

گزینه «۴» نادرست است؛ زیرا در نورشناسی، هر پرتو نور با یک خط راست دارای فلش مدل می‌شود، نه هر باریکه نور که خود از تعداد بی‌شماری پرتو نور تشکیل شده است.

#### ۸. گزینه ۲

می‌دانیم که در مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده گرفته و فقط اثرهای مهم و تعیین‌کننده را در بررسی وارد کرد. در واقع حذف هر اثری که نادیده گرفتن آن پیش‌بینی مدل را از واقعیت دور کند، مجاز نیست. در این سؤال، به دلیل اینکه نادیده گرفتن «وزن گلوله» و «نیروی مقاومت هوا» به ترتیب «رفت و برگشتی بودن حرکت گلوله» و «توقف آن پس از چند رفت و برگشت» را دچار اشکال می‌کند، مجاز نمی‌باشد. اما با لحاظ کردن همین اصول، در نظر گرفتن «اندازه و شکل گلوله» و «جرم نخ» در پیش‌بینی مدل خللی ایجاد نکرده و آزاد است.

#### ۹. گزینه ۳

مقاومت هوا در گزینه‌های «۱»، «۲» و «۴» اثر مهم و تعیین‌کننده محسوب شده و قابل چشم‌پوشی نیست؛ چرا که در صورت حذف آن، پیش‌بینی ما از نحوه رفتار پدیده فیزیکی اشتباه خواهد بود.

#### ۱۰. گزینه ۳

وقتی گلوله از بالن رها می‌شود، با همان تندی بالن شروع به حرکت می‌کند. بنابراین، چون تندی اولیه گلوله همان تندی بالن است، از تندی بالن نمی‌توان صرف‌نظر کرد. از طرف دیگر، چون وزن گلوله عامل حرکت و شتاب گلوله است، لذا از وزن گلوله نیز نمی‌توان صرف‌نظر نمود. می‌بینیم، عامل تقریباً بی‌تأثیر مقاومت هوا است.

#### ۱۱. گزینه ۳

برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری نیاز داریم که تغییر نکنند و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند.

#### ۱۲. گزینه ۲

در SI، هفت کمیت اصلی عبارتند از طول، جرم، زمان، دما، مقدار ماده، جریان الکتریکی و شدت روشنایی که یکاهای آن‌ها به ترتیب متر، کیلوگرم، ثانیه، کلون، مول، آمپر و کاندلا (شمع) است. فقط در گزینه «۲» هر سه یکای داده شده همگی مربوط به کمیت‌های اصلی هستند. در سایر گزینه‌ها، یکاهای ژول و کولن، مربوط به کمیت‌های فرعی انرژی و بار الکتریکی بوده و دلیل نادرستی آن گزینه‌ها می‌باشند.

#### ۱۳. گزینه ۲

در سال ۱۹۷۱ میلادی، مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، هفت کمیت «طول»، «جرم»، «زمان»، «دما»، «مقدار ماده»، «جریان الکتریکی» و «شدت روشنایی» را به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب کرد که اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را تشکیل می‌دهند. سایر کمیت‌های فیزیکی که بر حسب این ۷ کمیت اصلی بیان می‌شوند، کمیت‌های فرعی هستند که تنها در گزینه «۲»، هر سه کمیت ذکر شده یعنی چگالی، تندی و انرژی در SI فرعی هستند.

#### ۱۴. گزینه ۲

گزاره «الف» نادرست است؛ زیرا کمیت شدت روشنایی با یکای کاندلا یا شمع در SI اصلی است، نه یکای آمپر. گزاره «ب» نادرست است؛ زیرا یکای کمیت دما در SI، کلون است. گزاره «پ» درست است؛ زیرا متر، ثانیه و آمپر به ترتیب یکای کمیت‌های اصلی طول، زمان و جریان الکتریکی در SI هستند. گزاره «ت» درست است؛ زیرا نمادهای cd (کاندلا یا شمع)، mol (مول) و K (کلون) به ترتیب نماد یکای کمیت‌های اصلی شدت روشنایی، مقدار ماده و دما در SI هستند.

#### ۱. گزینه ۲

گزاره «الف» نادرست است؛ زیرا علی‌رغم اهمیت زیاد آزمایش و مشاهده در فیزیک، آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیکدانان نسبت به پدیده‌هایی است که با آن‌ها مواجه می‌شوند.

گزاره «ب» نادرست است؛ زیرا فیزیک، علمی تجربی بوده و تمامی قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی آن باید توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.

گزاره «پ» درست است؛ زیرا مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری در مدل یا نظریه‌ای شود و حتی ممکن است نظریه‌ای جدید جایگزین آن گردد.

#### ۲. گزینه ۴

ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است و نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است.

#### ۳. گزینه ۳

در فیزیک، دانشمندان برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی اغلب از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند. قوانین و نظریات فیزیک در طول زمان ثابت نیستند و ممکن است اصلاح گردند و یا به‌طور کامل نقض شده و نظریه دیگری جایگزین آن‌ها شود. این ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریات فیزیکی نقطه قوت دانش فیزیک است.

#### ۴. گزینه ۱

تکامل مدل‌های اتمی به ترتیب به‌صورت زیر می‌باشد.  
توپ بیلیارد، کیک کشمش، مدل هسته‌ای، مدل سیاره‌ای، مدل ابرالکترونی

#### ۵. گزینه ۲

گزاره «الف» نادرست است؛ زیرا مدل‌سازی فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آن‌قدر ساده و آرماتی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم گردد. گزاره «ب» درست است؛ زیرا هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را. گزاره «پ» نادرست است؛ زیرا در شاخه مکانیک به دلیل بررسی حرکت اجسام و نیروهای وارد شده بر آن‌ها، مدل‌سازی بسیار پرکاربرد است.

#### ۶. گزینه ۱

تنها مورد «پ» صحیح است. بررسی موارد نادرست:  
الف) می‌توان از تغییر وزن توپ به خاطر کم بودن تغییر ارتفاع چشم‌پوشی کرد.  
ب) جهت حرکت توپ تعیین‌کننده شتاب حرکت و جهت نیروهای وارد بر آن است.  
ت) برای حرکت توپ، عامل وزن اثر مهم و تعیین‌کننده است.

#### ۷. گزینه ۱

گزینه «۱» درست است؛ زیرا در مدل‌سازی‌های مکانیک، برای نشان دادن اندازه و جهت نیروها از بردار استفاده می‌شود.  
گزینه «۲» نادرست است؛ زیرا نادیده گرفتن نیروهای جزئی یکی از اصول ساده‌سازی پدیده‌هاست که پیش‌بینی رفتار پدیده را با مشکل مواجه نمی‌کند.  
گزینه «۳» نادرست است؛ زیرا در مدل‌سازی‌های نورشناسی، به دلیل اینکه هر باریکه نور در عمل از تعداد بی‌شماری پرتو نور موازی تشکیل شده است، برای سادگی فقط تعدادی از آن‌ها نمایش داده می‌شوند.

۱۵. گزینه ۴

با توجه به آموخته‌های شما در کتاب‌های فیزیک (۱) و فیزیک (۲) و طبق تعریف کمیت‌های اصلی یا فرعی و نرده‌ای یا برداری، در جدول زیر، نوع کمیت‌های استفاده شده در گزینه‌ها آورده شده است.

نام کمیت	اصلی یا فرعی	نرده‌ای یا برداری
جرم	اصلی	نرده‌ای
شتاب	فرعی	برداری
نیرو	فرعی	برداری
انرژی جنبشی	فرعی	نرده‌ای
فشار	فرعی	نرده‌ای
گرمای ویژه	فرعی	نرده‌ای
میدان مغناطیسی	فرعی	برداری
شار مغناطیسی	فرعی	نرده‌ای

لذا طبق جدول فوق، کمیت جرم، اصلی و نرده‌ای؛ ۳ کمیت شتاب، نیرو و میدان مغناطیسی، فرعی و برداری و ۴ کمیت انرژی جنبشی، فشار، گرمای ویژه و شار مغناطیسی، فرعی و نرده‌ای هستند که در گزینه «۴» به سه مورد از این چهار مورد بدرستی اشاره شده است.

۱۶. گزینه ۱

یکای فرعی فشار در SI با پاسکال بیان می‌شود و بر اساس یکه‌های اصلی به صورت زیر تعریف می‌شود.  
با استفاده از تعریف فشار داریم:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow [P] = \frac{[F]}{[A]} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}^2} \Rightarrow [P] = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

۱۷. گزینه ۲

برای به دست آوردن یکای فرعی انرژی، کافی است از روابطی که تاکنون یاد گرفته‌ایم، استفاده کنیم. با استفاده از رابطه کار که در سال هفتم دیده‌اید، داریم:

$$J = N \cdot m \quad (1) \Rightarrow \text{جابه‌جایی} \times \text{نیرو} = \text{کار}$$

ضمناً با استفاده از رابطه قانون دوم نیوتون که در سال نهم با آن آشنا شده‌اید، می‌توان نوشت:

$$N = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (2) \Rightarrow \text{شتاب} \times \text{جرم} = \text{نیرو}$$

در نتیجه داریم:

$$\xrightarrow{(1)} J = N \cdot m \xrightarrow{(2)} J = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

۱۸. گزینه ۳

با توجه به رابطه  $F = ma$ ، یکای نیرو از حاصل ضرب یکای جرم در یکای شتاب به دست می‌آید:

در اینجا، کمیت A نیز که از جنس نیرو است، همین یکا را دارد:

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

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

همچنین، با توجه به رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$ ، یکای چگالی  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است. بنابراین یکای

B که از جنس چگالی است،  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  می‌باشد.

و یکای کمیت C که از جنس مسافت است، متر می‌باشد.

اکنون رابطه فیزیکی داده شده را به صورتی می‌نویسیم که D در یک طرف معادله قرار گیرد و سپس یکای آن را به دست می‌آوریم:

$$D^2 = ABC^2 \Rightarrow [D^2] = [A][B][C^2] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times \text{m}^2 = \frac{\text{kg}^2}{\text{s}^2}$$

$$\Rightarrow [D] = \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

با توجه به اینکه آهنگ هر کمیت، نسبت تغییر آن کمیت به زمان است، آهنگ شارش جرم به صورت  $\frac{\Delta m}{\Delta t}$  می‌باشد و یکای آن  $\frac{\text{kg}}{\text{s}}$  است.

۱۹. گزینه ۱

ابتدا با به توان ۲ رساندن طرفین رابطه داده شده، مقدار  $\mu_0$  را برحسب دو کمیت دیگر به دست می‌آوریم:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \xrightarrow{\text{توان ۲}} c^2 = \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0} \Rightarrow \mu_0 = \frac{1}{\epsilon_0 c^2}$$

اکنون با توجه به یکسان بودن یکای کمیت‌های فیزیکی در دو طرف یک تساوی، داریم:

$$[\mu_0] = \left[ \frac{1}{\epsilon_0 c^2} \right] \Rightarrow [\mu_0] = \frac{1}{[\epsilon_0][c^2]}$$

$$\Rightarrow [\mu_0] = \frac{1}{\frac{\text{A}^2 \text{s}^2}{\text{Nm}^2} \times \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \Rightarrow [\mu_0] = \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

۲۰. گزینه ۳

یکای کمیت انرژی  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$  است و یکای آهنگ مصرف انرژی در دستگاه

SI،  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$  یا  $\frac{\text{kg}}{\text{s}^3}$  است. با توجه به سازگاری یکاها در دو طرف رابطه داریم:

$$A = BC + B^2 E$$

$$[A] = [B][C] \xrightarrow{\begin{matrix} [A] = \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \\ [B] = \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{matrix}}$$

$$[C] = \frac{[A]}{[B]} = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\frac{\text{m}}{\text{s}}} = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N}$$

$$[A] = [B^2][E] \Rightarrow [E] = \frac{[A]}{[B]^2} = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

۲۱. گزینه ۲

یک «میکرون» معادل یک میکرومتر ( $1 \mu\text{m}$ ) است که برابر با  $10^{-6} \text{m}$  می‌باشد.

۲۲. گزینه ۴

با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای و دانستن اینکه یکای جرم در واحد SI کیلوگرم است، داریم:

$$182 \text{ kg} = 182 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 3.64 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

گزینه ۱ ۲۳

با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای، یکای تمام گزینه‌ها را بر حسب متر به دست می‌آوریم:  
گزینه «۱»:

$$10^6 \text{ inch} = 10^6 \text{ inch} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ inch}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} = 2.54 \times 10^4 \text{ m}$$

گزینه «۲»:

$$2.5 \text{ فرسنگ} = 2.5 \text{ فرسنگ} \times \frac{6000 \text{ ذرع}}{1 \text{ فرسنگ}} \times \frac{10^4 \text{ cm}}{1 \text{ ذرع}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}}$$

$$= 1.56 \times 10^4 \text{ m}$$

گزینه «۳»:

$$6/4 \text{ km} = 6/4 \text{ km} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 6/4 \times 10^3 \text{ m} = 0.64 \times 10^4 \text{ m}$$

گزینه «۴»:

$$3 \times 10^4 \text{ ft} = 3 \times 10^4 \text{ ft} \times \frac{12 \text{ inch}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ inch}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}}$$

$$= 9 \times 10^3 \text{ m} = 0.9 \times 10^4 \text{ m}$$

با مقایسه مقادیر به دست آمده، عدد گزینه «۱» طول بیشتری را نسبت به بقیه نشان می‌دهد.

گزینه ۳ ۲۴

برای پاسخ به این سؤال، یکای جرم‌های داده شده در هر یک از گزینه‌ها را به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای به یکای کیلوگرم تبدیل می‌نماییم. هر یک از آن‌ها که کمتر از ۱۰ kg باشد، پاسخ سؤال است و با ریختن آن جرم درون پلاستیک، دسته آن پاره نخواهد شد. داریم:

$$4 \text{ من تبریز} = 4 \text{ من تبریز} \times \frac{640 \text{ مثقال}}{1 \text{ من تبریز}} \times \frac{5 \text{ گ}}{1 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ گ}}$$

$$= 12/8 \text{ kg} > 10 \text{ kg}$$

گزینه «۲»:

$$0/2 \text{ خروار} = 0/2 \text{ خروار} \times \frac{640 \text{ مثقال}}{1 \text{ خروار}} \times \frac{5 \text{ گ}}{1 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ گ}}$$

$$= 64 \text{ kg} > 10 \text{ kg}$$

گزینه «۳»:

$$80 \text{ سیر} = 80 \text{ سیر} \times \frac{640 \text{ مثقال}}{40 \text{ سیر}} \times \frac{5 \text{ گ}}{1 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ گ}}$$

$$= 6/4 \text{ kg} < 10 \text{ kg} \quad \square$$

گزینه «۴»:

$$2200 \text{ مثقال} = 2200 \text{ مثقال} \times \frac{5 \text{ گ}}{1 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ گ}}$$

$$= 11 \text{ kg} > 10 \text{ kg}$$

گزینه ۲ ۲۵

ابتدا فاصله واقعی بین دو نقطه را بر حسب inch به دست می‌آوریم:  
 $(3/52 \times 18000) \text{ inch}$  = فاصله حقیقی بین دو نقطه  
حال به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای، این فاصله را بر حسب مایل محاسبه می‌کنیم:

$$3/52 \times 18000 \text{ inch} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ inch}} \times \frac{1 \text{ yard}}{3 \text{ ft}} \times \frac{1 \text{ mile}}{1760 \text{ yard}}$$

$$= \frac{3/52 \times 18000}{12 \times 3 \times 1760} = 10 \text{ mile}$$

گزینه ۱ ۲۶

$$216 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 216 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ mile}}{1609 \text{ m}} = 2 \frac{\text{mile}}{\text{min}}$$

گزینه ۳ ۲۷

ابتدا تندی کشتی را از گره به متر بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

$$v = 15 \text{ گره} \xrightarrow{1 \text{ گره} = 185 \frac{\text{m}}{\text{s}}} v = 15 \times 185 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2775 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

اکنون مدت زمان حرکت را می‌یابیم:

$$\Delta x = v \Delta t \xrightarrow{\Delta x = 20 \text{ km} = 20 \times 10^3 \text{ m}} 20 \times 10^3 = 2775 \Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta t = 7.2 \times 10^3 \text{ s}$$

$$\Rightarrow \Delta t = 7.2 \times 10^3 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 120 \text{ min}$$

گزینه ۳ ۲۸

با توجه به اینکه مساحت دوزنقه بر حسب یکای  $\text{cm}^2$  خواسته شده، لازم است در ابتدا همه ابعاد شکل به یکای cm تبدیل شوند. با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای، داریم:

$$a = 400 \times 10^3 \mu\text{m}$$

$$= 400 \times 10^3 \mu\text{m} \times \frac{10^{-6} \text{ m}}{1 \mu\text{m}} \times \frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}} = 40 \text{ cm}$$

$$b = 2 \text{ dm} = 2 \text{ dm} \times \frac{10^{-1} \text{ m}}{1 \text{ dm}} \times \frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}} = 20 \text{ cm}$$

$$h = 10^{-3} \text{ hm} = 10^{-3} \text{ hm} \times \frac{10^2 \text{ m}}{1 \text{ hm}} \times \frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}} = 10 \text{ cm}$$

در نتیجه مساحت دوزنقه برابر خواهد بود با:

$$S = \frac{1}{2}(a+b)h = \frac{1}{2}(40+20) \times 10 = 300 \text{ cm}^2$$

گزینه ۴ ۲۹

ابتدا ارتباط بین فوت مربع و اینچ مربع و نیز اینچ مربع و سانتی‌متر مربع را به دست می‌آوریم:

$$1 \text{ ft} = 12 \text{ inch} \xrightarrow{\text{توان}} 1 \text{ ft}^2 = 144 \text{ inch}^2$$

$$1 \text{ inch} = 2.54 \text{ cm} \xrightarrow{\text{توان}} 1 \text{ inch}^2 = 6.45 \text{ cm}^2$$

اکنون با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای می‌توان نوشت:

$$S = 18 \text{ mhec} = 18 \text{ mhec} \times \frac{10^{-3} \text{ hec}}{1 \text{ mhec}} \times \frac{10^4 \text{ m}^2}{1 \text{ hec}}$$

$$\times \frac{1 \text{ cm}^2}{(10^{-2})^2 \text{ m}^2} \times \frac{1 \text{ inch}^2}{6.45 \text{ cm}^2} \times \frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ inch}^2}$$

$$\Rightarrow S = 2 \times 10^3 \text{ ft}^2 = 2000 \text{ ft}^2$$

گزینه ۲ ۳۰

ابتدا با استفاده از رابطه حجم استوانه ( $V = \pi r^2 h$ )، شعاع مقطع آن‌را به دست می‌آوریم:

$$h = 3 \text{ ft} \times \frac{30 \text{ cm}}{1 \text{ ft}} = 90 \text{ cm}$$

$$V = 108 \text{ L} \times \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 108000 \text{ cm}^3$$

۲.۲۵ گزینه ۲

با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$240 \frac{ft^r}{s} = 240 \frac{ft^r}{s} \times \left(\frac{12inch}{1ft}\right)^r \times \left(\frac{2/\Delta cm}{1inch}\right)^r \times \left(\frac{10^{-2}m}{1cm}\right)^r \times \frac{60s}{1min}$$

$$\times \frac{60min}{1h} \times \frac{4/4gpm}{1 \frac{m^r}{h}} = 240 \frac{ft^r}{s} \times \frac{12^r inch^r}{1ft^r} \times \left(\frac{2}{\Delta}\right)^r \frac{cm^r}{1inch^r}$$

$$\times \frac{10^{-6}m^r}{1cm^r} \times \frac{60s}{1min} \times \frac{60min}{1h} \times \frac{4/4gpm}{1 \frac{m^r}{h}}$$

$$= 102643 / 2gpm \approx 10^5 gpm$$

۲.۳۶ گزینه ۴

کمیت فرعی داده شده فشار است که یکای فرعی آن  $\frac{kg}{m.s^2}$  است.

$$\frac{5 \frac{mg}{nm.ds^2}}{10^{-9} \times 10^{-2} \frac{kg}{m.s^2}} = 5 \times 10^5 Pa$$

۲.۳۷ گزینه ۳

اگر پیشوند  $\alpha$  معادل با  $10^x$  و پیشوند  $\beta$  معادل با  $10^y$  باشد، با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای و نمادگذاری علمی داریم:

$$0.0025(\alpha g) \frac{mm^2}{\beta s^2} = 2/\Delta \times 10^{-3}(\alpha g) \frac{mm^2}{\beta s^2}$$

$$= 2/\Delta \times 10^{-3}(\alpha g) \frac{mm^2}{\beta s^2} \times \frac{10^x g}{10g} \times \frac{10^{-3} kg}{1g} \times \frac{10^{-6} m^2}{1mm^2} \times \frac{\beta s^2}{10^{2y} s^2}$$

$$= 2/\Delta \times 10^{-3} \times 10^x \times 10^{-3} \times 10^{-6} \times 10^{-2y} kg \frac{m^2}{s^2}$$

$$= 2/\Delta \times 10^{x-2y-12} J$$

$$= 2/\Delta \times 10^{x-2y-12} \times 10^{-3} kJ = 2/\Delta \times 10^{x-2y-15} kJ$$

حاصل این عبارت برابر با طرف راست تساوی سؤال است، بنابراین داریم:

$$2/\Delta \times 10^{x-2y-15} = 2/\Delta \times 10^{-17} \Rightarrow x-2y-15 = -17$$

$$\Rightarrow x-2y = -2$$

حال به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم و گزینه‌ای که به ازای پیشوندهای آن، رابطه فوق برقرار است را انتخاب می‌کنیم:

گزینه	$\alpha$	$\beta$	$x$	$y$	$x-2y$
۱	m	k	-۳	۳	-۳-۲(۳) = -۹
۲	m	da	-۳	۱	-۳-۲(۱) = -۵
۳	$\mu$	c	-۶	-۲	-۶-۲(-۲) = -۶+۴ = -۲
۴	$\mu$	d	-۶	-۱	-۶-۲(-۱) = -۴

پس با پیشوندهای  $\mu$  و  $c$  به جای  $\alpha$  و  $\beta$ ، تساوی برقرار می‌شود.

۲.۳۸ گزینه ۱

ابتدا با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای، یکاهای فعلی جرم و نیرو را به یکای SI آن‌ها تبدیل می‌نماییم. داریم:

جرم:  $m = 100 \text{ مثقال} = 100 \text{ مثقال} \times \left(\frac{4/6g}{1 \text{ مثقال}}\right) \times \left(\frac{1kg}{10^3g}\right) = 0.466kg$

نیرو:  $F = 1656g \frac{km}{(min)^2}$

$$= 1656g \frac{km}{(min)^2} \times \left(\frac{1kg}{10^3g}\right) \times \left(\frac{10^3m}{1km}\right) \times \left(\frac{1min}{60s}\right)^2$$

$$V = \pi r^2 h \Rightarrow 108000 = \pi \times r^2 \times 90 \Rightarrow r^2 = 400 \Rightarrow r = 20cm$$

بنابراین قطر مقطع مخزن استوانه‌ای برابر است با:

$$d = 2r = 40cm$$

حال با استفاده از تبدیل زنجیره‌ای، قطر مخزن را برحسب اینچ به‌دست می‌آوریم:

$$d = 40cm \times \frac{1inch}{2.54cm} = 16inch$$

۲.۳۱ گزینه ۲

می‌دانیم که در فیزیک، برای جمع یا تفریق دو یا چند عدد، آن اعداد باید یکایی یکسان داشته باشند. بنابراین یکای هر دو عدد را به یکای مدنظر سؤال یعنی میلی‌متر مکعب تبدیل کرده، سپس با هم جمع می‌کنیم، داریم:

$$8 \times 10^{-8} dm^3 = 8 \times 10^{-8} dm^3 \times \frac{(10^{-1})^3 m^3}{1 dm^3} \times \frac{1 mm^3}{(10^{-3})^3 m^3} = 8 \times 10^{-2} mm^3$$

$$24 \times 10^8 \mu m^3 = 24 \times 10^8 \mu m^3 \times \frac{(10^{-6})^3 m^3}{1 \mu m^3} \times \frac{1 mm^3}{(10^{-3})^3 m^3} = 24 \times 10^{-1} mm^3$$

لذا حاصل عبارت برابر است با:

$$8 \times 10^{-2} dm^3 + 24 \times 10^8 \mu m^3 = 8 \times 10^{-2} mm^3 + 24 \times 10^{-1} mm^3 = 0.08 mm^3 + 2.4 mm^3 = 2.48 mm^3$$

۲.۳۲ گزینه ۲

با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای، می‌توان نوشت:

$$1500 \frac{J}{min} \times \frac{1m^3}{10^3 J} \times \frac{1min}{60s} = 0.025 \frac{m^3}{s}$$

۲.۳۳ گزینه ۴

ابتدا بار الکتریکی را به کولن تبدیل می‌کنیم و سپس آن را بر حسب نمادگذاری علمی می‌نویسیم:

$$q = 160 \times 10^{-10} \mu C \xrightarrow{\mu=10^{-6}} \text{نمادگذاری علمی}$$

$$q = (1/60 \times 10^2) \times 10^{-10} \times 10^{-6} C = 1/60 \times 10^{-14} C$$

۲.۳۴ گزینه ۳

می‌دانیم که در فیزیک به تغییر یک کمیت نسبت به زمان، آهنگ آن کمیت گفته می‌شود. لذا داریم:

$$\text{جرم} = \frac{110-83}{50} = 0.54 \frac{kg}{day}$$

اکنون با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای و قواعد نمادگذاری علمی، داریم:

$$\text{جرم} = 0.54 \frac{kg}{day} = 0.54 \frac{kg}{day} \times \frac{1day}{24h} \times \frac{1h}{60min} \times \frac{10^3g}{1kg} \times \frac{1\mu g}{10^{-6}g} \Rightarrow$$

نمادگذاری علمی  $\rightarrow$   $\text{جرم} = 375000 \frac{\mu g}{min}$

آهنگ متوسط کاهش جرم  $= 3/75 \times 10^5 \frac{\mu g}{min}$

بیشتر از ابزارهای اندازه‌گیری مدرج نیست.  
گزینه «۴»: دقت اندازه‌گیری خط‌کشی که تا میلی‌متر مدرج شده، بیشتر از دقت اندازه‌گیری خط‌کشی است که تا سانتی‌متر مدرج شده است.

گزینه ۱

این ابزار یک ریزسنج دیجیتال است. در ابزارهای دیجیتالی، دقت اندازه‌گیری برابر با یک واحد از آخرین رقمی است که ابزار می‌خواند. لذا چون آخرین رقمی که این ریزسنج نشان می‌دهد،  $0.003 \text{ mm}$  است، پس دقت اندازه‌گیری ابزار برابر با  $0.001 \text{ mm}$  خواهد بود.

گزینه ۲

می‌دانیم که در ابزارهای اندازه‌گیری مدرج، دقت اندازه‌گیری برابر با کمینه تقسیم‌بندی مقیاس است.  
 $1 \text{ cm}$  دقت اندازه‌گیری  $\Rightarrow 1 \text{ cm} =$  کمینه تقسیم‌بندی مقیاس: شکل (الف)  
 $1 \text{ mm}$  دقت اندازه‌گیری  $\Rightarrow 1 \text{ mm} =$  کمینه تقسیم‌بندی مقیاس: شکل (ب)  
خطای اندازه‌گیری خط‌کش (ب) کمتر است.

گزینه ۴

دقت اندازه‌گیری در ابزارهای مدرج برابر با کمینه تقسیم‌بندی آن وسیله است و در ابزارهای دیجیتال، برابر با یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند. حال دقت هر یک از وسایل را می‌یابیم:

(الف) در این دماسنج هر  $2^\circ \text{C}$  به ۴ قسمت مساوی تقسیم شده است، پس

$$\text{دقت اندازه‌گیری آن برابر با } 5^\circ \text{C} = \frac{2^\circ \text{C}}{4} \text{ است.}$$

(ب) هر سانتی‌متر خط‌کش به ۵ قسمت مساوی تقسیم شده است، پس دقت

$$\text{اندازه‌گیری آن } 0.2 \text{ cm} = \frac{1 \text{ cm}}{5} \text{ است.}$$

(پ) آخرین رقمی که آمپرسنج دیجیتال می‌خواند، از مرتبه صدم آمپر است، پس دقت اندازه‌گیری آمپرسنج  $0.01 \text{ A}$  است.

(ت) در تندیسنج هر  $20 \frac{\text{mile}}{\text{h}}$  به دو قسمت مساوی تقسیم شده است، پس

$$\text{دقت اندازه‌گیری آن } 10 \frac{\text{mile}}{\text{h}} = \frac{20}{2} \text{ است.}$$

گزینه ۱

ساعت A کمترین زمانی را که اندازه می‌گیرد یک دقیقه است. پس کمینه اندازه‌گیری آن یک دقیقه است ولی ساعت B کمترین زمانی را که اندازه

می‌گیرد یک ثانیه است که معادل  $\frac{1}{60}$  دقیقه است. پس داریم:

$$\frac{A \text{ کمینه اندازه‌گیری ساعت}}{B \text{ کمینه اندازه‌گیری ساعت}} = \frac{1 \text{ min}}{60} = 60$$

ساعت B زمان را دقیق‌تر نشان می‌دهد، در نتیجه خطای اندازه‌گیری آن نسبت به ساعت A کمتر است.

گزینه ۱

در ساعت (الف) کمترین دقت اندازه‌گیری مدرج شده برحسب ثانیه است زیرا ساعت شامل ۳ عقربه ثانیه‌شمار، دقیقه‌شمار و ساعت‌شمار است. پس دقت

اندازه‌گیری آن معادل ۱ ثانیه یا  $\frac{1}{60}$  دقیقه است و در ساعت (ب) که شامل دو

عقربه دقیقه‌شمار و ساعت‌شمار است و کمترین مقدار مدرج این ساعت ۵ دقیقه است پس دقت اندازه‌گیری این ساعت ۵ دقیقه است و دقت اندازه‌گیری زمان ساعت (الف) از (ب) بیشتر است.

$$= 1656 \times 10^{-3} \times 10^3 \times \frac{1}{60 \times 60} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0.46 \text{ N}$$

اکنون با استفاده از رابطه قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{0.46}{0.46} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

گزینه ۱

ابتدای یکای نیوتون را برحسب یکاهای اصلی می‌یابیم:

$$9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} = 9 \times 10^9 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2} = 9 \times 10^9 \text{ kg } \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2 \text{C}^2}$$

حال تبدیل یکای مورد نظر را انجام می‌دهیم و یکاهای اصلی را به یکاهای مورد نظر سؤال تبدیل می‌کنیم:

$$9 \times 10^9 \frac{\text{kgm}^3}{\text{s}^2 \text{C}^2} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \mu\text{g}}{10^{-6} \text{ g}} \times \left(\frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}}\right)^3 \times \left(\frac{10^{-3} \text{ s}}{1 \text{ ms}}\right)^2 \times \left(\frac{10^{-6} \text{ C}}{1 \mu\text{C}}\right)^2$$

$$= 9 \times 10^9 \frac{\text{kgm}^3}{\text{s}^2 \text{C}^2} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \mu\text{g}}{10^{-6} \text{ g}} \times \frac{1 \text{ cm}^3}{10^{-6} \text{ m}^3} \times \frac{10^{-6} \text{ s}^2}{1 \text{ ms}^2} \times \frac{10^{-12} \text{ C}^2}{1 \mu\text{C}^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times 10^3 \times 10^{-6} \times 10^{-12}}{10^{-6} \times 10^{-6}} \frac{\mu\text{gcm}^3}{\mu\text{C}^2 \text{ms}^2} = 9 \times 10^6 \frac{\mu\text{gcm}^3}{\mu\text{C}^2 \text{ms}^2}$$

گزینه ۳

با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای، هریک از گزینه‌ها را بررسی می‌نماییم:

داریم:

گزینه «۱» نادرست است؛ زیرا:

$$1 \mu\text{g} \frac{\text{mm}}{\text{ns}^2} = 1 \mu\text{g} \frac{\text{mm}}{\text{ns}^2} \times \frac{10^{-6} \text{ g}}{1 \mu\text{g}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}}$$

$$\times \frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \times \frac{1 \text{ ns}^2}{(10^{-9})^2 \text{ s}^2} = 10^6 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10^6 \text{ N}$$

گزینه «۲» نادرست است؛ زیرا:

$$100 \frac{\text{mm}^3}{\text{ns}} = 100 \frac{\text{mm}^3}{\text{ns}} \times \frac{(10^{-3})^3 \text{ m}^3}{1 \text{ mm}^3} \times \frac{1 \text{ ns}}{10^{-9} \text{ s}}$$

$$= 100 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \xrightarrow{\text{نمادگذاری علمی}} 10^2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

گزینه «۳» درست است؛ زیرا:

$$30 \text{ kg } \frac{\text{nm}^2}{\mu\text{s}^3} = 30 \text{ kg } \frac{\text{nm}^2}{\mu\text{s}^3} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \mu\text{g}}{10^{-6} \text{ g}}$$

$$\times \frac{1 \mu\text{s}^3}{(10^{-6})^3 \text{ s}^3} \times \frac{(10^{-9})^2 \text{ m}^2}{1 \text{ nm}^2} = 30 \times 10^9 \frac{\mu\text{g} \text{ m}^2}{\text{s}^3}$$

$$\xrightarrow{\text{نمادگذاری علمی}} (3 \times 10^1) \times 10^9 = 3 \times 10^{10} \frac{\mu\text{g} \text{ m}^2}{\text{s}^3}$$

گزینه «۴» نادرست است؛ زیرا:

$$1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{K}} = 1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{K}} \times \frac{1 \text{ km}^2}{(10^3)^2 \text{ m}^2} \times \frac{(10^{12})^2 \text{ s}^2}{1 \text{ Ts}^2} \times \frac{10^{-6} \text{ K}}{1 \mu\text{K}}$$

$$= 10^{12} \frac{\text{km}^2}{\text{Ts}^2 \cdot \mu\text{K}}$$

گزینه ۲

گزینه «۱»: در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی قطعیت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد.

گزینه «۳»: الزاماً دقت اندازه‌گیری ابزارهای اندازه‌گیری رقمی (دیجیتال)

گزینه ۳ ۴۷

برای کاهش خطا در اندازه گیری هر کمیت، معمولاً اندازه گیری آن را چند بار تکرار کرده و در نهایت، میانگین عددهای حاصل به عنوان نتیجه اندازه گیری گزارش می شود. البته در میان عددهای متفاوت، اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند، در میانگین گیری به حساب نمی آیند. دقت کنید که برای کاهش خطا، مجاز به استفاده از وسیله هایی با دقت های مختلف نیستیم، بلکه باید با همان وسیله معین، اندازه گیری را تکرار نماییم.

گزینه ۲ ۴۸

ابتدا عدد ۴/۸ را به دلیل اختلاف زیادی که با سایر عددها دارد کنار می گذاریم و سپس میانگین عددهای باقیمانده را به عنوان نتیجه اندازه گیری در نظر می گیریم. در این حالت داریم:

$$\text{نتیجه گزارش} = \frac{۳/۴ + ۳/۳ + ۳/۰ + ۳/۲ + ۳/۲}{۵} = ۳/۲۲$$

از آنجا که رقم گزارش شده نمی تواند دقت بیشتری از نتایج گزارش شده داشته باشد پس ۳/۲ جواب این سوال است.

گزینه ۲ ۴۹

برای اندازه گیری جرم جسم با کمترین خطا از داده های به دست آمده میانگین می گیریم. فقط دقت کنید که داده هایی که اختلاف زیادی با بقیه دارند را در میانگین گیری حساب نمی کنیم. در این داده ها عدد ۷/۲۰ اختلاف زیادی با بقیه دارد، پس داده پرت است و در میانگین گیری حساب نمی کنیم.

$$\begin{aligned} \text{میانگین داده ها} &= \frac{۸/۶۴ + ۸/۶۸ + ۸/۷۲ + ۸/۳۲ + ۸/۸۹ + ۸/۳۵}{۶} \\ &= \frac{۵۱/۶}{۶} = ۸/۶۰ \text{ kg} \end{aligned}$$

چون ترازو دیجیتال است، لذا دقت آن برابر با یک واحد از آخرین رقمی است که ابزار نشان می دهد. همه اعداد بر حسب کیلوگرم و از مرتبه صدم می باشند، لذا دقت ترازو برابر است با:

$$\text{دقت ترازو} = ۰/۰۱ \text{ kg} = ۱۰ \text{ g}$$

گزینه ۲ ۵۰

جرم هر ۴ مورد داده شده را به kg تبدیل می کنیم تا ببینیم چند مورد دقت ۰/۰۱ kg دارند.

$$\begin{aligned} \text{الف)} & ۵۹۶۱ \text{ dag} \times \frac{۱۰^۱ \text{ g}}{۱ \text{ dag}} \times \frac{۱ \text{ kg}}{۱۰^۳ \text{ g}} = ۵۹/۶۱ \text{ kg} \xrightarrow{\text{دقت}} ۰/۰۱ \text{ kg} \\ \text{ب)} & ۳/۷ \times ۱۰^۶ \text{ mg} \times \frac{۱۰^{-۳} \text{ g}}{۱ \text{ mg}} \times \frac{۱ \text{ kg}}{۱۰^۳ \text{ g}} = ۳/۷ \text{ kg} \xrightarrow{\text{دقت}} ۰/۰۱ \text{ kg} \\ \text{پ)} & ۰/۷۷ \times ۱۰^{-۳} \text{ Mg} \times \frac{۱۰^۶ \text{ g}}{۱ \text{ Mg}} \times \frac{۱ \text{ kg}}{۱۰^۳ \text{ g}} = ۰/۷۷ \text{ kg} \xrightarrow{\text{دقت}} ۰/۰۱ \text{ kg} \\ \text{ت)} & ۰/۰۶۵۶ \times ۱۰^{-۵} \text{ Tg} \times \frac{۱۰^{۱۲} \text{ g}}{۱ \text{ Tg}} \times \frac{۱ \text{ kg}}{۱۰^۳ \text{ g}} = ۶۵۶ \text{ kg} \xrightarrow{\text{دقت}} ۱ \text{ kg} \end{aligned}$$

موارد «الف» و «پ» دقت ۰/۰۱ kg دارند. پس این دو مورد می توانند با این ترازو اندازه گیری شده باشند.

گزینه ۲ ۵۱

موارد (الف) و (ت) درست اند. به بررسی موارد نادرست می پردازیم:

(ب) چگالی اجسام فقط به جنس و دما بستگی دارد و با تغییر جرم یا حجم آن ها، تغییری نمی کند.

(پ) با تغییر دمای یک جسم در حالی که جرم آن ثابت است، حجم اجسام تغییر می کند، پس چگالی هم تغییر می کند.

(ث) استثناء وجود دارد؛ مثلاً یخ جامد است، ولی چگالی آن کمتر از آب است.

گزینه ۱ ۵۲

یکای چگالی در SI برابر با  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^۳}$  است. در نتیجه باید بررسی کنیم کدام یک از سه یکای مورد نظر برابر با  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^۳}$  است.

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} = \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \times \frac{۱ \text{ kg}}{۱۰^۹ \mu\text{g}} \times \frac{۱۰^۳ \text{ mL}}{۱ \text{ L}} \times \frac{۱۰^۳ \text{ L}}{۱ \text{ m}^۳} = ۱۰^{-۳} \frac{\text{kg}}{\text{m}^۳}$$

$$\frac{\text{ton}}{\text{km}^۳} = \frac{\text{ton}}{\text{km}^۳} \times \frac{۱۰^۳ \text{ kg}}{۱ \text{ ton}} \times \frac{۱ \text{ km}^۳}{(۱۰^۳)^۳ \text{ m}^۳} = ۱۰^{-۶} \frac{\text{kg}}{\text{m}^۳} \Rightarrow \text{برابر نیستند}$$

$$\frac{\text{ng}}{\text{mm}^۳} = \frac{\text{ng}}{\text{mm}^۳} \times \frac{۱ \text{ kg}}{۱۰^{۱۲} \text{ ng}} \times \frac{(۱۰^۳)^۳ \text{ mm}^۳}{۱ \text{ m}^۳} = ۱۰^{-۳} \frac{\text{kg}}{\text{m}^۳} \Rightarrow \text{برابر نیستند}$$

گزینه ۲ ۵۳

می دانیم که برای محاسبه چگالی یک جسم، به جرم و حجم آن جسم نیاز داریم. در این سؤال، جرم جسم مستقیماً داده شده است. حجم جسم نیز برابر است با حجم مایع جابه جا شده، لذا داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m=۴۲\text{g}}{V=۵۴-۵۰=۴\text{cm}^۳} \rightarrow \rho = \frac{۴۲}{۴} = ۱۰/۵ \frac{\text{g}}{\text{cm}^۳}$$

گزینه ۱ ۵۴

با توجه به شکل، ترازوی رقمی عدد ۱۱/۵g را نشان می دهد. حجم جسم نیز از اختلاف اعدادی که روی استوانه مدرج نوشته شده، محاسبه می شود. بنابراین داریم:

$$m = ۱۱/۵ \text{ g} = ۱۱/۵ \times ۱۰^{-۳} \text{ kg}$$

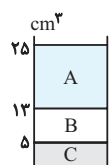
$$V = ۲۳/۱ - ۱۸/۵ = ۴/۶ \text{ mL} = ۴/۶ \times ۱۰^{-۶} \text{ m}^۳$$

بنابراین چگالی جسم در SI برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۱۱/۵ \times ۱۰^{-۳}}{۴/۶ \times ۱۰^{-۶}} = ۲۵۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^۳}$$

گزینه ۱ ۵۵

مایعی که چگالی بیشتری دارد، پایین تر از همه و مایع با چگالی کمتر، بالاتر از همه قرار می گیرد. پس C همان جیوه، B آب و A روغن است. با توجه به رابطه چگالی و مشخص بودن حجم مایع ها، می توان جرم هر مایع را محاسبه کرد، داریم:



$$V_C = ۵ \text{ cm}^۳ \Rightarrow m_C = \rho_C V_C = ۱۳/۶ \times ۵ = ۶۸ \text{ g}$$

$$V_B = ۱۳ - ۵ = ۸ \text{ cm}^۳ \Rightarrow m_B = \rho_B V_B = ۱ \times ۸ = ۸ \text{ g}$$

$$V_A = ۲۵ - ۱۳ = ۱۲ \text{ cm}^۳$$

$$m_A = \rho_A V_A = ۰/۸۵ \times ۱۲ = ۱۰/۲ \text{ g}$$

گزینه ۴ ۵۶

برای به دست آوردن جرم باران باریده شده، طبق رابطه  $m = \rho V$ ، به چگالی و حجم باران نیاز داریم. با توجه به معلوم بودن چگالی، برای محاسبه حجم کافی است مساحت سطح بارش را در ارتفاع باریده شده ضرب کنیم. داریم:

$$A = ۲۵۰۰ \text{ km}^۲ \times \frac{(۱۰^۳)^۲ \text{ m}^۲}{۱ \text{ km}^۲} = ۲/۵ \times ۱۰^۹ \text{ m}^۲$$

$$V = Ah = ۴۰ \text{ mm} \times \frac{۱ \text{ m}}{۱۰^۳ \text{ mm}} = ۴ \times ۱۰^{-۲} \text{ m}$$

$$V = (۲/۵ \times ۱۰^۹) \times (۴ \times ۱۰^{-۲}) = ۱۰^۸ \text{ m}^۳$$

حالا می توان نوشت:

$$m = \rho V = \frac{\rho=۱۰^۳ \text{ kg}}{V=۱۰^۸ \text{ m}^۳} \rightarrow m = ۱۰^۳ \times ۱۰^۸ = ۱۰^{۱۱} \text{ kg}$$

گزینه ۲ ۵۷

ابتدا چگالی کوتوله سفید را برحسب واحد SI می‌یابیم:

$$\rho = 100 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 10^2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{cm}^3}{10^{-6} \text{m}^3} = 10^8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

حال با توجه به رابطه چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{6 \times 10^{24} \text{kg}}{10^8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = \frac{6 \times 10^{24}}{10^8} = 6 \times 10^{16} \text{m}^3$$

گزینه ۳ ۵۸

به دلیل کمتر بودن چگالی یخ از آب، در اثر ذوب شدن یخ، حجم مخلوط کاهش پیدا می‌کند. اگر جرم یخ ذوب شده را  $m$  در نظر بگیریم، داریم:

$$\Delta V = V_{\text{آب}} - V_{\text{یخ}} = \frac{m_{\text{آب}}}{\rho_{\text{آب}}} - \frac{m_{\text{یخ}}}{\rho_{\text{یخ}}}$$

$$\frac{m_{\text{آب}} = m_{\text{یخ}} = m, \Delta V = -5 \text{cm}^3}{\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{یخ}} = 0.9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \Rightarrow -5 = \frac{m}{1} - \frac{m}{0.9}$$

$$\Rightarrow -5 = m - \frac{10m}{9} \Rightarrow -5 = \frac{-m}{9} \Rightarrow m = 45 \text{g}$$

گزینه ۱ ۵۹

برای حل این سؤال، رابطه چگالی را به صورت مقایسه‌ای نوشته و استفاده می‌کنیم. داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} : \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \quad \frac{\rho_A = 1/5, V_A = 200 \text{cm}^3}{V_B = 500 \text{cm}^3, m_B = 200 \text{g}}$$

$$1/5 = \frac{m_A}{200} \times \frac{500}{200} \Rightarrow m_A = \frac{1/5 \times 200 \times 2}{5} = 120 \text{g}$$

گزینه ۳ ۶۰

برای حل این سؤال، رابطه چگالی را به صورت مقایسه‌ای نوشته و استفاده می‌کنیم. داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} : \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \quad \frac{V_B = \frac{4}{3} \pi R_B^3}{V_A = \frac{4}{3} \pi R_A^3}$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^3 \quad \frac{m_A = m_B}{R_A = 3 \text{cm}, R_B = 6 \text{cm}}$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = 1 \times \left(\frac{6}{3}\right)^3 = 1 \times 2^3 \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = 8$$

گزینه ۳ ۶۱

برای حل این سؤال، رابطه چگالی را به صورت مقایسه‌ای نوشته و استفاده می‌کنیم. داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} : \frac{\rho_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Cu}}} = \frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{Cu}}} \times \frac{V_{\text{Cu}}}{V_{\text{Al}}}$$

$$\frac{V_{\text{Cu}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{Cu}}^3}{V_{\text{Al}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{Al}}^3} \quad \frac{\rho_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Cu}}} = \frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{Cu}}} \times \left(\frac{R_{\text{Cu}}}{R_{\text{Al}}}\right)^3$$

$$\frac{D_{\text{Al}} = 2 D_{\text{Cu}} \rightarrow R_{\text{Al}} = 2 R_{\text{Cu}}}{m_{\text{Al}} = 2/4 m_{\text{Cu}}} \rightarrow \frac{\rho_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Cu}}} = 2/4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 0.125$$

گزینه ۴ ۶۲

برای حل این سؤال، رابطه چگالی را به صورت مقایسه‌ای نوشته و استفاده

می‌کنیم. داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} : \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \quad \frac{V_A = A_A h_A = (\pi R_A^2) h_A}{V_B = A_B h_B = (\pi (R_B^2 - R_B'^2)) h_B}$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{R_B^2 - R_B'^2}{R_A^2} \times \frac{h_B}{h_A}$$

$$\frac{m_A = m_B, h_A = h_B}{R_A = R_B = R, R_B' = \frac{1}{2} R_B = \frac{1}{2} R} \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = 1 \times \frac{R^2 - \left(\frac{1}{2}R\right)^2}{R^2} \times 1$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{R^2 - \frac{1}{4}R^2}{R^2} = \frac{\frac{3}{4}R^2}{R^2} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{3}{4}$$

گزینه ۳ ۶۳

برای حل این سؤال، رابطه چگالی را به صورت مقایسه‌ای نوشته و استفاده می‌کنیم. با توجه به اینکه حجم مخروط از رابطه  $\frac{1}{3} Ah = \frac{1}{3} \pi r^2 h$  بدست می‌آید، داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} : \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{V_2}{V_1} \quad \frac{V_1 = \frac{1}{3} \pi r^2 h}{V_2 = a^2} \rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{a^3}{\frac{1}{3} \pi r^2 h}$$

$$\frac{h = a, r = \frac{a}{2}}{\pi = 3, m_1 = m_2} \rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = 1 \times \frac{a^3}{\frac{1}{3} \times 3 \times \left(\frac{a}{2}\right)^2 \times a} = \frac{a^3}{\frac{a^3}{4}} \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = 4$$

گزینه ۳ ۶۴

ابتدا با توجه به اطلاعات نمودار، نسبت چگالی فلزهای A و B را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \quad \frac{m_A = 2m, V_A = V}{m_B = m, V_B = 2V}$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{2m}{m} \times \frac{2V}{V} = 6$$

پس داریم:

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B} \quad \frac{V_{\text{کره}} = \frac{4}{3} \pi r^3}{V_{\text{استوانه}} = \pi (4r^2 - r^2) h}$$

$$\frac{m_A}{m_B} = 6 \times \frac{\frac{4}{3} \pi r^3}{\pi (4r^2 - r^2) \times 3r} = \frac{8}{9}$$

گزینه ۱ ۶۵

برای محاسبه جرم قطعه فلز، به چگالی و حجم آن نیاز داریم. چگالی مستقیماً داده شده است. در مورد حجم قطعه فلز، باید توجه داشت که این حجم برابر است با حجم الکل بیرون ریخته شده. لذا قبل از هر چیزی، با در اختیار داشتن جرم و چگالی الکل، حجمش را به دست می‌آوریم. داریم:

$$\rho_{\text{الکل}} = \frac{m_{\text{الکل}}}{V_{\text{الکل}}} \quad \frac{m_{\text{الکل}} = 160 \text{g}}{\rho_{\text{الکل}} = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

$$0.8 = \frac{160}{V_{\text{الکل}}} \Rightarrow V_{\text{الکل}} = \frac{160}{0.8} = 200 \text{cm}^3$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\rho_{\text{فلز}} = \frac{m_{\text{فلز}}}{V_{\text{فلز}}} \quad \frac{\rho_{\text{فلز}} = 2.7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{V_{\text{فلز}} = V_{\text{الکل}} = 200 \text{cm}^3} \rightarrow 2.7 = \frac{m_{\text{فلز}}}{200}$$

$$\Rightarrow m_{\text{فلز}} = 2.7 \times 200 = 540 \text{g}$$

گزینه ۱

برای محاسبه جرم الکل بیرون ریخته شده، به چگالی و حجم الکل نیاز داریم. چگالی مستقیماً داده شده است. در مورد حجم الکل، باید توجه داشت که حجم الکل برابر است با حجم گلوله آهنی. پس قبل از هر چیزی، با توجه به دانستن جرم و چگالی گلوله، حجمش را به دست می آوریم. داریم:

$$\rho_{\text{آهن}} = \frac{m_{\text{آهن}}}{V_{\text{آهن}}} \rightarrow \rho_{\text{آهن}} = \frac{160}{200} = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

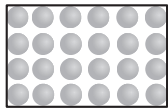
گزینه ۲

ابتدا حجم اولیه ظرف را می یابیم:



$$V_{\text{ظرف}} = V_{\text{روغن}} = \frac{m_{\text{روغن}}}{\rho_{\text{روغن}}} = \frac{200 \text{g}}{0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 250 \text{cm}^3$$

در حالت دوم که ساچمه ها را داخل ظرف می ریزیم، مقدار نفت نیز فضای خالی بین ساچمه ها را پر می کند.



$$V_{\text{فضای خالی}} = \frac{m_{\text{نفت}}}{\rho_{\text{نفت}}} = \frac{36}{0.9} = 40 \text{cm}^3$$

پس حجمی که ساچمه ها اشغال کرده اند، برابر است با:

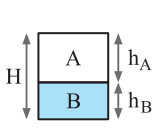
$$V_{\text{ساچمه ها}} = V_{\text{ظرف}} - V_{\text{فضای خالی}} = 250 - 40 = 210 \text{cm}^3$$

حال با توجه به رابطه چگالی، جرم ساچمه ها را به دست می آوریم:

$$m_{\text{ساچمه ها}} = \rho_{\text{ساچمه ها}} V_{\text{ساچمه ها}} = 5 \times 210 = 1050 \text{g}$$

گزینه ۲

ابتدا نسبت چگالی دو مایع را با توجه به نمودار می یابیم:



$$\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{V_A}{V_B} \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{V}{V} \times \frac{10}{7/5} = \frac{4}{3}$$

پس چگالی مایع B از چگالی مایع A بیشتر است، لذا اگر آن ها را در داخل یک ظرف بریزیم در این صورت مایع B در پایین قرار می گیرد.

$$\begin{cases} h_A + h_B = H \quad (1) \\ m_A = m_B = \rho_A V_A = \rho_B V_B \end{cases} \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{h_A}{h_B} = \frac{4}{3} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2) \cdot (1)} \frac{4}{3} h_B + h_B = H \Rightarrow h_B = \frac{3}{7} H, h_A = \frac{4}{7} H$$

پس حجم اشغال شده توسط مایع A،  $\frac{4}{7}$  حجم کل ظرف می باشد.

گزینه ۳

برای محاسبه حجم حفره، ابتدا فرض می کنیم که مکعب با همان جرم ۶ kg، حفره ندارد و حجم آن را به کمک رابطه چگالی پیدا می کنیم. (بدیهی است که در صورت حفره دار بودن جسم، حجم محاسبه شده کوچک تر از حجم در حالت حفره دار است). در نهایت، با کم کردن حجمها از یکدیگر، حجم حفره را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V'} \rightarrow \lambda = \frac{6000}{V'}$$

$$\Rightarrow V' = \frac{6000}{\lambda} = 750 \text{cm}^3$$

$$\left. \begin{aligned} V_{\text{ظاهری}} &= a^3 = 10^3 = 1000 \text{cm}^3 \\ V' &= 750 \text{cm}^3 \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{V_{\text{ظاهری}}}{V'} > V'$$

$$\Rightarrow \text{جسم حفره دار است} \Rightarrow V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V' = 1000 - 750 = 250 \text{cm}^3$$

گزینه ۴

می دانیم که در هر دو حالت، جرم مجموعه برابر است با جرم ظرف توخالی به اضافه جرم مایع درون ظرف. در حالت اول داریم:

$$\text{جرم مایع (۱)} = 300 + 540 \Rightarrow \text{جرم مایع (۱)} + \text{جرم ظرف} = \text{جرم مجموعه توخالی در حالت اول}$$

$$\Rightarrow \text{جرم مایع (۱)} = 240 \text{g}$$

چون جرم و چگالی مایع را داریم، با استفاده از رابطه چگالی، حجم آن (که برابر است با حجم ظرف توخالی) قابل محاسبه است. داریم:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} \rightarrow \frac{240}{V_1} = 1.2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \Rightarrow V_1 = \frac{240}{1.2} = 200 \text{cm}^3$$

در حالت دوم نیز ابتدا باید جرم مایع ۲ (روغن) را به دست آورده و سپس با معلوم بودن جرم و حجم، چگالی اش را حساب کرد، یعنی می توان نوشت:

$$\text{جرم مایع (۲)} + \text{جرم ظرف} = \text{جرم مجموعه توخالی در حالت دوم}$$

$$\Rightarrow 160 \text{g} = \text{جرم مایع (۲)} + 300 \Rightarrow \text{جرم مایع (۲)} = 460 \text{g}$$

گزینه ۲

ابتدا حجم مایع درون ظرف را می یابیم.

$$\rho_{\text{مایع}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{V_{\text{مایع}}} \rightarrow 2 = \frac{700}{V_{\text{مایع}}} \Rightarrow V_{\text{مایع}} = 350 \text{cm}^3$$

چون حجم ظرف  $400 \text{cm}^3$  و حجم مایع  $350 \text{cm}^3$  است، بنابراین  $400 - 350 = 50 \text{cm}^3$  از حجم ظرف خالی می ماند. اکنون حجم قطعه فلزی را می یابیم:

$$V_{\text{فلز}} = \frac{m_{\text{فلز}}}{\rho_{\text{فلز}}} \rightarrow V_{\text{فلز}} = \frac{840}{6} = 140 \text{cm}^3$$

با توجه به اینکه حجم مایع جابه جا شده برابر حجم فلز است، لذا با انداختن قطعه فلزی درون مایع، حجم مایع درون ظرف به اندازه  $140 \text{cm}^3$  افزایش می یابد که بیشتر از حجم خالی ظرف می باشد. بنابراین چون حجم خالی ظرف  $50 \text{cm}^3$  است، لذا،  $V' = 140 - 50 = 90 \text{cm}^3$  مایع از درون ظرف سرریز می شود که جرم آن برابر است با:

$$m = \rho V' = 2 \times 90 = 180 \text{g}$$



گزینه ۲

ابتدا با این فرض که قطعه طلا حفره ندارد، حجم آن را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V'} \rightarrow 19 = \frac{199/5}{V'}$$

$$\Rightarrow V' = \frac{199/5}{19} = 10/5 \text{ cm}^3$$

حجم حفره برابر است با حجم ظاهری منهای حجم محاسبه شده با فرض عدم وجود حفره، یعنی:

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V' = 12 - 10/5 = 1/5 \text{ cm}^3$$

گزینه ۳

ابتدا با این فرض که کره فلزی حفره ندارد، حجم آن را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V'} \rightarrow 2/7 = \frac{10/80}{V'} \Rightarrow V' = \frac{10/80}{2/7} = 400 \text{ cm}^3$$

ضمناً حجم ظاهری کره فلزی برابر است با:

$$V_{\text{ظاهری}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \rightarrow V_{\text{ظاهری}} = \frac{4}{3} \times 3 \times 5^3 = 500 \text{ cm}^3$$

در نتیجه، حجم حفره برابر خواهد بود با حجم ظاهری منهای حجم محاسبه شده با فرض عدم وجود حفره، یعنی:

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V' = 500 - 400 = 100 \text{ cm}^3$$

در این صورت خواسته مسئله یعنی درصد حجم حفره از حجم کره بدین شکل حساب می شود:

$$\text{درصد حجم حفره} = \frac{V_{\text{حفره}}}{V_{\text{ظاهری}}} \times 100 = \frac{100}{500} \times 100 = 20\%$$

گزینه ۴

ابتدا حجم کره کامل و حجم کره ای که از آن خارج کرده ایم را به دست می آوریم:

$$r = \frac{d}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ cm}$$

$$V_{\text{کره}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 2^3 = 32 \text{ cm}^3$$

$$V'_{\text{خارج شده}} = \frac{4}{3} \pi r'^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 1^3 = 4 \text{ cm}^3$$

جرم کره جدا شده، ۸۰g می باشد، بنابراین چگالی آن برابر است با:

$$\rho' = \frac{m'}{V'} = \frac{80}{4} = 20 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

حجم کره ناقص باقیمانده برابر است با:

$$V'' = V - V' = 32 - 4 = 28 \text{ cm}^3$$

لذا جرم کره ناقص باقیمانده برابر است با:

$$m'' = \rho'' V'' = 20 \times 28 = 560 \text{ g}$$

گزینه ۳

با توجه به پر شدن حفره با مایع، حجم مایع برابر با حجم حفره خواهد بود. ضمناً حجم فلز یعنی حجم واقعی برابر با حجم ظاهری منهای حجم حفره می باشد. چون جرم کل مکعب در حالت پر شدن حفره درون آن با مایع داده شده، می توان نوشت:

$$m_{\text{کل}} = m_{\text{فلز}} + m_{\text{مایع}} = \rho_{\text{فلز}} V_{\text{فلز}} + \rho_{\text{مایع}} V_{\text{حفره}}$$

$$m_{\text{کل}} = \rho_{\text{فلز}} (V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{حفره}}) + \rho_{\text{مایع}} V_{\text{حفره}}$$

$$m_{\text{کل}} = 28 \text{ g}, V_{\text{ظاهری}} = 2^3 = 8 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{\text{فلز}} = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{مایع}} = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$28 = 8(8 - V_{\text{حفره}}) + 2V_{\text{حفره}} \Rightarrow 28 = 64 - 8V_{\text{حفره}} + 2V_{\text{حفره}}$$

$$\Rightarrow 6V_{\text{حفره}} = 36 \Rightarrow V_{\text{حفره}} = \frac{36}{6} = 6 \text{ cm}^3$$

اکنون برای محاسبه جرم مایع درون حفره، داریم:

$$m_{\text{مایع}} = \rho_{\text{مایع}} V_{\text{حفره}} = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 6 \text{ cm}^3 = 12 \text{ g}$$

$$m_{\text{کل}} = 28 \text{ g}$$

گزینه ۱

برای به دست آوردن چگالی مخلوط، می توان نوشت:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

$$\frac{m_1 = \rho_1 V_1}{m_2 = \rho_2 V_2} \rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$V_1 = \frac{1}{3} V, V_2 = \frac{2}{3} V \rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\frac{1}{3} \rho_1 V + \frac{2}{3} \rho_2 V}{\frac{1}{3} V + \frac{2}{3} V}$$

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

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

گزینه ۴

ابتدا با توجه به اطلاعات داده شده، حجم ماده A و جرم ماده B را به دست می آوریم. داریم:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \rightarrow 20 = \frac{600}{V_A} \Rightarrow V_A = \frac{600}{20} = 30 \text{ cm}^3$$

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} \rightarrow 7/5 = \frac{m_B}{40} \Rightarrow m_B = 7/5 \times 40 = 56 \text{ g}$$

$$\Rightarrow m_B = 56 \text{ g}$$

اکنون از رابطه چگالی مخلوط استفاده می کنیم. داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B - \Delta V}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = 15 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, m_A = 600 \text{ g}, m_B = 56 \text{ g}$$

$$\frac{600 + 56}{V_A + 40 - \Delta V} = 15$$

$$15 = \frac{600 + 56}{30 + 40 - \Delta V} \Rightarrow 15 = \frac{656}{70 - \Delta V}$$

$$\Rightarrow 70 - \Delta V = \frac{656}{15} \Rightarrow 70 - \Delta V = 43.73 \Rightarrow \Delta V = 26.27 \text{ cm}^3$$

گزینه ۳

با استفاده از رابطه چگالی مخلوط و با توجه به اینکه رابطه باید بر حسب حجم و چگالی مواد باشد، داریم:

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

$$\frac{m_A = \rho_A V_A}{m_B = \rho_B V_B} \rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B}$$

۸۱. گزینه ۲

عامل حرکت یخ در مسیر AB، شیب مسیر و نیروی وزن است، پس نمی‌توان از آنها صرف‌نظر کرد. بنابراین «الف» و «ج» نادرست هستند.  
عامل توقف یخ در مسیر ABC، نیروی اصطکاک است، پس نمی‌توان از آن صرف‌نظر کرد. بنابراین «ت» نادرست است.  
یخ را می‌توان به صورت ذره فرض کرد. بنابراین «ب» درست است.  
هم‌چنین از تغییر نیروی گرانشی وارد بر یخ در اثر تغییر ارتفاع نیز می‌توان صرف‌نظر کرد. بنابراین «پ» درست است.  
از طرفی به دلیل سرد بودن هوا، از تغییر جرم یخ در اثر ذوب‌شدن نیز صرف‌نظر می‌کنیم. بنابراین «ث» درست است.

۸۲. گزینه ۲

$Y = Pa \cdot m^2 \cdot s$   
 $N = \frac{kg \cdot X}{s} \Rightarrow X = \frac{N \cdot s}{kg} \Rightarrow \frac{Y}{X} = \frac{Pa \cdot m^2 \cdot s}{\frac{N \cdot s}{kg}} = \frac{Pa \cdot m^2 \cdot kg}{N}$   
می‌دانیم  $1N = 1kg \frac{m}{s^2}$  و  $1Pa = 1 \frac{kg}{m \cdot s^2}$  است، بنابراین با جایگذاری داریم:

$$\frac{Y}{X} = \frac{(\frac{kg}{m \cdot s^2}) \cdot m^2 \cdot kg}{kg \cdot \frac{m}{s^2}} = kg$$

که این یکا، یکای SI جرم است.

۸۳. گزینه ۴

یکای تمام گزینه‌ها را با استفاده از پیشوندهای SI برحسب یکای اصلی زول در (SI) یعنی  $kg \frac{m^2}{s^2}$  به‌دست می‌آوریم:

گزینه «۱»:

$$1\mu g \frac{mm^2}{ns^2} = 1\mu g \frac{mm^2}{ns^2} \times 10^{-6} g \times 10^{-3} kg \times 10^{-6} m^2 \times \frac{1ns^2}{10^{-18}s^2}$$

$$= \frac{10^{-6} \times 10^{-3} \times 10^{-6}}{10^{-18}} kg \frac{m^2}{s^2} = 10^3 kg \frac{m^2}{s^2} = 10^3 J$$

گزینه «۲»:

$$1mg \frac{cm^2}{\mu s^2} = 1mg \frac{cm^2}{\mu s^2} \times 10^{-3} g \times 10^{-3} kg \times 10^{-4} m^2 \times \frac{1\mu s^2}{10^{-12}s^2}$$

$$= \frac{10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-4}}{10^{-12}} kg \frac{m^2}{s^2} = 10^2 kg \frac{m^2}{s^2} = 10^2 J$$

گزینه «۳»:

$$1kg \frac{dm^2}{cs^2} = 1kg \frac{dm^2}{cs^2} \times 10^{-2} m^2 \times \frac{1cs^2}{10^{-6}s^2} = \frac{10^{-2}}{10^{-6}} kg \frac{m^2}{s^2}$$

$$= 10^4 kg \frac{m^2}{s^2} = 10^4 J$$

گزینه «۴»:

$$1Mg \frac{dam^2}{ms^2} = 1Mg \frac{dam^2}{ms^2} \times 10^6 g \times 10^{-3} kg \times \frac{1ms^2}{10^{-6}s^2} \times \frac{10^2 m^2}{1dam^2}$$

$$= \frac{10^6 \times 10^{-3}}{10^{-6}} \times 10^2 kg \frac{m^2}{s^2} = 10^{11} kg \frac{m^2}{s^2} = 10^{11} J$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = 0.75 \frac{g}{cm^3} \times \frac{10^3 cm^3}{1L} = 750 \frac{g}{L}$$

$$\rho_A = 600 \frac{g}{L}, \rho_B = 800 \frac{g}{L}$$

$$750 = \frac{600V_A + 800V_B}{V_A + V_B}$$

$$\Rightarrow 750V_A + 750V_B = 600V_A + 800V_B$$

$$\Rightarrow 150V_A = 50V_B \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{50}{150} = \frac{1}{3}$$

۷۹. گزینه ۳

با استفاده از رابطه چگالی مخلوط داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{آب}} + m_{\text{الکل}}}{V_{\text{آب}} + V_{\text{الکل}}} \quad m = \rho V$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} + \rho_{\text{الکل}} V_{\text{الکل}}}{V_{\text{آب}} + V_{\text{الکل}}}$$

$$V_{\text{آب}} = 1L = 10^3 cm^3$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \rho_{\text{الکل}} + \frac{1}{100} \rho_{\text{الکل}} = 1.01 \rho_{\text{الکل}}$$

$$\frac{1}{1} \times 0.8 = \frac{1 \times 10^3 + 0.8V_{\text{الکل}}}{10^3 + V_{\text{الکل}}}$$

$$\Rightarrow 0.8V_{\text{الکل}} + 1000 = 880 + 0.88V_{\text{الکل}}$$

$$0.08V_{\text{الکل}} = 120 \Rightarrow V_{\text{الکل}} = 1500 cm^3$$

۸۰. گزینه ۲

با استفاده از رابطه چگالی مخلوط، داریم: (Au نماد شیمیایی طلا و Ag نماد شیمیایی نقره است.)

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{Au} + m_{Ag}}{V_{Au} + V_{Ag}}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_{Au} V_{Au} + \rho_{Ag} V_{Ag}}{V_{Au} + V_{Ag}}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = 13/6 \frac{g}{cm^3}, V_{Au} + V_{Ag} = 5 cm^3$$

$$\rho_{Au} = 19 \frac{g}{cm^3}, \rho_{Ag} = 10 \frac{g}{cm^3}$$

$$13/6 = \frac{19V_{Au} + 10V_{Ag}}{5} \Rightarrow 19V_{Au} + 10V_{Ag} = 68$$

$$19V_{Au} + 10V_{Ag} = 68$$

$$V_{Au} + V_{Ag} = 5 \Rightarrow \frac{19V_{Au} + 10V_{Ag} = 68}{9V_{Ag} = 27}$$

اگر دستگاه دو معادله دو مجهولی زیر را حل کنیم، مقادیر  $V_{Au}$  و  $V_{Ag}$  به‌دست می‌آید:

$\Rightarrow V_{Ag} = 3 cm^3, V_{Au} = 2 cm^3$

خواسته مسئله، محاسبه جرم نقره به‌کار رفته است، پس طبق تعریف چگالی داریم:

$$\rho_{Ag} = \frac{m_{Ag}}{V_{Ag}} \xrightarrow{\rho_{Ag} = 10 \frac{g}{cm^3}} 10 = \frac{m_{Ag}}{3}$$

$$\Rightarrow m_{Ag} = 10 \times 3 = 30 g$$

ابتدا طول تیغه را برحسب متر به دست می آوریم:

$$\text{طول تیغه} = 2\text{ft} \times \frac{12\text{inch}}{1\text{ft}} \times \frac{2.5\text{cm}}{1\text{inch}} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 0.6\text{m}$$

سرعت ربات را برحسب متر بر ثانیه به دست می آوریم:

$$v = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

اگر ربات بخواهد زمین را به صورت طولی طی کند می بایست به اندازه  $\frac{60\text{m}}{5\text{m/s}} = 12\text{s}$  بار طول زمین را طی کند، در این حالت مسافتی که طی می کند برابر است با  $12\text{s} \times 5\text{m/s} = 60\text{m}$  که مدت زمان طی این مسافت برابر است با:

$$\text{مدت زمان} = \frac{12000\text{m}}{5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 2400\text{s} = 40\text{min}$$

با استفاده از روش تبدیل زنجیره ای داریم:

$$100 \cdot \text{gry}^2 = 100 \cdot \text{gry}^2 \times \left(\frac{1 \text{line}}{16 \text{gry}}\right)^2 \times \left(\frac{1 \text{inch}}{1 \text{line}}\right)^2 \times \left(\frac{1 \text{point}}{12 \text{inch}}\right)^2$$

$$= 100 \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{(12)^2} \times (72)^2 = 36 \text{point}^2$$

ابتدا آهنگ  $30 \text{dm}^3/\text{min}$  را به  $\text{cm}^3/\text{s}$  تبدیل می کنیم:

$$30 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} = 30 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} \times \left(\frac{10^{-1}\text{m}}{1\text{dm}} \times \frac{10^3\text{cm}}{1\text{m}}\right)^3 \times \frac{1\text{min}}{60\text{s}} = 500 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

حال مدت زمانی را که قسمت پایینی مخزن پر می شود،  $t$  و مدت زمانی را که قسمت بالایی پر می شود،  $t'$  در نظر می گیریم:

$$500t = 500 \times 2h \quad (1)$$

$$500t' = 500 \times 3h \quad (2)$$

$$\frac{(1), (2)}{3Ah} \rightarrow \frac{10Ah}{3Ah} = \frac{500t}{600t'} \Rightarrow \frac{t}{t'} = \frac{2}{5} \quad (3)$$

کل مدت زمانی که مخزن پر می شود برابر با  $70$  دقیقه است، لذا داریم:

$$t + t' = 70 \xrightarrow{(3)} \frac{2}{5}t' + t' = 70 \Rightarrow \frac{7}{5}t' = 70$$

$$\Rightarrow t' = 50\text{min} = 3000\text{s} \quad \text{و} \quad t = 20\text{min} = 1200\text{s}$$

حال حجم مخزن برابر است با:

$$\text{حجم مخزن} = 500 \times 1200 + 3000 \times 60 = 600000 + 180000$$

$$= 780000 \text{cm}^3 \Rightarrow \text{حجم کل مخزن} = 780 \text{L}$$

با در نظر گرفتن این نکته که دقت اندازه گیری وسایل دیجیتال (رقمی)، برابر با یک واحد از آخرین رقم قرائت شده توسط آن هاست، ابتدا اعداد داده شده را برحسب متر نوشته و سپس دقت هر کدام از وسیله ها را به دست می آوریم:

$$A: 6/46 \times 10^3 \text{dm} \times \frac{10^{-1}\text{m}}{1\text{dm}} \rightarrow 0.1\text{m} \text{ دقت} = 646/0\text{m}$$

$$B: 5/3 \times 10^4 \mu\text{m} \times \frac{10^{-6}\text{m}}{1\mu\text{m}} = 0.053\text{m} \text{ دقت} \rightarrow 0.001\text{m}$$

$$C: 8/7 \times 10^{-3} \text{hm} \times \frac{10^2\text{m}}{1\text{hm}} = 0.87\text{m} \text{ دقت} \rightarrow 0.01\text{m}$$

$$\frac{A \text{ دقت}}{B \text{ دقت}} = \frac{0.1\text{m}}{0.001\text{m}} = 100$$

بنابراین:

$$\frac{C \text{ دقت}}{B \text{ دقت}} = \frac{0.01\text{m}}{0.001\text{m}} = 10$$

وقتی  $\frac{1}{5}$  از حجم مایع A از ظرف سرریز شود،  $\frac{4}{5}$  از حجم مایع A درون

ظرف قرار می گیرد. همچنین، وقتی  $\frac{1}{4}$  از حجم مایع B از ظرف سرریز شود،

$\frac{3}{4}$  از حجم مایع B درون ظرف قرار می گیرد. بنابراین، چون حجم ظرفها

یکسان است، داریم:

$$V_{\text{ظرف}} = \frac{4}{5} V_A = \frac{3}{4} V_B \Rightarrow V_A = \frac{15}{16} V_B$$

اکنون با توجه به یکسان بودن جرم مایعها و با استفاده از رابطه چگالی می توان نوشت:

$$m_A = m_B \xrightarrow{m=\rho V} \rho_A V_A = \rho_B V_B \xrightarrow{\frac{V_A = \frac{15}{16} V_B}{\rho_A = 3/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}} \rightarrow$$

$$3/2 \times \frac{15}{16} V_B = \rho_B \times V_B \Rightarrow \rho_B = 3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

در آخر چگالی مخلوط جرم برابر از دو مایع A و B را به دست می آوریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \xrightarrow{V = \frac{m}{\rho}} \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}}$$

$$\rho_A = 3/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, m_A = m_B = m \rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m + m}{\frac{m}{3/2} + \frac{m}{3}} = \frac{2m}{3/2 + 3} = \frac{6/2m}{3/2 + 3}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{2 \times 3 \times 3/2}{6/2} = \frac{96}{31} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

فرض می کنیم حجم قطعه یخ در حالت اول V باشد، در این صورت حجم آب به دست آمده که همان حجم واقعی قطعه یخ می باشد، برابر است با:

جرم یخ = جرم آب

$$\rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} = \rho_{\text{یخ}} V_{\text{یخ}} \xrightarrow{V_{\text{آب}} = V - \frac{19}{100} V = \frac{81}{100} V} 1 \times \frac{81}{100} V = 0.9V_{\text{یخ}}$$

$$V_{\text{یخ}} = 0.9V$$

این رابطه نشان می دهد که حجم قطعه یخ به کار رفته از حجم ظاهری آن کمتر است. پس قطعه یخ دارای حفره می باشد و حجم حفره آن برابر  $0.1V$  حفره است که نشان می دهد ۱۰ درصد حجم ظاهری قطعه یخ شامل حفره است.

درصد حجمی آهن را در هر حالت می یابیم:

$$\rho_{\text{آباز}} = \frac{m_{\text{آهن}} + m_{\text{سرب}}}{V}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آباز}} = \frac{\rho_{\text{آهن}} V_{\text{آهن}} + \rho_{\text{سرب}} V_{\text{سرب}}}{V} \xrightarrow{V_{\text{آهن}} = V - V_{\text{سرب}}} \rightarrow$$

$$\rho_{\text{آباز}} = \frac{\rho_{\text{آهن}} V_{\text{آهن}} + \rho_{\text{سرب}} (V - V_{\text{آهن}})}{V}$$



$$\Rightarrow n = \frac{100 \mu\text{m}}{0.1 \text{ nm}} = \frac{100 \mu\text{m}}{0.1 \mu\text{m}} \times \frac{10^{-6} \text{ m}}{1 \mu\text{m}} \times \frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}}$$

$$= \frac{100 \times 10^{-6}}{0.1 \times 10^{-9}} = 1000 \times 10^3 = 10^6 \text{ اتم}$$

۹۶. گزینه ۴

با استفاده از اطلاعات داده شده در صورت سؤال و به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای، هریک از گزاره‌ها را بررسی می‌کنیم.  
گزاره (الف) درست است؛ زیرا:

$$18 \text{ inch} = 18 \text{ inch} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ inch}} = 45.72 \text{ cm}$$

$$0.5 \text{ ذرع} = 0.5 \text{ ذرع} \times \frac{1.04 \text{ cm}}{1 \text{ ذرع}} = 0.52 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow 18 \text{ inch} < 0.5 \text{ ذرع}$$

گزاره (ب) درست است؛ زیرا:

$$2000 \text{ ft} = 2000 \text{ ft} \times \frac{12 \text{ inch}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ inch}} = 60960 \text{ cm}$$

$$1 \text{ فرسنگ} = 1 \text{ فرسنگ} \times \frac{6000 \text{ ذرع}}{1 \text{ فرسنگ}} \times \frac{1.04 \text{ cm}}{1 \text{ ذرع}} = 624000 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow 2000 \text{ ft} < 1 \text{ فرسنگ}$$

گزاره (پ) درست است؛ زیرا:

$$12 \text{ فرسنگ} = 12 \text{ فرسنگ} \times \frac{6000 \text{ ذرع}}{1 \text{ فرسنگ}} \times \frac{1.04 \text{ cm}}{1 \text{ ذرع}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}}$$

$$= 74.88 \text{ km} \approx 75 \text{ km}$$

گزاره (ت) درست است؛ زیرا:

$$5 \text{ inch} = 5 \text{ inch} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ inch}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ mm}}{10^{-3} \text{ m}} = 127 \text{ mm}$$

۹۷. گزینه ۲

با استفاده از قاعده تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$90 \frac{\text{mile}}{\text{h}} = 90 \frac{\text{mile}}{\text{h}} \times \frac{1600 \text{ m}}{1 \text{ mile}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ inch}}{2.54 \text{ cm}}$$

$$\Rightarrow 90 \frac{\text{mile}}{\text{h}} = \frac{90 \times 1600 \times 100 \text{ inch}}{3600 \times 2.54 \text{ s}} = 1600 \frac{\text{inch}}{\text{s}}$$

۹۸. گزینه ۱

ابتدا آهنگ خروج آب از شیرها را برحسب یکای SI،  $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$  می‌یابیم، داریم:

$$60 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} = 60 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ dm}^3} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$2000 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 2000 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{10^{-6} \text{ m}^3}{1 \text{ cm}^3} = 2 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

مشاهده می‌شود که آهنگ خروجی آب از شیر  $60 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}$  کمتر است. حال اگر بخواهیم حجم مخزن را به‌دست آوریم، داریم:

$$V = (10^{-3} + 2 \times 10^{-3}) \times 12 = 36 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \text{h}$$

حال بعد از ۴ ساعت که  $\frac{1}{4}$  حجم مخزن پر شده و  $\frac{3}{4}$  از حجم آن باقی مانده،

حجم خالی مانده مخزن فقط با شیر با آهنگ  $2000 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$  پر می‌شود، داریم:

$$\frac{2}{3} V = 2 \times 10^{-3} t \Rightarrow \frac{2}{3} \times 36 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} t \Rightarrow t = 12 \text{ h}$$

یعنی ۱۲ ساعت پس از خرابی شیر با آهنگ کمتر، مخزن پر می‌شود.

$$\text{آلیاژ اول: } 10/2 = \frac{2/8V_{\text{آهن}} + 11(V - V_{\text{آهن}})}{V}$$

$$\Rightarrow 2/8V_{\text{آهن}} + 11V - 11V_{\text{آهن}} = 10/2V$$

$$3/2V_{\text{آهن}} = 0/8V \Rightarrow \frac{V_{\text{آهن}}}{V} = \frac{0/8}{3/2} = \frac{1}{6} = 25\%$$

$$\text{آلیاژ دوم: } 9/4 = \frac{2/8V'_{\text{آهن}} + 11(V - V'_{\text{آهن}})}{V}$$

$$\Rightarrow 2/8V'_{\text{آهن}} + 11V - 11V'_{\text{آهن}} = 9/4V$$

$$\Rightarrow 3/2V'_{\text{آهن}} = 1/6V \Rightarrow \frac{V'_{\text{آهن}}}{V} = \frac{1/6}{3/2} = \frac{1}{9} = 50\%$$

یعنی درصد حجمی آهن در آلیاژ اول  $\frac{1}{9}$  برابر درصد حجمی آهن در آلیاژ دوم است.

آزمون جمع‌بندی پایان فصل

۹۱. گزینه ۲

بررسی عبارات:

(الف) در مدل‌سازی سقوط یک برگ چون جرم برگ ناچیز است، بنابراین نیروی وزن کم می‌باشد و نمی‌توان از نیروی مقاومت هوا صرف نظر کرد چون در نوع حرکت مارپیچ برگ تاثیر دارد. (نادرست)

(ب) در مدل‌سازی پرتاب توپ بسکتبال نمی‌توان از نیروی وزن صرف نظر کرد زیرا در صورتی که از این نیرو صرف نظر کنیم توپ تا بی‌نهایت به حرکت خود ادامه می‌دهد. (نادرست)

(پ) در مدل‌سازی لیزر مدادی چون ابعاد لیزر مدادی کوچک است می‌توان آن را به عنوان منبع نقطه‌ای در نظر گرفت. (درست)

(ت) در مدل‌سازی هل‌دادن یک جسم روی سطح افقی ناهموار نمی‌توان از نیروی اصطکاک صرف نظر کرد. (نادرست)  
بنابراین فقط عبارت «پ» صحیح می‌باشد.

۹۲. گزینه ۴

هفت کمیت اصلی دستگاه بین‌المللی یکاها عبارتند از: طول، جرم، زمان، دما، مقدار ماده، جریان الکتریکی و شدت روشنایی. لذا فقط در گزینه «۴»، هر سه کمیت داده شده اصلی هستند.

۹۳. گزینه ۳

می‌دانیم یکای کمیت انرژی در SI ژول است که برحسب یکاهای اصلی به صورت  $\frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$  نوشته می‌شود. پس با مقایسه با عبارت  $\frac{ac^2}{b^2}$  داریم:

$$\frac{ac^2}{b^2} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow \begin{cases} a \rightarrow \text{kg} \\ b \rightarrow \text{s} \\ c \rightarrow \text{m} \end{cases}$$

پس  $\frac{a}{cb^2} = \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}$  یکای فشار یا همان پاسکال است. از طرفی  $\frac{c}{b} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$  یکای

سرعت و تندی خواهد شد.  $\frac{ac}{b^2} = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}$  هم یکای نیرو یا همان نیوتون است.

۹۴. گزینه ۳

به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای، داریم:

$$200 \text{ قیراط} = 200 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 40 \text{ g}$$

۹۵. گزینه ۲

تعداد اتم هیدروژن را n در نظر می‌گیریم، داریم:

$$n \times 0.1 \text{ nm} = 100 \mu\text{m}$$

گزینه ۲ ۹۹

ابتدا حجم استخر را برحسب مترمکعب به دست می آوریم، داریم:

$$100 \text{ Cord} \times \frac{4 \times 4 \times 8 \text{ ft}^3}{1 \text{ Cord}} \times \left( \frac{12 \text{ inch}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2}{5} \frac{\text{cm}}{\text{inch}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right)^3$$

$$= 100 \times 128 \times (0/2)^3 \text{ m}^3$$

حال این حجم با آهنگ  $64 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$  پر می شود، لذا داریم:

$$100 \times 128 \times (0/2)^3 \text{ m}^3 \times \frac{10^3 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ s}}{64 \text{ dm}^3} = \frac{10^5 \times 128 \times 3^3 \times 10^{-3}}{64}$$

$$= 5400 \text{ s} \xrightarrow{+3600} 1 / \Delta h$$

گزینه ۲ ۱۰۰

می دانیم که یکای نیرو در SI نیوتون است که معادل با  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$  می باشد و

یکای سطح  $\text{m}^2$  می باشد. پس ابتدا به روش زنجیره ای، تبدیل یکاها را انجام می دهیم، داریم:

$$\gamma / 2 \frac{\text{Gg} \cdot \text{dm}}{\text{min}^2} = ? \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\gamma / 2 \frac{\text{Gg} \cdot \text{dm}}{\text{min}^2} \times \left( \frac{10^9 \text{ g}}{1 \text{ Gg}} \right) \times \left( \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \right) \times \left( \frac{10^{-1} \text{ m}}{1 \text{ dm}} \right) \times \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right)^2 = 200 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 200 \text{ N}$$

$$10 \cdot \text{cm}^2 \times \left( \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right)^2 = 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{200}{10^{-3}} = 200 \times 10^3 \text{ Pa} = 200 \text{ kPa}$$

گزینه ۳ ۱۰۱

ابتدا یکای N را برحسب یکاهای اصلی می نویسیم، داریم:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$10^{-6} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{mg}} = 10^{-6} \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s}}{\text{mg}} = 10^{-6} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{mg} \cdot \text{s}} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mg}}{10^{-3} \text{ g}} \times \frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}}$$

$$= 10^{-6} \times 10^3 \times 10^3 \times 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

گزینه ۱ ۱۰۲

برای سازگاری یکاهای دو طرف رابطه، باید یکای هر یک از عبارت های سمت راست با یکای عبارت سمت چپ (x) یکی باشد؛ یعنی:

$$[x] = [\alpha t^3] \Rightarrow [x] = [\alpha][t^3] \Rightarrow m = [\alpha] \times \text{s}^3 \Rightarrow [\alpha] = \frac{\text{m}}{\text{s}^3}$$

$$[x] = \left[ \frac{\beta}{t+3} \right] \Rightarrow [x] = \frac{[\beta]}{[t+3]} \Rightarrow m = \frac{[\beta]}{\text{s}} \Rightarrow [\beta] = m \cdot \text{s}$$

گزینه ۲ ۱۰۳

در وسایل اندازه گیری مدرج دقت اندازه گیری برابر با کمینه واحد اندازه گیری وسیله است که در این دماسنج کمینه واحد اندازه گیری برابر با  $5^\circ \text{C}$  است.

گزینه ۳ ۱۰۴

برای به دست آوردن طول جسم با کمترین خطا، ابتدا داده های دور افتاده که اختلاف زیادی با بقیه دارند را از داده ها حذف می کنیم و سپس از داده های باقیمانده، میانگین می گیریم. در این داده ها دو داده  $17/6$  و  $22/8$  اختلاف زیادی با بقیه داده ها دارند، پس در میانگین گیری به حساب نمی آیند.

$$\text{میانگین داده ها} = \frac{19/8 + 19/6 + 18/8 + 19/1 + 18/8 + 19/2 + 19/3 + 19/0}{8}$$

$$= \frac{152/6}{8} = 19/2 \text{ cm}$$

گزینه ۳ ۱۰۵

ابتدا با توجه به داده های روی نمودار و تعریف چگالی، نسبت چگالی دو مایع را محاسبه می کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{V_A}{V_B} \xrightarrow{m_A = m_B, V_B = 300 \text{ cm}^3, V_A = 200 \text{ cm}^3}$$

$$\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{200}{300} = \frac{2}{3} \Rightarrow \rho_B = \frac{2}{3} \rho_A$$

اکنون چگالی مخلوط را محاسبه می کنیم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} \xrightarrow{\rho_B = \frac{2}{3} \rho_A, V_A = V_B = V}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A V + \frac{2}{3} \rho_A V}{V + V} = \frac{\frac{5}{3} \rho_A V}{2V} = \frac{5}{6} \rho_A$$

گزینه ۳ ۱۰۶

چگالی یک جسم به صورت جرم واحد حجم، یعنی حاصل تقسیم جرم بر حجم اشغال شده توسط ذرات سازنده ماده تعریف می شود. چون شکل هندسی جسم، به صورت یک کره است و  $80\%$  این کره توسط ذرات تشکیل دهنده جسم اشغال شده، خواهیم داشت:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3} \pi r^3} \xrightarrow{m=8 \text{ kg}, \pi=3, r=10 \text{ cm}=10^{-1} \text{ m}}$$

$$\rho = \frac{8}{\frac{4}{3} \times \frac{4}{3} \times 3 \times (10^{-1})^3} = \frac{8}{\frac{16}{3} \times 10^{-3}} = \frac{8 \times 3}{16 \times 10^{-3}} = \frac{24}{16 \times 10^{-3}} = \frac{3}{2} \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

گزینه ۲ ۱۰۷

ابتدا جرم مایع داخل ظرف را حساب می کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 750 \times 200 \times 10^{-6} = 150 \times 10^{-3} \text{ kg} = 150 \text{ g}$$

با خارج کردن  $\frac{2}{3}$  مایع از ظرف، جرم مایع داخل ظرف  $\frac{1}{3}$  برابر شده، ولی جرم ظرف تغییر نمی کند. طبق اطلاعات صورت سؤال، مجموع جرم ظرف و مایع در حالت جدید  $\frac{1}{3}$  مجموع جرم ظرف و مایع در حالت اولیه است.

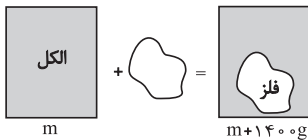
$$\text{جرم مایع در حالت جدید} = 150 - \frac{2}{3}(150) = 50 \text{ g}$$

$$50 + m = \frac{1}{3}(150 + m) \text{ ظرف}$$

$$\Rightarrow 50 + m = 75 + \frac{m}{3} \Rightarrow m \text{ ظرف} = 50 \text{ g}$$

گزینه ۴ ۱۰۸

با توجه به شکل های زیر داریم:



تغییر جرم مجموعه برابر با افزایش جرم ظرف به دلیل قطعه فلز و کم شدن جرم الکل بیرون ریخته شده است:

$$\Delta m = m_{\text{الکل}} - \rho_{\text{الکل}} V_{\text{فلز}} - \rho_{\text{فلز}} V_{\text{الکل}} \Rightarrow \Delta m = m_{\text{فلز}} - m_{\text{الکل}} : \text{تغییر جرم}$$

$$\frac{V_{\text{فلز}} = V_{\text{الکل}}}{\rho_{\text{فلز}} = 7/8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{الکل}} = 0/8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

$$1400 = (7/8 - 0/8) V_{\text{الکل}} \Rightarrow V_{\text{الکل}} = 200 \text{ cm}^3$$

جرم الکل بیرون ریخته شده برابر است با:

$$m_{\text{الکل}} = \rho_{\text{الکل}} V_{\text{الکل}} = 0/8 \times 200 = 160 \text{ g}$$

مطابق شکل زیر، مایعی که چگالی کمتری دارد، بالاتر قرار می‌گیرد. چون جرم هر دو مایع یکسان است، داریم:

$$m_A = m_B$$

$$\rho_A V_B = \rho_B V_B \xrightarrow{V=Ah} \rho_A h_A A = \rho_B h_B A$$

$$\frac{\rho_A = 0.8 \frac{g}{cm^3}}{\rho_B = 1.2 \frac{g}{cm^3}} \rightarrow$$

$$0.8 h_A = 1.2 h_B \Rightarrow h_A = \frac{3}{2} h_B \quad (1)$$

از طرفی مجموع ارتفاع دو مایع برابر با ۴۵ سانتی‌متر است، لذا داریم:

$$h_A + h_B = 45 \xrightarrow{(1)} \frac{3}{2} h_B + h_B = 45 \Rightarrow \frac{5 h_B}{2} = 45$$

$$\Rightarrow h_B = 18 \text{ cm}, \quad h_A = 27 \text{ cm}$$

حال برای به‌دست آوردن مجموع جرم مایع‌های داخل ظرف، داریم:

$$m_t = m_A + m_B \xrightarrow{m_A = m_B} m_t = 2 m_A = 2 \rho_A V_A$$

$$\Rightarrow m_t = 2 \times 0.8 \times 40 \times 27 = 1728 \text{ g}$$

با استفاده از رابطه چگالی مخلوط، داریم:

$$\rho_1 = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V} \quad V_A = V_B = \frac{V}{2}$$

$$0.850 = \frac{\rho_A \times \frac{V}{2} + \rho_B \times \frac{V}{2}}{V}$$

$$\Rightarrow 0.850 = \frac{\rho_A + \rho_B}{2} \Rightarrow \rho_A + \rho_B = 1.7 \frac{g}{cm^3} \quad (1)$$

$$\rho_2 = \frac{\rho_A V'_A + \rho_B V'_B}{V} \quad V'_A = \frac{V}{5}, \quad V'_B = \frac{4}{5} V$$

$$0.844 = \frac{\rho_A \times \frac{V}{5} + \rho_B \times \frac{4}{5} V}{V}$$

$$\Rightarrow 0.844 = \frac{\rho_A}{5} + \frac{4 \rho_B}{5} \Rightarrow \rho_A + 4 \rho_B = 4.220 \frac{g}{cm^3} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2), (1)} \begin{cases} \rho_A + \rho_B = 1.7 \\ \rho_A + 4 \rho_B = 4.22 \end{cases} \xrightarrow{\times(-1)} \begin{cases} -\rho_A - \rho_B = -1.7 \\ \rho_A + 4 \rho_B = 4.22 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 3 \rho_B = 2.52 \Rightarrow \rho_B = \frac{2.52}{3} = 0.84 \frac{g}{cm^3} \xrightarrow{(1)} \rho_A = 0.86 \frac{g}{cm^3}$$

یادداشت:

گزینه ۲. ۲۸۵۲

خط‌های فرانوفر، خط‌های تاریکی هستند که در طیف نور خورشید، که به سطح زمین می‌رسد، دیده می‌شوند.

گزینه ۳. ۲۸۵۳

گزینه «۱» غلط؛ زیرا عدد نوترونی آن‌ها ۲ واحد اختلاف داشته و عدد جرمی آن‌ها برابر نیست.

گزینه «۲» غلط؛ زیرا دارای عدد نوترونی (N) برابر هستند نه دارای عدد اتمی یکسان.

گزینه «۴» غلط؛ با تابش دو ذره  $\beta^-$ ، بر عدد اتمی ۲ واحد افزوده شده ولی عدد جرمی تغییر نمی‌کند. یعنی باید به عنصر B تبدیل گردد.

گزینه ۲. ۲۸۵۴

می‌دانیم که ایزوتوپ‌های یک عنصر تعداد پروتون‌های (عدد اتمی) یکسانی دارند، اما تعداد نوترون‌ها و در نتیجه عدد جرمی آن‌ها متفاوت است. ضمناً اختلاف عدد جرمی دو ایزوتوپ متوالی، ممکن است بزرگ‌تر از یک باشد. در ساده‌ترین حالت که اختلاف عدد جرمی دو ایزوتوپ متوالی برابر با یک است، با توجه به اینکه  $\frac{A}{Z} X$  سنگین‌ترین ایزوتوپ می‌باشد، عدد جرمی سبک‌ترین ایزوتوپ ۱۶ واحد کمتر از سنگین‌ترین ایزوتوپ خواهد بود، یعنی  $A-16$  در حالت‌های دیگر که اختلاف عدد جرمی دو ایزوتوپ متوالی بیشتر از یک است، ایزوتوپ سبک می‌تواند  $A-17X$ ،  $A-18X$  و ... باشد. با توجه به توضیحات فوق، سبک‌ترین ایزوتوپ عنصر مطرح شده در سؤال نمی‌تواند  $A-15X$  باشد.

گزینه ۱. ۲۸۵۵

نیروی هسته‌ای مستقل از بارالکتریکی است، یعنی نیروی ربایشی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. به همین دلیل از منظر نیروی هسته‌ای، تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و دلیل نام‌گذاری آن‌ها با نام عام نوکلئون نیز همین است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه «۲»: نیروهای هسته‌ای کوتاه‌برد و نیروهای الکتروستاتیکی بلندبرد هستند. گزینه «۳»: اندازه‌گیری‌های دقیق نشان داده است که جرم یک هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده آن اندکی کمتر است. این اختلاف جرم، کاستی جرم هسته نامیده می‌شود.

گزینه «۴»: نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برای هسته‌های پایدار مختلف، متفاوت است و با افزایش عدد اتمی، این نسبت افزایش می‌یابد؛ به گونه‌ای که در هسته‌های پایدار سبک  $\frac{N}{Z} = 1$  و در هسته‌های پایدار سنگین  $\frac{N}{Z} = 1/5$  است.

گزینه ۳. ۲۸۵۶

با نوشتن معادله واکنش و مساوی قرار دادن مجموع عدد اتمی و عدد جرمی دو طرف واکنش خواهیم داشت:

$$\begin{cases} 4 = 4 + 0 + A \\ 7 = 4 + (-1) + Z \end{cases} \Rightarrow A = 4 \text{ و } Z = 2$$

بنابراین ذره موردنظر ( ${}^4_2\text{He}$ ) است.

گزینه ۲. ۲۸۵۷

در مرحله اول واپاشی، عدد اتمی یک واحد افزایش یافته و عدد جرمی ثابت مانده است، یعنی تابش  $\beta^-$  رخ داده است:

$$\frac{A}{Z} X \rightarrow \frac{A}{Z+1} Y + {}^0_{-1} e^{-1} \Rightarrow \beta^-$$

در مرحله دوم واپاشی، عدد اتمی دو واحد و عدد جرمی چهار واحد کاهش یافته است، یعنی تابش  $\alpha$  اتفاق افتاده است:

$$\frac{A}{Z+1} Y \rightarrow \frac{A-4}{Z-1} K + {}^4_2 \text{He} \Rightarrow \alpha$$

در مرحله آخر واپاشی، اعداد اتمی و جرمی ثابت باقی مانده‌اند و هسته برانگیخته با گسیل پرتو  $\gamma$  (فوتون‌های پرنانرژی) به حالت پایه رسیده است:

$$\frac{A-4}{Z-1} K \rightarrow \frac{A-4}{Z-1} K + \gamma$$

بنابراین به ترتیب پرتوهای  $\beta^-$ ،  $\alpha$  و  $\gamma$  گسیل شده‌اند.

گزینه ۲. ۲۸۵۸

با نوشتن معادله واکنش و تساوی مجموع عددهای جرمی و مجموع عددهای اتمی دو طرف واکنش خواهیم داشت:

$$\begin{cases} 207 = 197 + m(4) + n(0) + 2(1) \\ 82 = 79 + m(2) + n(-1) + 2(0) \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} m = 2 \\ n = 1 \end{matrix}$$

یعنی دو ذره  $\alpha$  و یک ذره  $\beta^-$  تابش می‌شود.

گزینه ۲. ۲۸۵۹

با توجه به اینکه، نیمه‌عمر برابر با  $T_{1/2} = \lambda h$  است، برای تعیین مدت زمان

(t) باید، تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده را محاسبه کنیم.

$$N' = N_0 \left(1 - \frac{1}{2}\right)^n, N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow N' = 15N \Rightarrow \frac{15N}{N} = \left(1 - \frac{1}{2}\right)^n = 15 \times \frac{1}{2^n}$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{1}{2^n} = \frac{15}{2^n} \Rightarrow 1 = \frac{16}{2^n} \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow n = 4$$

$$t = n \times T_{1/2} = 4 \times 8 = 32 \text{ h} \quad \text{بنابراین خواهیم داشت:}$$

گزینه ۱. ۲۸۶۰

اگر لحظه  $t_1 = 6 \text{ h}$  را مبدأ زمان فرض کنیم، در این لحظه مطابق نمودار  $N_{0A} = N_{0B} = 4800$  خواهد بود و پس از گذشت ۱۲ ساعت (در لحظه

$t_2 = 18 \text{ h}$ )،  $N_A = 1200$  و  $N_B = 300$  خواهد بود. بنابراین:

$$N_A = \frac{N_{0A}}{2^{nA}} \Rightarrow \frac{4800}{2^{nA}} = 1200 \Rightarrow 2^{nA} = 4 \Rightarrow n_A = 2$$

$$N_B = \frac{N_{0B}}{2^{nB}} \Rightarrow \frac{4800}{2^{nB}} = 300 \Rightarrow 2^{nB} = 16 \Rightarrow n_B = 4$$

طبق رابطه  $n = \frac{t}{T_{1/2}}$ ، در یک مدت زمان معین (t یکسان):

$$\frac{T_{1/2A}}{2} = \frac{n_B}{n_A} \Rightarrow \frac{T_{1/2A}}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

### کنکور سراسری ریاضی - اردیبهشت ۱۴۰۳

گزینه ۱. ۱

ابتدا معادله واکنش را نوشته و سپس مجموع عددهای جرمی و مجموع عددهای اتمی دو طرف معادله واکنش را به‌طور جداگانه مساوی هم قرار می‌دهیم. دقت کنید، هسته دختر را با نماد  ${}^A_Z Y$  نشان می‌دهیم.

$$\begin{cases} 176 = 0 + A \\ 71 = -1 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} A = 176 \\ Z = 72 \end{matrix}$$

گزینه ۲. ۲

در مرحله ضربه تراکم، هر دو سوپاپ ورودی و خروجی بسته می‌شوند و مخلوط سوخت و هوا متراکم می‌شود.

گزینه ۳. ۳

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow \frac{m = 45 \text{ g} = 0.045 \text{ kg}}{v_1 = 20 \text{ m/s}, v_2 = 16 \text{ m/s}}$$

$$W_t = \frac{1}{2} \times 0.045 \times (16^2 - 20^2) = -32 / 4 \text{ J}$$

گزینه ۲

با توجه به اینکه  $v_0 < 0$  و در لحظه  $t = 3s$ ، سرعت متحرک صفر است، نمودار سرعت-زمان متحرک را مطابق شکل رسم می‌کنیم:



از طرف دیگر، با توجه به تشابه دو مثلث داریم:

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{7-3}{3}\right)^2 = \frac{16}{9} \Rightarrow S_2 = \frac{16}{9} S_1$$

بنابراین نسبت تندی به سرعت متوسط در 7 ثانیه اول برابر است با:

$$\frac{s_{av}}{v_{av}} = \frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{\ell}{\Delta x} = \frac{S_1 + S_2}{-S_1 + S_2} = \frac{S_1 + \frac{16}{9} S_1}{-S_1 + \frac{16}{9} S_1} = \frac{25}{7}$$

گزینه ۳

چون فاصله متحرک تا مبدأ محور، همان مکان جسم است، باید قدرمطلق مکان جسم کمتر یا مساوی با 8 متر باشد:

$$|x| \leq 8 \Rightarrow |2t^2 - 12t + 8| \leq 8$$

$$-8 \leq 2t^2 - 12t + 8 \leq 8 \Rightarrow \begin{cases} 2t^2 - 12t + 8 \geq -8 \\ 2t^2 - 12t + 8 \leq 8 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} 2t^2 - 12t + 16 \geq 0 \Rightarrow 2(t-2)(t-4) \geq 0 \Rightarrow t \leq 2s, t \geq 4s \\ 2t^2 - 12t \leq 0 \Rightarrow 2t(t-6) \leq 0 \Rightarrow 0 \leq t \leq 6s \end{cases} \Rightarrow$$



با توجه به اشتراک جواب‌های به‌دست آمده داریم:

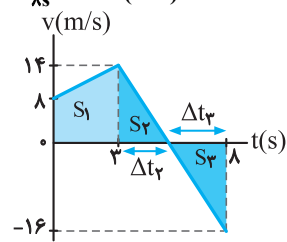
$$0 \leq t \leq 2s, 4s \leq t \leq 6s \Rightarrow \Delta t = (2-0) + (6-4) = 4s$$

گزینه ۴

ابتدا نمودار سرعت-زمان متحرک را مطابق شکل رسم می‌کنیم. با توجه به اینکه مساحت سطح بین نمودار  $a-t$  و محور  $t$  برابر  $\Delta v$  است، داریم:

$$v_{3s} = v_0 + \Delta v_1 \xrightarrow{v_0 = 14m/s, \Delta v_1 = 2 \times 3 = 6m/s} v_{3s} = 14 + 6 = 20m/s$$

$$v_{4s} = v_{3s} + \Delta v_2 \xrightarrow{\Delta v_2 = -6 \times (4-3) = -6m/s} v_{4s} = 20 - 6 = 14m/s$$



اکنون با استفاده از تشابه مثلث‌های رنگ شده،  $\Delta t_3$  و  $\Delta t_2$  را می‌یابیم:

$$\begin{cases} \Delta t_2 + \Delta t_3 = 4 - 3 = 1s \\ \Delta t_2 = \frac{16m/s}{14m/s} = \frac{4}{7} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{4}{7}s, \Delta t_3 = \frac{1}{7}s \end{cases}$$

در آخر، با توجه به اینکه اندازه مساحت سطح بین نمودار  $v-t$  و محور  $t$  برابر مسافت طی شده است، داریم:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{|S_1| + |S_2| + |S_3|}{\Delta t} = \frac{14 \times 3 + \frac{1}{2} \times 16 \times \frac{4}{7} + \frac{1}{2} \times 16 \times \frac{1}{7}}{4} = \frac{42}{4} = 10.5m$$

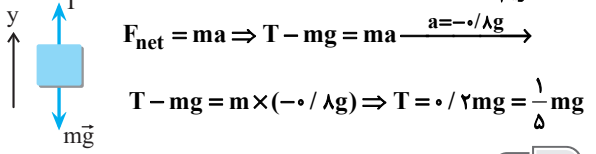
گزینه ۱

در حرکت با شتاب ثابت جابه‌جایی در  $T$  ثانیه  $m$  با سرعت اولیه صفر برابر  $\Delta x_{T,n} = \frac{1}{2} a (2n-1) T^2$  است. بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta x_{n,3}}{\Delta x_{n,2}} = \frac{\frac{1}{2} a (2 \times 3 - 1) n^2}{\frac{1}{2} a (2 \times 2 - 1) n^2} = \frac{5}{3}$$

گزینه ۴

اگر جهت بالا را مثبت فرض کنیم، سوی شتاب به طرف پایین و در خلاف جهت  $y$  است، بنابراین نیروی خالص در همین سو و منفی خواهد بود. در این حالت داریم:



گزینه ۲

با توجه به رابطه نیروی مرکزگرا داریم:

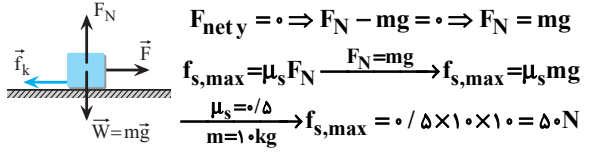
$$F = mr\omega^2 \xrightarrow{m_A = m_B, \omega_A = \omega_B} \frac{F_B}{r_A} = \frac{F_A}{r_B}$$

$$\frac{r_A = 1m}{r_B = 2m} \rightarrow \frac{F_B}{F_A} = 2 \Rightarrow F_B > F_A$$

با توجه به یکسان بودن وزن دو شخص و سطحی که با آن در تماس هستند، نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه برای دو جسم یکسان خواهد بود، اما با توجه به آنکه در هر تندی  $F_B > F_A$  است، جسم  $B$  زودتر به بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی می‌رسد و بعد از آن می‌لغزد.

گزینه ۳

مطابق شکل، ابتدا با رسم نیروهای وارد بر جسم، نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را می‌یابیم:



چون  $F > f_{s,max}$  است، لذا جسم حرکت می‌کند، بنابراین، نیروی اصطکاک جنبشی را در نظر می‌گیریم و  $F_{net,x}$  را می‌یابیم:

$$F_{net,y} = 0 \Rightarrow F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = mg} f_{s,max} = \mu_s mg$$

$$\frac{\mu_s = 0.5}{m = 1.0kg} \rightarrow f_{s,max} = 0.5 \times 10 \times 10 = 50N$$

$$F_{net,x} = F - f_k \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N, F_N = mg} F_{net,x} = F - \mu_k mg$$

$$\xrightarrow{F = 55N, \mu_k = 0.25} F_{net,x} = 55 - 0.25 \times 10 \times 10 = 30N$$

دقت کنید، با توجه به گزینه‌ها (عدم وجود عدد صفر) جسم حرکت می‌کند و می‌توان از بررسی حالت عدم حرکت جسم خودداری نمود.

گزینه ۴

روش یکم: تنها نیروی مؤثر برای توقف خودرو، نیروی اصطکاک است، بنابراین با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی، داریم:

$$W_{f_k} = \Delta K \Rightarrow (f_k \cos \theta) d = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2)$$

$$\xrightarrow{d = 100m, m = 1600kg, \theta = 180^\circ} v_0 = 24km/h = 10m/s, v = 0}$$

$$f_k \times 100 \times \cos 180^\circ = \frac{1}{2} \times 1600 \times (0 - 100) \xrightarrow{\cos 180^\circ = -1} f_k = 8000N$$

روش دوم: می‌توان از رابطه  $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$  شتاب را به‌دست آورد و سپس از رابطه  $F_{net} = ma$ ، نیروی اصطکاک را پیدا کرد.



گزینه ۱ ۱۲

ابتدا با توجه به معادله مکان- زمان دوره تناوب هماهنگ ساده را به دست می آوریم:

$$x = A \cos \frac{16\pi}{3} t \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \frac{16\pi}{3} \Rightarrow T = \frac{3}{8} s$$

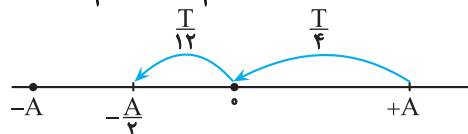
اکنون زمان حرکت را بر حسب دوره تناوب به دست می آوریم:

$$\Delta t = \Delta s \rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{0.5}{\frac{3}{8}} = \frac{4}{3} T = T + \frac{T}{3}$$

با توجه به اینکه در هر دوره تناوب (T)، جابه جایی متحرک برابر صفر و مسافت طی شده برابر  $\ell = 4A$  است، مطابق شکل، در مدت  $\Delta t = T + \frac{T}{3} = T + \frac{T}{4} + \frac{T}{12}$  مسافت طی شده و جابه جایی برابر است با:

$$\ell = 4A + A + \frac{A}{2} = \frac{11}{2} A$$

$$\Delta x = -\frac{A}{2} - A = -\frac{3}{2} A$$



در نهایت نسبت تندی متوسط به بزرگی سرعت متوسط برابر خواهد بود با:

$$\frac{s_{av}}{|v_{av}|} = \frac{\ell}{|\Delta x|} = \frac{\frac{11}{2} A}{\frac{3}{2} A} = \frac{11}{3}$$

گزینه ۲ ۱۳

با توجه به رابطه  $E = \frac{1}{2} k A^2$ ، چون ثابت فنر (k) و دامنه نوسان (A) ثابت است، انرژی مکانیکی جسم در حالت جدید تغییر نمی کند.  $E_1 = E_2 = 8J$

گزینه ۱ ۱۴

ابتدا با استفاده از رابطه  $\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$  با استفاده از رابطه  $\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$  می کند، به دست می آوریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow \beta = 90 \text{ dB} \rightarrow 90 = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 9 = \log \frac{I}{I_0}$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^9 \rightarrow I = 10^9 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 = 10^{-3} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

حال با استفاده از رابطه  $I = \frac{P_{av}}{A}$  (آهنگ متوسط انتقال انرژی) را می یابیم:

$$\frac{A = 1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2}{10^{-3}} = \frac{P_{av}}{10^{-4}}$$

$$\Rightarrow P_{av} = 10^{-7} \text{ W} = 10^{-1} \mu\text{W}$$

گزینه ۳ ۱۵

با استفاده از رابطه بسامدهای تشدید  $(f_n = \frac{nv}{2L})$  و رابطه تندی انتشار موج

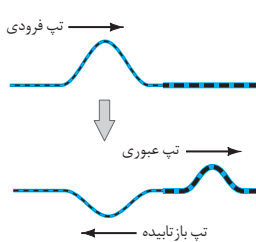
عرضی  $(v = \sqrt{\frac{F}{\mu}})$ ، به صورت زیر بسامد ایجاد شده در تار را حساب می کنیم:

$$f_n = \frac{nv}{2L} \rightarrow v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \rightarrow f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{FL}{m}} = \frac{n}{2} \sqrt{\frac{F}{mL}}$$

$$\frac{m = 6 \text{ g} = 0.006 \text{ kg}, L = 60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}}{F = 224 \text{ N}, n = 4}$$

$$f_4 = \frac{4}{2} \times \sqrt{\frac{224}{0.006 \times 0.6}} = 600 \text{ Hz}$$

گزینه ۴ ۱۶



مطابق شکل، بخشی از موج فرودی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن، بازتابیده شده و با همان طول موج به صورت وارونه برمی گردد. اما بخش دیگر آن با طول موج کمتری از قسمت ضخیم طناب عبور می کند.

گزینه ۴ ۱۷

اولین خط طیف رشته پاشن ( $n' = 3$ ) مربوط به  $n = 4$  و دومین خط طیف آن مربوط به  $n = 5$  است. بنابراین با استفاده از معادله ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = R \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) \Rightarrow \lambda_1 = \frac{9 \times 16}{7R}$$

$$\frac{1}{\lambda_2} = R \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right) \Rightarrow \lambda_2 = \frac{9 \times 25}{16R}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{9 \times 16}{9 \times 25} = \frac{256}{175}$$

گزینه ۱ ۱۸

ابتدا انرژی فوتون گسیل شده را به دست می آوریم:

$$hf = E_R \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) = \frac{E_R = 13.6 \text{ eV}}{n_L = 1, n_U = 4}$$

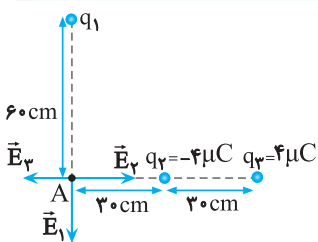
$$hf = 13.6 \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right) = 12.75 \text{ eV}$$

اکنون بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون ها را می یابیم:

$$K_{\max} = hf - W_0 = 12.75 - 5 = 7.75 \text{ eV}$$

$$K_{\max} = 12.75 - 5 = 7.75 \text{ eV}$$

گزینه ۳ ۱۹



ابتدا با فرض مثبت بودن بار  $q_1$ ، بردار میدان الکتریکی حاصل از هر ذره باردار را در نقطه A رسم می کنیم و سپس برابند میدان های الکتریکی حاصل از بارهای  $q_2$  و  $q_1$  را می یابیم:

$$E_{1,2} = E_1 - E_2 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} - k \frac{|q_2|}{r_2^2} = k \frac{|q_1|}{r_1^2} - k \frac{|q_2|}{r_2^2} = k \frac{|q_1|}{r_1^2} - k \frac{|q_2|}{r_2^2}$$

$$E_{1,2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{0.09} - 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{0.36} = 3 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

اکنون با داشتن  $E_1$  و  $E_{1,2}$  دو میدان، با توجه به اینکه، دو میدان  $\vec{E}_1$  بر هم عمودند، بزرگی میدان  $\vec{E}_1$  را می یابیم:

$$E_1^2 = E_{1,2}^2 + E_2^2 \rightarrow E_1 = \sqrt{E_{1,2}^2 + E_2^2}$$

$$(6 \times 10^5)^2 = E_1^2 + (3 \times 10^5)^2 \Rightarrow E_1 = 6.7 \times 10^5 \text{ N/C}$$

در آخر، با استفاده از رابطه میدان الکتریکی، بزرگی بار  $q_1$  را حساب می کنیم:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} \rightarrow 6.7 \times 10^5 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_1|}{0.36} \Rightarrow |q_1| = 16 \times 10^{-6} \text{ C} = 16 \mu\text{C}$$

۲۰. گزینه ۴

مطابق شکل، چون دو بار ناهمنام هستند، در نقطه‌ای خارج از فاصله بین دو بار و روی امتداد خط واصل آن‌ها و نزدیک به بار با اندازه کوچک‌تر، میدان الکتریکی برابند صفر خواهد بود. بنابراین داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{|q_1|}{(x-2d)^2} = k \frac{|q_2|}{x^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{(x-2d)^2} = \frac{4|q_1|}{x^2} \Rightarrow \frac{1}{(x-2d)^2} = \frac{4}{x^2} \Rightarrow \frac{1}{x-2d} = \frac{2}{x} \Rightarrow x = 2x - 4d \Rightarrow x = 4d$$

۲۱. گزینه ۲

با توجه به شکل و رابطه قانون کولن داریم:

$$r_{23} = \sqrt{r^2 + r^2} = \sqrt{2}r$$

$$F = \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F_{12}}{F_{23}} = \frac{|q_1|}{|q_2|} \times \frac{|q_2|}{|q_3|} \times \frac{r_{23}^2}{r_{12}^2}$$

$$\frac{r_{12} = r}{r_{23} = \sqrt{2}r} \Rightarrow \frac{F_{12}}{F_{23}} = 1 \times 1 \times \frac{(\sqrt{2}r)^2}{r^2} = 2$$

۲۲. گزینه ۳

مقاومت‌های  $5\Omega$  و  $20\Omega$  با هم موازی و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت  $2\Omega$  متوالی است. بنابراین قبل از بستن کلید، خواهیم داشت:

$$R_{eq1} = \frac{20 \times 5}{20 + 5} + 2 = 6\Omega$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq1} + r} \xrightarrow{r=2\Omega} I_1 = \frac{\mathcal{E}}{6+2} = \frac{\mathcal{E}}{8}$$

بعد از بستن کلید، مقاومت  $6\Omega$  با مقاومت  $R_{eq1}$  موازی است. بنابراین داریم:

$$R_{eq2} = \frac{R_{eq1} \times R_{6\Omega}}{R_{eq1} + R_{6\Omega}} = \frac{6 \times 6}{6+6} = 3\Omega$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq2} + r} \Rightarrow I_2 = \frac{\mathcal{E}}{3+2} = \frac{\mathcal{E}}{5}$$

در آخر، نسبت توان خروجی در حالت دوم به توان خروجی در حالت اول را می‌یابیم و به دنبال آن درصد تغییرات توان خروجی باتری را پیدا می‌کنیم:

$$P = R_{eq} \times I^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_{eq2}}{R_{eq1}} \times \frac{I_2^2}{I_1^2}$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{3}{6} \times \frac{(\frac{\mathcal{E}}{5})^2}{(\frac{\mathcal{E}}{8})^2} = \frac{64}{50} = \frac{1}{28} \Rightarrow P_2 = \frac{1}{28} P_1$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{1}{28} P_1 - P_1 = -\frac{27}{28} P_1$$

می‌بینیم، توان خروجی باتری، ۲۸ درصد افزایش پیدا کرده است.

۲۳. گزینه ۱

وقتی دو مقاومت به یک اختلاف پتانسیل یکسان وصل می‌شوند، داریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{V=\text{ثابت}} \frac{P_A}{P_B} = \frac{R_B}{R_A} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{2P_B}{P_B} = 2$$

$$\frac{2P_B}{P_B} = \frac{R_B}{R_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2}$$

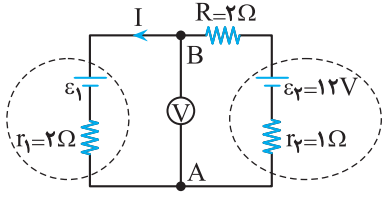
حال هنگامی که دو مقاومت به صورت متوالی بسته می‌شوند، جریان گذرنده از آن‌ها

یکسان است. در این حالت داریم:

$$P = RI^2 \xrightarrow{I=\text{ثابت}} \frac{P_A}{P_B} = \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2}$$

۲۴. گزینه ۴

با توجه به اینکه باتری (۲)، توان خروجی دارد، جهت جریان را مشخص می‌کند. بنابراین مطابق شکل، جریان مدار پادساعتگرد خواهد بود.



با حرکت پادساعتگرد از نقطه A تا B و سپس برگشت به نقطه A، تغییر پتانسیل هر جزء را می‌نویسیم و بر اساس معادلات به دست آمده  $\mathcal{E}_1$  و  $I$  را می‌یابیم:

$$V_A - r_1 I + \mathcal{E}_2 - RI = V_B \xrightarrow{V_B - V_A = 8/4V} -1 \times I + 12 - 2I = 8/4 \Rightarrow I = 1/2 A$$

$$V_B - \mathcal{E}_1 - r_1 I = V_A \xrightarrow{V_B - V_A = 8/4V} 8/4 = \mathcal{E}_1 + 2 \times 1/2 \Rightarrow \mathcal{E}_1 = 6V$$

اکنون نسبت توان خروجی باتری (۲) به توان ورودی باتری (۱) را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\mathcal{E}_2 I - r_2 I^2}{\mathcal{E}_1 I + r_1 I^2} = \frac{\mathcal{E}_2 - r_2 I}{\mathcal{E}_1 + r_1 I} = \frac{12 - 1 \times 1/2}{6 + 2 \times 1/2} = \frac{10/2}{8/2} = \frac{5}{4}$$

۲۵. گزینه ۲

چون نیروی مرکزگرا (نیروی مغناطیسی) به سمت مرکز دایره‌ها است، بنابراین با استفاده از قاعده دست راست  $q_2 > 0$  و  $q_1 < 0$  خواهد بود. برای مقایسه اندازه بار الکتریکی ذره‌ها، داریم:

$$F_C = F_B \Rightarrow m \frac{v^2}{r} = |q| v B \sin 90^\circ \xrightarrow{\sin 90^\circ = 1} r = \frac{mv}{|q| B} \xrightarrow{m_1 = m_2, v_1 = v_2} \frac{r_2}{r_1} = \frac{|q_1|}{|q_2|} \xrightarrow{r_2 > r_1} |q_1| > |q_2|$$

۲۶. گزینه ۳

با توجه به قاعده دست راست و مطابق شکل مقابل جهت  $\vec{F}$  به طرف پایین است.

برای محاسبه اندازه نیرو داریم:

$$F = I l B \sin \theta \xrightarrow{I=2A, l=2m, \theta=90^\circ} \xrightarrow{B=0.45G=4/5 \times 10^{-5} T} F = 2 \times 2 \times 4/5 \times 10^{-5} \times \sin 90^\circ = 1/8 \times 10^{-4} N$$

۲۷. گزینه ۱

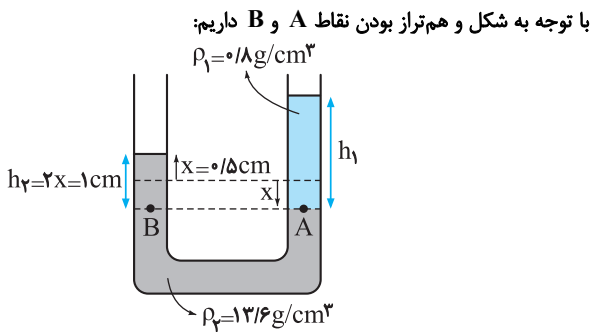
با استفاده از رابطه قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، داریم:

$$\mathcal{E}_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1, \Delta t = t_1 - 0 = t_1} \mathcal{E}_1 = -1 \times \frac{-2\Phi_{max}}{t_1} = \frac{2\Phi_{max}}{t_1}$$

$$\rho = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \xrightarrow{m_A = m_B = 12g, V_A = 10cm^3, V_B = 5cm^3}$$

$$\rho = \frac{12 + 12}{10 + 5} = 1.6g/cm^3$$

گزینه ۳ .۲۱

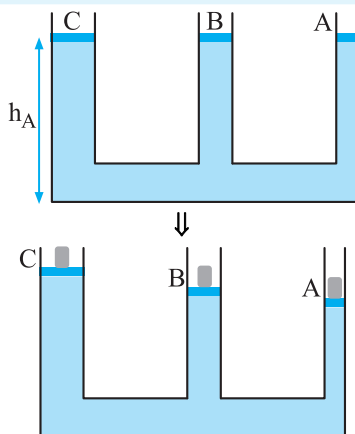


$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 1.6 \times h_1 = 1.3/6 \times 1 \Rightarrow h_1 = 17cm$$

$$V_1 = A h_1 \xrightarrow{A = 2cm^2} V_1 = 2 \times 17 = 34cm^3$$

گزینه ۱ .۲۲



مطابق شکل، مایع در حال تعادل و پیستون‌ها هم‌ترازند. می‌خواهیم جابه‌جایی پیستون‌ها را پس از قرار دادن وزنه‌های مساوی بر روی پیستون‌ها بررسی کنیم. طبق قانون پاسکال، افزایش فشار به هر نقطه یک مایع عیناً به تمام نقاط آن منتقل می‌شود. طبق رابطه  $P = \frac{F}{A}$ ، فشار با سطح نسبت عکس دارد. چون در این سوال، وزنه‌ها یکسانند، بنابراین فشار افزوده شده از طرف پیستون شاخه باریک‌تر A بیشتر از فشار پیستون شاخه قطورتر B و فشار آن نیز بیشتر از فشار شاخه قطورتر C خواهد بود. بنابراین پس از برقراری تعادل خواهیم داشت:

$$h_C > h_B > h_A$$

گزینه ۴ .۲۳

تنها نیروهای وزن و مقاوم بر روی جسم کار انجام می‌دهند، بنابراین با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_f + W_{mg} = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\frac{W_{mg} = mgh = 1 \times 1 \times 1 = 1J}{m = 1.0g = 0.001kg, v_i = 4m/s, v_f = 10m/s} \rightarrow$$

$$W_f + 1.0 = \frac{1}{2} \times 0.001 \times (10^2 - 4^2) \Rightarrow W_f = 4/2 - 1.0 = -5/8J$$

$$\frac{\Delta \Phi_p = 0 - (-\Phi_{max}) = \Phi_{max}}{\Delta t = 3t_1 - 2t_1 = t_1} \rightarrow \epsilon_p = -1 \times \frac{\Phi_{max}}{t_1} = -\frac{\Phi_{max}}{t_1}$$

$$\Rightarrow |\epsilon_p| = \frac{\Phi_{max}}{t_1}$$

$$\frac{\Delta \Phi_p = 0}{\Delta t} \rightarrow \epsilon_p = 0$$

بنابراین، خواهیم داشت:

$$\frac{|\epsilon_1|}{|\epsilon_p|} = \frac{\frac{\Phi_{max}}{t_1}}{\frac{\Phi_{max}}{t_1}} = 2 \Rightarrow \epsilon_1 = 2\epsilon_p$$

گزینه ۴ .۲۸

با توجه به معادله جریان، بیشینه جریان سیملوله برابر  $\Delta A$  است. بنابراین ابتدا با استفاده از رابطه انرژی ذخیره شده در سیملوله، ضریب القاوری سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$U_{max} = \frac{1}{2} L I_{max}^2 \xrightarrow{U_{max} = \Delta m J = 5 \times 10^{-3} J, I_{max} = \Delta A}$$

$$5 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times L \times (\Delta A)^2 \Rightarrow L = 0.4 \times 10^{-3} H$$

اکنون با استفاده از رابطه ضریب القاوری، تعداد حلقه‌ها را می‌یابیم:

$$L = \frac{\mu_0 N^2}{\ell}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m/A, \ell = 6/28 cm = 6/28 \times 10^{-2} m$$

$$A = 20cm^2 = 2 \times 10^{-3} m^2, \pi = 3/14$$

$$0.4 \times 10^{-3} = \frac{4 \times 3 / 14 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{-3} \times N^2}{6 / 28 \times 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow N^2 = 10^4 \Rightarrow N = 100$$

گزینه ۱ .۲۹

نیروی مغناطیسی وارد بر هر یک از ذره‌ها، نقش نیروی مرکزگرا را ایفا می‌کند. بنابراین داریم:

$$F_c = F_B \Rightarrow m \frac{v^2}{r} = |q| v B \sin \theta \xrightarrow{\theta = 90^\circ, \sin 90^\circ = 1} r = \frac{mv}{|q| B}$$

$$\frac{B = \text{ثابت}}{v_\alpha = v_\beta} \rightarrow \frac{r_\alpha}{r_\beta} = \frac{m_\alpha}{m_\beta} \times \frac{|q_\beta|}{|q_\alpha|}$$

$$\frac{|q_\alpha| = 2|q_\beta|}{m_\alpha \gg m_\beta} \rightarrow \frac{r_\alpha}{r_\beta} \gg 1 \Rightarrow r_\beta \ll r_\alpha$$

چون ذره  $\beta$  جرم کمتری دارد، شعاع انحنای آن کوچک‌تر است.

گزینه ۲ .۳۰

روش یکم: ابتدا با توجه به نمودار، چگالی هر مایع را می‌یابیم:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \xrightarrow{m_A = 12g, V_A = 10cm^3} \rho_A = \frac{12}{10} = 1.2g/cm^3$$

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} \xrightarrow{m_B = 12g, V_B = 5cm^3} \rho_B = \frac{12}{5} = 2.4g/cm^3$$

اکنون با مخلوط کردن جرم مساوی از دو مایع خواهیم داشت:

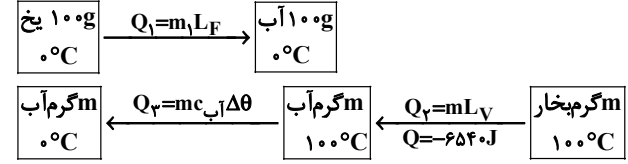
$$\rho = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \xrightarrow{m_A = m_B} \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} = \frac{2 \times 1 \times 2 \times 2 / 4}{1/2 + 2/4} = 1.6g/cm^3$$

روش دوم: با توجه به نمودار، چون برای جرم  $12g$ ، حجم هر دو مایع معلوم است، فرض می‌کنیم این مقدار از دو مایع را مخلوط کرده‌ایم و داریم:

گزینه ۲ ۳۴

برای آنکه تمام یخ ذوب شود، باید تمام بخار آب  $100^{\circ}\text{C}$  گرمای خود را از دست بدهد و به آب  $0^{\circ}\text{C}$  تبدیل شود. ضمناً، در حین این تبدیل  $6540\text{J}$  گرما تلف می‌شود. بنابراین با توجه به طرح‌واره‌های زیر داریم:



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q = 0$$

$$\Rightarrow m_1 L_F - m L_{V} - m c_{\text{پ}} \Delta\theta + Q = 0$$

$$\frac{c_{\text{پ}} = 4200\text{J/kg}\cdot\text{K}, K = 4/2\text{J/g}\cdot\text{K}, L_F = 336\text{J/g}, \Delta\theta = 100^{\circ}\text{C}}{m_1 = 100\text{g}, L_V = 2256\text{J/g}, Q = -6540\text{J}}$$

$$100 \times 336 - 2256m - m \times 4 / 2 \times 100 - 6540 = 0 \Rightarrow m = 15\text{g}$$

گزینه ۲ ۳۵

چون دمای گاز ثابت و فشار وارد بر گاز آرمانی زیر پیستون برابر  $P = P_0 + \frac{W}{A}$  است، به صورت زیر سطح قاعده پیستون را می‌یابیم:

$$T = \text{ثابت} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow \frac{V = Ah}{P = P_0 + \frac{W}{A}}$$

$$(P_0 + \frac{W_1}{A}) \times A \times h_1 = (P_0 + \frac{W_2}{A}) \times A \times h_2$$

$$\frac{W_1 = 40\text{N}, h_1 = 26\text{cm}, h_2 = 26 - 4 = 22\text{cm}}{W_2 = 40 + 80 = 120\text{N}, P_0 = 10^5\text{Pa}}$$

$$(10^5 + \frac{40}{A}) \times 26 = (10^5 + \frac{120}{A}) \times 22$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^5 = \frac{120 \times 22 - 26 \times 40}{A} \Rightarrow A = 40 \times 10^{-4} \text{m}^2 = 40\text{cm}^2$$

کنکور سراسری تجربی - اردیبهشت ۱۴۰۳

گزینه ۲ ۳۶

ابتدا با توجه به ثابت بودن سرعت جسم، مقدار آن را می‌یابیم:

$$v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{26 - 8 = 18\text{m}}{6\text{s}} = 3\text{m/s}$$

اکنون با استفاده از رابطه مکان-زمان در حرکت با سرعت ثابت، مکان اولیه را پیدا می‌کنیم:

$$x = vt + x_0 \xrightarrow{v=3\text{m/s}, t_1=6\text{s}} 18 = 3 \times 6 + x_0 \Rightarrow x_0 = -4\text{m}$$

در آخر معادله مکان - زمان برابر است با:

$$x = 3t - 4$$

گزینه ۴ ۳۷

چون در لحظه  $t = 3\text{s}$ ، شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان صفر می‌باشد، لذا، سرعت جسم در این لحظه صفر است. بنابراین ابتدا نمودار سرعت-زمان آن را رسم می‌کنیم:

اکنون از تشابه مثلث‌ها استفاده می‌کنیم. دقت کنید، چون مسافت طی شده مدنظر است، علامت مساحت‌ها را در نظر نمی‌گیریم.

$$\frac{S_1}{S_2} = (\frac{3}{1})^2 = 9 \Rightarrow S_1 = 9S_2$$

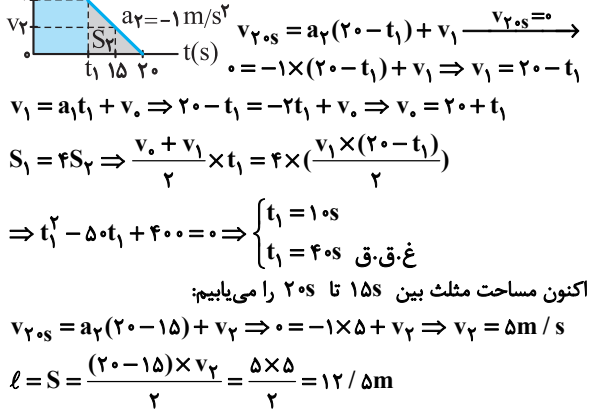
$$\frac{S_2 + S_3}{S_2} = (\frac{5}{1})^2 = 25 \Rightarrow S_3 = 24S_2$$

در این مرحله با داشتن مسافت‌های طی شده (مساحت‌های زیر نمودار سرعت-زمان) در هر قسمت، نسبت مسافت طی شده در چهار ثانیه اول به مسافت طی شده در چهار ثانیه دوم را حساب می‌کنیم:

$$\frac{l_{4s تا 0}}{l_{8s تا 4s}} = \frac{S_1 + S_2}{S_3} = \frac{9S_2 + S_2}{24S_2} = \frac{10}{24} = \frac{5}{12}$$

گزینه ۱ ۳۸

ابتدا نمودار سرعت - زمان خودرو را رسم می‌کنیم و مدت زمان  $t_1$  را می‌یابیم تا مشخص شود ۵ ثانیه پایانی مربوط به کدام مرحله از حرکت می‌باشد.

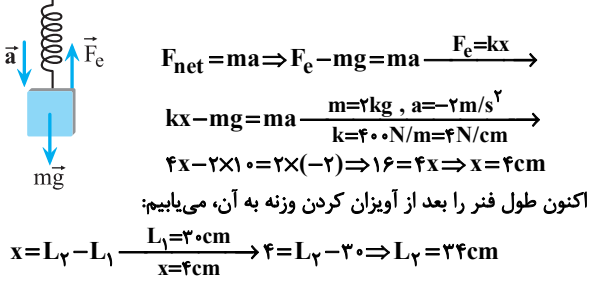


گزینه ۳ ۳۹

در بازه زمانی  $t'$  تا  $t'$ ، چون شیب خط مماس بر منحنی نمودار سرعت-زمان، که معرف شتاب است، منفی می‌باشد، لذا شتاب جسم در این بازه منفی است. از طرف دیگر، چون در این بازه زمانی، منحنی بالای محور زمان قرار دارد، سرعت جسم در این بازه مثبت خواهد بود.

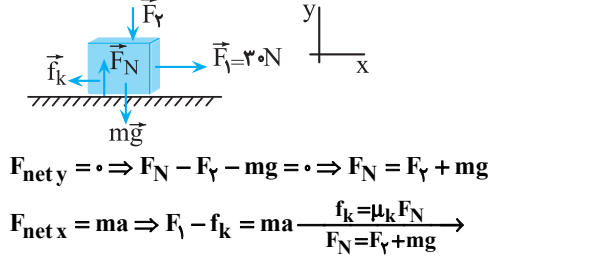
گزینه ۴ ۴۰

قانون دوم نیوتون را برای جسم می‌نویسیم و تغییر طول فنر را می‌یابیم. دقت کنید، چون جهت بالا را مثبت فرض می‌کنیم، شتاب که رو به پایین است، منفی می‌باشد.



گزینه ۲ ۴۱

با توجه به شکل و قانون دوم نیوتون، ابتدا ضریب اصطکاک جنبشی را می‌یابیم:



$$\Delta t = t_{\text{هوا}} - t_{\text{فلز}} = \frac{L}{v_2} - \frac{L}{v_1} = \frac{(v_1 - v_2)L}{v_1 v_2}$$

گزینه ۲

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: قانون بازتاب عمومی برای همه امواج برقرار است.

گزینه «۳»: برای اندازه‌گیری تندی شارش خون از امواج فراصوتی استفاده می‌شود.

گزینه «۴»: خفاش فورانی امواج فراصوتی از دهان خود گسیل می‌کند.

گزینه ۴

ابتدا تندی انتشار نور را در مایع به دست می‌آوریم. دقت کنید، بسامد نور در خلأ و مایع یکسان است.

$$v = \lambda f \quad \begin{matrix} f = 5 \times 10^{14} \text{ Hz} \\ \lambda = \frac{9}{20} \mu\text{m} = \frac{9}{20} \times 10^{-6} \text{ m} \end{matrix}$$

$$v = \frac{9}{20} \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{14} = \frac{9}{4} \times 10^8 \text{ m/s}$$

اکنون ضریب شکست مایع را می‌یابیم:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{\frac{9}{4} \times 10^8} = \frac{4}{3}$$

گزینه ۳

در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت پایه قرار دارد.

گزینه ۱

بلندترین طول موج مربوط به گذار از تراز  $n=5$  به تراز  $n=4$  و کوتاه‌ترین طول موج مربوط به گذار از تراز  $n=2$  به تراز  $n=1$  است. بنابراین داریم:

$$E = E_R \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \quad \begin{matrix} E_R = 13.6 \text{ eV}, n_{L1} = 4 \\ n_{U1} = 5 \end{matrix}$$

$$E_1 = 13.6 \times \left( \frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right) = 0.306 \text{ eV}$$

$$\frac{n_{L2}=1}{n_{U2}=2} \Rightarrow E_2 = 13.6 \times \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) = 10.2 \text{ eV}$$

اختلاف این دو انرژی برابر است با:

$$E_2 - E_1 = 10.2 - 0.306 = 9.894 \text{ eV} \quad e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$E_2 - E_1 = 9.894 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.58 \times 10^{-18} \text{ J}$$

گزینه ۳

با استفاده از معادله ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \quad \begin{matrix} \lambda = 1102 / \Delta n \text{ nm} \\ R = 0.1 \text{ nm}^{-1} \end{matrix}$$

$$\frac{1}{1102/5} = \frac{1}{100} \times \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right)$$

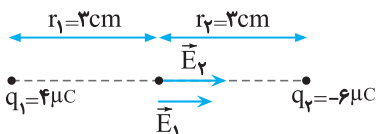
$$\Rightarrow \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} = \frac{100}{1102/5} = \frac{200}{1102} = \frac{40}{441} = \frac{1}{9} - \frac{1}{49} \Rightarrow \begin{cases} n' = 3 \\ n = 7 \end{cases}$$

بنابراین، طول موج مربوط به چهارمین خط رشته پاشن ( $n' = 3$ ) است.

گزینه ۴

با استفاده از رابطه بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک بار نقطه‌ای، داریم:

حالت اول:



$$F_1 - \mu_k (F_2 + mg) = ma \quad \begin{matrix} F_1 = 30 \text{ N}, F_2 = 10 \text{ N}, a = 2 \text{ m/s}^2 \\ m = 5 \text{ kg}, g = 10 \text{ m/s}^2 \end{matrix}$$

$$30 - \mu_k (10 + 5 \times 10) = 5 \times 2 \Rightarrow 60 \mu_k = 20 \Rightarrow \mu_k = \frac{1}{3}$$

اکنون اندازه نیروی  $\vec{F}_2$  را در حالت دوم به دست می‌آوریم:

$$F'_{\text{net } x} = ma' \Rightarrow F_1 - \mu_k (F'_2 + mg) = ma' \quad a' = -2 \text{ m/s}^2$$

$$30 - \frac{1}{3} \times (F'_2 + 5 \times 10) = 5 \times (-2) \Rightarrow F'_2 + 50 = 120$$

$$\Rightarrow F'_2 = 70 \text{ N}$$

بنابراین تغییر اندازه نیروی  $\vec{F}_2$  برابر است با:

$$\Delta F_2 = F'_2 - F_2 = 70 - 10 = 60 \text{ N}$$

گزینه ۳

با استفاده از رابطه  $F_{\text{av}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \Delta v}{\Delta t}$  بزرگی نیروی خالص متوسط را به دست می‌آوریم:

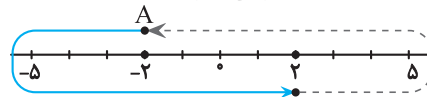
$$F_{\text{av}} = \frac{m \Delta v}{\Delta t} \quad \begin{matrix} v_2 = -36 \text{ km/h} = -10 \text{ m/s}, t = 0.5 \text{ s} \\ v_1 = 144 \text{ km/h} = 40 \text{ m/s}, m = 60 \text{ kg} \end{matrix}$$

$$F_{\text{av}} = \frac{m \Delta v}{\Delta t} = \frac{60 \times (-10 - 40)}{0.5} = -6000 \text{ N}$$

$$|F_{\text{av}}| = 6 \times 10^3 \text{ N}$$

گزینه ۲

مطابق شکل، ابتدا مسیر حرکت ذره را رسم می‌کنیم:

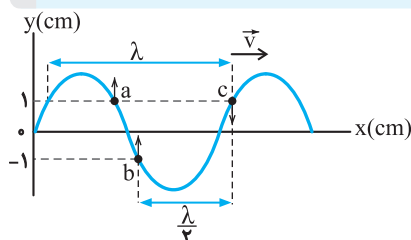


همان‌طور که از روی شکل مشخص است، مسیر A تا B، مشابه مسیر B تا A است. بنابراین داریم:

$$t_{A \rightarrow B} + t_{B \rightarrow A} = T \quad t_{B \rightarrow A} = t_{A \rightarrow B}$$

$$2t_{A \rightarrow B} = T \Rightarrow t_{A \rightarrow B} = \frac{T}{2}$$

گزینه ۱



با توجه به شکل، به بررسی هر یک از گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینه «۱» درست است. با توجه به اینکه فاصله دو ذره a و b از مرکز تعادل یکسان است، تندی آن‌ها نیز یکسان خواهد بود.

گزینه «۲» نادرست است. چون ذره a به سمت نقطه بازگشت حرکت می‌کند، تندی آن در حال کاهش است، لذا حرکت آن کندشونده خواهد بود. حرکت ذره c تندشونده است.

گزینه «۳» نادرست است. فاصله a و c کمتر از طول موج است.

گزینه «۴» نادرست است. فاصله b و c برابر نصف طول موج است.

گزینه ۳

با استفاده از رابطه  $t = \frac{\Delta x}{v}$ ، بازه زمانی بین شنیدن دو صدا را می‌یابیم. دقت کنید، چون تندی صوت در هوا کمتر از تندی صوت در فلز است، زمان رسیدن آن تا شنونده بیشتر است.

$$F_{\text{F}_4, \text{F}_4} = F_{\text{F}_4} + F_{\text{F}_4} = 2F_{\text{F}_4} = 2 \times \frac{qk}{a^2} = \frac{18k}{a^2}$$

$$F_{T, q_4} = \sqrt{(F_{\text{F}_4, \text{F}_4})^2 + F_{\text{F}_4}^2}$$

$$\Rightarrow F_{T, q_4} = \sqrt{\left(18 \frac{k}{a^2}\right)^2 + \left(9 \frac{k}{a^2}\right)^2} = 9\sqrt{5} \frac{k}{a^2}$$

در آخر نسبت دو نیرو برابر است با:

$$\frac{F_{T, q_1}}{F_{T, q_4}} = \frac{9\sqrt{2} \frac{k}{a^2}}{9\sqrt{5} \frac{k}{a^2}} = \sqrt{\frac{2}{5}}$$

جواب صحیح در گزینه‌ها نیست. احتمالاً هدف مدنظر طراح، گزینه «۲» بوده است.

### ۵۳. گزینه ۱

ابتدا ظرفیت خازن را در حالت دوم، به دست می‌آوریم:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad \begin{matrix} \text{ثابت: } C_2 \\ \text{ثابت: } C_1 \end{matrix} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\frac{d_2 = d_1 + \Delta d_1 = 1.5 \Delta d_1}{C_1 = 5 \mu\text{F}} \Rightarrow \frac{C_2}{5} = \frac{d_1}{1.5 \Delta d_1} \Rightarrow C_2 = \frac{10}{3} \mu\text{F}$$

چون خازن را از باتری جدا کرده‌ایم، بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند، بنابراین با توجه به رابطه انرژی خازن داریم:

$$\Delta U = U_2 - U_1 \xrightarrow[\text{ثابت: } Q]{U = \frac{Q^2}{2C}} \Delta U = \frac{1}{2} Q^2 \left( \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right)$$

$$\xrightarrow{Q = 200 \mu\text{C}} \Delta U = \frac{1}{2} \times 200^2 \times \left( \frac{1}{\frac{10}{3}} - \frac{1}{5} \right) = 2000 \mu\text{J} = 2 \text{mJ}$$

### ۵۴. گزینه ۱

ابتدا توان مصرفی بخاری برقی را به دست می‌آوریم:

$$P = VI \xrightarrow[\text{I} = 10 \text{A}]{V = 220 \text{V}} P = 220 \times 10 = 2200 \text{W} = 2.2 \text{kW}$$

اکنون میزان مصرف ماهانه را می‌یابیم:

$$U = Pt \xrightarrow[t = 3 \times 24 \times 30 \text{h}]{P = 2.2 \text{kW}} U = 2.2 \times 2160 = 4752 \text{kWh}$$

در نهایت هزینه مصرف شده در یک ماه را به دست می‌آوریم:  
(هزینه هر kWh) × (مقدار مصرف ماهانه kWh) = هزینه یک ماه

$$\xrightarrow{\text{تومان} = 5 \text{ هزینه هر kWh}} \text{تومان} = 33 \times 2160 = 71280 = 712.8 \text{ تومان}$$

### ۵۵. گزینه ۳

در مدار با مقاومت‌های متوالی، اختلاف پتانسیل دو سر مدار به‌طور مساوی بین دو مقاومت  $R_1$  و  $R_3$  تقسیم می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر هر کدام برابر  $\frac{\mathcal{E}}{2}$  خواهد بود. در مدار با مقاومت‌های موازی، چون هر دو مقاومت  $R_3$  و  $R_4$  به دو سر باتری آرمانی متصل هستند، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر  $\mathcal{E}$  خواهد بود. بنابراین برای مقایسه توان مصرفی مقاومت‌ها خواهیم داشت:

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{R_1 = R_3} \frac{P_3}{P_1} = \left( \frac{V_3}{V_1} \right)^2 = \left( \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}} \right)^2 = 4$$

بنابراین، توان مصرفی مقاومت‌های  $R_3$  یا  $R_4$  از توان مصرفی مقاومت‌های  $R_1$  یا  $R_2$  بیشتر است.

### ۵۶. گزینه ۲

ابتدا با نام‌گذاری نقاط هم‌پتانسیل، مدار را به صورت ساده رسم می‌کنیم:

$$\text{اند موازی: } 8\Omega, 24\Omega \Rightarrow R_1 = \frac{8 \times 24}{8 + 24} = 6\Omega$$

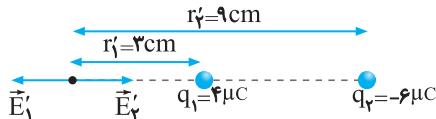
$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} \xrightarrow[|q_1| = 4\mu\text{C}]{r_1 = 3\text{cm}} E_1 = k \times \frac{4}{3^2} = \frac{4}{9} k$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} \xrightarrow[|q_2| = 6\mu\text{C}]{r_2 = 3\text{cm}} E_2 = k \times \frac{6}{3^2} = \frac{2}{3} k$$

چون دو میدان هم‌جهت‌اند، برابند آن‌ها برابر مجموع آن‌ها خواهد بود:

$$E_t = E_1 + E_2 = \frac{4}{9} k + \frac{2}{3} k = \frac{10}{9} k$$

حالت دوم:



$$E'_1 = E_1 = \frac{4}{9} k$$

$$E'_2 = k \frac{|q_2|}{r_2'^2} \xrightarrow[|q_2| = 6\mu\text{C}]{r_2' = 9\text{cm}} E'_2 = k \times \frac{6}{9^2} = \frac{2}{27} k$$

چون دو میدان الکتریکی در خلاف جهت هم هستند، بنابراین، برابند آن‌ها برابر است با:

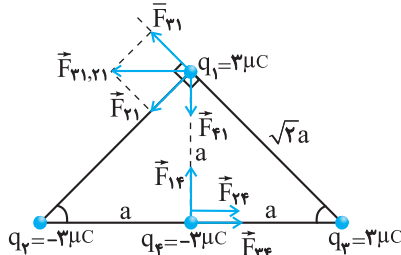
$$E'_t = E'_1 - E'_2 = \frac{4}{9} k - \frac{2}{27} k = \frac{10}{27} k$$

در آخر نسبت برابند میدان‌ها در دو نقطه برابر است با:

$$\frac{E_t}{E'_t} = \frac{\frac{10}{9} k}{\frac{10}{27} k} = \frac{27}{9} = 3$$

### ۵۷. گزینه -

با توجه به شکل، نیروی خالص وارد بر بارهای  $q_1$  و  $q_4$  را می‌یابیم:



بار  $q_1$ :

$$r_{21} = r_{31} = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2}a$$

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F_{21} = F_{31} = k \times \frac{3 \times 3}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{9}{2} \frac{k}{a^2}$$

$$F_{41} = k \times \frac{3 \times 3}{a^2} = 9 \frac{k}{a^2}$$

$$F_{21, 31} = \sqrt{F_{21}^2 + F_{31}^2} = \sqrt{2} F_{21} = \sqrt{2} \left( \frac{9}{2} \frac{k}{a^2} \right)$$

دو نیروی  $\vec{F}_{21}$  و  $\vec{F}_{31}$  بر هم عمودند و برابند آن‌ها بر نیروی  $\vec{F}_{41}$  عمود است. بنابراین، برای نیروی خالص وارد بر بار  $q_1$  خواهیم داشت:

$$F_{T, q_1} = \sqrt{F_{21, 31}^2 + F_{41}^2} = \sqrt{\left( \sqrt{2} \frac{9}{2} \frac{k}{a^2} \right)^2 + \left( 9 \frac{k}{a^2} \right)^2} = 9\sqrt{\frac{3}{2}} \frac{k}{a^2}$$

$$F_{34} = F_{44} = k \times \frac{3 \times 3}{a^2} = 9 \frac{k}{a^2} \quad \text{بار } q_4:$$

$$F_{14} = 9 \frac{k}{a^2}$$

دو نیروی  $\vec{F}_{14}$  و  $\vec{F}_{34}$  هم‌جهت‌اند، و برابند آن‌ها بر نیروی  $\vec{F}_{41}$  عمود است. بنابراین، برای نیروی خالص وارد بر بار  $q_4$  داریم:

گزینه ۳ ۵۹

ابتدا نسبت جرم موشک بعد از افزایش تندی به جرم اولیه آن را به دست می آوریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

$$\frac{K_2=K_1}{v_2=v_1+0/25v_1=1/25v_1} \Rightarrow \frac{K_1}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{1/25v_1}{v_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{1}{25}\right)^2 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \left(\frac{5}{1}\right)^2 = \frac{25}{1} = 25$$

اکنون درصد تغییرات جرم را می یابیم:

$$\text{درصد تغییرات جرم} = \left(\frac{m_2}{m_1} - 1\right) \times 100 = (25 - 1) \times 100 = 2400\%$$

گزینه ۲ ۶۰

اگر نیرو و جابه جایی برحسب بردارهای یکه  $\vec{i}$  و  $\vec{j}$  داده شود، به کمک رابطه زیر کار نیرو را به دست می آوریم:

$$W_F = F_x d_x + F_y d_y \quad \begin{matrix} F_x = 40 \text{ N}, F_y = 30 \text{ N} \\ d_x = 10 \text{ m}, d_y = 0 \end{matrix}$$

$$W_F = 40 \times 10 + 30 \times 0 = 400 \text{ J}$$

گزینه ۱ ۶۱

با ترکیب یکاهای فرعی و نوشتن کمیت های معلوم هر قسمت، کمیت فیزیکی مورد نظر را می یابیم:

$$\frac{\text{kg.m}^2}{\text{A.s}^2} = \frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2} \times \frac{\text{m}}{\text{A}} \quad \begin{matrix} \text{kg.m/s}^2 = [F] \\ \text{m} = [L], \text{A} = [I] \end{matrix}$$

$$\frac{\text{kg.m}^2}{\text{A.s}^2} = [F] \times \frac{[L]}{[I]} = [ILB] \times \frac{[L]}{[I]} = [BL^2]$$

$$[L^2] = \text{m}^2 = [A] \rightarrow \frac{\text{kg.m}^2}{\text{A.s}^2} = [BA] = [\Phi] = \text{Wb}$$

دقت کنید، علامت  $[ ]$  در فیزیک به معنای یکا است.

گزینه ۴ ۶۲

می دانیم میدان مغناطیسی در خارج از آهنربا از قطب N به سمت قطب S است. بنابراین، میدان مغناطیسی در محل سیم به سمت راست خواهد بود، لذا، با توجه به قاعده دست راست، نیروی وارد بر سیم حامل جریان، درون سو می باشد.

گزینه ۱ ۶۳

شکل داده شده، دماسنج کمینه- بیشینه را نشان می دهد.

گزینه ۳ ۶۴

با استفاده از رابطه میدان مغناطیسی در داخل سیمولوله داریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \quad \begin{matrix} \mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A}, N = 500 \\ I = 40 \text{ mA} = 0.04 \text{ A}, \ell = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m} \end{matrix}$$

$$B = \frac{12 \times 10^{-7} \times 500 \times 0.04}{0.1} = 24 \times 10^{-4} \text{ T} = 24 \text{ G}$$

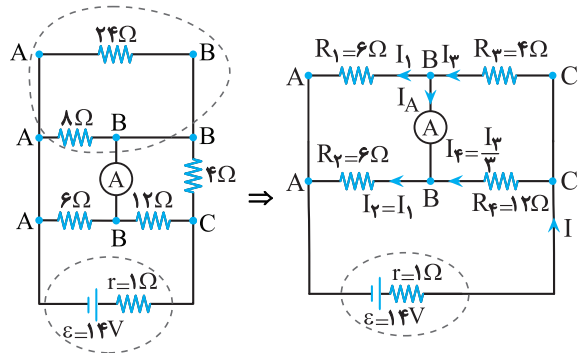
گزینه ۴ ۶۵

با توجه به طرح واره های زیر داریم:

$$-10^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1 = m_{\text{ب}} c_{\text{ب}} \Delta\theta_1} 0^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_2 = m_{\text{ب}} L_F}$$

$$0^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_3 = m_{\text{ب}} c_{\text{ب}} \Delta\theta_2} 15^\circ\text{C} \text{ آب}$$

$$10^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_4 = m_{\text{ب}} c_{\text{ب}} \Delta\theta_3} 60^\circ\text{C} \text{ آب}$$



برای یافتن جریان  $I_A$ ، باید جریان های  $I_1$  و  $I_3$  را به دست آوریم. به همین منظور، ابتدا جریان کل مدار را می یابیم.

با توجه به شکل، مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  با هم موازی و مقاومت  $R_3$  و  $R_4$  نیز با هم موازی هستند. بنابراین برای مقاومت معادل مدار خواهیم داشت:

$$R_{eq} = R_{1,2} + R_{3,4} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} + \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 6 \Omega$$

در نتیجه جریان کل مدار برابر خواهد بود با:

$$I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{14}{6 + 1} = 2 \text{ A}$$

چون دو مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  با هم برابرند، جریان مدار به طور مساوی بین

آن ها تقسیم می شود. در این حالت داریم:  $I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = 1 \text{ A}$

برای مقاومت  $R_3$  و  $R_4$ ، با توجه به یکسان بودن ولتاژ دو سر آن ها، به صورت زیر جریان گذرنده از هر کدام را به دست می آوریم:

$$V_3 = V_4 \Rightarrow I_3 R_3 = I_4 R_4 \Rightarrow I_3 \times 12 = I_4 \times 4 \Rightarrow I_4 = \frac{I_3}{3}$$

$$I = I_3 + I_4 = \frac{I_3}{3} + I_3 \Rightarrow 2 = \frac{4}{3} I_3 \Rightarrow I_3 = 1.5 \text{ A}, I_4 = 0.5 \text{ A}$$

در نهایت به صورت زیر مقدار  $I_A$  را به دست می آوریم:

$$I_3 = I_A + I_1 \Rightarrow 1.5 = I_A + 1 \Rightarrow I_A = 0.5 \text{ A}$$

گزینه ۴ ۵۷

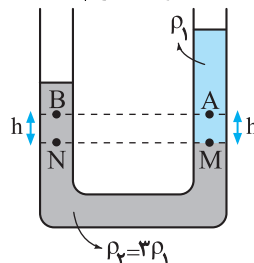
با استفاده از رابطه شار مغناطیسی داریم:

$$\Phi = BA \cos \theta \quad \begin{matrix} B = 40 \text{ G} = 40 \times 10^{-4} \text{ T}, \theta = 0 \\ A = 0.3^2 = 9 \times 10^{-2} \text{ m}^2, \cos 0 = 1 \end{matrix}$$

$$\Phi = 40 \times 10^{-4} \times 9 \times 10^{-2} \times 1 \times 1 = 3.6 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

گزینه ۱ ۵۸

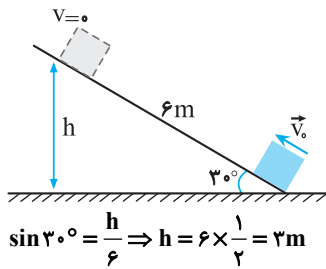
با توجه به شکل و یکسان بودن فشار در دو نقطه M و N داریم:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_1 gh = P_B + \rho_2 gh$$

$$\Rightarrow P_A - P_B = (\rho_2 - \rho_1) gh \quad \rho_2 = 3\rho_1$$

$$P_A - P_B = (3\rho_1 - \rho_1) gh = 2\rho_1 gh$$



$$\sin 30^\circ = \frac{h}{6} \Rightarrow h = 6 \times \frac{1}{2} = 3m$$

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{f_k} + W_{mg} = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2) \quad \frac{W_{mg} = -mgh}{v=0}$$

$$W_{f_k} - mgh = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2)$$

$$\Rightarrow W_{f_k} = mgh - \frac{1}{2}mv^2 \quad \frac{h=3m}{v_0=10m/s}$$

$$W_{f_k} = m \times 10 \times 3 - \frac{1}{2} \times m \times 100 = -20m$$

اکنون درصد اتلاف انرژی را پیدا می‌کنیم:

$$\text{درصد اتلاف انرژی} = \frac{|W_{f_k}|}{K_1} \times 100 = \frac{20m}{\frac{1}{2}mv_0^2} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد اتلاف انرژی} = \frac{20m}{\frac{1}{2}m \times 100} \times 100 = 40\%$$

#### ۷۲. گزینه ۴

موارد (ب) و (پ) درست‌اند.

الف) نادرست است. زیرا، جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده هسته اندکی کمتر است. به این اختلاف جرم، کاستی جرم هسته می‌گویند.

#### ۷۳. گزینه ۱

با توجه به معادله  $x = \frac{2}{3}t^2 - 6t + 15$ ، مکان اولیه متحرک  $x_0 = +15m$

با  $v_0 = -6m/s$  و  $\frac{1}{2}a = \frac{2}{3}$  است. بنابراین متحرک از مکان  $+15m$  با

تندی  $6m/s$  درخلاف جهت محور شروع به حرکت نموده است. چون  $av < 0$  است، حرکت متحرک شتاب‌دار کندشونده است، بنابراین، ابتدا لحظه تغییر جهت متحرک را می‌یابیم. چون در لحظه تغییر جهت  $v = 0$  است، داریم:

$$v = at + v_0 \quad \frac{1}{2}a = \frac{2}{3} \Rightarrow a = \frac{4}{3}m/s^2 \quad \frac{v=0, v_0=-6m/s}{\Rightarrow 0 = \frac{4}{3}t - 6}$$

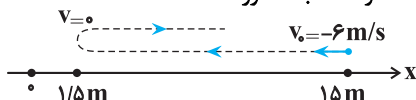
$$\Rightarrow t = \frac{9}{4}s$$

اکنون، مکانی را که جسم تغییر جهت می‌دهد، پیدا می‌کنیم:

$$x = \frac{2}{3}t^2 - 6t + 15 \quad \frac{t=9/4}{\Rightarrow}$$

$$x = \frac{2}{3} \times \frac{81}{16} - 6 \times \frac{9}{4} + 15 = 1/5m$$

با توجه به شکل زیر، متحرک از مکان  $x_0 = +15m$  درخلاف جهت محور حرکت می‌کند و در مکان  $x = 1/5m$  متوقف و تغییر جهت می‌دهد. بنابراین، کمترین فاصله متحرک تا مبدأ محور  $1/5m$  است.



روش دیگر: از رابطه  $t = \frac{-b}{2a}$  (رأس سهمی) لحظه تغییر جهت را می‌یابیم و

در معادله مکان - زمان متحرک قرار می‌دهیم.

$$Q_f = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\Rightarrow m_{آب} c_{آب} \Delta\theta_3 = m_{یخ} c_{یخ} \Delta\theta_1 + m_{یخ} L_F + m_{یخ} c_{یخ} \Delta\theta_2$$

$$\frac{c_{آب} = 2c_{یخ}, L_F = 336J/g = 160c_{یخ}, \Delta\theta_3 = 60 - 10 = 50^\circ C}{\Delta\theta_1 = -(-10) = 10^\circ C, \Delta\theta_2 = 15 - 0 = 15^\circ C}$$

$$m_{آب} \times 2c_{یخ} \times 50 = m_{یخ} (c_{یخ} \times 10 + 160c_{یخ} + 2c_{یخ} \times 15)$$

$$100m_{آب} = m_{یخ} \times 200 \Rightarrow m_{آب} = 2m_{یخ}$$

### کنکور سراسری ریاضی - تیر ۱۴۰۳

#### ۶۶. گزینه ۲

پرتوهای آلفا کمترین نفوذ را دارند و در ورقه نازک سربی با ضخامت حدود  $0.1mm$  متوقف می‌شوند. پرتوهای بتا تقریباً  $1mm$  در سرب نفوذ می‌کنند و پرتوهای گاما بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه سربی به ضخامت  $100mm$  عبور کنند.

بنابراین، به ترتیب ذرات آلفا، بتا و گاما قدرت نفوذ آن‌ها بیشتر می‌شود.

#### ۶۷. گزینه ۳

در شکل (الف)، تپ‌ها هنگام همپوشانی اثر یکدیگر را حذف می‌کنند، در نتیجه، تداخل آن‌ها ویرانگر است. در شکل (ب)، تپ‌ها هنگام همپوشانی تپ بزرگتری ایجاد می‌کنند، بنابراین، تداخل آن‌ها سازنده است. در ضمن، تپ‌ها پس از همپوشانی، بدون هرگونه تغییر شکلی در جهت حرکت اولیه، ادامه مسیر می‌دهند.

#### ۶۸. گزینه ۴

بنا به رابطه  $E = \frac{1}{2}kA^2$ ، چون دامنه نوسان (A) و ثابت فنر (k) ثابت‌اند، انرژی مکانیکی سامانه جرم - فنر نیز ثابت می‌ماند. یعنی  $E_2 = E_1$  است.

#### ۶۹. گزینه ۳

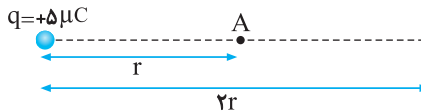
بررسی موارد نادرست:

(ب) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیه فرورسرخ قرار دارد.

(پ) تابش گرمایی، در هر دمایی رخ می‌دهد.

#### ۷۰. گزینه ۱

ابتدا با استفاده از رابطه  $E = \frac{F}{|q|}$ ، اندازه میدان الکتریکی بار  $q = +5\mu C$  را در فاصله  $r$  می‌یابیم:



$$E_A = \frac{F}{|q_A|} = \frac{F=6/4 \times 10^{-2} N}{|q_A|=4 \mu C=4 \times 10^{-6} C}$$

$$E_A = \frac{6/4 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-6}} = 16 \times 10^3 N/C$$

اکنون میدان الکتریکی در فاصله  $2r$  از بار  $q$  را پیدا می‌کنیم:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \quad |q|=ثابت \rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2$$

$$\frac{r_B=2r}{r_A=r} \rightarrow \frac{E_B}{16 \times 10^3} = \left(\frac{r}{2r}\right)^2 \Rightarrow E_B = 4 \times 10^3 N/C$$

#### ۷۱. گزینه ۲

ابتدا با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی، کار نیروی اصطکاک را می‌یابیم: