

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

بخش اول: مدل‌سازی – اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

فیزیک، دانش بنیادی

- فیزیک علمی تجربی است.
- فیزیک از دانش‌های بنیادی است.
- فیزیک شالوده‌ی تمامی علوم مهندسی و فناوری‌هاست.
- فیزیک به طور مستقیم و غیرمستقیم در زندگی روزمره‌ی ما حضور دارد.
- برای بررسی پدیده‌ها اغلب از قانون، مدل و نظریه‌ی فیزیکی استفاده می‌شود.

پرسش: آیا مدل‌ها، قانون‌ها و نظریه‌های فیزیکی همواره معتبر هستند؟

پاسخ: خیر، مدل‌های فیزیکی می‌توانند دستخوش تغییر شوند. سیر تحول نظریه‌های فیزیکی در مورد اتم، نمونه‌ی خوبی از تحول یک مدل فیزیکی است.

مدل دالتون (توپ بیلیارد، ۱۸۰۷) ← مدل تامسون (کیک کشمش، ۱۹۰۳) ← مدل رادرفورد (مدل هسته‌ای، ۱۹۱۱) ← مدل بور (مدل سیاره‌ای، ۱۹۱۳) ← مدل شرودینگر (مدل ابر الکترونی، ۱۹۲۶)

عامل اصلی پیشبرد و تکامل علم فیزیک، تفکر نقاد و اندیشه‌ورزی فعال فیزیکدان‌ها در مورد پدیده‌هاست.

مدل‌سازی در فیزیک

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

- چند نمونه ساده‌سازی: صرف نظر کردن از مقاومت هوا، اصطکاک، ابعاد جسم و ذره‌ای بررسی کردن اجسام بزرگ.
- در بررسی سقوط یک جسم مانند یک قطعه سنگ بزرگ از مقاومت هوا، اندازه یا شکل جسم صرف نظر کرده و قطعه سنگ را به صورت یک ذره فرض می‌کنیم. اما دقت کنید که نمی‌توان از گرانش زمین صرف نظر کرد، زیرا در این صورت دلیلی برای حرکت قطعه سنگ رو به پایین وجود ندارد.
- هنگام مدل‌سازی یک پدیده‌ی فیزیکی باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم و فقط اثرهای مهم و تعیین کننده را در محاسبات دخالت دهیم.
- نمونه‌ی دیگر مدل‌سازی در بررسی پدیده‌های نوری به کار می‌رود و پرتوهای نور را بر خط راست مانند یک خط که در هندسه به کار می‌رود، بررسی می‌کند و پرتوهایی که از خورشید به زمین می‌رسد را با آن که از یک مکان شروع می‌شوند موازی فرض می‌کنند.

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

هدف فیزیک بررسی پدیده‌های فیزیکی است و اساس این بررسی و شناخت، اندازه‌گیری می‌باشد.

تعریف کمیت فیزیکی: در فیزیک هر چیزی را که بتوان اندازه‌گیری کرد، مانند طول، جرم، تندی و ... کمیت فیزیکی می‌نامند.

در بیان اندازه‌گیری یک کمیت به طور معمول از عدد و یکای مناسب استفاده می‌شود.

کمیت‌های فیزیکی دو نوع هستند:

- ۱) کمیت عددی یا نرده‌ای (اسکالر): این کمیت‌ها تنها دارای اندازه و یکا هستند، مانند جرم، زمان و ...
- ۲) کمیت برداری: این کمیت‌ها افزون بر اندازه و یکا، دارای جهت هستند. مانند جابه‌جایی، نیرو، شتاب، سرعت متوسط و ...

۱- در تعریف دقیق کمیت برداری باید بیان شود «کمیت برداری کمیتی است که دارای اندازه، یکا و جهت بوده و از قاعده‌ی جمع برداری نیز پیروی می‌کند».

اندازه‌گیری و دستگاه بین المللی یکاها

- برای اندازه‌گیری نیاز به یکای مناسب است. ویژگی یکای مناسب آن است که تغییر نکند و قابلیت باز تولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد.
- دستگاه یکاهای مورد استفاده متریک است که امروزه به آن دستگاه بین المللی یکاها (SI) گویند.
- در فیزیک هفت کمیت (در سال ۱۹۷۱) به عنوان کمیت اصلی انتخاب شده‌اند. هفت کمیت اصلی و یکاهای آن‌ها (یکاهای اصلی) در جدول زیر نشان داده شده‌اند.

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

برای بیان یکای کمیت‌های دیگر که به آن‌ها کمیت فرعی می‌گویند، از روابط بین این کمیت‌ها و کمیت‌های اصلی استفاده می‌شود.

تعریف متر، یکای طول

- یک ده میلیونیم فاصله‌ی استوا تا قطب شمال
- فاصله‌ی میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم در دمای $^{\circ}\text{C}$.
- مسافتی که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ می‌پیماید.^۱

یکاهای دیگر اندازه‌گیری طول

یکای نجومی (AU): برابر میانگین فاصله‌ی زمین تا خورشید ($1 \text{ AU} \approx 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$)
 سال نوری (ly): مسافتی که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید ($1 \text{ ly} = 9 \times 10^{15} \text{ m}$)
 $1 \text{ ly} = 3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 3600 = 9.46 \times 10^{15} \text{ m} \approx 9 \times 10^{15} \text{ m}$

مسئله ۱ قطر کره‌ی زمین 1.2×10^7 متر است. قطر کره‌ی زمین را بر حسب یکای نجومی و سال نوری به دست آورید.
 (تندی نور: $3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

راه حل:

$$1.2 \times 10^7 \text{ m} = 1.2 \times 10^7 \text{ m} \times \frac{1 \text{ AU}}{1.5 \times 10^{11} \text{ m}} = 8 \times 10^{-5} \text{ AU}$$

$$1.2 \times 10^7 \text{ m} = 1.2 \times 10^7 \text{ m} \times \frac{1 \text{ ly}}{9 \times 10^{15} \text{ m}} = 1.3 \times 10^{-9} \text{ ly}$$

تعریف کیلوگرم، یکای جرم

یک کیلوگرم برابر جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم است که به عنوان نمونه در موزه‌ی سور در داخل دو حباب شیشه‌ای قرار دارد.

۱- نیازی به حفظ کردن این تعریف تخصصی نیست.

تعریف ثانیه، یکای زمان

- یک ثانیه برابر $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی است.
- یک روز خورشیدی: زمان بین ظاهر شدن‌های متوالی خورشید در بالاترین نقطه‌ی آسمان در هر روز است.
- مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را بازه‌ی زمانی آن رویداد می‌گویند.

تبدیل یکاها

- در تبدیل یکاها از یک عامل تبدیل (نسبتی از یکاها که برابر عدد یک است) استفاده می‌شود.
- عامل تبدیل دقیقه به ثانیه به شکل $\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1$ و عامل تبدیل کیلومتر به متر به شکل $\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 1$ است.
- در تبدیل یکاها از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌شود.

مسئله ۲) تندی یک متحرک ۲۰ متر بر ثانیه است. تندی آن چند کیلومتر بر ساعت است؟

راه‌حل: به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای و ضرب عامل تبدیل، مسأله را حل می‌کنیم:

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

عامل تبدیل عامل تبدیل

تعریف آهنگ: در فیزیک تغییرات هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم.

تست ۱: تماشاگران یک بازی فوتبال با آهنگ ۵۰ نفر در دقیقه از هر کدام از درهای خروجی یک ورزشگاه خارج می‌شوند. اگر ورزشگاه ۱۰ در خروجی داشته باشد، حساب کنید در یک بازی که ۱۰۰۰۰۰ نفر تماشاگر دارد چند دقیقه طول می‌کشد که تمام تماشاگران از ورزشگاه خارج شوند؟

(۱) ۶۰ دقیقه (۲) ۱۲۰ دقیقه (۳) ۱۸۰ دقیقه (۴) ۲۰۰ دقیقه

پاسخ: با توجه به تعداد درها و آهنگ خروج تماشاگر، در هر یک دقیقه $(\frac{\text{م}}{\text{دقیقه}}) = 50 \times 10 = 500$ نفر از ورزشگاه خارج می‌شوند.

$$500 = \frac{\text{تعداد تماشاگران}}{\text{زمان کل خروج}} = \frac{100000}{t} \Rightarrow t = 200 \text{ دقیقه}$$

بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

سازگاری یکاها

در کاربرد روابط و معادله‌ها باید یکای کمیت‌های فیزیکی در این روابط و معادله‌ها سازگار باشد. به مسأله‌ی زیر توجه کنید:

مسئله ۳) تندی جسمی در مدت ۰/۵ دقیقه از $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ به $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ می‌رسد. شتاب متوسط آن در SI را حساب کنید.

راه‌حل: در SI یکای زمان ثانیه (s) و یکای طول متر (m) است. بنابراین باید تندیه‌ها را به متر بر ثانیه $(\frac{\text{m}}{\text{s}})$ و دقیقه

را به ثانیه تبدیل کنیم تا شتاب متوسط در SI و بر حسب متر بر مجذور ثانیه $(\frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ به دست آید:

$$54 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad 0/5 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 30 \text{ s}$$

$$\text{شتاب} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{زمان}} = \frac{30 - 15}{30} = 0/5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

بنابراین هر کمیت را با هر یکای دلخواه نمی‌توان در معادله‌های فیزیکی قرار داد و باید بین یکاها سازگاری برقرار باشد.

تست ۲: واحد فشار در SI پاسکال است. این واحد بر حسب یکاهای اصلی کدام است؟

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{N}}{\text{m}} \quad (۴)$$

$$\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad (۳)$$

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

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

پاسخ: با توجه به فرمول فشار و سازگاری یکاها خواهیم داشت:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow \text{پاسکال} = \frac{\text{نیوتن}}{\text{متر مربع}}$$

و با توجه به فرمول $F = ma$ داریم:

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

در این صورت:

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

بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

– کمیت‌های یکسان را می‌توان با هم جمع یا تفریق کرد. البته باید دارای یکای یکسانی نیز باشند.

پیشوندهای SI

برای بیان اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ‌تر یا بسیار کوچک‌تر از یکاهای اصلی از پیشوندها استفاده می‌کنیم. هر پیشوند توان معینی از 10 را نشان می‌دهد که به صورت یک عامل ضرب به کار می‌رود. به طور مثال یک میکروگرم یعنی 10^{-6} گرم.

پیشوندهای یکاهای SI					
ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
10^{24}	یوتا	Y	10^{-24}	یوکتو	y
10^{21}	زتا	Z	10^{-21}	زپتو	z
10^{18}	اِگزا	E	10^{-18}	آتو	a
10^{15}	پتا	P	10^{-15}	فمتو	f
10^{12}	ترا	T	10^{-12}	پیکو	p
10^9	گیگا (جیگا)	G	10^{-9}	نانو	n
10^6	مگا	M	10^{-6}	میکرو	μ
10^3	کیلو	k	10^{-3}	میلی	m
10^2	هکتو	h	10^{-2}	سانتی	c
10^1	دکا	da	10^{-1}	دسی	d

پیشوندهایی که کاربرد بیش‌تری دارند و بهتر است آن‌ها را به خاطر بسپارید، رنگی شده‌اند.

نمادگذاری علمی

برای نمایش اعداد خیلی بزرگ و یا اعداد خیلی کوچک از نمادگذاری علمی استفاده می‌شود.

در نوشتن به صورت نمادگذاری علمی، عدد را به صورت حاصل ضرب یک عدد بین 1 تا 10 در توان صحیحی از 10 می‌نویسند:

$$a \times 10^b, \quad 1 \leq a < 10, \quad b \in \mathbb{Z} \quad \mathbb{Z} = \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$$

مسئله ۴) جرم الکترون $9.109 \times 10^{-31} \text{ mg}$ است. مقدار این جرم را بر حسب کیلوگرم و با نماد علمی بنویسید.

راه حل: پیشوند میلی (m) برابر 10^{-3} است و هر گرم نیز 10^{-3} kg است. از این رو:

$$9.109 \times 10^{-28} \text{ mg} = 9.109 \times 10^{-28} \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 9.109 \times 10^{-34} \text{ kg}$$

نماد علمی آن به صورت مقابل می باشد:

$$9.109 \times 10^{-34} \text{ kg} = 9.109 \times 10^{-3} \times 10^{-34} = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

مسئله ۵) تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید و به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

الف) $465 \times 10^{-6} \text{ Gm}$ چند میکرومتر است؟

ب) یک دقیقه چند نانوثانیه است؟

پ) 250 سانتی متر مکعب چند متر مکعب است؟

راه حل: الف)

$$465 \times 10^{-6} \text{ Gm} = 465 \times 10^{-6} \text{ Gm} \times \frac{10^9 \text{ m}}{1 \text{ Gm}} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} = 465 \times 10^9 \mu\text{m} = 4.65 \times 10^{11} \mu\text{m}$$

ب)

$$1 \text{ min} = 1 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{10^9 \text{ ns}}{1 \text{ s}} = 6 \times 10^{10} \text{ ns}$$

پ)

$$250 \text{ cm}^3 = 250 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(10^2)^3 \text{ cm}^3} = 250 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

اندازه گیری، خطا و دقت

به دلیل وجود خطا در هر اندازه گیری هرگز نمی توان اندازه ی قطعی یک کمیت را به کمک اندازه گیری به دست آورد.

عامل های مؤثر در افزایش دقت اندازه گیری:

۱- دقت وسیله ی اندازه گیری

۲- مهارت شخص آزمایشگر

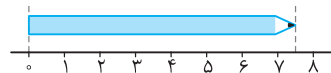
۳- تعداد دفعات اندازه گیری.

- هر چه تعداد دفعات اندازه گیری با وسیله ی مناسب بیش تر باشد، دقت اندازه گیری بالاتر است.

نتیجه ی اندازه گیری برابر میانگین اندازه های به دست آمده در تکرار آزمایش است. البته باید اعدادی که دارای اختلاف زیادی با بقیه ی اندازه گیری ها هستند، حذف شوند.

- نتیجه ی اندازه گیری با یک عدد و یکای آن بیان می شود، به تعداد رقم های آن عدد رقم های با معنا گویند و اولین رقم سمت راست را رقم غیرقطعی گویند. زیرا این رقم در اندازه گیری مشکوک است و آن را حدس می زنیم.

- اگر طول یک مداد را مطابق شکل با یک خط کش که بر حسب سانتی متر درجه بندی شده، اندازه بگیرید، شما تشخیص می دهید که طول مداد از هفت سانتی متر بیش تر و از هشت



سانتی متر کم تر است و ممکن است عدد 7.4 سانتی متر را برای طول آن پیشنهاد دهید. در این صورت نتیجه ی اندازه گیری شما دارای دو رقم با معنا است و رقم 4 در سمت راست عدد، رقم غیرقطعی است.

- در وسایلی که مدرج شده اند، مانند خط کش خطای اندازه گیری نصف کمیته ی تقسیم بندی روی وسیله ی اندازه گیری است. در مثال بالا، خطای اندازه گیری 0.5 cm است و نتیجه ی اندازه گیری $7.4 \pm 0.5 \text{ cm}$ می باشد.

در وسایل دیجیتالی، خطای اندازه گیری برابر یک واحد از آخرین رقمی است که خوانده می شود (یعنی رقم اول سمت راست عدد روی نمایشگر).

در خواندن عدد روی وسایل اندازه گیری درجه بندی شده مانند کولیس، ریزسنج و... باید به صورت عمود به آن ها نگاه کرد تا خطای آزمایشگر کم تر شود.

مسئله ۶ با یک ریزسنج طول جسمی را اندازه‌گیری کرده‌اند. نتیجه‌ی اندازه‌گیری عدد $۵/۲۶۰\text{mm}$ شده است.

الف) تعداد رقم‌های با معنا و رقم غیرقطعی را مشخص کنید.

ب) خطای اندازه‌گیری دستگاه را مشخص کنید.

راه‌حل: الف) تعداد رقم‌های با معنا ۴ رقم و رقم غیرقطعی صفر است.

ب) چون تقسیم‌بندی دستگاه اندازه‌گیری و هم‌چنین نوع آن که دیجیتال یا مدرج می‌باشد، بیان نشده است، نمی‌توان

خطای اندازه‌گیری را مشخص کرد.

تخمین مرتبه‌ی بزرگی در فیزیک

در علم یا زندگی روزمره گاهی اوقات در شناخت بهتر یک موضوع و کمیت‌های وابسته به آن، اندازه‌ای غیر دقیق به کار می‌بریم.

فرایندی که با آن این عمل را انجام می‌دهیم را فرایند تخمین یا برآورد گویند. در موارد زیر از تخمین استفاده می‌کنیم:

۱) دقت بالا در محاسبه‌ها اهمیت چندانی نداشته باشد.

۲) زمان کافی برای محاسبه‌های دقیق نداشته باشیم.

۳) به همه یا بخشی از داده‌های مورد نیاز دسترسی نداشته باشیم.

تخمین مرتبه‌ی بزرگی

عبارت مرتبه‌ی بزرگی اغلب برای ارجاع به توان‌های ۱۰ به کار می‌رود.

برای تخمین مرتبه‌ی بزرگی، قاعده‌ی زیر را استفاده می‌کنیم:

۱) ابتدا عدد را به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم $(a \times 10^b)$.

۲) اگر $۱ \leq a < ۵$ باشد، در این صورت a را با ۱۰^0 تخمین می‌زنیم $(a \sim 10^0)$ و اگر $۵ \leq a < ۱۰$ باشد، در این صورت a را با ۱۰^1 تخمین

می‌زنیم $(a \sim 10^1)$.

مسئله ۷ تخمین مرتبه‌ی بزرگی اعداد زیر را مشخص کنید:

ب) ۱۳۷۵

الف) ۶۳

ت) $۰/۰۰۵۲$

پ) ۸۷۴۶

راه‌حل: الف) عدد را به صورت نماد علمی می‌نویسیم:

$$۶۳ = \underbrace{۶/۳}_{>۵} \times 10^1 \xrightarrow{۶/۳ \sim 10^1} 10^1 \times 10^1 = 10^2$$

ب)

$$۱۳۷۵ = \underbrace{۱/۳۷۵}_{<۵} \times 10^3 \xrightarrow{۱/۳۷۵ \sim 10^0} 10^0 \times 10^3 = 10^3$$

پ)

$$۸۷۴۶ = \underbrace{۸/۷۴۶}_{>۵} \times 10^3 \xrightarrow{۸/۷۴۶ \sim 10^1} 10^1 \times 10^3 = 10^4$$

ت)

$$۰/۰۰۵۲ = \underbrace{۵/۲}_{>۵} \times 10^{-3} \xrightarrow{۵/۲ \sim 10^1} 10^1 \times 10^{-3} = 10^{-2}$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای بخش اول

- ۱- کدام گزاره درست است؟
 (۱) فیزیک یک علم صرفاً نظری است.
 (۲) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح‌پذیری نظریه‌های فیزیکی، نقطه‌ی ضعف علم فیزیک است.
 (۳) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند، بلکه می‌توانند عوض شوند.
 (۴) قانون‌های فیزیکی همواره ثابت هستند.
- ۲- کدام عبارت نادرست است؟
 (۱) مطالعه‌ی فیزیک از آن جهت اهمیت دارد که در زندگی روزمره‌ی ما به طور مستقیم و غیرمستقیم نقش دارد.
 (۲) بالاترین درجه‌ی اهمیت در پیشبرد علم فیزیک متعلق به آزمایش و مشاهده است.
 (۳) فیزیکدانان به دنبال الگو و نظم مشخص میان پدیده‌های پیرامون خود می‌باشند.
 (۴) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیک امکان دارد در طول تاریخ و با گذشت زمان تغییر کنند.
- ۳- جسمی روی سطح شیبدار مطابق شکل توسط نیروی F رو به بالا کشیده شده و در حرکت است. کدام یک از ساده‌سازی‌های زیر را در بررسی شتاب حرکت این جسم نباید در نظر گرفت؟
 (۱) مقاومت هوا ناچیز است.
 (۲) تغییرات نیروی وزن در بالا رفتن جسم ناچیز است.
 (۳) جسم را به صورت یک ذره در نظر گرفت.
 (۴) زاویه‌ی α کوچک و قابل صرف نظر کردن است.
- ۴- در مطالعه‌ی نور لیزر مدادی کدام فرض در مدل‌سازی آن درست است؟
 (۱) منبع نور لیزر نقطه‌ای است.
 (۲) باریکه‌ی نور لیزر شامل پرتوهای موازی است.
 (۳) پرتو لیزر را تک‌رنگ فرض می‌کنیم.
 (۴) گزینه‌ی (۱) و (۲) درست است.
- ۵- با کمیت‌های زیر در علوم نهم آشنا شده‌اید. کدام یک کمیت اسکالر (عددی) هستند؟

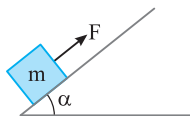
الف) تندی متوسط	ب) سرعت متوسط	پ) شتاب متوسط
ت) نیرو	ث) فشار	
(۱) «الف»، «پ»، «ت»	(۲) «ب»، «پ»، «ت»	(۳) «الف»، «ت»

 (۴) همه‌ی موارد
- ۶- در کدام گزینه کمیت و یکای آن درست بیان شده است؟
 (۱) مقدار ماده - کیلوگرم
 (۲) شدت جریان الکتریکی - ولت
 (۳) تندی متوسط - $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$
 (۴) شدت روشنایی - آمپر
- ۷- یکای گشتاور نیرو بر حسب یکاهای اصلی کدام کمیت زیر است؟

(۱) N.m	(۲) $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$	(۳) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$	(۴) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$
---------	--	---	---
- ۸- کدام دسته از کمیت‌های زیر همگی اصلی‌اند؟
 (۱) زمان، بار الکتریکی، طول
 (۲) جرم، دما، شدت جریان الکتریکی
 (۳) انرژی، دما، توان
 (۴) حجم، زمان، سرعت
- ۹- کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

(۱) $5 \text{ km} = 5 \times 10^3 \text{ cm}$	(۲) $40 \mu\text{s} = 4 \times 10^5 \text{ s}$
(۳) $84 \text{ mg} = 8 / 4 \times 10^{-2} \text{ g}$	(۴) $280 \text{ cm}^2 = 2 / 8 \text{ m}^2$
- ۱۰- گزینه‌ی نادرست را مشخص کنید.

(۱) $125 \text{ m} = 125 \times 10^6 \mu\text{m}$	(۲) $4 / 42 \mu\text{s} = 4 / 2 \times 10^{-4} \text{ ms}$
(۳) $3 \text{ mm}^2 = 3 \times 10^{-3} \text{ dm}^2$	(۴) $2 / 5 \text{ m}^3 = 2 / 5 \times 10^3 \text{ dm}^3$



۱۱- کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- (۱) $2/2 \times 10^{-3} \text{ m} > 0/24 \text{ mm}$ (۲) $2/01 \text{ cm} < 0/3 \times 10^{-6} \text{ km}$
(۳) $5/6 \times 10^{-1} \text{ s} > 2/06 \times 10^2 \text{ ms}$ (۴) $4/01 \text{ mg} < 5 \times 10^{-3} \text{ g}$

۱۲- تندی صوت در هوا $330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. تندی هواپیمایی که با نصف تندی صوت پرواز می‌کند، چند کیلومتر بر ساعت است؟

- (۱) ۵۹۴ (۲) ۱۱۸۸ (۳) ۵۹/۴ (۴) ۵۹۴۰

۱۳- یک کتاب ۴۸۰ صفحه‌ای دارای ضخامت $3/6$ سانتی است، ضخامت هر برگ آن بر حسب میکرومتر کدام گزینه است؟

- (۱) $1/5 \times 10^2$ (۲) $1/5 \times 10^4$ (۳) $2/3 \times 10^2$ (۴) $2/3 \times 10^4$

۱۴- مدت زمانی که نور مسافت $3/0$ متر را در هوا طی می‌کند، برابر $1/0 \times 10^{-9} \text{ s}$ است که معادل است.

- (۱) $1/0 \times 10^{-6} \text{ ms}$ (۲) $1/0 \times 10^{-12} \mu\text{s}$ (۳) 10 ns (۴) 10 ps

۱۵- توسط یک پمپ هوا، هوا را با آهنگ $200 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$ وارد یک مخزن می‌کنیم. اگر مخزن در مدت نیم دقیقه پر شود، حجم مخزن چند لیتر بوده است؟

- (۱) ۳۰۰ (۲) ۳ (۳) ۶۰۰ (۴) ۶

۱۶- اگر آب درون یک مخزن پر به حجم 800 cm^3 با آهنگ ثابت $25 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$ خارج شود، پس از چند ثانیه مخزن خالی می‌شود؟

- (۱) ۳۶ (۲) ۲۴ (۳) ۱۶ (۴) ۳۲

۱۷- یک موتور سیکلت با تندی $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ در حرکت است. اگر با آهنگ $2/5$ متر بر ثانیه از تندی خود بکاهد، در مدت چند ثانیه متوقف می‌شود؟

- (۱) ۸ (۲) ۱۰ (۳) ۱۲ (۴) ۴

۱۸- رابطه‌ی بین تندی یک متحرک و جابه‌جایی طی شده به صورت $v^2 = \alpha d$ است. یکای α در SI کدام است؟

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

۱۹- در معادله‌ی $x = \alpha t + \beta t^2$ ، x جابه‌جایی انجام شده است. یکاهای α و β به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

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

۲۰- کدام عدد بر طبق نمادگذاری علمی درست نوشته شده است؟

- (۱) $0/6 \times 10^7$ (۲) $1/67 \times 10^{18}$ (۳) $45/2 \times 10^3$ (۴) ۱۲۵

۲۱- 540 میکرون بر حسب سانتی‌متر با نمادگذاری علمی کدام است؟

- (۱) $5/4 \times 10^{-2}$ (۲) $5/4 \times 10^{-4}$ (۳) 540×10^{-3} (۴) 540×10^{-2}

۲۲- یک بلندگوی کوچک دارای توانی برابر $0/65$ ولت است. توان بر حسب میکرووات با نماد علمی کدام است؟

- (۱) $0/65 \times 10^6$ (۲) $6/5 \times 10^4$ (۳) $0/65 \times 10^{-4}$ (۴) $6/5 \times 10^{-8}$

۲۳- نتیجه‌ی اندازه‌گیری ضخامت یک کتاب $2/54 \text{ mm}$ است. به ترتیب از راست به چپ رقم غیرقطعی آن و تعداد رقم‌های با معنی آن کدام است؟

- (۱) ۳، ۴ (۲) ۳، ۰/۰۱ (۳) ۲، ۰/۰۱ (۴) ۳، ۱

۲۴- اگر وسیله‌ای با خط‌کش مقابل اندازه‌گیری شده باشد، خطای نتیجه‌ی گزارش شده کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

- (۱) $\pm 1 \text{ mm}$ (۲) $\pm 5 \text{ cm}$ (۳) $\pm 0/25 \text{ cm} \approx \pm 0/3 \text{ cm}$ (۴) $\pm 0/75 \text{ mm} \approx \pm 0/8 \text{ mm}$

