \times 10^6) \times (365) = \text{مصرف روزانه‌ی نفت در جهان} = \text{مصرف سالانه‌ی نفت در جهان}$$

**گام دوم** در هر سال  $10^{10}$  بشکه‌ی نفت در جهان مصرف می‌شود. برای محاسبه‌ی تعداد سال‌هایی که لازم است تا تمام ذخایر نفتی مصرف شود، داریم:

$$\text{سال} \ 10^2 \sim \frac{1/4 \times 10^{12}}{10^{10}} = \frac{\text{حجم کل ذخایر نفتی جهان}}{\text{مصرف سالانه‌ی نفت جهان}} = \text{تعداد سال‌های مصرف نفت}$$

۶۵- گزینه‌ی «۲»

بدن یک انسان را مکعبی به ابعاد  $20 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 180 \text{ cm}$  در نظر می‌گیریم، پس:  $V = 20 \times 50 \times 180 = 180 \times 10^3 \sim 10^5 \text{ cm}^3$  پس حجم بدن یک انسان بالغ  $10^5 \text{ cm}^3$  بوده و گزینه‌ی (۲) صحیح است.

اگر برای بدن انسان ابعاد دیگری هم در نظر بگیرید، باز هم در نهایت گزینه‌ی (۲) را انتخاب خواهید کرد. پاسخ سؤال تمام شده است اما برای این که خیالمان راحت باشد، کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین ابعاد ممکن را برای بدن انسان در نظر می‌گیریم.

حالت اول اگر انسان موردنظر خیلی چاق و درشت‌اندام باشد! طوری که ابعاد آن  $80 \text{ cm}$  در  $60 \text{ cm}$  و قدش  $2$  متر باشد:

$$V = 200 \times 60 \times 80 = 960000 = 9.6 \times 10^5 \sim 10^6 \text{ cm}^3$$

حالت دوم اگر انسان موردنظر خیلی لاغر و کوتاه باشد! طوری که قدش  $140 \text{ cm}$  و ابعادش  $20 \text{ cm}$  باشد:

$$V = 20 \times 10 \times 140 = 28 \times 10^3 = 2.8 \times 10^4 \sim 10^4 \text{ cm}^3$$

همان‌طور که دیدید در هر دو حالت مجبور به انتخاب گزینه‌ی (۲) هستیم.

۶۶- گزینه‌ی «۳»

بارش متوسط سالیانه در کره‌ی زمین  $860 \text{ mm}$  است؛ یعنی اگر آب ناشی از بارش یک سال، در سطح کره‌ی زمین پخش شود، ارتفاع آب  $860 \text{ mm}$  می‌شود.

برای محاسبه‌ی حجم این آب ابتدا باید مساحت سطح کره‌ی زمین را به دست بیاوریم. زمین کره‌ای به شعاع  $6400 \text{ km}$  است، پس:

$$A = 4\pi r^2 = 4 \times 3.14 \times (6400 \times 10^3)^2 = (4 \times 3.14) \times (6/4)^2 \times 10^{12} \sim 10 \times 10 \times 10^{12} = 10^{14} \text{ m}^2$$

توجه کنید که در قسمت پایانی محاسبات بالا فقط مرتبه‌ی بزرگی حاصل ضرب‌های داخل پرانتز را در نظر گرفته‌ایم.

برای به دست آوردن حجم کافی است مساحت را در ارتفاع آب ضرب کنیم:  $10^{14} \text{ m}^2 \times 10^{-1} = 10^{13} \text{ m}^3$

$$10^{13} \text{ m}^3 = 10^{13} \text{ m}^3 \times \frac{1000 \text{ Lit}}{1 \text{ m}^3} = 10^{16} \text{ Lit}$$

در انتها باید متر مکعب را به لیتر تبدیل کنیم:

۶۷- گزینه‌ی «۱» **گام اول**

$$A = 180 \text{ km}^2 = 180 \times 10^6 \text{ m}^2 \sim 10^8 \text{ m}^2$$

$$h = 10 \text{ mm} = 10 \times 10^{-3} \text{ m} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$V = Ah \sim 10^8 \times 10^{-2} = 10^6 \text{ m}^3$$

**گام دوم** حجم یک قطره باران را باید تخمین بزنیم. فرض می‌کنیم هر قطره، کره‌ای به قطر  $4 \text{ mm}$  است، پس:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3.14 \times (2 \times 10^{-3})^3 = \frac{4}{3} \times 3.14 \times 8 \times 10^{-9} \sim \frac{1}{1} \times 10 \times 10 \times 10^{-9} = 10^{-8} \text{ m}^3$$

$$\text{تعداد قطره‌ها} = \frac{\text{حجم کل آب باران}}{\text{حجم یک قطره آب}} = \frac{10^6}{10^{-8}} = 10^{14}$$

**گام سوم**

۶۸- گزینه‌ی «۲»

در این تست باید ۲ عدد را خودمان برآورد کنیم. یکی حجم هوایی که در هر تنفس وارد ریه‌ی انسان می‌شود و دیگری تعداد تنفس‌های یک انسان معمولی در یک زمان معین (مثلاً یک دقیقه).

**گام اول** ابتدا حجم هوایی را که در هر دم وارد ریه می‌شود برآورد می‌کنیم (یعنی تخمین می‌زنیم). برای این کار به ابعاد قفسه‌ی سینه‌ی یک انسان توجه می‌کنیم. ریه درون قفسه‌ی سینه قرار دارد. علاوه بر ریه اندام‌های دیگری هم هستند مثل قلب، نای، دنده‌ها و ... بنابراین احتمالاً حجم ریه باید حدود  $5/10 \text{ Lit}$  یا حتی  $3 \text{ Lit}$ ،  $4 \text{ Lit}$  باشد (برای این که تصویری از لیتر داشته باشید، بطری نوشابه‌ی خانواده را در ذهن خود مجسم کنید. این بطری‌ها  $1/5$  لیتر گنجایش دارند). با توجه به این که هدف ما تخمین مرتبه‌ی بزرگی است ما برای حجم هوای واردشده به ریه در هر تنفس  $1 \text{ Lit}$  را انتخاب می‌کنیم (اگر  $1 \text{ Lit}$  یا  $10 \text{ Lit}$  را هم انتخاب کنیم، تفاوتی در انتخاب گزینه‌ی نهایی نمی‌کند).

**گام دوم** چند لحظه به طور عادی نفس بکشید و با استفاده از انگشت‌های دست خود فاصله‌ی زمانی بین دو دم پشت سر هم را بشمارید. اگر این کار را بکنید، متوجه می‌شوید که در حالت عادی هر  $3$  یا  $4$  ثانیه یک بار نفس می‌کشیم، پس می‌توان گفت در یک دقیقه  $20$  بار هوا وارد ریه‌ی خود می‌کنیم.

**گام سوم** مرتبه‌ی بزرگی تعداد تنفس‌های آقای نیوتون را در کل  $85$  سال زندگی‌اش تعیین می‌کنیم (یعنی پیدا می‌کنیم که ده به توان چندتا تنفس داشته).  $85$  سال را به دقیقه تبدیل کرده و سپس در  $20$  ضرب می‌کنیم، چون در هر دقیقه  $20$  بار نفس می‌کشد.

$$10^8 = (100 \times 100 \times 10 \times 1000) \times 20 \sim (10^2 \times 10^2 \times 10^3 \times 20) = 4 \times 10^7 \times 20 = 8 \times 10^7 = 80 \times 10^6$$

$$10^8 \text{ Lit} = 10^8 \times 10^{-3} = 10^5 \text{ m}^3 = \text{حجم هوای تنفس شده در هر دم} \times \text{تعداد تنفس} = \text{حجم هوایی که آقای نیوتون تنفس کرده}$$

**گام چهارم**

پس باید گزینه‌ی (۲) را انتخاب کنیم.

۶۹- گزینه‌ی «۳»

$$10 \sim 7 = \text{تعداد نفراتی که } 100 \text{ گندم سبزی می‌کنند}$$

$$10^8 \sim 8 \times 10^7 = 80000000 : \text{جمعیت ایران}$$

$$\text{جرم کل گندم} = \frac{\text{جمعیت ایران}}{\text{تعداد نفراتی که } 100 \text{ گندم سبزی می‌کنند}} \times 100 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = \frac{10^8}{10^7} \times 10^{-1} = 10^0 \text{ kg}$$

یعنی هر ساله یک میلیون کیلوگرم گندم هدر می‌رود!



**گام چهارم** برای حساب کردن حجم کل آب هدرفته از تمام شیرهای آب خراب کشور باید تعداد این شیرهای خراب را برآورد کنیم. ایران حدوداً ۸۰ میلیون نفر جمعیت دارد، اگر به طور متوسط هر ۴ نفر در یک خانه زندگی کنند، ۲۰ میلیون خانه در کشور وجود دارد. فرض می‌کنیم به طور متوسط در هر خانه ۳ شیر آب وجود داشته باشد، پس تعداد شیرهای آب در کل کشور برابر است با:

$$20 \times 10^6 \times 3 = 60 \times 10^6$$

بنا بر فرض سؤال از هر ده شیر آب یکی خراب است، پس:  
حجم کل آب هدرفته از تمام شیرهای آب خراب کشور را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{Lit} = 10^8 \times 10 = 10^9$$

**۷۶- گزینهی «۳»** همه می‌دانیم  $\frac{3}{4}$  سطح کره‌ی زمین را اقیانوس‌ها و دریاها تشکیل می‌دهند. برای محاسبه‌ی حجم کل آب‌های موجود در سطح کره‌ی زمین ابتدا مساحت کل آب‌های سطح زمین را به دست می‌آوریم.

$$A_{\text{آب}} = \frac{3}{4} \times A_{\text{زمین}} = \frac{3}{4} \times 4\pi r^2 = \frac{3}{4} \times 4 \times \frac{3}{14} \times (6400 \times 10^3)^2 = (3 \times \frac{3}{14}) \times (\frac{6}{4})^2 \times 10^{12} \sim 10^{14} \text{ m}^2$$

تو مناسبه،  $3 \times 3 / 14$  رو تقریباً ۱۰ در نظر می‌گیریم.  $(6/4)^2$  هم حدوداً ۳۰ می‌شه که فقط برای ما مرتبه‌ی بزرگیش مهمه که می‌شه ۱۰، پس در کل می‌شه  $10^{13} \times 10^{13} = 10^{26}$ .  
عمق متوسط آب‌های کره‌ی زمین (h) را ۵ km در نظر می‌گیریم (اگر ۱ km یا ۱۰ km هم در نظر بگیریم، نتیجه‌ی نهایی تفاوتی نمی‌کند).

$$h = 5 \text{ km} = 5000 \text{ m} \sim 10^4 \text{ m}$$

$$V = Ah = 10^{14} \times 10^4 = 10^{18} \text{ m}^3 = 10^{21} \text{ Lit}$$

حالا حجم آب را حساب می‌کنیم:  
تبدیل به لیتر را فراموش نکنید.

**۷۷- گزینهی «۳»** ابتدا حجم بدن یک انسان را برآورد می‌کنیم. بدن انسان را مکعبی به ابعاد  $20 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 180 \text{ cm}$  در نظر می‌گیریم، پس:

$$V_{\text{انسان}} = 20 \times 50 \times 180 = 1/8 \times 10^5 \text{ cm}^3 \sim 10^{-1} \text{ m}^3$$

**گام دوم** در قدم بعدی مجموع حجم همه‌ی انسان‌های زمین را به دست می‌آوریم. جمعیت کره‌ی زمین حدوداً ۷ میلیارد نفر است.

$$V_{\text{کل}} = 7 \times 10^9 \times (10^{-1}) = 7 \times 10^8 \sim 10^9 \text{ m}^3$$



$d = \text{ضخامت}$

**گام سوم** اگر این حجم را به طور لایه‌ای یکنواخت روی سطح زمین بگذاریم، شکل روبرو ایجاد می‌شود. برای این که ضخامت این لایه را به دست بیاوریم کافی است این حجم را بر مساحت کره‌ی زمین تقسیم کنیم.

$$A = 4\pi r^2 = 4 \times \frac{3}{14} \times (6400 \times 10^3)^2$$

$$= (4 \times \frac{3}{14}) \times (\frac{6}{4})^2 \times (10^6)^2 \sim 10 \times 10 \times 10^{12} = 10^{14} \text{ m}^2$$

$$d = \frac{V_{\text{کل}}}{A} = \frac{10^9}{10^{14}} = 10^{-5} \text{ m} = 10^{-2} \text{ mm}$$

**۷۸- گزینهی «۲»** ابتدا به این سؤال جواب می‌دهیم: «اگر یک لامپ التهای به لامپ کم‌مصرف تبدیل شود، بهای برق مصرفی آن در مدت یک ماه چند ریال کم می‌شود؟» برای پیدا کردن جواب این سؤال باید مدت زمانی را که یک لامپ در یک ماه روشن است تخمین بزنیم. تقریباً نصف ۲۴ ساعت یک شبانه‌روز، هوا تاریک است. در این بازه یک لامپ چند ساعت روشن است؟ معمولاً در منازل لامپ‌ها از ساعت ۶، ۷ عصر تا ۱۱، ۱۲ شب روشن هستند. خیلی حساس نمی‌شویم و فرض می‌کنیم یک لامپ در شبانه‌روز ۶ ساعت روشن است، بنابراین یک لامپ در یک ماه،  $\Delta t$  ثانیه روشن است که:

$$\Delta t = 30 \times 6 \times 60 \times 60 \sim 10 \times 10 \times 100 \times 100 = 10^6 \text{ s}$$

برای محاسبه‌ی انرژی الکتریکی مصرفی توسط یک لامپ از رابطه‌ی  $\frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}} = \text{توان}$  استفاده می‌کنیم. با تعویض هر لامپ به اندازه‌ی  $100 - 20 = 80 \text{ W}$  در توان صرفه‌جویی می‌شود، بنابراین:

$$W = 80 \times 10^6 \sim 10^8 \text{ J}$$

هزینه‌ی هر ژول انرژی الکتریکی  $0/02$  ریال است، پس:  $10^8 \times 0/02 = 2 \times 10^6$  ریال هزینه‌ی هر ژول انرژی کاسته‌شده = کاهش هزینه‌ناشی از تعویض هر لامپ

**گام دوم** حالا باید تعداد لامپ‌های کل کشور را تخمین بزنیم. ایران ۸۰ میلیون نفر جمعیت دارد. فرض می‌کنیم به طور متوسط هر ۴ نفر در یک خانه زندگی می‌کنند، پس ۲۰ میلیون خانه وجود دارد. اگر فرض کنیم به طور متوسط در هر خانه ۱۰ لامپ باشد، تعداد کل لامپ‌های کشور برابر است با  $20 \times 10^6 \times 10 = 2 \times 10^8$ . به گفته‌ی سؤال تمام این لامپ‌ها قرار است از نوع التهای به کم‌مصرف تبدیل شوند.

**گام سوم** تقریباً حل تست تمام شده است. در گام اول کاهش بهای برق مصرفی یک لامپ را به دست آوردیم و در گام دوم تعداد لامپ‌های کل کشور را تخمین زدیم. حالا:  
ریال  $2 \times 10^8 \times 10^6 \sim 2 \times 10^{14}$  = کاهش بهای برق مصرفی یک لامپ  $\times$  تعداد لامپ‌ها = کاهش بهای برق مصرفی در کل کشور  
گزینه‌ی (۲) صحیح است.

**۷۹- گزینهی «۳»** برای حل این تست به طور پله‌پله باید جواب چند سؤال را بدهیم:

**گام اول** هر لیتر سوخت چند ژول انرژی مفید تولید می‌کند؟

$$J \sim 10^7 \times \frac{20}{100} = 4 \times 10^6 = \text{بازده} \times \text{انرژی حاصل از یک لیتر سوخت} = \text{انرژی مفید حاصل از یک لیتر سوخت}$$

**گام دوم** انرژی لازم برای یک ساعت روشن بودن چراغ‌های خودرو چند ژول است؟

$$J \sim 10^5 \sim 36 \times 10^4 = \text{انرژی} \rightarrow \frac{\text{انرژی}}{1 \times 60 \times 60} = 1000 \rightarrow \frac{\text{ژول (انرژی)}}{\text{ثانیه (زمان)}} = \text{توان (وات)}$$

**گام سوم** چند لیتر سوخت لازم است تا انرژی لازم برای یک ساعت روشن بودن چراغ‌های خودرو تأمین شود؟

$$\text{Lit} = 10^{-2} = \frac{10^5}{10^7} = \frac{\text{انرژی لازم برای یک ساعت روشن بودن چراغ‌های خودرو}}{\text{انرژی حاصل از یک لیتر سوخت}} = \text{حجم سوخت مورد نیاز}$$

**گام چهارم** چند خودرو در شهر تهران وجود دارد؟

شهر تهران ۱۰ میلیون نفر جمعیت دارد. فرض می‌کنیم به ازای هر ۴ نفر یک خودرو در شهر وجود داشته باشد، پس تعداد خودروهای شهر تهران را  $2/5$  میلیون خودرو در نظر می‌گیریم.

**گام پنجم** خواسته‌ی تست را به راحتی به دست می‌آوریم:

$$\text{Lit} = 10^4 = 10^6 \times 10^{-2} = \text{مصرف روزانه‌ی هر خودرو به علت روشن کردن چراغ‌ها} \times \text{تعداد خودروها} = \text{مصرف روزانه‌ی سوخت خودروها به علت روشن کردن چراغ‌ها}$$

**۸۰- گزینه‌ی «۲»** ابتدا جرم یک قطره آب را تخمین می‌زنیم. اول حجم آن را برآورد می‌کنیم. یک قطره آب را به شکل کره‌ای به قطر

$$0/5 \text{ cm} \rightarrow \text{شعاع} = 0/25 \text{ cm} \rightarrow \text{قطر}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times (0/25)^3 \sim \frac{4}{3} \times 3/14 \times \frac{1}{64} \sim 10^{-1} \text{ cm}^3$$

می‌دانیم هر  $1 \text{ cm}^3$  آب  $1 \text{ g}$  جرم دارد، پس جرم  $10^{-1} \text{ cm}^3$  آب برابر است با  $10^{-1} \text{ g}$ .

**گام دوم** طبق مفهوم مول، تعداد مولکول‌های یک مول آب برابر است با  $6/022 \times 10^{23}$  مولکول. حالا

$6/022 \times 10^{23}$ مولکول	$18 \text{ g}$
$x$ مولکول	$10^{-1} \text{ g}$

از تناسب رو به رو استفاده می‌کنیم:

$$x = \frac{6/022 \times 10^{23} \times 10^{-1}}{18} \sim 10^{22}$$

نتیجه می‌گیریم:

**۸۱- گزینه‌ی «۱»** ابتدا باید مسافتی را که یک خودرو در یک روز طی می‌کند، تخمین بزنیم. برای این کار از مدت زمانی که یک خودروی معمولی

در طول شبانه‌روز در حرکت است، استفاده می‌کنیم. به نظر شما یک خودرو در شبانه‌روز چند ساعت در حال حرکت است؟ نیم ساعت؟ یک ساعت؟ دو ساعت؟ چهار ساعت؟ هر کدام از این اعداد را در نظر بگیریم، گزینه‌ی نهایی‌ای که قرار است انتخاب کنیم فرقی نمی‌کند. ما به طور متوسط  $1/5$  ساعت را انتخاب می‌کنیم. خودرویی را که در شهر در حال حرکت است در نظر بگیرید. با توجه به شرایط ترافیک خیابان و عوامل دیگر tendy این خودرو کم و زیاد می‌شود. گاهی با tendy  $80 \text{ km/h}$  یا  $90 \text{ km/h}$  حرکت می‌کند و گاهی در ترافیک سنگین می‌ایستد. ما tendy متوسط یک خودروی معمولی را  $40 \text{ km/h}$  در نظر می‌گیریم. حالا از رابطه‌ی tendy متوسط که در علوم سال نهم با آن آشنا شدید، استفاده می‌کنیم:

$$60 \text{ km} = 40 \times 1/5 = \text{مسافت طی شده} \rightarrow \frac{\text{مسافت طی شده}}{1/5} = 40 = \frac{\text{مسافت طی شده (km)}}{\text{زمان سپری شده (h)}} = \text{تندی متوسط (km/h)}$$

پس هر خودرو در شبانه‌روز به طور متوسط مسافتی برابر با  $60 \text{ km}$  طی می‌کند. به ازای هر  $1$  کیلومتر،  $1$  گرم مونواکسید کربن توسط خودروی دارای گواهی یورو ۴ تولید می‌شود، پس این خودرو روزانه  $60$  گرم مونواکسید کربن تولید می‌کند. در یک سال داریم:

$$10^4 \text{ g} = 100 \times 1000 = 100 \times 365 = 365 \times 60 = \text{جرم مونواکسید تولید شده در روز} = \text{جرم مونواکسید کربن تولید شده در سال}$$

**۸۲- گزینه‌ی «۲»** مطابق شکل مقابل، زمین روی دایره‌ای به شعاع  $R$  از مرکز خورشید در حال

حرکت است.  $R$  فاصله‌ی زمین تا خورشید است. برای محاسبه‌ی tendy حرکت زمین به دور خورشید، یک

دور کامل از حرکت زمین به دور خورشید را در نظر می‌گیریم.

**گام اول** ابتدا  $R$  را محاسبه می‌کنیم.  $500$  ثانیه طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد. از رابطه‌ی

$$\frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \text{تندی برای پرتو نوری که از خورشید به زمین می‌رسد، استفاده می‌کنیم:}$$

$$3 \times 10^8 = \frac{R}{500} \rightarrow R = 15 \times 10^{10} \text{ m} = 15 \times 10^7 \text{ km}$$

**گام دوم** مسافتی که زمین در یک دور کامل حرکتش به دور خورشید طی می‌کند، برابر است با محیط دایره‌ای به شعاع  $R$ ، پس:

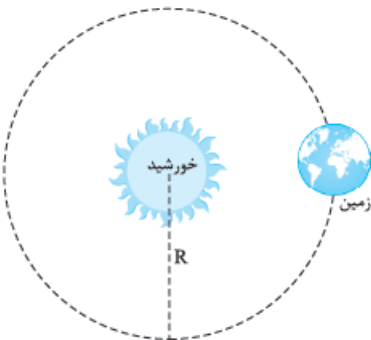
$$10^9 \text{ km} \sim 2\pi R = 2 \times \pi \times 15 \times 10^7 = \text{محیط دایره‌ای به شعاع } R = \text{مسافتی که زمین در یک دور کامل حرکتش به دور خورشید طی می‌کند}$$

**گام سوم** همه می‌دانیم زمانی که طول می‌کشد زمین یک دور کامل به دور خورشید بچرخد یک سال است. یک سال باید به ساعت تبدیل شود، پس:

$$10^4 \text{ h} \sim 365 \times 24 = 100 \times 10 = 365 \times 24 = \text{زمانی که طول می‌کشد زمین یک دور کامل به دور خورشید بچرخد}$$

**گام چهارم** حالا از رابطه‌ی  $\frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \text{تندی}$ ، برای محاسبه‌ی tendy حرکت زمین به دور خورشید استفاده می‌کنیم.  $10^5 \text{ km/h} = \frac{10^9}{10^4} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \text{تندی}$

بد نیست بدانید tendy حرکت زمین به دور خورشید  $1/07 \times 10^5 \text{ km/h}$  است.





۸۳- گزینهی «۳»

گام اول

مسافتی را که این ماشین خیالی در مدت یک ساعت طی می کند به دست می آوریم:

$$m \sim 10^{12} \text{ m} = 10^8 \times 10^{10} \text{ m} = 10^8 \times 10^4 \text{ km} \rightarrow \text{مسافت} = 10^8 \times 10^4 \text{ km} \rightarrow \text{مسافت} = 10^{12} \text{ km}$$

محیط کره ی زمین را به دست می آوریم:

$$2\pi R = 2 \times 3.14 \times 6400 \times 10^3 \text{ m} \sim 10^8 \text{ m}$$

گام دوم

گام سوم واضح است که تعداد دورهایی که این خودرو در مدت یک ساعت به دور کره ی زمین می چرخد از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$\text{تعداد دور در یک ساعت} = \frac{\text{مسافت طی شده در یک ساعت}}{\text{محیط کره ی زمین}} = \frac{10^{12}}{10^8} = 10^4$$

این عدد به گزینه ی (۳) نزدیک است.

۸۴- گزینه ی «۲»

در علوم سال نهم مفهوم فشار و رابطه ی آن یعنی  $P = \frac{F}{A}$  را یاد گرفتید. در این تست نیرویی که باعث ایجاد فشار در سطح

$$P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{mg}{A}$$

می شود، نیروی وزن شخص است، پس:

گام اول باید جرم شخص و اندازه ی سطحی را که با زمین در تماس است تخمین بزنیم. جرم یک شخص بالغ را  $80 \text{ kg}$  و کف پاهای او را مستطیل هایی به ابعاد  $10 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$  در نظر می گیریم (پهن تست باید به طور تقیینی هل بشه، قبلی تو انتقاب مقدار هر ۴ و مسافت چهار وسواس نشید، آله به گزینه ها هم به نگاهی بندازید می بینید که قبلی با هم فاصله دارن. به قاطر همین آله هر ۴ شش رو  $50 \text{ kg}$  یا  $100 \text{ kg}$  یا حتی  $150 \text{ kg}$  هم فرض کنید، آفرش، گزینه ای که باید انتقاب کنید، فرقی نمی کنه).

$$m = 80 \text{ kg} \sim 100 \text{ kg}$$

$$A = 2 \times 10 \times 30 = 600 \text{ cm}^2 \sim 10^3 \text{ cm}^2 = 10^2 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 10^{-1} \text{ m}^2$$

$$P = \frac{mg}{A} = \frac{100 \times 10}{10^{-1}} = 10^4 \text{ Pa}$$

گام دوم حالا فشار را حساب می کنیم:

۸۵- گزینه ی «۲»

برای حل این تست می خواهیم از رابطه ی فشار  $(P = \frac{F}{A})$  که در علوم سال نهم آن را یاد گرفتید، استفاده کنیم. نیروی ناشی از

$$P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{mg}{A}$$

وزن هوای موجود در جو زمین باعث ایجاد فشار شده است، پس:

در رابطه ی بالا  $A$  مساحت سطح کره ی زمین و  $m$  جرم هوای موجود در جو کره ی زمین است.

ابتدا مساحت کره زمین را به طور تقریبی به دست می آوریم:

$$A = 4\pi r^2 = 4 \times 3.14 \times (6400 \times 10^3)^2 = (4 \times 3.14) \times (6/4)^2 \times 10^{12} \sim 10^{14} \text{ m}^2$$

$$P = \frac{mg}{A} \rightarrow 10^5 = \frac{m \times 10}{10^{14}} \rightarrow m = 10^{18} \text{ kg}$$

حالا از رابطه ی فشار استفاده می کنیم:

پس گزینه ی (۲) را انتخاب می کنیم. جالب است بدانید جرم کل هوای موجود در جو کره ی زمین  $5/5 \times 10^{18}$  کیلوگرم است.

۸۶- گزینه ی «۱»

شما باید بدانید که یکای نجومی (AU) برابر است با فاصله ی متوسط زمین تا خورشید. بنابراین برای پرتو نوری که از خورشید به

$$\text{زمین می رسد، می توانیم بنویسیم:} \rightarrow \text{زمان} = \frac{1/5 \times 10^{11}}{3 \times 10^8} = 500 \text{ s}$$

زمین می رسد، می توانیم بنویسیم:

## چگالی

برای این که نشان دهیم میزان تراکم ذرات یک ماده چه قدر است، از کمیت چگالی استفاده می کنیم. در واقع نسبت جرم (m) جرم (kg)

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

یک ماده به حجم (V) آن را چگالی آن ماده می گوئیم و در فرمول، آن را با نماد  $\rho$  نشان می دهیم:

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

نکته گرم بر لیتر (g/Lit) و گرم بر سانتی متر مکعب ( $\text{g/cm}^3$ ) یکاهای دیگر چگالی اند که تبدیل آن ها را به کیلوگرم بر متر مکعب به صورت زیر انجام می دهیم:

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

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

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

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

ب: هر گرم بر سانتی متر مکعب معادل  $10^3 \text{ kg/m}^3$  است؛ چون:

بنابراین هر وقت خواستید چگالی برحسب گرم بر سانتی متر مکعب ( $\text{g/cm}^3$ ) را به کیلوگرم بر متر مکعب ( $\text{kg/m}^3$ ) تبدیل کنید، کافی است مقدار چگالی را در ۱۰۰۰ ضرب کنید. مثلاً:  $1 \text{ g/cm}^3 \times 1000 = 1000 \text{ kg/m}^3$  و هر وقت لازم شد چگالی برحسب کیلوگرم بر متر مکعب ( $\text{kg/m}^3$ ) را به گرم بر سانتی متر مکعب ( $\text{g/cm}^3$ ) تبدیل کنید، مقدار داده شده را به ۱۰۰۰ تقسیم کنید. مثلاً:

$$\rho_{\text{چوبه}} = 13600 \text{ kg/m}^3 \div 1000 = 13.6 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{چگالی بر حسب } \text{kg/m}^3 \xrightarrow{\div 1000} \text{چگالی بر حسب } \text{g/cm}^3$$

خلاصه این که:







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

۸۹- گزینهی «۱»

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\Delta g}{0.002\text{Lit}} = 2/5 \times 10^2 \text{ g/Lit}$$

با توجه به این مطلب داریم:

$$\rho = 2/5 \times 10^2 \text{ g/Lit} = 2/5 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$$

از طرفی  $1\text{g/Lit} = 1\text{kg/m}^3$  است، بنابراین:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{60}{50} = 1/2 \text{ g/cm}^3$$

ابتدا چگالی را برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست می‌آوریم:

۹۰- گزینهی «۴»

$$\rho = 1/2 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3/\text{Lit} = 1200 \text{ g/Lit}$$

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

$$\rho = 1200 \text{ g/Lit} = 1200 \text{ kg/m}^3$$

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

$$84/0 \text{ cm}^3 = 84/0 \times (10^{-2})^3 \text{ m}^3 = 84 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

ابتدا حجم این قطعه را به متر مکعب تبدیل می‌کنیم.

۹۱- گزینهی «۳»

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 22/5 \times 10^2 = \frac{m}{84 \times 10^{-6}} \rightarrow m = 1/89 \text{ kg}$$

حالا از رابطه‌ی چگالی استفاده می‌کنیم:

$$V = 5 \text{ Lit} = 5 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

در این مسئله هم تبدیل یکاها خیلی اهمیت دارد.

۹۲- گزینهی «۱»

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

$$\rho = 1000 \times 10^6 \text{ kg/m}^3$$

اگر حواسمان به تبدیل واحدها باشد، حل مسئله کار سختی نیست.

۹۳- گزینهی «۴»

$$V = 1 \times 3 \times 4 = 12 \text{ cm}^3 = 12 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1000 \times 10^6 = \frac{m}{12 \times 10^{-6}} = 1200 \text{ kg}$$

$$\text{گرم } 1/4 = \frac{\text{گرم } 1000}{1000} \times \frac{\text{میلی‌گرم } 200}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{\text{میلی‌گرم } 1}{1000} = 1/4 \text{ گرم}$$

جرم را برحسب گرم به دست می‌آوریم:

۹۴- گزینهی «۴»

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{1/4}{0.35} = 4 \text{ g/cm}^3$$

گام دوم چگالی را به دست می‌آوریم.

گام سوم

حالا چون مسئله چگالی را برحسب یکای SI می‌خواهد، یکای چگالی را به  $\text{kg/m}^3$  تبدیل می‌کنیم، کافی است عدد به دست آمده را در ۱۰۰۰ ضرب کنیم.

$$\rho = 4 \text{ g/cm}^3 = 4000 \text{ kg/m}^3 = 4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

وقتی نوشابه‌ی گازدار را در لیوان می‌ریزیم، گاز آن خارج می‌شود، بنابراین جرم آن کم می‌شود ولی حجمش تغییری نمی‌کند. پس

۹۵- گزینهی «۱»

طبق رابطه‌ی  $\rho = \frac{m}{V}$  با ریختن نوشابه‌ی گازدار در لیوان چون  $m$  کم می‌شود، چگالی هم کم می‌شود.

ابتدا حجم را برحسب متر مکعب به دست می‌آوریم تا با واحد داده‌شده برای چگالی هم خوانی داشته باشد:

۹۶- گزینهی «۳»

$$V = 5 \text{ cm}^3 = 5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$m = \rho V = 1200 \times 5 \times 10^{-6} = 6 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

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

$$W = mg = 6 \times 10^{-3} \times 10 = 6 \times 10^{-2} = 0.06 \text{ N}$$

بنابراین وزن جسم برابر است با:

$$V = (\Delta)^3 = 125 \text{ cm}^3 = 125 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

ابتدا حجم مکعب را به دست می‌آوریم:

۹۷- گزینهی «۳»

$$m = \rho V \Rightarrow m = 8 \times 10^3 \times 125 \times 10^{-6} = 1 \text{ kg}$$

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

۹۸- گزینهی «۳»

حجم یک مکعب مستطیل به صورت «عرض  $\times$  طول  $\times$  ارتفاع = حجم» به دست می‌آید. با استفاده از این رابطه داریم:

$$V = 5 \times 10 \times 20 = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$m = \rho V = 8400 \times 10^{-3} = 8/4 \text{ kg}$$

با داشتن حجم و چگالی می‌توانیم جرم را با استفاده از  $m = \rho V$  به دست آوریم:

$$V = 0.1 \times 0.1 \times 0.1 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

ابتدا حجم را به دست می‌آوریم:

۹۹- گزینهی «۳»

$$m = \rho V = 7800 \times 10^{-3} = 7/8 \text{ kg}$$

حالا با داشتن چگالی و حجم، جرم را به دست آوریم:

(این‌ها همون پایه‌ی که آزمایش بی‌درققت تو تله می‌افتن و گزینه‌ی (۲) رو انتخاب می‌کنن! در حالی که این مقدار، هر ۳ پسمه نه وزن‌ش!)

$$W = mg = 7/8 \times 10 = 78 \text{ N}$$

گام سوم وزن جسم را با توجه به رابطه‌ی  $W = mg$  به دست می‌آوریم:

نکته: در این‌گونه سؤال‌ها که چگالی و وزن به هم مربوطاند، رابطه‌ی  $W = \rho g V$  شما را مستقیماً به پاسخ می‌رساند:

$$W = \rho g V = 7800 \times 10 \times (0.1)^3 = 78 \text{ N}$$

چون جرم برحسب گرم مورد پرسش قرار گرفته است، چگالی را برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست می‌آوریم:

۱۰۰- گزینهی «۲»

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3 = 7800 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3 = 7/8 \text{ g/cm}^3$$

حالا با استفاده از این مقدار، جرم را به دست می‌آوریم. حجم استوانه برابر با ارتفاع (h) ضربدر مساحت قاعده (A) است:

$$m = \rho V = \rho(Ah) = 7/8 \times (25 \times 10) = 1950 \text{ g}$$

گزینه‌ی «۳»  
 حجم کره به شعاع  $r$ ، برابر با  $V = \frac{4\pi}{3}r^3$  است، بنابراین:  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3m}{4\pi r^3} = \frac{3 \times 2000}{4 \times \pi \times (10 \times 10^{-2})^3} = \frac{3 \times 2000}{4 \times \pi \times 10^{-3}} = 2000 \text{ kg/m}^3$

گزینه‌ی «۲»  
 گام اول جرم ماده را با روش زنجیره‌ای از مثقال به گرم تبدیل می‌کنیم:  $1 \text{ مثقال} = 4/86 \text{ g} \Rightarrow \frac{4/86 \text{ g}}{1 \text{ مثقال}} = 1$

$m = \frac{4 \times \frac{4}{86} \text{ g}}{1 \text{ مثقال}} = 4 \times \frac{4}{86} \text{ g}$

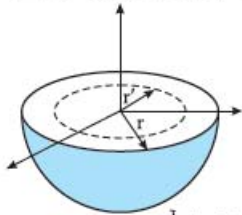
(ضرب نمی‌کنیم چون احتمالاً توی مرحله‌ی بعد سازه می‌شن!)

گام دوم حجم مکعب را به کمک رابطه‌ی چگالی حساب می‌کنیم:  
 $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{4 \times \frac{4}{86}}{2/43} = 8 \text{ cm}^3$

گام سوم حجم مکعب برابر ضلع آن به توان ۳ است، یعنی:

$a^3 = V \Rightarrow a^3 = 8 = 2^3 \Rightarrow a = 2 \text{ cm}$

گزینه‌ی «۴»  
 گام اول ابتدا حجم ظاهری و حجم حفره را به دست می‌آوریم تا بتوانیم حجم بخش توپر را به دست آوریم. با توجه به شکل روبه‌رو این مقدار برابر است با:



گزینه‌ی «۴»  
 گام اول ابتدا حجم ظاهری و حجم حفره را به دست می‌آوریم تا بتوانیم حجم بخش توپر را به دست آوریم. با توجه به شکل روبه‌رو این مقدار برابر است با:

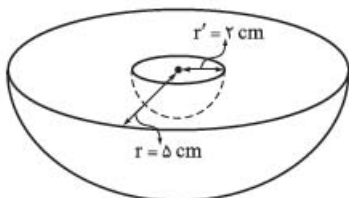
حجم بخش توپر = حجم ظاهری - حجم حفره =  $\frac{4}{3}\pi r^3 - \frac{4}{3}\pi r'^3$

حجم بخش توپر =  $\frac{4}{3}\pi(3)^3 - \frac{4}{3}\pi(1)^3 = 4000 - 400 = 3600 \text{ cm}^3 = 3.6 \text{ Lit}$

در محاسبات بالا، با توجه به واحد چگالی که به صورت  $\text{kg/Lit}$  داده شده، حجم را به  $\text{Lit}$  تبدیل کردیم تا واحد جرم را  $\text{kg}$  به دست آوریم.

گام دوم با استفاده از رابطه‌ی  $m = \rho V$  داریم:  
 $m = \rho V = 8 \text{ kg/Lit} \times 3.6 \text{ Lit} = 28.8 \text{ kg}$

گزینه‌ی «۲»  
 گام اول ابتدا حجم قسمت توپر را حساب می‌کنیم، دقت کنید که حجم نیم کره نصف حجم کره است:



گزینه‌ی «۲»  
 گام اول ابتدا حجم قسمت توپر را حساب می‌کنیم، دقت کنید که حجم نیم کره نصف حجم کره است:

$V_{\text{بخش توپر}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{حفره}} = \frac{1}{2}(\frac{4}{3}\pi r^3) - \frac{1}{2}(\frac{4}{3}\pi r'^3) = \frac{2}{3}\pi(r^3 - r'^3)$

$\frac{r'=2 \text{ cm}}{r=5 \text{ cm}, \pi=3} \rightarrow V_{\text{بخش توپر}} = \frac{2}{3} \times 3 \times (5^3 - 2^3) = 2(125 - 8) = 234 \text{ cm}^3$

گام دوم حالا جرم جسم را با داشتن حجم آن محاسبه می‌کنیم (به واحدها دقت کنید!):

$m = \rho V_{\text{بخش توپر}} = 8 \times 234 = 1872 \text{ g}$

گزینه‌ی «۲»  
 گام اول کافی است جرم جسم را بر چگالی تقسیم کنید تا حجم قسمت توپر ( $V_{\text{توپر}}$ ) را به دست آوریم. با داشتن حجم قسمت توپر و حجم ظاهری، حجم حفره به دست می‌آید:

$V_{\text{توپر}} = \frac{m}{\rho} = \frac{199/5}{19000 \times 10^{-3}} = 10/5 \text{ cm}^3$

گزینه‌ی «۴»  
 گام دوم این مقدار حجم بخش توپر است که اگر آن را از حجم ظاهری کم کنیم، حجم حفره به دست می‌آید:  $V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{توپر}} = 12 - 10/5 = 10/5 \text{ cm}^3$

گزینه‌ی «۴»  
 گام اول ابتدا با توجه به حجم ظاهری و چگالی، جرم جسم را در حالت توپر به دست می‌آوریم. اگر این مقدار برابر با جرم داده شده یعنی  $6 \text{ kg}$  باشد، می‌فهمیم که درون جسم حفره‌ای وجود ندارد؛ اما اگر این مقدار بیشتر از  $6 \text{ kg}$  شود، یعنی درون مکعب حفره‌ای وجود دارد، پس اول باید حجم را به دست آوریم:

گزینه‌ی «۴»  
 گام اول ابتدا با توجه به حجم ظاهری و چگالی، جرم جسم را در حالت توپر به دست می‌آوریم. اگر این مقدار برابر با جرم داده شده یعنی  $6 \text{ kg}$  باشد، می‌فهمیم که درون جسم حفره‌ای وجود ندارد؛ اما اگر این مقدار بیشتر از  $6 \text{ kg}$  شود، یعنی درون مکعب حفره‌ای وجود دارد، پس اول باید حجم را به دست آوریم:

حجم را به دست آوریم:  $V = (a)^3 = (10)^3 = 1000 \text{ cm}^3$

حالا می‌توانیم مقدار جرم را حساب کنیم:  $m = \rho V = 8 \times 1000 = 8000 \text{ g} = 8 \text{ kg}$

گزینه‌ی «۲»  
 گام دوم با توجه به این که جرم به دست آمده بیشتر از  $6 \text{ kg}$  است، بنابراین درون جسم حفره وجود دارد. حالا باید با توجه به خواسته‌ی گزینه‌ها حجم حفره را به دست آوریم که برای این کار، کافی است حجم بخش توپر را از حجم ظاهر کم کنیم:

گزینه‌ی «۲»  
 گام دوم با توجه به این که جرم به دست آمده بیشتر از  $6 \text{ kg}$  است، بنابراین درون جسم حفره وجود دارد. حالا باید با توجه به خواسته‌ی گزینه‌ها حجم حفره را به دست آوریم که برای این کار، کافی است حجم بخش توپر را از حجم ظاهر کم کنیم:

حجم حفره = حجم ظاهری - حجم بخش توپر =  $1000 - \frac{6000 \text{ g}}{8 \text{ g/cm}^3} = 250 \text{ cm}^3$

پس جسم، حفره‌ای خالی به حجم  $250 \text{ cm}^3$  دارد.

گزینه‌ی «۴»  
 جرم با چگالی و حجم رابطه‌ی مستقیم دارد. از طرفی حجم مکعب برابر با یک یال به توان ۳ است، بنابراین داریم:

$\frac{m_{\text{آلیاژ}}}{m_{\text{آلومینیم}}} = \left(\frac{\rho_{\text{آلیاژ}}}{\rho_{\text{آلومینیم}}}\right) \left(\frac{V_{\text{آلیاژ}}}{V_{\text{آلومینیم}}}\right) = \frac{8/1}{2/7} \times \frac{(ra)^3}{(a)^3} = 3 \times 8 = 24$

گزینه‌ی «۳»  
 چگالی با جرم رابطه‌ی مستقیم و با حجم رابطه‌ی عکس دارد، بنابراین:

گزینه‌ی «۳»  
 چگالی با جرم رابطه‌ی مستقیم و با حجم رابطه‌ی عکس دارد، بنابراین:

اما همان‌طور که می‌دانید برای دو کره  $\frac{\rho_B}{\rho_A} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3$  است، بنابراین:

$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \left(\frac{m_A}{m_B}\right) \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3 \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 = \left(\frac{2}{3}\right)^3 = \left(\frac{2}{3}\right)^3 = 8$

پس چگالی کره‌ی A، هشت برابر چگالی کره‌ی B است.

گزینه‌ی «۲»  
 چگالی یک جسم با جرم آن رابطه‌ی مستقیم و با حجم آن رابطه‌ی عکس دارد، بنابراین:

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

۱۱۰- گزینهی «۳»

**گام اول** ابتدا چگالی جسم را از روی چگالی آهن به دست می آوریم:

$$\frac{\rho_{\text{آهن}}}{\rho_{\text{جسم}}} = 1/3 \rightarrow \rho_{\text{جسم}} = \frac{\rho_{\text{آهن}}}{1/3} = \frac{7800 \text{ kg/m}^3}{1/3} = 23400 \text{ kg/m}^3$$

**گام دوم** حالا با استفاده از رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  حجم را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 23400 = \frac{90}{V} \Rightarrow V = \frac{90}{23400} = 3.85 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

۱۱۱- گزینهی «۱»

با توجه به رابطه  $m = \rho V$  داریم:

$$\frac{m_A}{m_B} = \left(\frac{\rho_A}{\rho_B}\right) \left(\frac{V_A}{V_B}\right) \Rightarrow \frac{m_A}{200} = \left(\frac{1/5 \rho_B}{\rho_B}\right) \left(\frac{200}{500}\right) = 0/6 \Rightarrow m_A = 120 \text{ g}$$

۱۱۲- گزینهی «۴»

می دانیم که  $V = \frac{m}{\rho}$  است، بنابراین حجم با جرم رابطه مستقیم و با چگالی رابطه عکس دارد:

$$\frac{V_A}{V_B} = \left(\frac{m_A}{m_B}\right) \left(\frac{\rho_B}{\rho_A}\right) \Rightarrow \frac{10}{V_B} = \left(\frac{1}{5}\right) \left(\frac{\rho_B}{\rho_A}\right) = 2 \Rightarrow V_B = \frac{10}{2} = 5 \text{ Lit}$$

۱۱۳- گزینهی «۴»

با توجه به نمودار می بینیم که جرم مادهی A در حجم V برابر با ۴۰ g و جرم مادهی B در حجم V، ۲۰ g است. بنابراین برای

$$V_A = V_B = V, \quad V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \frac{m_A}{\rho_A} = \frac{m_B}{\rho_B} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} = \frac{40}{20} = 2$$

حجم مساوی V داریم:

۱۱۴- گزینهی «۳»

در نمودار سمت چپ هر چه شیب بیشتر باشد، چگالی هم بیشتر است. پس:  $\rho_A > \rho_B$ . در نمودار سمت راست هر چه شیب بیشتر

باشد، چگالی کم تر است. پس:  $\rho_D > \rho_C$ . بنابراین گزینهی (۳) صحیح است.

۱۱۵- گزینهی «۴»

**گام اول** حجم بخش توپر استوانه‌ای B (یعنی مقداری از حجم استوانه که از مادهی B تشکیل شده

است) را با توجه به شکل روبه‌رو به دست می آوریم:

$$V_B = \frac{2}{3} \pi r^2 h$$

**گام دوم** می دانیم چگالی با جرم، رابطه مستقیم و با حجم رابطه عکس دارد. بنابراین داریم:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \left(\frac{m_A}{m_B}\right) \left(\frac{V_B}{V_A}\right) \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{V_A}{V_B} \left(\frac{\rho_A}{\rho_B}\right) = \frac{3}{4}$$

**گام اول** مقدار جرم مصالح در نیم کره‌ی توپر و استوانه‌ی توخالی یکسان است. از طرفی جنس ماده نیز در هر دو شکل یکسان

۱۱۶- گزینهی «۱»

است؛ پس چگالی دو جسم هم برابر است. با توجه به برابری چگالی و جرم، حجم دو جسم یکسان است. برای حجم این دو شکل داریم:

$$V_{\text{استوانه‌ی توخالی}} = \pi h (r^2 - r'^2) \Rightarrow \frac{h}{R'} = \frac{R'}{R} \Rightarrow \frac{h}{R'} = \frac{R'}{R} \Rightarrow \frac{R'}{R} = \sqrt{3}$$

**گام دوم** حجم نیم کره و استوانه با هم برابر است، پس می توان نوشت:

$$\frac{2}{3} \pi R'^3 = \pi R' (R'^2 - R^2) \Rightarrow \frac{2}{3} R'^3 = (R'^2 - R^2) \Rightarrow R^2 = \frac{1}{3} R'^2 \Rightarrow \frac{R'}{R} = \sqrt{3}$$

۱۱۷- گزینهی «۴»

حجم استوانه‌ی توخالی اول را با V و حجم استوانه‌ی توخالی دوم را با V' مشخص می کنیم. در این جا چگالی دو استوانه یکسان

$$\frac{m}{m'} = \frac{V}{V'} = \frac{\pi (R_2^2 - R_1^2) L}{\pi (2R_2^2 - 2R_1^2) 2L} = \frac{(R_2^2 - R_1^2)}{4(R_2^2 - R_1^2)} = \frac{1}{4}$$

است. پس جرم با حجم رابطه مستقیم دارد. بنابراین داریم:

بنابراین  $m' = 4m$  است و جرم مورد نیاز ما ۱۲ برابر m می شود.

۱۱۸- گزینهی «۴»

**گام اول** در این تست برخلاف تست های قبلی چگالی کره را می خواهیم، نه چگالی مادهی سازندهی آن را! بنابراین انتظار داریم

وقتی که درون کره حفره ایجاد می کنیم، چگالی آن از چگالی فلز ( $\rho_0$ ) کم تر شود؛ زیرا بدون آن که حجم کره تغییر کند، جرم آن کاهش می یابد.

اول باید بفهمیم نسبت جرم جدید ( $m_2$ ) به جرم اولیه ( $m_1$ ) چه قدر است. از آن جایی که چگالی فلز در هر دو حالت یکسان است، می توانیم بنویسیم:

$$m = \rho V \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{4}{3} \pi [R^3 - (\frac{R}{2})^3]}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{\frac{4}{3} \pi \times \frac{7}{8} R^3}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{7}{8}$$

**گام دوم** حالا با توجه به این که حجم کره در هر دو حالت ثابت مانده است می توانیم بگوییم، چگالی کره در حالت دوم چند برابر چگالی کره در حالت اول

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{V_1=V_2} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{7}{8}$$

است:

بنابراین چگالی کره  $\frac{7}{8}$  برابر می شود.

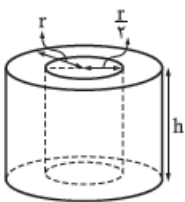
۱۱۹- گزینهی «۲»

ابتدا حجم جسم را با توجه به مقدار جابه جایی سطح آب به دست می آوریم:

$$\text{حجم جسم} = 54 - 50 = 4 \text{ cm}^3 \Rightarrow (\text{حجم آب قبل از انداختن جسم درون استوانه}) - (\text{حجم آب بعد از انداختن جسم درون استوانه}) = \text{حجم جسم}$$

$$\rho = \frac{4}{4} = 10/5 \text{ g/cm}^3$$

حالا با توجه به رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  داریم:



جرم مایع را با کم کردن جرم استوانه از جرم کل به دست می‌آوریم: **۱۲۰- گزینه‌ی «۲»**

با داشتن جرم و حجم هم که به دست آوردن چگالی اصلی کاری ندارد، فقط باید دقت کنید که چگالی برحسب کیلوگرم بر متر مکعب خواسته شده است:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{60}{75} = 0.8 \text{ g/cm}^3 = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = 8 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$$

ابتدا حجم مایع جابه‌جا شده را به دست می‌آوریم. این مقدار برابر با سطح مقطع داخلی استوانه ضربدر تغییر ارتفاع سطح آب است: **۱۲۱- گزینه‌ی «۳»**

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

حالا به راحتی می‌توانیم چگالی را با توجه به رابطه‌ی  $\rho = \frac{m}{V}$  به دست آوریم: **۱۲۲- گزینه‌ی «۱»**

حجم الکل خارج شده برابر با حجم گلوله است. از آن جایی که چگالی الکل برحسب g/Lit است و طراح، جرم الکل خارج شده را

برحسب گرم خواسته، چگالی آهن را برحسب گرم بر لیتر در رابطه قرار می‌دهیم:  $\rho_{\text{آهن}} = 7800 \text{ kg/m}^3 = 7800 \text{ g/Lit}$

$$V_{\text{آهن}} = \frac{m_{\text{آهن}}}{\rho_{\text{آهن}}} = \frac{3900}{7800} = \frac{1}{2} \text{ Lit}$$

چون حجم الکل خارج شده برابر با آهن V است، داریم:  $m = \rho_{\text{الکل}} V = \rho_{\text{الکل}} V_{\text{آهن}} = 800 \times \frac{1}{2} = 400 \text{ g}$

**۱۲۳- گزینه‌ی «۱»** **گام اول** حجم الکل بیرون ریخته همان حجم قطعه فلز است که برای محاسبه‌ی آن از رابطه‌ی چگالی داریم:

$$V_{\text{فلز}} = V_{\text{الکل جابه‌جا شده}} = \frac{m_{\text{الکل}}}{\rho_{\text{الکل}}} = \frac{160}{0.8} = 200 \text{ cm}^3$$

**گام دوم** با داشتن حجم و چگالی فلز، جرم آن به سادگی به دست می‌آید:  $m_{\text{فلز}} = \rho_{\text{فلز}} V_{\text{فلز}} = 2/7 \times 200 = 540 \text{ g}$

باید به کمک رابطه‌ی  $\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$  حجم را به دست آوریم اما قبل از جای‌گذاری مقادیر، نکته‌ی زیر را بخوانید: **۱۲۴- گزینه‌ی «۳»**

**نکته** در نسبت‌ها کافی است یکای کمیت‌های مشابه صورت و مخرج یکسان باشد.

مثلاً در این تست یکای حجم هم در صورت و هم در مخرج سانتی‌متر مکعب است، پس نیازی به تبدیل واحد نیست و در نهایت حجم مجهول برحسب سانتی‌متر

مکعب به دست می‌آید:  $\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow 1400 = \frac{1300 \times 300 + 1500 \times V_2}{300 + V_2}$

$$\Rightarrow 1400 \times 300 + 1400 V_2 = 1300 \times 300 + 1500 V_2 \Rightarrow 1500 V_2 - 1400 V_2 = 1400 \times 300 - 1300 \times 300 \Rightarrow 100 V_2 = 30000 \Rightarrow V_2 = 300 \text{ cm}^3$$

**نکته** چون چگالی مخلوط برابر با  $\frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$  (یعنی میانگین چگالی‌ها) شده است، باید از هر دو ماده حجم برابری در مخلوط وجود داشته باشد، بنابراین به سادگی می‌توانستیم بگوییم باید حجم ماده‌ی دوم برابر با حجم ماده‌ی اول یعنی  $300 \text{ cm}^3$  باشد.

چگالی مخلوطی که تغییر حجم ندارد، از رابطه‌ی  $\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$  به دست می‌آید، بنابراین داریم: **۱۲۵- گزینه‌ی «۱»**

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1 \times 3 + 1/5 \times 2}{3 + 2} = \frac{3 + 2}{5} = \frac{6}{5} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = 1/2 \text{ kg/Lit}$$

اگر حجم کل مخلوط را V بگیریم، داریم: **۱۲۶- گزینه‌ی «۳»**

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 (\frac{1}{3} V) + \rho_2 (\frac{2}{3} V)}{V} = \frac{(\rho_1 + 2\rho_2) \frac{V}{3}}{V} = \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3}$$

**۱۲۷- گزینه‌ی «۳»**  $\rho_{\text{مخلوط}} = 0.75 \text{ g/cm}^3 = 750 \text{ g/Lit}$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} \Rightarrow 750 = \frac{600 V_A + 800 V_B}{V_A + V_B} \Rightarrow 750 V_A + 750 V_B = 600 V_A + 800 V_B \Rightarrow 150 V_A = 50 V_B \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{50}{150} = \frac{1}{3}$$

برای حل این تست باید  $\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B}$  را به صورت  $\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}}$  بازنویسی کنیم: **۱۲۸- گزینه‌ی «۴»**

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} = \frac{m_A + 2m_A}{\frac{m_A}{4} + \frac{2m_A}{18}} = \frac{3m_A}{m_A (\frac{1}{4} + \frac{2}{18})} = \frac{3}{(\frac{1}{4} + \frac{2}{9})} = \frac{3}{\frac{9}{36} + \frac{8}{36}} = \frac{3}{\frac{17}{36}} = 9/6 \text{ g/cm}^3$$

حالا باید این مقدار را به گرم بر لیتر تبدیل کنیم:  $\rho_{\text{مخلوط}} = 9/6 \text{ g/cm}^3 = 9/6 \text{ g/cm}^3 \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ Lit}} = 9600 \text{ g/Lit}$

چون چگالی یخ از چگالی آب کم‌تر است، وقتی یخ ذوب می‌شود، حجم مخلوط کاهش می‌یابد. پس اگر حجم m گرم یخ را با یخ **۱۲۹- گزینه‌ی «۳»**

و حجم همان مقدار را پس از ذوب شدن با آب V نشان دهیم، آب -V برابر با یخ 5 cm<sup>3</sup> است:

$$V_{\text{یخ}} - V_{\text{آب}} = 5 \text{ cm}^3 \xrightarrow{V = \frac{m}{\rho}} \frac{m}{\rho_{\text{یخ}}} - \frac{m}{\rho_{\text{آب}}} = 5 \text{ cm}^3 \Rightarrow \frac{m}{0.9} - \frac{m}{1} = 5 \Rightarrow \frac{m - 0.9m}{0.9} = 5 \Rightarrow 0.1m = 4.5 \Rightarrow m = 45 \text{ g}$$

۱۳۰- گزینهی «۱»

گام اول

تخمین حجم یک قوطی کبریت! ابعاد یک قوطی کبریت را  $1\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 3\text{ cm}$  در نظر می‌گیریم، پس:

$$V = 1 \times 4 \times 3 = 12\text{ cm}^3 = 12 \times 10^{-6}\text{ m}^3 \sim 10^{-5}\text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1000 \times 10^6 = \frac{m}{10^{-5}} \rightarrow m = 10^3\text{ kg}$$

گام دوم استفاده از رابطه‌ی چگالی برای این قطعه!

گام سوم احتمالاً می‌دانید، جرم یک خودروی معمولی حدوداً ۱ تن (یعنی ۱۰۰۰ kg) است، پس:

$$\frac{\text{جرم یک قوطی کبریت از این جنس}}{\text{جرم یک خودروی معمولی}} = \frac{10^3}{1000} = 1$$

۱۳۱- گزینهی «۳» گام اول ابتدا جرم کل جهان را به دست می‌آوریم:

$$10^{52}\text{ kg} \sim 10^{52} \times 2 \times 10^{11} \times 10^{11} = 10^{74}\text{ kg}$$

حواستون باشه جرم بقیه‌ی اجزاء جهان در برابر جرم خورشید این قدر کمه که اصلاً فاسباشون نمی‌کنیم.

گام دوم جهان، کره‌ای به شعاع  $10^8$  سال نوری است. شعاع این کره را برحسب متر به دست می‌آوریم. می‌دانیم سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند، بنابراین از رابطه‌ی تندی استفاده می‌کنیم.

$$10^{16}\text{ m} \sim 10^{16} \times 3 \times 10^8 = 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 3 \times 10^8 = 3 \times 10^8 \text{ سال نوری} \rightarrow \frac{\text{سال نوری}}{365 \times 24 \times 60 \times 60} \rightarrow \frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}} = \frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}} \times \frac{\text{سال نوری}}{\text{سال نوری}} = \frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}} \times \frac{\text{سال نوری}}{\text{سال نوری}}$$

گام سوم حالا حجم جهان قابل رویت را به دست می‌آوریم:

$$10^{26}\text{ m} = 10^{10} \times 10^{16}\text{ m} = 10^{26}\text{ m}$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times (10^{26})^3 \sim 10^{78}\text{ m}^3$$

گام چهارم محاسبه‌ی چگالی!

$$10^{-26} = \frac{\text{جرم جهان}}{\text{حجم جهان}} \sim \frac{10^{52}}{10^{78}} = 10^{-26}$$

۱۳۲- گزینهی «۴» همان‌طور که می‌دانید چگالی، نشان‌دهنده‌ی میزان سنگین بودن حجم مشخصی از یک جسم است و از رابطه‌ی  $\rho = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$  به دست می‌آید.

برای حل این تست ما ابتدا چگالی کره‌ی زمین را تخمین می‌زنیم و سپس با محاسبه‌ی حجم آن جرمش را برآورد می‌کنیم، پس:

گام اول می‌دانیم چگالی آب  $1000\text{ kg/m}^3$  است. کره‌ی زمین از سنگ، فلزات و موادی این‌چنینی تشکیل شده است و تمام این مواد (اصطلاحاً) از آب سنگین‌تر هستند، پس چگالی کره‌ی زمین باید چندین برابر آب باشد. ما برای چگالی کره‌ی زمین  $5000\text{ kg/m}^3$  را در نظر می‌گیریم (آکه شما قبول ندارید نظر ما رو، چگالی زمین هرچی فوت‌تورن دوست دارین بگیرین،  $1000\text{ kg/m}^3$  یا  $12000\text{ kg/m}^3$  می‌بینید که آفرش به به گزینه می‌رسیم).

گام دوم محاسبه‌ی حجم کره‌ی زمین:  $10^{21}\text{ m}^3 = 10^{21} \times 10^3 \times 10^3 \times 10^3 = 10^{21}\text{ m}^3$

گام سوم حالا از رابطه‌ی چگالی استفاده می‌کنیم:

$$10^{25}\text{ kg} = 5000 \times 10^{21} = 10^4 \times 10^{21} = 10^{25}\text{ kg}$$

جرم کره‌ی زمین  $5/972 \times 10^{24}$  کیلوگرم است.

## پاسخ سری Z

۱۳۳- گزینهی «۳»

از رابطه‌ی  $\vec{A} = c\vec{B}$  و این‌که  $c$  یک کمیت نرده‌ای (با یکای معین) است، می‌فهمیم  $\vec{A}$  و  $c\vec{B}$  دو کمیت برداری هم‌جنس‌اند و  $\vec{B}$  و دو کمیت برداری متفاوت‌اند. از سوی دیگر جمع و تفاضل دو کمیت غیرهم‌جنس غیرممکن است، پس گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) که در آن‌ها دو کمیت متفاوت با هم جمع و تفریق شده‌اند، نادرست‌اند. اما در گزینه‌ی (۳)،  $2\vec{A}$  و  $c\vec{B}$  دو کمیت هم‌جنس‌اند و می‌توانیم آن‌ها را تفریق کنیم. (در ضمن در گزینه‌ی (۳) بردار  $\vec{D}$  هم با  $\vec{A}$  و  $c\vec{B}$  هم‌جنس است.)

۱۳۴- گزینهی «۴»

گام اول یکای کمیت‌های  $A, BC^2$  و  $\frac{D}{C}$  یکسان است (چرا؟) چون می‌توانیم آن‌ها را با هم جمع یا منها کنیم؛ پس داریم:

$$1\text{ s} = (C\text{ یکای})^2 = 1\text{ s}^2 \Rightarrow (C\text{ یکای})^2 = 1\text{ s}^2 \Rightarrow 1\text{ kg.m} = (C\text{ یکای})^2 \Rightarrow 1\text{ kg.m} = (C\text{ یکای})^2 \Rightarrow 1\text{ kg.m} = (C\text{ یکای})^2$$

و به همین ترتیب یکای  $\frac{D}{C}$  را هم برابر یکای  $A$  قرار می‌دهیم:

$$\frac{D\text{ یکای}}{C\text{ یکای}} = A\text{ یکای} \Rightarrow \frac{D\text{ یکای}}{1\text{ s}} = 1\text{ kg.m} \Rightarrow D\text{ یکای} = 1\text{ kg.m.s}$$

گام دوم حالا می‌خواهیم با  $D$  و  $C$  کمیتی بسازیم که یکای آن  $\frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$  است، پس کافی است کمیت  $D$  را بر مربع  $C$  تقسیم کنیم:

$$\frac{D\text{ یکای}}{C^2\text{ یکای}} = \frac{1\text{ kg.m.s}}{1\text{ s}^2} = 1\left(\frac{\text{kg.m}}{\text{s}}\right)$$

۱۳۵- گزینهی «۱»

گام اول

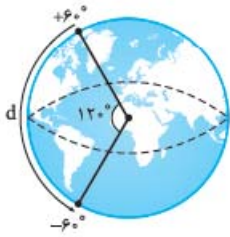
شعاع کره‌ی زمین را با روش زنجیره‌ای به فرسنگ تبدیل می‌کنیم:

$$R_e = \frac{12760\text{ km}}{2} \times \frac{1000\text{ m}}{1\text{ km}} \times \frac{100\text{ cm}}{1\text{ m}} \times \frac{1\text{ ذرع}}{104\text{ cm}} \times \frac{1\text{ فرسنگ}}{6000\text{ ذرع}} = \frac{12760 \times 1000 \times 100}{2 \times 104 \times 6000} = 1022/4\text{ فرسنگ}$$

گام دوم حالا محیط دایره‌ی عظیمه‌ی کره‌ی زمین را حساب می‌کنیم (چون نصف‌النهارها بر روی دایره‌ی عظیم قرار دارند):

$$\text{فرسنگ} = 2\pi R_e = 2 \times 3/14 \times 1022/4 = 6420$$





**گام سوم** مطابق شکل روبه‌رو جهانگرد  $\frac{12}{36}$  از دایره‌ی عظیمه را پیموده است، پس داریم:

$$d = 6420 \times \frac{12}{36} = 2140 \text{ فرسنگ}$$



شکل الف



شکل ب

**گام اول** شعاع کره‌ی زمین را با روش زنجیره‌ای به فرسنگ تبدیل می‌کنیم:

$$R_e = 6378 \text{ km} \times \frac{1 \text{ فرسنگ}}{6/24 \text{ km}} = 1022 \text{ فرسنگ}$$

هم‌چنین باید بدانیم ارتفاع پرواز چند فرسنگ است!

$$h = 24000 \times \frac{104 \text{ cm}}{1 \text{ ذرع}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ فرسنگ}}{6/24 \text{ km}} = 4 \text{ فرسنگ}$$

پس فاصله‌ی هواپیما از مرکز زمین (شکل الف) برابر است با:

**گام دوم** چون در طول مسیر عرض جغرافیایی ( $53^\circ$  شمالی) ثابت است، هواپیما بر روی دایره‌ای به شعاع  $r'$  مسافت می‌کند. (شکل ب را ببینید.) کماتی که هواپیما می‌پیماید از  $45^\circ$  شرقی شروع و به  $15^\circ$  غربی ختم می‌شود یعنی هواپیما

$6^\circ$ ، دایره‌ای به شعاع  $r'$  را پیموده است، پس داریم:

$$d = 2\pi r' \frac{\Delta\theta}{360^\circ} \quad r' = r \cos 53^\circ \rightarrow d = 2\pi r \cos 53^\circ (36^\circ)$$

$$= 2 \times 3/14 \times 1026 \times 0/6 \times \frac{6^\circ}{36^\circ} = 644 \text{ فرسنگ}$$

**گام اول** بیینیم وزنه‌ی ده نخودی چند گرم است؟

$$10 \text{ نخود} = 10 \times \frac{1 \text{ مثقال}}{24 \text{ نخود}} \times \frac{1 \text{ سیر}}{16 \text{ مثقال}} \times \frac{77/76 \text{ g}}{1 \text{ سیر}} = \frac{10 \times 77/76}{24 \times 16} = 2/025 \text{ g}$$

**گام دوم** با این وزنه‌ها به چند روش می‌توانیم بسته‌های نزدیک به  $120 \text{ g}$  ایجاد کنیم.

**روش اول** فقط از وزنه‌های ده نخودی استفاده کنیم. در این صورت داریم:  $120 = 59 \times 2/025 = 119/475 \text{ g}$  تا  $59$  وزنه‌ی  $10$  نخودی  $\Rightarrow 120 = 59/26$

جرم بسته در روش اول  $= 119/475 \text{ g}$

$$120 - 77/76 = 42/24 \text{ g}$$

**روش دوم** یک راه دیگر این است که یک وزنه‌ی یک سیری و چند وزنه‌ی ده نخودی را به  $120 \text{ g}$  نزدیک کنیم:

$$\frac{42/24}{2/025} = 20/86 \Rightarrow 21 = 21 \times 2/025 = 42/525$$

$$\text{جرم بسته در روش دوم} = 77/76 + 42/525 = 120/285 \text{ g}$$

همین‌طور که می‌بینید جرم بسته‌ها در حالت دوم به  $120 \text{ g}$  نزدیک‌تر است. تازه این‌طوری کمی از  $120 \text{ g}$  بیشتر هم هست و طرف به کم‌فروشی متهم نمی‌شاه! پس حالت دوم را برای بسته‌بندی  $15 \text{ kg}$  نمک انتخاب می‌کنیم.

**گام سوم** کافی است  $15000 \text{ g}$  را به  $120/285 \text{ g}$  تقسیم کنیم:

$$n = \frac{15000}{120/285} = 124/7 \Rightarrow 120 \text{ g به نزدیک}$$

$$a = 500 \text{ in} \times \frac{2/54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 12/7 \text{ m}$$

ابعاد مکعب‌مستطیل را به متر تبدیل می‌کنیم:

$$b = 25 \text{ ft} \times \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2/54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 7/62 \text{ m}$$

$$c = 1000 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 10/00 \text{ m}$$

$$V = abc = 12/7 \times 7/62 \times 10/00 = 968 \text{ m}^3$$

حالا حجم مکعب‌مستطیل را به دست می‌آوریم:

**گام اول** خطای اندازه‌گیری خط‌کش از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\text{خطای اندازه‌گیری خط‌کش اول} = \pm \frac{\text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی خط‌کش اول}}{2} = \pm \frac{0/5 \text{ cm}}{2} = \pm 0/25 \text{ cm}$$

$$\text{خطای اندازه‌گیری خط‌کش دوم} = \pm \frac{\text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی خط‌کش دوم}}{2} = \pm \frac{1 \text{ mm}}{2} = \pm 0/5 \text{ mm} = \pm 0/05 \text{ cm}$$

**گام دوم** بنابراین طول و عرض مستطیل با توجه به خطای اندازه‌گیری برابر می‌شود با:

$$\text{طول} = 20/65 \text{ cm} \pm 0/25 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} \text{بیشینه‌ی طول} = 20/90 \text{ cm} \\ \text{کمینه‌ی طول} = 20/40 \text{ cm} \end{cases}, \quad \text{عرض} = 10/22 \text{ cm} \pm 0/05 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} \text{بیشینه‌ی عرض} = 10/27 \text{ cm} \\ \text{کمینه‌ی عرض} = 10/17 \text{ cm} \end{cases}$$

**گام سوم** حالا یک بار با بیشینه و یک بار با کمینه‌ی طول و عرض، مساحت مستطیل را حساب می‌کنیم:

$$S_{\max} = 20/90 \times 10/27 = 214/6 \text{ cm}^2$$

$$S_{\min} = 20/40 \times 10/17 = 207/47 \text{ cm}^2$$

**۱۴۰- گزینه‌ی «۴»**

**گام اول** در ابزارهای مدرج میزان خطای اندازه‌گیری از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی} = \pm \frac{\text{کمینه‌ی تقسیم‌بندی}}{2} \Rightarrow A = 2 \times |\pm 0/2| = 0/4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

اما در ابزارهای دیجیتال کمینه‌ی اندازه‌گیری برابر دقت یا خطای اندازه‌گیری است؛ یعنی:

$$B = \text{کمینه‌ی اندازه‌گیری دماسنج دیجیتال} = |\pm 0/1| = 0/1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\frac{A}{B} = \frac{0/4}{0/1} = 4$$

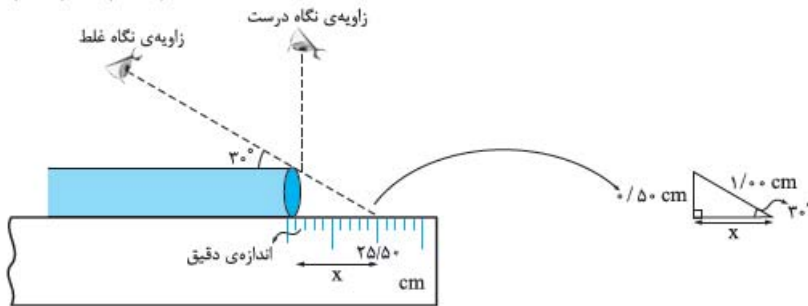
**گام دوم** نسبت  $\frac{A}{B}$  را می‌خواهیم:

**۱۴۱- گزینه‌ی «۴»**

**گام اول** اشتباه شخص در زاویه‌ی نگاه اوست! خط نگاه او باید مثل شکل زیر عمود بر راستای خط‌کش باشد. پس با توجه به

شکل، ما با یک مثلث روبه‌رو هستیم که ضلع مقابل به زاویه‌ی  $30^\circ$  آن  $50 \text{ cm}$  است، پس وتر مثلث ۲ برابر  $50 \text{ cm}$  یعنی  $100 \text{ cm}$  است، بنابراین داریم:

$$(100)^2 = (50)^2 + x^2 \Rightarrow x^2 = 10000 - 2500 = 7500 \Rightarrow x = \sqrt{7500} = 50\sqrt{3} = 50 \times 1/7 = 0/85 \text{ cm}$$



$$\text{طول دقیق لوله} = 25/50 - 0/85 = 24/65 \text{ cm}$$

**گام دوم** یعنی شخص خطا کار،  $0/85 \text{ cm}$  از مقدار دقیق بیشتر گزارش کرده، پس:

**۱۴۲- گزینه‌ی «۳»**

خون از طریق آنورت از قلب خارج شده و در نهایت وارد مویرگ‌ها می‌شود، بنابراین با توجه به معادله‌ی پیوستگی از رابطه‌ی زیر

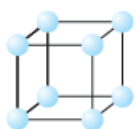
$$\text{مویری} \times \pi r^2 \times V_{\text{مویری}} = \text{تعداد مویرگ‌ها} \times \text{آنورت} \times \pi r^2 \times V_{\text{آنورت}} \rightarrow V_{\text{آنورت}} \times \pi r_{\text{آنورت}}^2 = \text{تعداد مویرگ‌ها} \times \text{آنورت} \times \pi r_{\text{مویری}}^2$$

استفاده می‌کنیم:

$$\rightarrow \text{تعداد مویرگ‌ها} = \frac{V_{\text{آنورت}} \times r_{\text{آنورت}}^2}{V_{\text{مویری}} \times r_{\text{مویری}}^2} = \frac{8 \times (2/5 \times 10^{-2})^2}{0/5 \times 10^{-3} \times (0/1 \times 10^{-3})^2} = \frac{8 \times 6/25 \times 10^{-4}}{0/5 \times 10^{-11}} = 16 \times 6/25 \times 10^7 = 10 \times 10 \times 10^7 = 10^9$$

**۱۴۳- گزینه‌ی «۳»**

**گام اول** یکی از مکعب‌های این ساختار را در نظر بگیرید (شکل روبه‌رو). می‌خواهیم به جرم و حجم این مکعب بپردازیم.



اول جرم: این مکعب دارای ۸ گوشه است که در هر گوشه یک اتم قرار دارد ولی هر کدام از این اتم‌ها فقط متعلق به این مکعب نیستند بلکه تنها بخشی از آن‌ها در این مکعب است و بخشی در مکعب‌های دیگر. اگر به ساختار مقابل دقت کنید هر اتم در محل تلاقی ۸ مکعب است؛ یعنی  $\frac{1}{8}$  از هر اتم متعلق به این مکعب است. برای این که بهتر متوجه شوید به شکل روبه‌رو دقت کنید.

پس نتیجه می‌گیریم، هر مکعب ۸ تا  $\frac{1}{8}$  اتم دارد؛ یعنی جرم کل این مکعب برابر است با جرم ۱ اتم (۸ تا  $\frac{1}{8}$  اتم می‌شود ۱ اتم). از طرفی چون به ازای هر مکعب یک اتم وجود دارد، تعداد مکعب‌ها با تعداد اتم‌ها برابر است.

دوم حجم: فاصله‌ی دو اتم مجاور روی یک ضلع مکعب را  $a$  در نظر می‌گیریم (در واقع  $a$  ضلع مکعبه). بنابراین حجم این مکعب برابر است با  $V = a^3$ . سؤال از ما خواسته که  $a$  را حساب کنیم.

**گام دوم** جرم هر مکعب را به دست می‌آوریم. برای این کار می‌دانیم جرم  $6 \times 10^{23}$  اتم کربن برابر ۱۲ g است، پس:

$$\text{جرم یک مکعب} = \text{جرم یک اتم کربن} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{تعداد اتم}} = \frac{12}{6 \times 10^{23}} = 2 \times 10^{-23} \text{ g}$$

**گام سوم** حالا برای به دست آوردن  $a$  از رابطه‌ی چگالی برای مکعب استفاده می‌کنیم:

$$\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)_{\text{مکعب}} = \frac{\text{جرم مکعب (g)}}{\text{حجم مکعب (cm}^3)} \rightarrow 2/5 = \frac{2 \times 10^{-23}}{a^3} \rightarrow a^3 = \frac{2 \times 10^{-23}}{2/5} \sim 10^{-23} \text{ cm}^3 \rightarrow a = 10^{-8} \sim 10^{-10} \text{ m}$$

**۱۴۴- گزینه‌ی «۴»**

$$V_{\text{مکعب}} = a^3$$

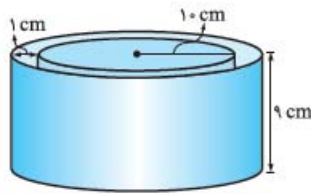
**گام اول** حجم مکعب و استوانه را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{استوانه}} = (A_{\text{خارجی}} - A_{\text{داخلی}})h = \left(\pi \frac{9}{4} a^2 - \pi \frac{1}{4} a^2\right) \times 2a = 12a^3$$

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

**گام دوم** رابطه‌ی چگالی و یک تناسب ساده:

$$\frac{\rho_{\text{استوانه}}}{\rho_{\text{مکعب}}} = \frac{m_{\text{استوانه}}}{m_{\text{مکعب}}} \times \frac{V_{\text{مکعب}}}{V_{\text{استوانه}}} = \frac{1}{1} \times \frac{a^3}{12a^3} = \frac{1}{12}$$



**گزینه ۱-۱۴۵** **گام اول** حجم قسمت داخلی ظرف را به دست آورده و به کمک آن جرم آب موجود در ظرف را پیدا می‌کنیم:

$$V_{\text{داخل}} = \pi r^2 h = 3(100)(9) = 2700 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{آب}} = \rho V = 1(2700) = 2700 \text{ g} = 2.7 \text{ kg}$$

**گام دوم** جرم ظرف برابر اختلاف جرم کل و جرم آب است.

**گام سوم** حجم ظرف برابر حجم کل استوانه منهای حجم قسمت داخلی آن است، به طوری که:

$$V_{\text{ظرف}} = V_{\text{استوانه}} - V_{\text{داخلی}} = \pi r_{\text{استوانه}}^2 h - \pi r_{\text{داخلی}}^2 h = 3(11)^2(10) - 3(10)^2(9) = 930 \text{ cm}^3$$

دقت کنید که ارتفاع استوانه  $(9+1)$  cm و شعاع خارجی آن  $(10+1)$  cm است.

**گام چهارم** حالا می‌توانیم چگالی ظرف را به دست آوریم:

$$\rho_{\text{ظرف}} = \frac{m_{\text{ظرف}}}{V_{\text{ظرف}}} = \frac{7/44 \times 10^3}{930} = 8 \text{ g/cm}^3$$

**گزینه ۱-۱۴۶** **گام اول** نیمی از یخ ذوب می‌شود و به آب افزوده می‌شود. پس حجم آبی را که اضافه شده است می‌توانیم حساب کنیم:

$$V_{\text{یخ}} = 0/9 \times 5^3 = 112/5 \text{ g}$$

$$\text{جرم اولیه یخ} = \rho_{\text{یخ}} V_{\text{یخ}} = 0/9 \times 5^3 = 112/5 \text{ g}$$

$$\text{جرم یخ ذوب شده} = \frac{112/5}{2} = 56/25 \text{ g}$$

$$\text{حجم آب اضافه شده} = \frac{56/25}{1} = 56/25 \text{ cm}^3$$

**گام دوم** همواره  $10\%$  درصد یخ بالای سطح آب و  $90\%$  درصد آن داخل آب است. با ذوب شدن نیمی از یخ، حجم یخی که در داخل آب است هم نصف می‌شود. یعنی:

$$\text{حجم یخی که در ابتدا داخل آب بوده است} = \frac{90}{100} \times 5^3 = 112/5 \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم یخی که در پایان داخل آب می‌ماند} = \frac{112/5}{2} = 56/25 \text{ cm}^3$$

**گام سوم** با مقایسه‌ی گام‌های اول و دوم می‌فهمیم که  $56/25 \text{ cm}^3$  به حجم آب اضافه شده و  $56/25 \text{ cm}^3$  از حجم یخ درون آب کاسته شده است. پس ارتفاع آب تغییر نمی‌کند. هر مقداری از یخ شناور بر روی آب ذوب شود، ارتفاع آب تغییر نخواهد کرد.

**گزینه ۱-۱۴۷** **گام اول** جرم اولیه‌ی آب را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m_1}{V} \Rightarrow m_1 = \rho V = 1(200) = 200 \text{ g}$$

**گام دوم** اگر  $\frac{3}{4}$  آب داخل لیوان خالی شود، فقط  $50 \text{ g}$  آب داخل لیوان باقی می‌ماند. اگر جرم لیوان را برابر  $x$  در نظر بگیریم، داریم:

$$m_{\text{دوم}} = \frac{1}{4} m_{\text{اول}} \Rightarrow (x + 50) = \frac{1}{4}(x + 200) \Rightarrow 2x + 100 = x + 200 \Rightarrow x = 100 \text{ g}$$

**گزینه ۲-۱۴۸** **گام اول** محاسبه‌ی حجم آب درون استوانه و بعد هم جرم آب:

$$V_{\text{آب}} = A_{\text{استوانه}} \times h_{\text{آب}} = \pi r^2 \times h = 3 \times (4)^2 \times 4 = 192 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{آب}} = \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} = 1 \times 192 = 192 \text{ g}$$

**گام دوم** محاسبه‌ی جرم استوانه:

$$W_{\text{استوانه}} = m_{\text{استوانه}} \text{ g} \Rightarrow 1/08 = m_{\text{استوانه}} \times 10 \Rightarrow m_{\text{استوانه}} = 0/108 \text{ kg} = 108 \text{ g}$$

**گام سوم** محاسبه‌ی جرم سکه‌ها:

$$m_{\text{آب}} + m_{\text{استوانه}} + m_{\text{سکه‌ها}} = 600 \text{ g} \Rightarrow 192 + 108 + m_{\text{سکه‌ها}} = 600 \Rightarrow m_{\text{سکه‌ها}} = 600 - 300 = 300 \text{ g}$$

**گام چهارم** محاسبه‌ی حجم سکه‌ها ( $\Delta h$  افزایش ارتفاع آب در اثر افزودن سکه‌ها است):

$$V_{\text{سکه‌ها}} = A_{\text{استوانه}} \times \Delta h = 48 \times (5 - 4) = 48 \text{ cm}^3$$

**گام پنجم** محاسبه‌ی چگالی سکه‌ها:

$$\rho = \frac{m_{\text{سکه‌ها}}}{V_{\text{سکه‌ها}}} = \frac{300}{48} = 6/25 \text{ g/cm}^3 = 6250 \text{ kg/m}^3$$

**گزینه ۲-۱۴۹** **گام اول** رابطه‌ی چگالی را یک بار برای آب و بار دیگر برای جیوه می‌نویسیم. در روابط زیر حجم داخلی لیوان را با  $V'$  و جرم لیوان را با  $m'$  نشان داده‌ایم:

$$m_{\text{کل}} = m_{\text{مایع}} + m' \Rightarrow m_{\text{مایع}} = \rho V' \Rightarrow \begin{cases} 600 = 1(V') + m' \\ 5400 = 13(V') + m' \end{cases}$$

$$4800 = 12V' \Rightarrow V' = 400 \text{ cm}^3, m' = 200 \text{ g}$$

بنابراین جرم لیوان  $200 \text{ g}$  و حجم داخل آن  $400 \text{ cm}^3$  است.

**گام دوم** حالا به راحتی می‌توانیم حداکثر نفتی را که در این لیوان جا می‌شود به دست آوریم. در این صورت نفت لیوان را کاملاً پر می‌کند و حجم آن برابر

$$m_{\text{نفت}} = \rho_{\text{نفت}} \times V' = 0/8 \times 400 = 320 \text{ g}$$

حجم لیوان است و داریم:

**۱۵۰- گزینهی «۲»** **گام اول** محاسبه جرم کل مخلوط:  $m_{\text{مخلوط}} = m_1 + m_2 = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 = (3/5 \times 100) + (4/5 \times 300) = 170 \text{ g}$

**گام دوم** محاسبه جرم کل مخلوط: (حواستون باشد ۱۵ درصد از حجم مجموع دو مایع کم می‌شود).

$$V_{\text{مخلوط}} = \frac{85}{100} (V_1 + V_2) = \frac{85}{100} (100 + 300) = 340 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} = \frac{1700}{340} = 5 \text{ g/cm}^3$$

**گام سوم** و اما چگالی مخلوط:

**۱۵۱- گزینهی «۲»** **گام اول** محاسبه جرم کل مخلوط:  $m_{\text{مخلوط}} = m_1 + m_2 = m_1 + \rho_2 V_2 = 510 + (4 \times 300) = 630 \text{ g}$

**گام دوم** محاسبه جرم کل مخلوط با توجه به این که ۱۰ درصد از حجم مجموع دو مایع کم می‌شود:

$$V_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1}{\rho_1} + V_2 = \frac{90}{100} (V_1 + V_2) = \frac{9}{10} (\frac{510}{\rho_1} + 300)$$

**گام سوم** چگالی مخلوط برابر میانگین چگالی دو مایع است:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \rightarrow \frac{\rho_1 + 4}{2} = \frac{630}{\frac{9}{10} (\frac{510}{\rho_1} + 300)} \Rightarrow \frac{2 \times 10 \times 630}{9} = (\rho_1 + 4) (\frac{510}{\rho_1} + 300) \Rightarrow 2\rho_1^2 - 77\rho_1 + 204 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \rho_1 = 3 \text{ g/cm}^3 \\ \rho_1 = 22/7 \text{ g/cm}^3 \end{cases}$$

مایعی با چگالی  $22/7 \text{ g/cm}^3$  معقول به نظر نمی‌رسد و در بین گزینه‌ها هم نیست، پس همان  $3 \text{ g/cm}^3$  را انتخاب می‌کنیم.

**۱۵۲- گزینهی «۴»** **گام اول** نسبت  $\rho_A$  و  $\rho_B$  را به دست می‌آوریم. اگر حجم ظرف را برابر  $x$  در نظر بگیریم، داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} \xrightarrow{V_A = V_B = \frac{x}{2}} \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A (\frac{x}{2}) + \rho_B (\frac{x}{2})}{x} \Rightarrow \lambda = \frac{\rho_A + \rho_B}{2} \Rightarrow \rho_A + \rho_B = 16$$

**نکته** اگر دو مایع با حجم برابر را با یکدیگر مخلوط کنیم، همواره چگالی مخلوط برابر میانگین چگالی دو ماده‌ی اولیه است.

**گام دوم** حالا  $\frac{1}{3}x$  را از  $A$  و  $\frac{2}{3}x$  را از  $B$  پر می‌کنیم و داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{\frac{1}{3}x\rho_A + \frac{2}{3}x\rho_B}{x} \Rightarrow 6 = \frac{1}{3}\rho_A + \frac{2}{3}\rho_B \Rightarrow \rho_A + 2\rho_B = 18$$

$$\begin{cases} \rho_A + \rho_B = 16 \\ \rho_A + 2\rho_B = 18 \end{cases}$$

**گام سوم** دو معادله و دو مجهول:

$$\rho_B = 2 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow \rho_A = 14 \text{ g/cm}^3$$

**۱۵۳- گزینهی «۳»** **گام اول** ابتدا محاسبه می‌کنیم که انرژی حاصل از تبدیل  $1 \text{ kg}$  ماده به انرژی چند ژول است.

$$E = mc^2 = 1 \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{16} \sim 10^{17} \text{ J}$$

**گام دوم** انرژی لازم برای روشن ماندن یک لامپ معمولی خانگی را در یک شبانه‌روز برآورد می‌کنیم. فرض می‌کنیم توان لامپ  $100$  وات باشد و در شبانه‌روز

$5$  ساعت روشن بماند (آگه عمرهای ما رو قبول نراریز فودتون تفمین بزئید و با همونا حساب کتاب کنئید. ما ارعا می‌کنئیم فرقی نمی‌کنه تو بواب تست). با استفاده

$$\text{از رابطه‌ی توان داریم: } \frac{\text{انرژی (J)}}{\text{توان (W)}} = \frac{\text{انرژی}}{5 \times 60 \times 60} \rightarrow 100 = \frac{\text{انرژی}}{5 \times 60 \times 60} \rightarrow \text{انرژی} = 1/8 \times 10^6 \text{ J} \sim 10^6 \text{ J}$$

**گام سوم** برای تخمین انرژی لازم، برای روشن نگهداشتن یک خانه باید تعداد لامپ‌های یک خانه‌ی معمولی را خودمان حدس بزئیم البته یک حدس معقول

و منطقی.  $10$  لامپ برای هر خانه مناسب به نظر می‌رسد. (به رونه برای آشپزفونه،  $3$  یا  $4$  تا برای پذیرایی،  $2$  تا هم برای هر کدوم از  $22$  اتاق فواب ۱)

$$10^6 \text{ J} = 10^6 \times 10 = 10^7 \text{ J} = \text{تعداد لامپ} \times \text{انرژی لازم یک لامپ} = \text{انرژی لازم برای تأمین روشنایی یک خانه}$$

**گام چهارم** حالا دیگر به دست آوردن تعداد خانه‌ها کار سختی نیست.  $10^{17} = \frac{\text{انرژی کل}}{10^7} = 10^{10}$  = تعداد خانه‌هایی که می‌توان روشن کرد

**۱۵۴- گزینهی «۱»** **گام اول** ابتدا تعیین می‌کنیم که  $80$  میلیون بشکه نفت معادل چند گرم است.

$$80 \times 10^6 \times 150 = 1/2 \times 10^{14} \text{ kg} = 1/2 \times 10^{12} \text{ g} \sim 10^{13} \text{ g}$$

**گام دوم** این مقدار نفت چند ژول انرژی تولید می‌کند؟  $10^{13} \times (50 \times 10^3) = 10^{17} \text{ J}$  = انرژی حاصل از هر یک گرم نفت بر حسب ژول  $\times$  جرم نفت بر حسب گرم = انرژی تولید شده

**گام سوم** با استفاده از رابطه‌ی معرفی شده در صورت تست، مقدار جرم ماده‌ای را که در نیروگاه‌های هسته‌ای باید به انرژی تبدیل شود تا  $10^{18}$  ژول انرژی به

$$E = mc^2 \rightarrow 10^{18} = m \times (3 \times 10^8)^2 \rightarrow m = \frac{10^{18}}{9 \times 10^{16}} \sim 10 \text{ kg}$$

دست آید، تعیین می‌کنیم.

می‌بینید انرژی هسته‌ای چه می‌کنه؟ آگه هر روز فقط  $10$  کیلوگرم اورانیم تو نیروگاه‌ها به انرژی هسته‌ای تبدیل شه کل انرژی دنیا تأمین می‌شه