-۱۰۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا آهنگ خروج آب از استخر را برحسب $\frac{m^3}{s}$ می‌یابیم:

$$۰/۳\frac{gal}{min} = ۰/۳\frac{gal}{min} \times \frac{۴/۴L}{۱gal} \times \frac{۱m^3}{۱۰^3 L} \times \frac{۱min}{۶۰s}$$

$$= ۲۲ \times ۱۰^{-۶}\frac{m^3}{s}$$

حال آهنگ کاهش ارتفاع آب استخر برابر است با:

$$\text{آهنگ کاهش ارتفاع آب استخر} = \frac{\text{آهنگ کاهش حجم استخر}}{\text{مساحت قاعده استخر}}$$

$$= \frac{۲۲ \times ۱۰^{-۶}}{۱۰ \times ۴/۴} = ۵ \times ۱۰^{-۷}\frac{m}{s} \times \frac{۱۰^۲ cm}{۱m} = ۵ \times ۱۰^{-۵}\frac{cm}{s}$$

۱۰۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا باید ارتباط بین فوت مربع و اینچ مربع و نیز اینچ مربع و سانتی‌متر مربع را به دست آوریم:

$$۱\,ft = ۱۲\,in \Rightarrow ۱\,ft^۲ = ۱۴۴\,in^۲$$

$$۱\,in = ۲/۵\,cm \Rightarrow ۱\,in^۲ = ۶/۲۵\,cm^۲$$

$$۱۸\,mh = ۱۸\,mh \times \frac{۱۰^{-۳}\,h}{۱\,mh} \times \frac{۱۰^{۴}\,m^۲}{۱\,h} \times \frac{۱\,cm^۲}{۱۰^{-۴}\,m^۲}$$

$$\times \frac{۱\,in^۲}{۶/۲۵\,cm^۲} \times \frac{۱\,ft^۲}{۱۴۴\,in^۲} = ۲ \times ۱۰^{۳}\,ft^۲ = ۲۰۰۰\,ft^۲$$

۱۰۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق سازگاری یکاها می‌بایست یکای AB و $aB^۲$ یکسان و برابر متر باشد.

$$m = [a]\left[B^۲\right] \Rightarrow \left[B^۲\right] = \frac{m}{\frac{m}{s^۲}} = s^۲ \Rightarrow [B] = s$$

$$m = [A][B] \Rightarrow m = [A].s \Rightarrow [A] = \frac{m}{s}$$

۱۰۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد دورهایی که الکترون به دور هسته می‌چرخد را با استفاده از تناسب می‌یابیم:

$$\frac{۱ \;\|\; ۱/۵ \times ۱۰^{-۴}\,ps}{x \;\|\; ۳\,ms} \Rightarrow x = \frac{۳\,ms}{۱/۵ \times ۱۰^{-۴}\,ps}$$

$$= \frac{۳ \times ۱۰^{-۳}\,s}{۱/۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{-۱۲}\,s} = ۲ \times ۱۰^{۱۳}\ \text{دور}$$

حال مسافتی که الکترون در یک دور طی می‌کند را می‌یابیم:

$$d = ۲\pi r \approx ۲ \times ۳ \times ۰/۱ \times ۱۰^{-۹} = ۶ \times ۱۰^{-۱۰}\,m$$

بنابراین مسافت طی شده در طول این مدت برابر است با:

$$\text{مسافت کل} = \text{تعداد دور} \times \text{مسافت یک دور} \approx ۲ \times ۱۰^{۱۳} \times ۶ \times ۱۰^{-۱۰}$$

$$= ۱۲ \times ۱۰^{۳}\,m = ۱۲\,km$$

۱۰۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دقت داشته باشید هر کرهٔ زمینی که بین زمین و این سیاره قرار می‌دهیم، طولی به اندازهٔ قطر کرهٔ زمین را اشغال می‌کند که معادل $۲ \times ۶/۴ \times ۱۰^{۶}\,m = ۱۲/۸ \times ۱۰^{۶}\,m$ است.

$$۱۶\,Ly = ۱۶\,Ly \times \frac{۹ \times ۱۰^{۱۵}\,m}{۱\,Ly} \times \frac{\text{کره زمین}\ ۱}{۱۲/۸ \times ۱۰^{۶}\,m} = ۱۱/۲۵ \times ۱۰^{۹}\ \text{کرهٔ زمین}$$

یعنی یازده میلیارد و دویست و پنجاه میلیونکرهٔ زمین لازم است تا این فاصله پُر شود!

۱۰۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کمینهٔ درجه‌بندی این دماسنج $1^\circ C$ است. با توجه به این‌که در وسیله‌های مدرج خطا برابر $\pm\frac{۱}{۲}$ کمینهٔ درجه‌بندی است پس خطای این دماسنج $\pm ۰/۵^\circ C$ است.

از طرفی چون دماسنج تا $1^\circ C$ می تواند دما را اندازه بگیرد، پس مرتبهٔ رقم حدسی آن نیز از مرتبهٔ خطای وسیله است و یک رقم بعد از اعشار را می‌توان حدس زد. پس گزینهٔ «۲» صحیح است.

۱۰۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش برابر با $۰/۲\,mm$ است. بنابراین خطای اندازه‌گیری توسط خط‌کش برابر $\pm\frac{۰/۲\,mm}{۲} = \pm ۰/۱\,mm$ است. (علت نادرستی گزینه‌های «۱» و «۴») از طرفی از آن‌جا که کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش ۰/۲ میلی‌متر است، بنابراین رقم ۳ غیرقطعی است و نتیجهٔ اندازه‌گیری نمی تواند شامل بیش از یک رقم غیرقطعی باشد. (نادرستی گزینهٔ «۲»)

۱۰۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\text{کمینهٔ درجه‌بندی} = \text{دقت خط‌کش} = ۰/۵\,cm$$

$$\Rightarrow \text{خطا} = \pm\frac{\text{دقت}}{۲} = \pm ۰/۲۵\,cm \Rightarrow \text{خطای وسیله} = \pm ۰/۳\,cm$$

رقم حدسی و غیرقطعی

$(۴/۵ \pm ۰/۳)\,cm$ گزارش اندازه گیری

دو رقم بامعنا — خطای اندازه گیری

۱۰۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در وسایل مدرج، خطا معادل با $\pm\frac{۱}{۲}$ کمینهٔ مقیاس‌بندی وسیله است و چون خطای این وسیله $\pm ۰/۱\,cm$ است، پس کوچک‌ترین مقیاس‌بندی وسیله باید $۰/۲\,cm$ باشد. بنابراین گزینه‌های «۲» یا «۴» می‌توانند جواب باشند، از طرفی چون رقم غیرقطعی اندازه‌گیری را ۸ ثبت کرده‌ایم پس انتهای جسم می‌تواند در نقطه‌ای بین $۱/۸\,cm$ تا $۲\,cm$ قرار گیرد.

۱۱۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. توجه کنید که تندی‌سنجی که بیش‌ترین دقت را دارد، دارای کم‌ترنی قدرمطلق خطا بوده و برعکس، تندی‌سنجی که کم‌ترین دقت را دارد، دارای بیش‌ترین قدرمطلق خطا است و در وسایل رقمی (دیجیتال) خطا و دقت برابر یک واحد از آخرین رقمی می‌باشد که وسیله اندازه می‌گیرد.

	A	B	C
دقت اندازه‌گیری:	۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۰۱
خطای اندازه‌گیری:	$\pm$۰/۰۱	$\pm$ ۰/۱	$\pm$ ۰/۰۰۱

۱۱۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای MPH داریم:

کمینهٔ درجه‌بندی برابر ۵ می باشد که خطای آن، $\pm\frac{۱}{۲}\times ۵ = \pm ۲/۵$ یعنی ± ۳ می‌باشد. از طرفی عقربه از روی ۳۰ عبور کرده پس گزینه‌های «۱» و «۲» غلط می‌باشند و $۳۲\,\text{MPH}\pm ۳\,\text{MPH}$ صحیح می‌باشد.

برای $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ داریم:

کمینهٔ درجه‌بندی برابر ۱۰ می‌باشد که خطای آن، $\pm\frac{۱}{۲}\times ۱۰$ یعنی ± ۵ می‌باشد. از طرفی عقربه از روی ۵۰ عبور کرده پس گزینهٔ «۳» غلط و $۵۱\frac{\text{km}}{\text{h}}\pm ۵\frac{\text{km}}{\text{h}}$ صحیح می‌باشد.

۱۱۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. از آن‌جا که فاصلهٔ یک سانتی‌متری خطکش به ده قسمت مساوی تقسیم شده پس کمینهٔ تقسیم‌بندی مقیاس این خطکش $۰/۱\,\text{cm}$ است و چون کمینهٔ تقسیم‌بندی مقیاس خطکش دوم ۵ برابرکمینهٔ تقسیم‌بندی مقیاس خطکش اول است، بنابراین این مقدار برای خطکش دوم معادل $۰/۱ \times ۵ = ۰/۵\,\text{cm}$ می‌باشد و در نتیجه داریم:

$$\text{خطای اندازه گیری} = \pm\frac{۱}{۲}(\text{کمینه تقسیم بندی مقیاس})$$

$$= \pm\frac{۱}{۲}(۰/۵\,\text{cm}) = \pm ۰/۲۵\,\text{cm}$$

اما عدد گزارش شده با خطکش جدید، با توجه به درجه‌بندی روی آن با رقم حدسی مربوطه باید در صورت ۱۸/۴ باشد (چون عدد گزارش شدهٔ اولیه کم‌تر از $۱۸/۵\,\text{cm}$ است پس ۱۸/۶ نمی‌تواند طول جسم باشد) و چون ارقام اعشار عدد گزارش شده و خطای اندازه‌گیری متفاوت است، خطا را گرد کرده و به‌صورت $\pm ۰/۳\,\text{cm}$ می‌نویسیم. پس نتیجهٔ اندازه‌گیری به‌صورت $۱۸/۴\,\text{cm}\pm ۰/۳\,\text{cm}$ است.

۱۱۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$۲/۴۳\,\text{pm} = ۲/۴۳\,\text{pm}\times\frac{۱۰^{-۱۲}\,\text{m}}{۱\,\text{pm}}\times\frac{۱۰^{۳}\,\text{mm}}{۱\,\text{m}}$$

$$= ۲/۴۳\times ۱۰^{-۱۲}\times ۱۰^{۳}\,\text{mm} = ۲/۴۳\times ۱۰^{-۹}\,\text{mm} = ۲۴/۳\times ۱۰^{-۱۰}\,\text{mm}$$

۱۱۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$\frac{۱\ \text{مثقال}}{۴/۸۶\,\text{g}} = ۱ \quad , \quad \frac{۲۴\ \text{نخود}}{۱\ \text{مثقال}} = ۱$$

$$۹/۷۲\,\text{g} = ۹/۷۲\,\text{g}\times\frac{۱\ \text{مثقال}}{۴/۸۶\,\text{g}}\times\frac{۲۴\ \text{نخود}}{۱\ \text{مثقال}} = ۴۸\ \text{نخود}$$

۱۱۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. یک «میکرون» معادل یک میکرومتر $(۱\,\mu\text{m})$ است که برابر با $۱۰^{-۶}\,\text{m}$ است.

۱۱۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با بررسی تک‌تک گزینه‌ها داریم:

گزینهٔ «۱»:
$$\text{نیرو} \times \text{فشار} = \text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}^{۲}} \times \frac{\text{kg}}{\text{m}.\text{s}^{۲}} = \frac{\text{kg}^{۲}}{\text{s}^{۴}} = \frac{(\text{جرم})^{۲}}{(\text{زمان})^{۴}}$$

گزینهٔ «۲»:
$$\frac{\text{نیرو}}{\text{انرژی}} \equiv \frac{\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}^{۲}}}{\text{kg}\frac{\text{m}^{۲}}{\text{s}^{۲}}} = \frac{۱}{\text{m}} \equiv (\text{طول})^{-۱}$$

گزینهٔ «۳»:
$$\text{فشار} \times \text{سرعت} \equiv \frac{\text{kg}}{\text{m}.\text{s}^{۲}} \times \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^{۳}} \equiv \frac{\text{جرم}}{(\text{زمان})^{۳}}$$

گزینهٔ «۴»:
$$\frac{\text{نیرو}}{\text{شتاب}} \equiv \frac{\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}^{۲}}}{\frac{\text{m}}{\text{s}^{۲}}} = \text{kg} = \text{جرم}$$

۱۱۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کافی است از تبدیل زنجیره‌ای استفاده کنیم:

$$۲/۵ \times ۱۰^{۳}\,\text{nmi}$$
$$= ۲/۵ \times ۱۰^{۳}\,\text{nmi} \times \frac{۱۰^{-۹}\,\text{mi}}{۱\,\text{nmi}} \times \frac{۱۶ \times ۱۰^{۲}\,\text{m}}{۱\,\text{mi}} \times \frac{۱\,\text{Mm}}{۱۰^{۶}\,\text{m}}$$
$$= ۴۰ \times ۱۰^{-۱۰}\,\text{Mm}$$

که به‌صورت نمادگذاری علمی، به فرم $۴/۰ \times ۱۰^{-۹}\,\text{Mm}$ خواهد شد.

۱۱۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا $۳/۶\frac{\text{g}}{\text{L}}$ را برحسب $\frac{\text{kg}}{\text{m}^{۳}}$ و سپس برحسب $\frac{\text{g}}{\text{mm}^{۳}}$ می‌یابیم:

$$۳/۶\frac{\text{g}}{\text{L}} = ۳/۶\frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{۱۰^{-۳}\,\text{kg}}{۱\,\text{g}} \times \frac{۱۰^{۳}\,\text{L}}{۱\,\text{m}^{۳}}$$
$$= ۳/۶ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{۳}\frac{\text{kg}}{\text{m}^{۳}} = ۳/۶\frac{\text{kg}}{\text{m}^{۳}}$$
$$۳/۶\frac{\text{g}}{\text{L}} = ۳/۶\frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{۱\,\text{L}}{۱۰^{-۳}\,\text{m}^{۳}} \times \frac{۱\,\text{m}^{۳}}{۱۰^{۹}\,\text{mm}^{۳}}$$
$$= ۳/۶ \times ۱۰^{+۳} \times ۱۰^{-۹}\frac{\text{g}}{\text{mm}^{۳}} = ۳/۶ \times ۱۰^{-۶}\frac{\text{g}}{\text{mm}^{۳}}$$

۱۱۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای تبدیل به SI، میلی‌ژول باید به ژول، هکتو ثانیه به ثانیه و میکرومتر مربع باید به متر مربع تبدیل شود. بنابراین:

$$۲/۴ \times ۱۰^{-۱۸} \frac{mJ}{hs.\mu m^{۲}}$$

$$= ۲/۴ \times ۱۰^{-۱۸} \frac{mJ}{hs.\mu m^{۲}} \times \frac{۱۰^{-۳} J}{۱ mJ} \times \frac{۱ hs}{۱۰^{۲} s} \times \frac{۱ \mu m}{\left(۱۰^{-۶}\right)^{۲} m^{۲}}$$

$$= ۲/۴ \times ۱۰^{-۱۱} \frac{J}{s.m^{۲}}$$

۱۲۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. شعاع اتم هیدروژن برابر $۰/۵ \times ۱۰^{-۱۰}$ متر بوده و طبق رابطهٔ حجم کره می‌توان نوشت:

$$V = \frac{۴}{۳}\pi R^{۳} = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times \left(۰/۵ \times ۱۰^{-۱۰} m\right)^{۳}$$

$$= ۴ \times ۱۲۵ \times ۱۰^{-۳۳} m^{۳} = ۵ \times ۱۰^{-۳۱} m^{۳}$$

اکنون حجم را برحسب میکرومتر مکعب به‌دست می‌آوریم:

$$V = ۵ \times ۱۰^{-۳۱} m^{۳} \times \frac{۱ \mu m^{۳}}{۱۰^{-۱۸} m^{۳}} \Rightarrow V = ۵ \times ۱۰^{-۱۳} \mu m^{۳}$$

$$\xrightarrow{\text{به صورت نمادگذاری علمی}} V = ۵ \times ۱۰^{-۱۳} \mu m^{۳}$$

۱۲۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$۱ \text{ کرهٔ دریایی} = ۰/۵ \frac{m}{s} \times \frac{۱ km}{۱۰^{۳} m} \times \frac{۳۶۰۰ s}{۱ h} = ۱/۸ \frac{km}{h}$$

۱۲۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به بررسی تک‌تک گزینه‌ها می‌پردازیم. برای مقایسه لازم است ابتدا یکاهای طرفین هر یک از نامساوی‌ها را یکسان کنیم و سپس عددها را مقایسه کنیم.

$$\text{«۱»}: ۱۰۰\frac{cm^۳}{s} = ۱۰۰ \times \left(۱cm \times \frac{۱۰^{-۲}m}{۱cm}\right)^۳ \times \left(\frac{۱}{s} \times \frac{۶۰s}{۱min}\right)$$

$$= ۱۰^۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۶۰\frac{m^۳}{min} = ۶ \times ۱۰^{-۳}\frac{m^۳}{min}$$

$$\Rightarrow ۰/۰۰۶\frac{m^۳}{min} < ۰/۳۶\frac{m^۳}{min}$$

$$\text{«۲»}: ۱۰\frac{km}{h} = ۱۰\frac{km}{h} \times \frac{۱۰^۳m}{۱km} \times \frac{۱۰^۲cm}{۱cm} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s}$$

$$= \frac{۱۰^۶}{۳۶۰۰}\frac{cm}{s} = \frac{۱۰^۴}{۳۶}\frac{cm}{s} = \frac{۲۵۰۰}{۹}\frac{cm}{s}$$

$$\Rightarrow \frac{۲۵۰۰}{۹}\frac{cm}{s} < ۴۰۰\frac{cm}{s}$$

$$\text{«۳»}: ۵۰\frac{N}{g} = ۵۰\frac{N}{g} \times \frac{۱۰^۳g}{۱kg} = ۵۰ \times ۱۰^۳\frac{N}{۱kg} = ۵۰ \times ۱۰^۳\frac{m}{s^۲}$$

$$= ۵۰ \times ۱۰^۳\frac{m}{s^۲} \times \left(\frac{۱s}{۱۰^۳ms}\right)^۲$$

$$= ۵۰ \times ۱۰^۳ \times ۱۰^{-۶}\frac{m}{(ms)^۲} = ۰/۰۵\frac{m}{(ms)^۲} < ۱\frac{m}{(ms)^۲}$$

$$\text{«۴»}: ۱\frac{g}{L} = ۱\frac{g}{L} \times \frac{۱kg}{۱۰^۳g} \times \frac{۱L}{۱۰^۳cm^۳} = ۱۰^{-۶}\frac{kg}{cm^۳} < ۱\frac{kg}{cm^۳}$$

۱۲۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون جهت حرکت متحرک ثابت است، با توجه به رابطهٔ شتاب متوسط اگر تندی جسم افزایش یابد، شتاب در جهت سرعت است و اگر تندی جسم کاهش یابد شتاب درخلاف جهت سرعت متحرک است. در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، تندی جسم افزایش یافته، بنابراین شتاب هم‌جهت با سرعت (به سمت راست) و در بازهٔ زمانی $t_۳$ تا $t_۴$ تندی متحرک کاهش یافته، پس شتاب در خلاف جهت سرعت (به سمت چپ) است.

۱۲۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق نمودار داریم:

$$a_t = ۱۰s = \frac{۱۶ - ۰}{۱۰ - ۶} = ۴\frac{m}{s^۲}$$

$$(a_{av})_{۵s - ۱۲s} = \frac{v_t = ۱۲s - v_t = ۵s}{۱۲ - ۵} = \frac{v_t = ۱۲s - ۸}{۷}$$

$$a_t = ۱۰s = (a_{av})_{۵s - ۱۲s} = ۴\frac{m}{s^۲} \longrightarrow ۴ = \frac{v_t = ۱۲s - ۸}{۷} \Rightarrow v_t = ۱۲s = ۳۶\frac{m}{s}$$

دو ثانیهٔ ششم یعنی بازهٔ زمانی بین لحظات $t_۱ = ۱۰s$ تا $t_۲ = ۱۲s$:

$$(a_{av})_{۱۰s - ۱۲s} = \frac{۳۶ - ۱۶}{۱۲ - ۱۰} = ۱۰\frac{m}{s^۲}$$

۱۲۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر نمودار سرعت - زمان متحرک باشد، در بازهٔ صفر تا $t_۱$ و $t_۲$ تا $t_۳$ حرکت با سرعت ثابت و در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت با شتاب ثابت و تندشونده و در بازهٔ زمانی $t_۳$ تا $t_۴$ حرکت با شتاب ثابت و کندشونده و در کل بازهٔ زمانی $t_۰$ تا $t_۴$ حرکت در جهت محور x بوده است.

اگر نمودار مکان - زمان متحرک، باشد در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$ و $t_۲$ تا $t_۳$ متحرک ساکن بوده و در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت با سرعت ثابت و در جهت محور x و در بازهٔ زمانی $t_۳$ تا $t_۴$ حرکت با سرعت ثابت و در خلاف جهت محور x است.