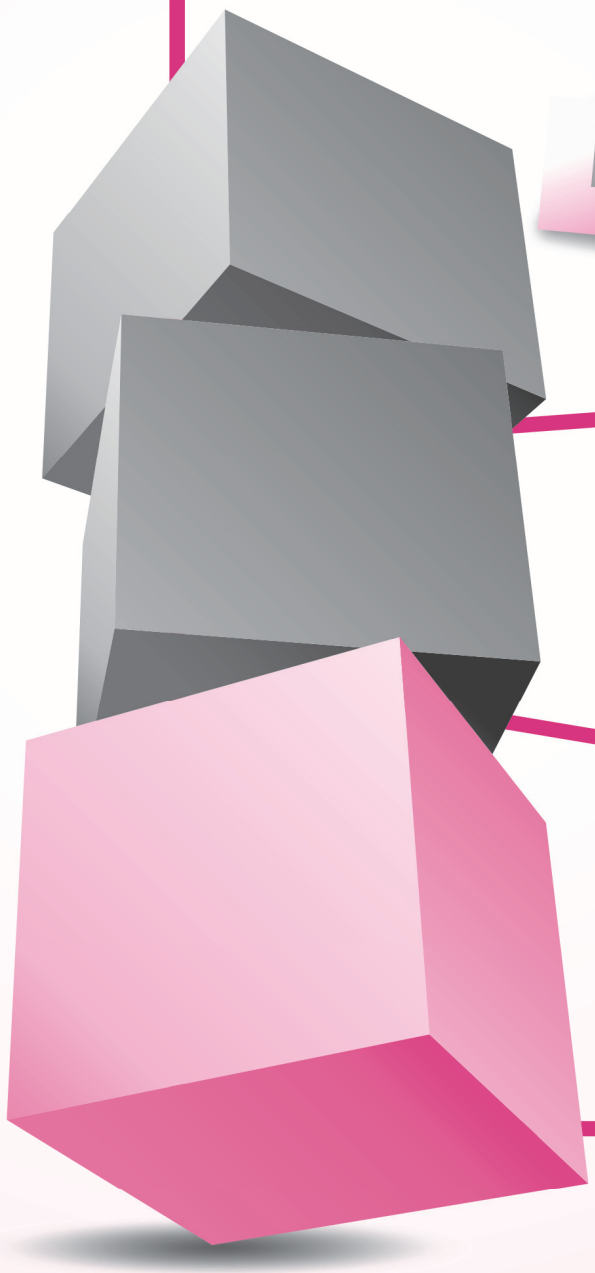
فیزیک ۱
پایهٔ دهم



رشتهٔ تجربی

دورهٔ دوم متوسطه

مؤلف

غلامعلی محمودزاده

فهرست

عنوان | صفحه

فصل اوّل: اندازه‌گیری ۷

درسنامهٔ ۱: کمیت ۸

درسنامهٔ ۲: دستگاه بین‌المللی یکاها SI ۹

درسنامهٔ ۳: دقت اندازه‌گیری: ۱۰

درسنامهٔ ۴: چگالی ۱۱

پرسش‌های مفهومی ۱۳

پاسخ پرسش‌های مفهومی ۱۴

پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۷

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۲۵

فصل دوم: ویژگی‌های ماده ۳۷

درسنامهٔ ۱: شکل و حجم جامد و مایع ۳۸

درسنامهٔ ۲: نیروی بین مولکولی ـ برد نیروی بین مولکولی ۳۸

درسنامهٔ ۳: پلاسما ۳۹

درسنامهٔ ۴: پدیدهٔ پخش ۳۹

درسنامهٔ ۵: ویژگی فیزیکی مواد در مقیاس نانو ۴۰

درسنامهٔ ۶: ترشوندگی ـ ارتفاع مایع در لولهٔ مویین ۴۰

درسنامهٔ ۷: فشار ۴۱

درسنامهٔ ۸: فشار جامد، مایع و گاز ۴۱

درسنامهٔ ۹: بیش‌تر بدانید ، سطح مایع در حرکت با شتاب ثابت ۴۳

درسنامهٔ ۱۰: فشار خون انسان ۴۴

درسنامهٔ ۱۱: نیروی مایع بر کف ظرف و مقایسهٔ آن با وزن مایع ۴۴

درسنامهٔ ۱۲: نیروی شناوری ـ اصل ارشمیدس ۴۵

درسنامهٔ ۱۳: اصل برنولی ۴۶

پرسش‌های مفهومی ۴۸

پاسخ پرسش‌های مفهومی ۵۰

پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۵۵

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۶۸

فهرست

عنوان | صفحه

فصل سوم: کار و انرژی ۸۳
درسنامهٔ ۱: یادآوری ۸۴
درسنامهٔ ۲: کار نیروی ثابت ۸۸
درسنامهٔ ۳: انرژی ۸۹
درسنامهٔ ۴: کار و انرژی جنبشی ۹۰
درسنامهٔ ۵: نیروهای پایستار ۹۰
درسنامهٔ ۶: کار و انرژی پتانسیل ۹۱
درسنامهٔ ۷: انرژی درونی ۹۳
درسنامهٔ ۸: توان ۹۴
پرسش‌های مفهومی ۹۵
پاسخ پرسش‌های مفهومی ۹۷
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۰۲
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۰۹
فصل چهارم: دما و گرما ۱۱۹
درسنامهٔ ۱: دما ۱۲۰
درسنامهٔ ۲: نقطه‌های ثابت دماسنجی ۱۲۰
درسنامهٔ ۳: مقیاس‌های دما ۱۲۱
درسنامهٔ ۴: دماسنج‌ها ـ گسترهٔ کار دماسنج ۱۲۲
درسنامهٔ ۵: رابطهٔ بین دمای دو دماسنج ۱۲۴
درسنامهٔ ۶: انبساط گرمایی ـ انبساط طولی ۱۲۵
درسنامهٔ ۷: انبساط سطحی و حجمی ۱۲۶
درسنامهٔ ۸: تغییر چگالی با دما ۱۲۷
درسنامهٔ ۹: انبساط آب غیرعادی است ۱۲۷
درسنامهٔ ۱۰: انرژی گرمایی ۱۲۸
درسنامهٔ ۱۱: تغییر فاز ماده ۱۳۰
درسنامهٔ ۱۲: تبخیر ۱۳۲
درسنامهٔ ۱۳: انتقال گرما ۱۳۴
درسنامهٔ ۱۴: همرفتی ۱۳۵
درسنامهٔ ۱۵: تابش ۱۳۶
پرسش‌های مفهومی ۱۳۸
پاسخ پرسش‌های مفهومی ۱۳۹
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۴۵
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۵۹

به نام خدا

مقدمه

با سلام خدمت دانش‌آموزان، داوطلبان کنکورهای سراسری و دبیران محترم آموزش و پرورش.
با توجه به کتاب درسی فیزیک «۱- دهم» رشتهٔ تجربی، این کتاب شامل چهار فصل با عنوان‌های زیر تألیف شده است:
۱) فصل ۱، اندازه‌گیری
۲) فصل ۲، ویژگی‌های ماده
۳) فصل ۳، کار و انرژی
۴) فصل ۴، دما و گرما
- هر یک از این فصل‌ها شامل مطلب‌های زیر است:
الف) بیان درس به طور کامل و مفهومی و مکمل کتاب درسی به طوری که مخاطب را برای موفقیّت در آزمون‌های تشریحی دبیرستان و کنکورهای سراسری آماده کند.
ب) بیان درس با مثال‌های حل شدهٔ گوناگون همراه است.
پ) هر فصل با پرسش‌های مفهومی، پرسش‌های چهارگزینه‌ای تألیفی و نیز پرسش‌های کنکورهای گذشتهٔ مربوط به عنوان‌های کتاب و حل تشریحی آن‌ها، کامل شده است.
ت) در هر جا که لازم است تا خواننده مطلبی فراتر از کتاب درسی بیاموزد، با عنوان «بیش‌تر بدانید» مطلب‌هایی آورده شده است.
هرچند که از مطلب‌های بیش‌تر بدانید، پرسشی در آزمون‌های مختلف طرح نمی‌شود، دانستن آن‌ها شما را در پاسخ سریع به تست‌ها توانمند می‌کند. توجه کنید که در آزمون‌های تستی، مشخص کردن گزینهٔ درست لازم است و از شما راه‌حل خواسته نمی‌شود.

پیشنهاد

۱) ابتدا کتاب درسی را مطالعه کنید و به تمرین‌های آن، پاسخ کتبی دهید.
۲) بعد از هر فصل از کتاب درسی، همان فصل از این کتاب را مطالعه کنید.
۳) مثال‌های حل شدهٔ درون متن و پرسش‌های مفهومی و پرسش‌های آخر فصل را تا آن‌جا که ممکن است، خودتان حل کنید و با پاسخ کتاب مقایسه کنید.
۴) به پیروی از ضرب‌المثل «کار نیکو کردن از پُر کردن است» پیشنهادهای بالا را بعد از یک هفته و سپس یک ماه بعد و درنهایت قبل از هر آزمونی، تکرار کنید.

سخن آخر

بر خود واجب می‌دانم تا از کسانی که مرا در آماده‌سازی کتاب یاری دادند، تشکر کنم:
- از یار دیرین، جناب آقای دهقانی مدیر عامل شرکت آموزشی و فرهنگی مبتکران به خاطر همراهی مداومشان
- از آقای مبین مدیر واحد حروف‌چینی و گرافیک به خاطر سرپرستی در تایپ و صفحه‌آرایی کتاب
- از خانم ملیحه محمدی آندرس به خاطر پشتکار و همراهی صبورانه در تایپ و صفحه‌آرایی کتاب
- از خانم مینا غلام احمدی به خاطر رسم شکل‌ها و خانم سمانه ایمان‌فرد به خاطر طراحی جلد کتاب
- از خانم نسیم مرادی مدیر واحد تولید و همکاران ایشان به خاطر فراهم کردن زمینهٔ چاپ کتاب
- از آقای میرحمید خاتمی مدیر واحد پخش و همکاران ایشان به خاطر معرفی و پخش کتاب

با سپاس بیکران از رحمت‌های بی‌پایان خداوندی
غلامعلی محمودزاده ۱۳۹۸

فصل اول

اندازه‌گیری

درسنامهٔ ۱

کمیت

کمیت فیزیکی: به هر چیزی که مقدار داشته، مقدار آن قابل افزایش یا کاهش باشد و مقدار آن را بتوان با یک عدد بیان کرد، کمیت فیزیکی گفته می‌شود.

طول، جرم، زمان، کار و انرژی، بار الکتریکی، شدت جریان الکتریکی، دما و ... از کمیت‌های فیزیکی‌اند.

یکا: مقدار مشخص و معینی از هر کمیت را یکای آن کمیت می‌نامند.

یکای تعداد محدودی از کمیت‌ها را انتخاب می‌کنند. یکای بقیهٔ کمیت‌ها، به کمک رابطهٔ کمیت‌ها با یک‌دیگر، تعریف می‌شود. مثلاً برای یکای طول، طول میله‌ای که در موزهٔ سِور فرانسه نگهداری می‌شود انتخاب شده است، (بعداً به طور دقیق‌تر معرفی می‌شود). اما یکای مساحت به صورت «مساحت مربعی به ضلع یک متر» تعریف شده است.

ویژگی‌های یکا: یکای هر کمیت باید ویژگی‌هایی داشته باشد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

الف) یکا باید همیشه و همه‌جا ثابت باشد و تغییر نکند، تا در ارتباط‌های علمی، صنعتی، تجاری و ... انسان‌ها با هم دچار مشکل نشوند.

ب) تعیین یکا باید با دقت زیاد انجام شود، تا انجام آزمایش‌های بسیار دقیق امروزی، امکان‌پذیر باشد.

پ) یکا باید در دسترس باشد. یعنی اگر یکای انتخابی از بین رفت، دوباره بتوان دقیقاً مشابه آن را ساخت.

اندازه‌گیری: مقایسهٔ مقدار (بزرگی، اندازه) یک کمیت با یکای خودش، اندازه‌گیری نام دارد. نتیجهٔ این اندازه‌گیری، عددی است که اگر در یکای کمیت ضرب شود، اندازهٔ کمیّت به دست می‌آید.

مثلاً وقتی طول یک صفحهٔ کاغذ را با خط‌کش سانتی‌متری اندازه می‌گیرید، بزرگی طول صفحهٔ کاغذ را با یکای سانتی‌متر (یکای طول) مقایسه می‌کنید تا مشخص شود که طول صفحهٔ کاغذ چند برابر طول یک سانتی‌متر است. نتیجهٔ این مقایسه عددی است مانند ۲۵ که اگر در سانتی‌متر ضرب شود، اندازهٔ طول صفحهٔ کاغذ به صورت « ۲۵cm » به دست می‌آید.

برای اندازه‌گیری یک کمیت باید:

الف) یکایی برای آن کمیت انتخاب یا تعریف کرد.

ب) وسیله‌ای برای اندازه‌گیری آن مشخص شود.

این وسیله، یا یک دستگاه مانند خط‌کش یا ترازو یا آمپرسنج و ... است، یا یک رابطه بین کمیت‌ها، مانند رابطهٔ مساحت با طول $(A = L^2)$ یا رابطهٔ بین وزن جسم با جرم آن و شدت میدان گرانش زمین $(W = mg)$ یا ...

کمیت اصلی و فرعی

الف) کمیت اصلی: به کمیت‌هایی اصلی گفته می‌شود که یکای آن‌ها به طور مستقل انتخاب می‌شود.

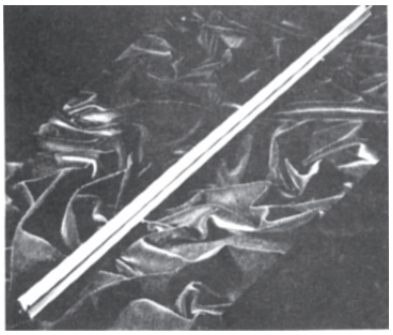
هفت کمیت «**طول، جرم، زمان، دما، شدت جریان الکتریکی، شدت روشنایی و مقدار ماده**» به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب شده‌اند.

ب) کمیت فرعی: به کمیتی فرعی گفته می‌شود که یکای آن انتخاب نشده و تعریف می‌شود. به غیر از کمیت‌های اصلی، بقیهٔ کمیت‌ها مانند مساحت، حجم، کار و انرژی، بار الکتریکی، میدان مغناطیسی و ... کمیت فرعی‌اند.

توجه کنید: از آن‌جا که انتخاب یکای کمیت‌های اصلی کاری بسیار دشوار است، سعی می‌شود که تعداد کمیت‌های اصلی، کم‌ترین مقدار ممکن باشد و تا مجبور نشده‌ایم، کمیتی را به عنوان کمیت اصلی انتخاب نمی‌کنیم. مثلاً با چهار کمیت «طول، جرم، زمان و دما» نمی‌توان یکای کمیت‌های الکتریکی و مغناطیسی را تعریف کرد. در این‌جا مجبور می‌شویم کمیتی الکتریکی را به عنوان کمیت اصلی انتخاب کنیم. که این کار با انتخاب کمیت شدت جریان، انجام شده است.

درسنامهٔ ۲

دستگاه بین‌المللی یکاها SI



در دستگاه بین‌المللی یکاها که به اختصار «**SI**» نامیده می‌شود، کمیت‌ها به دو دستهٔ اصلی و فرعی تقسیم شده‌اند.

کمیت‌های اصلی SI: هفت کمیت در SI به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب شده‌اند. که یکا و نماد آن‌ها به ترتیب عبارت‌اند از:

«متر با نماد m ، کیلوگرم با نماد kg، ثانیه با نماد s، کلوین با نماد K، آمپر با نماد A، کاندلا با نماد cd و مول با نماد mol» با یکای بقیهٔ کمیت‌ها در جای خود، آشنا خواهید شد.

یکای طول: یکای طول در SI، «متر، m» نام دارد. یک متر برابر فاصلهٔ دو علامت است که روی یک میله مشخص شده است. این میله، آلیاژی از عنصرهای پلاتین و ایریدیوم است که در دمای صفر سلسیوس در موزهٔ سور فرانسه نگهداری می‌شود (شکل بالا).

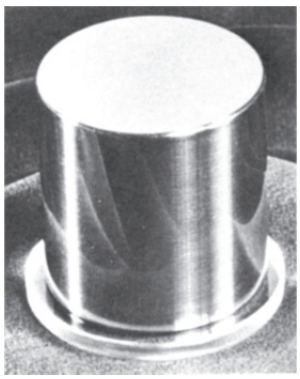
آخرین انتخاب برای متر نمونه، براساس سرعت نور در خلأ (c) است. براین اساس «یک متر برابر فاصله‌ای است که نور در مدت $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلأ می‌پیماید.» این زمان در واقع $t=\frac{۱}{c}$ است $(c\simeq ۳\times ۱۰^{۸}\,m/s)$.

توجه کنید: یکی از یکاهایی که برای اندازه‌گیری طول‌های بسیار کوچک به کار می‌رود، **«آنگستروم با نماد Å»** است.

رابطهٔ بین این یکا (انگستروم) با یکای طول در SI یعنی متر به صورت زیر است:

$$۱m=۱۰^{۱۰}Å \Leftrightarrow ۱Å=۱۰^{-۱۰}m$$

پرسش: یک میکرون با نماد μ (همان میکرومتر) چند آنگستروم است؟



یکای جرم: یکای جرم در SI «کیلوگرم، kg» نام دارد. یک کیلوگرم، جرم استوانه‌ای از پلاتین و ایریدیوم است که در موزهٔ سور فرانسه نگهداری می‌شود (شکل روبه‌رو). جرم کیلوگرم نمونه، برابر جرم یک لیتر آب مقطر در دمای $۴\,^{\circ}C$ انتخاب شده است.

یکای زمان: یکای زمان در SI «ثانیه، s» است.

یک ثانیه، زمانی برابر $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ شبانه‌روز شمسی (یا میلادی) است. بعدها، این مبنا برای یکای زمان تغییر کرد و اکنون، ثانیه براساس ارتعاش‌های اتم سزیوم و نور گسیل شده توسط آن، انتخاب شده است. یک شبانه‌روز (day) برابر است با:

$$۱day=۲۴h=۱۴۴۰min=۸۶۴۰۰s$$

پیشوندها در SI

اندازهٔ یک کمیت، گاهی بسیار بسیار کوچک یا بسیار بسیار بزرگ است. برای آن‌که عددهای کوچک یا بزرگ را با رقم‌های زیاد ننویسیم، از پیشوندها استفاده می‌کنیم.

این پیشوندها در SI، همگی مضرب‌های ۱۰ هستند. هر پیشوند دارای «یک نام، یک معنا و یک نماد» است. مثلاً پیشوندی با نام «نانو» با نماد «n» به معنای «$۱۰^{-۹}$» است. وقتی یک پیشوند به اول یک یکا اضافه می‌شود، آن یکا را به اندازهٔ خود کوچک یا بزرگ می‌کند.

در جدول زیر، پیشوندهای SI با نام، نماد و معنای آن‌ها آورده شده است.

نام پیشوند	معنای پیشوند	نماد پیشوند	نام پیشوند	معنای پیشوند	نماد پیشوند
دسی	$\frac{۱}{۱۰}=۱۰^{-۱}$	d	دکا	۱۰	da
سانتی	$\frac{۱}{۱۰۰}=۱۰^{-۲}$	c	هکتو	۱۰۰	h
میلی	$\frac{۱}{۱۰۰۰}=۱۰^{-۳}$	m	کیلو	۱۰۰۰	k
میکرو	$\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰}=۱۰^{-۶}$	μ	مگا	$۱۰^{۶}$	M
نانو	$۱۰^{-۹}$	n	گیگا یا جیگا	$۱۰^{۹}$	G
پیکو	$۱۰^{-۱۲}$	p	ترا	$۱۰^{۱۲}$	T
فمتو	$۱۰^{-۱۵}$	f	پتا	$۱۰^{۱۵}$	P
آتو	$۱۰^{-۱۸}$	a	اگزا	$۱۰^{۱۸}$	E
زپتو	$۱۰^{-۲۱}$	z	زتا	$۱۰^{۲۱}$	Z
یوکتو	$۱۰^{-۲۴}$	y	یوتا	$۱۰^{۲۴}$	Y

نمایش عددها به کمک نماد علمی

عددهای بسیار کوچک یا بسیار بزرگ را به کمک نماد علمی نشان می‌دهیم. در این روش، این عددها را به صورت حاصل‌ضرب «عددی برابر یا بزرگ‌تر از یک و کوچک‌تر از ده در توان‌های مثبت یا منفی ۱۰ می‌نویسیم».

$$N = m \times ۱۰^{\pm n} \quad , \quad ۱ \le m < ۱۰ \quad , \quad n = \text{عدد درست}$$

مثال:

$$N = ۰/۰۰۰۰۰۰۹۱۸۶ = ۹/۱۸۶ \times ۱۰^{-۷}$$

در این‌جا $m = ۹/۱۸۶$ و $n = -۷$ است. مثال دیگر:

$$N = ۳۱۵۳۶۴۰۰۰ = ۳/۱۵۳۶۴ \times ۱۰^{۸} \quad , \quad m = ۳/۱۵۳۶۴ \text{ و } n = +۸$$

n برابر تعداد رقم‌هایی است که ممیز را برای عددهای کوچک به طرف راست و برای عددهای بزرگ، به طرف چپ جابه‌جا می‌کنیم.

درسنامهٔ ۳

دقت اندازه‌گیری

دقت اندازه‌گیری : هر اندازه‌گیری معمولاً با خطا همراه است. دقت اندازه‌گیری به دو عامل بستگی دارد:

الف) دقت شخص اندازه‌گیرنده

ب) دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری

الف) دقت شخصی که اندازه می‌گیرد با تکرار آزمایش و محاسبهٔ میانگین مقدارهای اندازه‌گیری شده، افزایش می‌یابد.

محاسبهٔ میانگین: ابتدا از بین مقدارهای حاصل از آزمایش، مقداری که از بقیه بسیار فاصله دارد و نیز کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین مقدار به دست آمده را کنار گذاشته و سپس میانگین بقیهٔ مقدارها را محاسبه می‌کنیم. به مثال زیر توجه کنید:

مثال: شخصی طول یک جسم را با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری کرده و نتیجه را برحسب سانتی‌متر به صورت زیر گزارش کرده است:

۲۴/۴، ۲۴/۱، ۲۴/۵، ۲۴/۳، ۲۴/۶، ۲۴/۶۲، ۲۵/۱، ۲۴/۸

میانگین قابل قبول برای طول این جسم را به دست آورید.

حل: ابتدا مقدار $25/1\text{cm}$ که خارج از تمام مقدارهای گزارش شده است را کنار می‌گذاریم. در مرحلهٔ دوم ۲۴/۶۲ را حذف می‌کنیم چون خط‌کش تا میلی‌متر (دهم سانتی‌متر) را می‌تواند اندازه بگیرد و ۰/۰۲ سانتی‌متر یعنی ۰/۲ میلی‌متر را نمی‌توان با این خط‌کش اندازه گرفت.

در مرحلهٔ سوم، کوچک‌ترین مقدار $(24/1\text{cm})$ و بزرگ‌ترین مقدار $(24/8\text{cm})$ را کنار می‌گذاریم. اکنون میانگین بقیهٔ مقدارها را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مقدار میانگین} = \frac{24/6+24/3+24/5+24/4}{4} = \frac{97/8}{4} = 24/45\text{cm}$$

صبر کنید، میانگین به دست آمده، رقم ۵ را در مرتبهٔ دهم میلی‌متر (صدم سانتی‌متر) نشان می‌دهد و خط‌کش میلی‌متری است. پس باید رقم ۵ را حذف و میانگین را به مقدار $24/4\text{cm}$ (یعنی 244mm) در نظر گرفت.

ب) دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری:

دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری برابر کوچک‌ترین مقداری است که وسیله می‌تواند اندازه بگیرد.

مثلاً، اگر کوچک‌ترین وزنهٔ ترازویی 50g باشد، دقتش 50g است و جرم‌های کوچک‌تر را نمی‌تواند اندازه بگیرد و اگر شخصی جرم یک جسم را با این ترازو و با دقتی کم‌تر از 50g مثلاً $2/425\text{kg}$ گزارش کرده باشد، گزارش او قابل قبول نیست. زیرا برحسب گرم، جرم جسم 2425g می‌شود که ترازو نمی‌تواند 25g را اندازه بگیرد.

به همین ترتیب، دقت ترازوی رقمی (دیجیتالی) که کم‌تر از ۵ میلی‌گرم را نشان نمی‌دهد، برابر 5mg است.

توجه کنید:

۱) دقت کولیس برابر نسبت کوچک‌ترین درجه بندی روی خط‌کش به تعداد تقسیم‌های ورنیه است.

۲) دقت ریزسنج برابر نسبت کوچک‌ترین واحد روی خط‌کش (معمولاً نیم میلی‌متر است) به تعداد درجه‌های روی کلاهک متحرک ریزسنج (معمولاً ۵۰ قسمت) است.

درسنامهٔ ٤

چگالی: بنا به تعریف، چگالی برابر جرم واحد حجم از هر جسم است. اگر جرم قسمتی از جسم برابر m و حجم آن برابر V باشد، چگالی جسم که با نماد «ρ» (رو) نشان داده می‌شود از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$\rho = \frac{m \to \text{kg}}{V \to \text{m}^3} \to \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

کیلوگرم برمترمکعب (kg/m^3) یکای چگالی در SI است. یکاهای دیگر چگالی عبارت‌اند از «گرم بر سانتی‌متر مکعب g/cm^3» و «گرم بر لیتر g/lit» رابطهٔ این یکاها با کیلوگرم بر متر مکعب به صورت زیر است:

$$1\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \Leftrightarrow 1\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1}{1000}\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$1\frac{\text{g}}{\text{lit}} = 1\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

بنابراین، گرم بر سانتی‌متر مکعب، یکای بزرگ‌تر چگالی است.

توجه کنید: با تغییر دمای جسم، حجم و درنتیجه چگالی آن تغییر می‌کند. با افزایش دما، حجم جسم افزایش و چگالی آن کاهش می‌یابد. یعنی چگالی با دما نسبت وارون دارد. چون جرم جسم ثابت است، خواهیم داشت:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$V_2 = V_1(1+3\alpha\Delta T) \Rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1}{1+3\alpha\Delta T}$$

α ، ضریب انبساط طولی جسم و یکای آن «بر کلوین، $K^{-1} = \frac{1}{K}$» است.

در جدول زیر، چگالی چند جسم در دمای صفر سلسیوس آورده شده است. فراموش نکنید که تغییرات دمای یک جسم برحسب کلوین و سلسیوس با هم برابرند. ($\Delta T_K = \Delta\theta_{^\circ C}$)

جامد	چگالی برحسب kg/m^3	مایع	چگالی برحسب kg/m^3	گاز	چگالی برحسب kg/m^3
یخ	۹۲۰	آب	۱۰۰۰	دی‌اکسیدکربن	۲
آلومینیم	۲۷۰۰	آب دریا	۱۰۳۰	اکسیژن	۱/۴۳
چوب	۲۵۰–۱۰۰۰	اتیل الکل	۸۱۰۰	هوا	۱/۲۹
روی	۶۹۰۰	بنزن	۹۰۰	هلیوم	۰/۱۸
آهن	۷۸۰۰	گلیسرین	۱۲۶۰	هیدروژن	۰/۰۹
مس	۸۹۳۰	نفت	۸۰۰–۹۵۰	خورشید به‌طور متوسط	۱۴۰۰
نقره	۱۰۵۰۰	الکل اتانول	۷۹۰۰		
سرب	۱۱۳۰۰	جیوه	۱۳۶۰۰		
طلا	۱۹۳۰۰	هوای مایع $-194^\circ C$	۹۲۰		
پلاتین	۲۱۴۰۰	نیتروژن مایع $-196^\circ C$	۸۱۰		
اسمیوم	۲۳۰۰۰	هلیوم مایع $-369^\circ C$	۱۲۵		
هستهٔ اتم اورانیوم	3×10^{17}	خون	۱۰۶۰		

چگالی مخلوط

هرگاه دو یا چند جسم که با هم ترکیب نمی‌شوند و هنگام مخلوط شدن آن‌ها، کاهش حجم رخ نمی‌دهد را با هم مخلوط کنیم، چگالی مخلوط از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{چگالی مخلوط} = \frac{\text{جرم مخلوط}}{\text{حجم مخلوط}} \Rightarrow \rho = \frac{M}{V}$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots$$

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots}{V_1 + V_2 + V_3 + \ldots} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \rho_3 V_3 + \ldots}{V_1 + V_2 + V_3 + \ldots}$$

ρ_1، ρ_2، ρ_3 و ... چگالی جسم‌ها هستند.

پرسش‌های مفهومی

۱- کمیت فیزیکی را تعریف کنید.

۲- مفهوم اندازه‌گیری را بیان کنید.

۳- برای اندازه‌گیری یک کمیت چه تمهیداتی لازم است؟

۴- تعریف یکا در اندازه‌گیری چیست؟

۵- یکای یک کمیت باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد؟

۶- چه موقع می‌توان ادعا کرد که یک کمیت را می‌شناسیم؟

۷- به چه دلیل در دانش اندازه‌گیری، کمیت‌ها را به دو گروه اصلی و فرعی دسته‌بندی می‌کنند؟

۸- کمیت اصلی و کمیت فرعی را تعریف کنید.

۹- دستگاه اندازه‌گیری یعنی چه؟

۱۰- کمیت‌های اصلی را در دستگاه بین‌المللی یکاها، SI، نام ببرید.

۱۱- یکای کمیت‌های اصلی SI چه نام دارند و نماد هر کدام چیست؟

۱۲- جرم کیلوگرم نمونه (یکای جرم) برابر جرم یک لیتر آب مقطر با دمای $4^\circ C$ انتخاب شده است. آیا می‌دانید که چرا دمای آب را $4^\circ C$ انتخاب کرده‌اند؟

۱۳- یکای طول در SI، فاصلهٔ دو علامت روی میله‌ای است که در دمای صفر سلسیوس در موزهٔ سِور فرانسه نگهداری می‌شود. چرا باید دمای متر نمونه را در صفر سلسیوس ثابت نگه‌داشت؟

۱۴- علت تعیین پیشوندها در SI چیست؟ ویژگی مشترک این پیشوندها چیست؟

۱۵- بار الکتریکی یک ذره در حدود $4/6\times10^{-14}C$ است. این مقدار، چند فمتوکولن می‌شود؟

۱۶- نماد علمی یعنی چه و در کجا استفاده می‌شود؟

۱۷- زمان یک سال را برحسب ثانیه محاسبه کرده و سپس آن را به صورت نماد علمی بنویسید. این زمان چند مگاثانیه می‌شود؟

۱۸- کمیت نرده‌ای یعنی چه و چه ویژگی‌هایی دارد؟

۱۹- کمیت برداری را تعریف کرده و ویژگی آن را بنویسید.

۲۰- یک پرسش مشهور و عامیانه آن است که گفته می‌شود «پنبه سنگین‌تر است یا آهن؟» آیا این پرسش درست است؟ با معرفی یک کمیت، این پرسش را تصحیح کنید.

۲۱- چگالی یک جسم به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟ آن‌ها را توضیح دهید.

۲۲- از مقایسهٔ چگالی جسم در فازهای جامد، مایع و گاز با هم، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۲۳- مقدار $850g$ از یک پودر با حجم یک لیتر را با $1/5kg$ آرد با حجم سه لیتر مخلوط کرده‌ایم. چگالی این مخلوط چند کیلوگرم بر مترمکعب می‌شود؟

۲۴- یکاهای دیگر چگالی عبارت‌اند از «گرم بر لیتر g/lit» و «گرم بر سانتی‌متر مکعب g/cm^3» کدام یک از یکاهای چگالی بزرگ‌تر از بقیه است؟ رابطهٔ بین آن‌ها را بنویسید.

۲۵- دقت اندازه‌گیری یعنی چه و به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟ آن‌ها را نام ببرید.

پاسخ پرسش‌های مفهومی

۱- هر چیزی که اندازه (مقدار) آن قابل افزایش و کاهش باشد و مقدار آن را بتوان با یک عدد مشخص کرد، کمیت نام دارد.

۲- اندازه‌گیری به معنای مقایسهٔ بزرگی مقدار یک کمیت با یکای آن است. نتیجهٔ این مقایسه عددی است که اگر در یکای کمیت ضرب شود، اندازهٔ کمیت به دست می‌آید. درسنامهٔ شمارهٔ ۱ را مطالعه کنید.

۳- برای اندازه‌گیری یک کمیت باید:

الف) وسیله‌ای برای اندازه‌گیری آن مشخص و آماده کنیم.

ب) یکایی برای اندازه‌گیری آن معلوم کنیم.

۴- یکای اندازه‌گیری هر کمیت، مقدار مشخصی از آن کمیت است که به عنوان یکای آن انتخاب می‌شود.

۵- روشن است که یکای هر کمیت، از جنس همان کمیت است و باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

الف) ثابت باشد و مقدار آن در مکان‌ها و زمان‌های مختلف، تغییر نکند.

ب) با دقت زیاد بتوان آن را مشخص و تعیین کرد تا انجام آزمایش‌های بسیار دقیق امروزی، امکان‌پذیر باشد.

پ) همیشه و همه جا در دسترس باشد تا اگر از بین رفت، دوباره بتوان دقیقاً عین آن را ساخت.

۶- زمانی می‌توان ادعا کرد که یک کمیت از دیدگاه فیزیکی شناخته شده است که بتوان آن را اندازه گرفت و مقدار آن را با عددی برحسب یکای آن مشخص کرد.

۷- علت آن است که:

الف) تعداد کمیت‌های فیزیکی زیاد است.

ب) انتخاب یکا برای یک کمیت با توجه به ویژگی‌های آن، کاری دشوار است و از طرف دیگر انتخاب یکا برای بعضی از کمیت‌ها که دارای ویژگی یکا باشد، عملاً غیرممکن است.

۸- کمیت اصلی، کمیتی است که یکای آن به طور مستقل انتخاب می‌شود. به کمیتی فرعی گفته می‌شود که یکای آن به کمک رابطه‌اش با کمیت‌های اصلی، تعریف می‌شود. به درسنامهٔ شمارهٔ ۲ رجوع کنید.

۹- به مجموعهٔ یکاهای اصلی و فرعی، دستگاه اندازه‌گیری گفته می‌شود.

۱۰- در **SI**، هفت کمیت زیر به عنوان کمیت اصلی انتخاب شده‌اند:

«طول، جرم، زمان، دما، شدت جریان الکتریکی، شدت روشنایی[۱]، مقدار ماده»

۱۱- ۱) طول: متر با نماد m ۲) جرم: کیلوگرم با نماد kg ۳) زمان: ثانیه با نماد s ۴) دما: کلوین با نماد K ۵) شدت جریان الکتریکی: آمپر با نماد A ۶) شدت روشنایی: کاندلا با نماد cd ۷) مقدار ماده: مول با نماد mol

توجه کنید: یکای هر کمیت که به نام یک دانشمند باشد، با حرف بزرگ نوشته می‌شود. مانند یکای دما که به نام لُرد کلوین است **(K)** یا یکای نیرو که به نام نیوتون **(N)** است.

۱۲- علت آن است که ویژگی یکای انتخاب شده را باید دقیقاً مشخص کرد. از طرف دیگر، حجم یک مقدار آب در دمای $4^\circ C$ سلسیوس کمینه و درنتیجه چگالی آن بیشینه است.

۱۳- زیرا متر نمونه فلزی است (آلیاژ پلاتین و ایریدیوم) و طول آن با تغییر دما، تغییر می‌کند و یکا باید ثابت باشد. بنابراین، دمای آن باید در صفر سلسیوس (که انتخاب دمای یکای طول است)، همواره ثابت نگهداری شود.

۱۴- اندازهٔ یک کمیت ممکن است بسیار بسیار کوچک یا بسیار بسیار بزرگ باشد، برای آن که این گونه مقدارها با رقم‌های زیاد نوشته نشوند، در SI پیشوندها تعیین شده‌اند.

مثلاً فاصلهٔ زمین از خورشید در حدود $150,000,000,000m$ است. به کمک پیشوند گیگا (10^9) این فاصله به صورت $150Gm$ نوشته می‌شود.

ویژگی مشترک این پیشوندها آن است که همهٔ آن‌ها مضرب‌های درستی از ده و به صورت 10^n هستند که n، عدد درست مثبت یا منفی است.

۱۵- فمتو پیشوندی با نماد « f » و به معنای 10^{-15} است. بنابراین خواهیم داشت:

۱- به شدت روشنایی، شدت نور نیز گفته شده است.

$$q = ۴/۶\times۱۰^{-۱۴}\,C = \frac{۴/۶\times۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۱۵}}\,fC \Rightarrow q = ۴۶\,fC$$

توجه کنید: سعی نکنید که پیشوندها، معنای آن‌ها و نمادشان را حفظ کنید. بعضی از پیشوندها را از قبل به خاطر دارید، مانند سانتی، میلی، میکرو، نانو، کیلو، مگا و ... که به علت، تکرار شدن زیاد آن در محاوره‌های روزانه و در پرسش‌ها و مسأله‌هاست. فکر می‌کنم به یاد داشتن همین پیشوندها کافی است، آن هم به دلیل آن که در حل پرسش‌ها، سرعت شما را افزایش می‌دهد.

۱۶- نماد علمی، نشان دادن عددها به صورت «$m\times۱۰^{n}$» است. یعنی عدد را به صورت حاصل‌ضرب ضریبی مانند m در توان درستی از ده (۱۰^{n}) می‌نویسیم. ضریب m خود عددی بزرگ‌تر یا برابر یک و کوچک‌تر از ده $(۱۰ > m \geq ۱)$، و n عدد درستی است که ممکن است مثبت یا منفی باشد.
نماد علمی روشی برای نشان دادن عددهای بسیار کوچک یا بسیار بزرگ است.

۱۷- یک سال $(year)$ برابر ۳۶۵ روز و هر روز ۲۴ ساعت و هر ساعت ۳۶۰۰ ثانیه است. بنابراین خواهیم داشت:

$$۱day = ۲۴\times۳۶۰۰ = ۸۶۴۰۰s$$

$$۱year = ۸۶۴۰۰\times۳۶۵ = ۳۱۵۳۶۰۰۰s$$

مقدار بالا با نماد علمی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$۱year = ۳/۱۵۳۶\times۱۰^{۷}s$$

توجه کنید: معمول بر آن است که عددها را گرد می‌کنیم. برای گرد کردن از رقم‌های سمت راست چشم‌پوشی می‌شود از هر رقم که می‌گذریم اگر کوچک‌تر از ۵ بود رقم سمت چپ آن، خودش باقی می‌ماند و اگر برابر یا بزرگ‌تر از ۵ بود، به رقم سمت چپ، یک واحد اضافه می‌کنیم.
مثلاً برای گرد کردن عدد ۳/۱۵۳۶، با چشم‌پوشی از رقم ۶، عدد به صورت ۳/۱۵۴ خواهد شد. اکنون از رقم ۴ چشم‌پوشی کرده و چون کوچک‌تر از ۵ است، عدد به صورت ۳/۱۵ می‌شود و درنتیجه، یک‌سال تا یک صدم تقریب برابر $۳/۱۵\times۱۰^{۷}s$ و تا یک دهم تقریب برابر $۳/۲\times۱۰^{۷}s$ می‌شود و ...

$$۱year = ۳/۱۵\times۱۰^{۷}s \simeq \pi\times۱۰^{۷}s\ ,\ \pi = ۳/۱۴$$

مگا با نماد M به معنای $۱۰^{۶}$ است. بنابراین، یک‌سال برحسب مگا ثانیه برابر مقدار زیر خواهد شد:

$$۱year = ۳/۱۵\times۱۰^{۷}s = ۳۱/۵Ms$$

۱۸- کمیتی را نرده‌ای گویند که:
الف) مقدار دارد و ممکن است جهت داشته و یا نداشته باشد.
ب) همواره از محاسبه‌های جبری پیروی کند.
پ) می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

توجه کنید: مثبت یا منفی بودن، ویژهٔ کمیت‌های نرده‌ای است و کمیت‌های برداری، مثبت و منفی ندارند.

مثلاً دما کمیتی نرده‌ای است و دمای جسم‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد. دمای یک جسم ممکن است «$+۱۵^{\circ}C$» (پانزده درجهٔ سلسیوس) یا دمای جسم دیگر، «$-۳۴^{\circ}C$» باشد. فشار کمیتی نرده‌ای و دارای جهت است. دربارهٔ کمیت‌های نرده‌ای و برداری، درسنامهٔ شمارهٔ ۱ فصل ۳ (کار و انرژی) را مطالعه کنید.

۱۹- کمیتی که اندازه و جهت دارد و همواره از محاسبه‌های برداری پیروی می‌کند، را کمیت برداری می‌نامند.
یعنی ویژگی کمیت برداری، جهت‌دار بودن و پیروی کردن از محاسبه‌های برداری است. توجه کنید که کمیت برداری، مثبت یا منفی ندارد.

۲۰- این پرسش، درست نیست. مثلاً ۲۰ کیلوگرم پنبه سنگین‌تر است یا ۱۲ کیلوگرم آهن؟ واضح است که در این مثال، پنبه سنگین‌تر است. سنگینی، اشاره به وزن دارد و وزن وابسته به جرم است. هر جسمی که جرمش بیش‌تر باشد، وزنش نیز بیش‌تر خواهد بود. کمیتی که می‌تواند چنین پرسش‌هایی را تصحیح کند، چگالی نام دارد که تعریف آن به صورت زیر است:

«چگالی، جرم واحد حجم از هر جسم است.»

چگالی را با نماد «ρ» (رُو) نشان می‌دهیم و یکای آن کیلوگرم بر متر مکعب $kg/m^{۳}$ است و از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$\rho = \frac{m \rightarrow kg}{V \rightarrow m^{۳}} \rightarrow \frac{kg}{m^{۳}}$$

با معرفی چگالی، درست آن است که پرسیده شود «پنبه چگال‌تر است یا آهن؟» که پاسخ آن آهن خواهد بود. زیرا چگالی آهن از چگالی پنبه بیش‌تر است.

یعنی برای محاسبهٔ چگالی یک جسم، باید جرم آن را بر حجمش تقسیم کنیم. مثلاً اگر جرم یک جسم $۹/۶\,kg$ و حجم آن ۱۵۰۰ سانتی‌متر مکعب باشد، چگالی آن به روش زیر محاسبه می‌شود.

$$m = ۹/۶\,kg$$

$$۱m^۳ = ۱۰^۶\,cm^۳ \Rightarrow ۱cm^۳ = ۱۰^{-۶}\,m^۳ \Rightarrow \frac{۱۵۰۰cm^۳}{۱cm^۳} = \frac{V}{۱۰^{-۶}m^۳} \Rightarrow V = ۱/۵\times۱۰^{-۳}\,m^۳$$

یا:

$$V = ۱۵۰۰cm^۳ = \left(۱۵۰۰cm^۳\right)\times۱ = \left(۱۵۰۰cm^۳\right)\left(\frac{۱m^۳}{۱۰^۶cm^۳}\right) = ۱۵۰۰\times۱۰^{-۶}m^۳ = ۱/۵\times۱۰^{-۳}m^۳$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{۹/۶}{۱/۵\times۱۰^{-۳}} = \frac{۹/۶\times۱۰^۳}{۱/۵} \Rightarrow \rho = ۶/۴\times۱۰^۳\,\frac{kg}{m^۳} = ۶۴۰۰\,\frac{kg}{m^۳}$$

به درسنامهٔ شمارهٔ ۴ همین فصل رجوع کنید.

۲۱- چگالی یک جسم به جنس آن یعنی ماده‌ای که جسم از آن ساخته شده بستگی دارد. علاوه بر آن، چگالی جسم به دمای آن نیز وابسته است. زیرا اگر دمای جسم تغییر کند، هرچند جرم آن ثابت می‌ماند، حجم و درنتیجه، چگالی جسم تغییر می‌کند. با افزایش یا کاهش دما، معمولاً حجم جسم به ترتیب، افزایش یا کاهش می‌یابد. چگالی با حجم نسبت وارون دارد. بنابراین، با افزایش یا کاهش دمای جسم، چگالی آن به ترتیب کاهش یا افزایش خواهد یافت.

۲۲- مقایسهٔ چگالی یک جسم در فازهای جامد، مایع و گاز نشان می‌دهد که چگالی جامد از مایع و مایع از گاز بزرگ‌تر است. از این مقایسه نتیجه می‌شود که، **فاصلهٔ مولکول‌های یک جسم در فاز گاز از مایع و در فاز مایع از جامد بزرگ‌تر است.**

۲۳- اگر جرم و حجم مخلوط به ترتیب برابر M و V باشد، چگالی مخلوط را برحسب جرم و حجم ماده‌های موجود در آن و نیز چگالی این ماده‌ها، محاسبه می‌کنیم:

$$\rho = \frac{M}{V}\ ,\ M = m_۱ + m_۲\ ,\ V = V_۱ + V_۲ \Rightarrow \rho = \frac{m_۱ + m_۲}{V_۱ + V_۲} = \frac{\rho_۱V_۱ + \rho_۲V_۲}{V_۱ + V_۲}$$

$$M = ۰/۸۵ + ۱/۵ = ۲/۳۵kg$$

$$V = ۱ + ۳ = ۴lit = ۴\times۱۰^{-۳}m^۳$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{۲/۳۵}{۴\times۱۰^{-۳}} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = ۵۸۷/۵\,\frac{kg}{m^۳}$$

۲۴- یکای $g/cm^۳$ از دو یکای دیگر یعنی $kg/m^۳$ و g/lit، بزرگ‌تر و دو یکای اخیر با هم برابرند. رابطهٔ بین این یکاها به صورت زیر است:

$$۱\frac{kg}{m^۳} = ۱\times\frac{۱۰۰۰g}{۱۰۰۰lit} \Rightarrow ۱\frac{kg}{m^۳} = ۱\frac{g}{lit}$$

$$۱\frac{g}{cm^۳} = ۱\times\frac{\frac{۱}{۱۰۰۰}kg}{\frac{۱}{۱۰^۶}m^۳} \Rightarrow ۱\frac{g}{cm^۳} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳} = ۱۰۰۰\frac{g}{lit}$$

۲۵- معمولاً هر اندازه‌گیری با خطا همراه است. دقت اندازه‌گیری به معنای دوری جستن از همین خطاهاست.

دقت اندازه‌گیری به دو عامل زیر مربوط می‌شود:

الف) دقت شخص اندازه‌گیر

ب) دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری

الف: خطای شخصی که اندازه‌گیری می‌کند، با تکرار آزمایش و محاسبهٔ میانگین مقدارهای اندازه‌گیری شده تا حدّ قابل قبولی کاهش می‌یابد.

– در محاسبهٔ میانگین، ابتدا از مقدارهای اندازه‌گیری شده کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین آن‌ها را کنار گذاشته و میانگین بقیه را محاسبه می‌کنیم.

ب: دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری برابر کوچک‌ترین مقداری است که روی وسیله مشخص شده و می‌تواند، آن را اندازه بگیرد. مثلاً دقت یک ترازوی دیجیتالی که کم‌تر از $۵g$ را نشان نمی‌دهد، برابر $۵g$ یا دقت یک خط‌کش میلی‌متری برابر یک میلی‌متر است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

کمیت ـ اندازه‌گیری ـ یکا ـ کمیت اصلی و فرعی

۱- کدام یک از بیان‌های زیر، کمیت را بهتر معرفی می‌کند؟

۱) هر چیز که دارای مقدار باشد، کمیت نام دارد.

۲) کمیت به چیزی گفته می‌شود که مقدار آن قابل افزایش یا کاهش باشد.

۳) کمیت دارای مقداری است که می‌توان آن را اندازه گرفت.

۴) مقدار کمیت قابل افزایش و کاهش است اما ممکن است مقدار آن را نتوان با عدد بیان کرد.

۲- یک کمیّت از دیدگاه فیزیکی، زمانی شناخته شده است که:

۱) برای اندازه‌گیری آن، روشی مشخص کرده باشیم.

۲) برای اندازه‌گیری آن، یکای مشخصی تعیین کرده باشیم.

۳) مقدارش از یکای تعیین شدهٔ آن، کوچک‌تر نباشد.

۴) بتوان آن را اندازه گرفت و مقدار آن را با عددی برحسب یکای آن، بیان کرد.

۳- اساس و شالودهٔ دانش فیزیک، شناخت کمیت‌هاست که با ..... کامل می‌شود. بنابراین، اساسی‌ترین کار در فیزیک، ... است.

۱) اندازه‌گیری ـ اندازه‌گیری ۲) اندازه‌گیری ـ شناخت کمیّت‌ها

۳) تعریف یکا ـ شناخت کمیت‌ها ۴) تعریف یکا ـ اندازه‌گیری

۴- اندازه‌گیری عبارت از مقایسهٔ ..... یک کمیت با ..... است. نتیجهٔ این مقایسه، نشان دهندهٔ ..... است.

۱) مقدار ـ یکا ـ بزرگی آن یکا ۲) مقدار ـ یکای آن ـ بزرگی کمیت

۳) یکای یک کمیت ـ سایر یکاها ـ بزرگی آن یکا ۴) بزرگی ـ همهٔ یکاهای آن ـ بزرگی کمیت

۵- برای اندازه‌گیری یک کمیت باید برای آن ..... را مشخص کنیم که ممکن است ..... یا یک ..... باشد.

۱) یکایی ـ تعریف شود ـ وسیله ۲) وسیله‌ای ـ انتخاب شود ـ تعریف

۳) یکایی ـ متغیر ـ ثابت جهانی ۴) وسیله‌ای ـ یک دستگاه ـ رابطهٔ ریاضی

۶- یکای هر کمیت باید ..... باشد و ..... انتخاب شود و همیشه و همه جا ..... باشد.

۱) یک وسیله ـ با دقت نسبی ـ ثابت ۲) یک وسیله ـ توسط دانشمندان ـ در دسترس

۳) ثابت ـ با دقت زیاد ـ در دسترس ۴) ثابت ـ توسط دانشمندان ـ مورد قبول همگان

۷- کمیت‌ها به دو دستهٔ اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. کمیتی به عنوان کمیت اصلی انتخاب می‌شود که:

۱) مستقل از سایر کمیت‌ها باشد.

۲) برای آن بتوان یکای مستقلی انتخاب کرد.

۳) مورد تأیید همگان باشد.

۴) اگر آن را انتخاب نکنیم، تعریف یکای بعضی از کمیت‌های فرعی ممکن نباشد.

۸- کدام یک از دسته کمیت‌های سه‌تایی زیر، جزء کمیت‌های اصلی SI هستند؟

۱) طول، دما، کار ۲) زمان، شدت جریان الکتریکی، شتاب

۳) طول، جرم، مقدار ماده ۴) زمان، جرم، نیرو

۹- یکی از یکاهایی که در نجوم به عنوان یکای طول به کار می‌رود «یکای نجومی با نماد AU» است که برابر فاصلهٔ متوسط زمین از خورشید یعنی $1/5\times10^{11}\,m$ است. فاصلهٔ زمین تا ستارهٔ قنطورس (سنتوری) تقریباً $4/02\times10^{16}\,m$ است. این فاصله چند AU می‌شود؟

۱) $2/68\times10^{5}$ ۲) $2/68\times10^{8}$ ۳) $1/34\times10^{5}$ ۴) $1/34\times10^{8}$

۱۰- سرعت نور در خلأ (تقریباً $۳\times۱۰^{۵}\ km/s$). چند AU/min (یکای نجومی بر دقیقه) می‌شود؟

۱) ۱/۲ ۲) ۰/۱۲ ۳) ۲/۳ ۴) ۰/۲۳

۱۱- تعداد کمیت‌های اصلی در SI، به جز مقدار ماده، برابر ..... است.

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۷

۱۲- به غیر از کمیت‌های طول، جرم و زمان، بقیهٔ کمیت‌های اصلی SI عبارت‌اند از:

۱) دما، بارالکتریکی، شدت روشنایی
۲) شدت جریان الکتریکی، مقدار ماده، دما، شدت روشنایی
۳) شدت نور، کار و انرژی، شدت جریان الکتریکی
۴) بار الکتریکی، دما، کار و انرژی، مقدار ماده

۱۳- کدام یک از عملیات زیر برای دو کمیت متفاوت A و B با معناست؟

۱) $A+B$ ۲) $B-A$ ۳) $\frac{A}{B}$ ۴) $\frac{A+B}{A\times B}$

۱۴- دو کمیت ..... از کمیت‌های اصلی SI ودو کمیت ..... از کمیت‌های فرعی‌اند.

۱) حجم و جرم ـ زمان و کار
۲) زمان و دما ـ مقدار ماده و نیرو
۳) جرم و دما ـ بار الکتریکی و انرژی
۴) طول و توان ـ شتاب و سرعت

۱۵- کمیت‌های «جابه‌جایی، شتاب و بازهٔ زمانی» در SI، هر کدام و به ترتیب، کدام اصلی و کدام فرعی است؟

۱) فرعی، فرعی، فرعی ۲) اصلی، فرعی، اصلی ۳) فرعی، اصلی، اصلی ۴) فرعی، فرعی، اصلی

۱۶- سال نوری یکای کدام یک از کمیت‌های زیر است؟

۱) طول
۲) زمان
۳) شدت روشنایی
۴) کمیتی که برابر «طول در زمان» است.

۱۷- سرعت نور در خلأ تقریباً برابر $۳\times۱۰^{۵}\ km/s$ و یک سال نوری تقریباً برابر $۹/۴۵\times۱۰^{x}\ m$ است که در آن، x برابر است با:

۱) ۱۲ ۲) ۱۵ ۳) ۱۷ ۴) ۲۰

۱۸- سرعت اتومبیلی $۱۵\ m/s$ است. سرعت این اتومبیل چند کیلومتر بر ساعت می‌شود؟

۱) ۳۶ ۲) ۴۵ ۳) ۵۴ ۴) ۶۰

۱۹- اگر در SI به جای جرم، نیرو را کمیت اصلی انتخاب کرده و یکای آن را نیوتون (N) بنامیم، یکای جرم، برحسب یکاهای اصلی SI، کدام یک می‌شد؟

۱) $\frac{Ns}{m}$ ۲) $\frac{Ns}{m^{۲}}$ ۳) $\frac{Ns^{۲}}{m}$ ۴) $\frac{Ns^{۲}}{m^{۲}}$

۲۰- کدام یک از بیان‌های زیر، یکای متر (m) در SI است؟ متر .....

۱) طولی برابر $\frac{۱}{۴\times۱۰^{۷}}$ طول یکی از نصف‌النهارهای زمین است.

۲) طولی برابر $\frac{۱}{۴\times۱۰^{۷}}$ طول نصف‌النهاری از زمین است که از پاریس می‌گذرد.

۳) برابر مسافتی است که نور در مدت $\frac{۱}{c}$، در خلأ می‌پیماید (c سرعت نور در خلأ است).

۴) برابر فاصلهٔ دو علامت روی میلهٔ نمونه موجود در موزهٔ سور فرانسه در دمای صفر سلسیوس است.

پیشوندها و نماد علمی

۲۱- زمین در مدت یک‌سال ($\pi\times10^{7}s$) یک بار خورشید را دور می‌زند. شعاع مدار زمین به دور خورشید ۱۵۰Mkm است زمین با چه سرعتی برحسب کیلومتر بر ثانیه، خورشید را دور می‌زند؟

۱) ۳۰ ۲) 3×10^{4} ۳) 100π ۴) $\pi\times10^{3}$

۲۲- در SI، پیشوندها دارای نام، ..... و ..... هستند و وقتی جلوی یک یکا قرار می‌گیرند، آن را به اندازهٔ خود ..... می‌کنند.

۱) شماره، نماد، بزرگ
۲) معنا، نماد، بزرگ یا کوچک
۳) شماره، نام، کوچک
۴) معنا، شماره، بزرگ یا کوچک

۲۳- فاصلهٔ سیارهٔ نپتون از خورشید به طور متوسط $4/50\times10^{12}m$ است. این فاصله برحسب مگاکیلومتر چه‌قدر می‌شود؟ (از جدول پیشوندها استفاده کنید.)

۱) $4/50\times10^{6}$ ۲) $4/50\times10^{3}$ ۳) $4/50\times10^{2}$ ۴) ۴/۵۰

۲۴- یکی از پیشوندها در SI پیکو با نماد p است. معنای این پیشوند کدام است؟

۱) 10^{12} ۲) 10^{15} ۳) 10^{-12} ۴) 10^{-15}

۲۵- شعاع هستهٔ اتم آلومینیم $3/6\times10^{-15}m$ است. شعاع این هسته چند فمتومتر می‌شود؟

۱) ۳/۶ ۲) $3/6\times10^{-3}$ ۳) $3/6\times10^{3}$ ۴) $3/6\times10^{-6}$

۲۶- جرم نوترون ۱/۶۷۵ میکرو زپتو کیلوگرم است. جرم نوترون برحسب گرم و با نماد علمی کدام است؟

۱) $1/675\times10^{-27}$ ۲) $1/675\times10^{-24}$ ۳) $1/675\times10^{-30}$ ۴) $1/675\times10^{-28}$

۲۷- عدد ۹۸۵۰۰۰۰۰۰۰۰ با نماد علمی، به کدام صورت زیر نوشته می‌شود؟

۱) 985×10^{9} ۲) $98/5\times10^{10}$ ۳) $9/85\times10^{11}$ ۴) $0/985\times10^{12}$

۲۸- جرم الکترون $9/11\times10^{-31}$ کیلوگرم است. جرم الکترون چند نانو آتوگرم است؟

۱) ۹/۱۱ ۲) ۹۱/۱ ۳) $9/11\times10^{-2}$ ۴) $9/11\times10^{-1}$

۲۹- قطر یک ذره ۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۶mm است. قطر این ذره برحسب متر و به صورت نماد علمی کدام است؟

۱) 6×10^{-13} ۲) 6×10^{-10} ۳) 6×10^{-15} ۴) 6×10^{-7}

۳۰- فاصلهٔ دورترین کهکشان شناخته شده (هوپا huppa)از ما حدود ۱۳ میلیارد سال نوری است. این فاصله برحسب متر و به صورت نماد علمی چه‌قدر می‌شود؟ سال نوری را $9/46\times10^{15}m$ بگیرید.

۱) $1/354\times10^{24}$ ۲) $1/2298\times10^{26}$ ۳) $1/354\times10^{26}$ ۴) $1/2298\times10^{22}$

۳۱- یکی از یکاهای اندازه‌گیری طول، آنگستروم با نماد Å است. یک آنگستروم برابر 10^{-7} میلی‌متر است. شعاع هستهٔ اتم هیدروژن ۱/۲fm است. شعاع این هسته چند آنگستروم می‌شود؟

۱) $1/2\times10^{5}$ ۲) $1/2\times10^{-5}$ ۳) $1/2\times10^{-8}$ ۴) $1/2\times10^{8}$

۳۲- جرم خورشید ۱/۹۹GZkg (گیگا زتا کیلوگرم) است جرم خورشید برحسب کیلوگرم و با نماد علمی به صورت زیر است:

۱) $1/99\times10^{30}$ ۲) $1/99\times10^{24}$ ۳) $1/99\times10^{32}$ ۴) $1/99\times10^{28}$

۳۳- جرم زمین ۵/۹۷Ykg (یوتا کیلوگرم) و جرم مشتری ۱/۹۰GEkg (گیگا اگزا کیلوگرم) است، جرم مشتری تقریباً چند برابر جرم زمین است؟

۱) ۳۱۸ ۲) ۳۱/۸ ۳) ۳/۱۸ ۴) ۳۱۸۰

۳۴- نیروی گرانش بین دو ذره با جرم‌های m_1 و m_2 که در فاصلهٔ r از هم قرار دارند، از رابطهٔ $f_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ (G ثابت جهانی گرانش در $SI = 6/67\times10^{-11}$) و نیروی الکتریکی بین دو ذره با بارهای q_1 و q_2 در فاصلهٔ r، از رابطهٔ $f_e = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$ (k در $SI = 9\times10^9$) به دست می‌آید. نسبت نیروی الکتریکی بین الکترون و پروتون در اتم هیدروژن به نیروی گرانشی بین همین دو ذره، تقریباً چه‌قدر می‌شود؟ ($m_e = 9/1\times10^{-31}kg$ ، $m_p = 1/7\times10^{-27}kg$ و $q_p = -q_e = 1/6\times10^{-19}C$)

۱) $2/23\times10^{43}$ ۲) $2/23\times10^{39}$ ۳) $2/23\times10^{35}$ ۴) $2/23\times10^{46}$

۳۵- در کدام یک از گزینه‌های زیر، تبدیل یکا به درستی انجام نشده است؟ ($p = 10^{15}$ = پتا)

۱) $250kg = 2/5\times10^{11}\mu g$ ۲) $80ms = 8\times10^{7}ns$

۳) $160cm = 1/6\times10^{-18}pkm$ ۴) $6\times10^{14}fA = 60mA$

دقت اندازه‌گیری

۳۶- دقت یک وسیلهٔ اندازه‌گیری برابر ..... مقداری است که وسیله می‌تواند اندازه بگیرد.

۱) $\frac{1}{2}$ کوچک‌ترین ۲) $\frac{1}{4}$ کوچک‌ترین ۳) کوچک‌ترین ۴) بزرگ‌ترین

۳۷- چند نفر با یک کولیس که تا دهم میلی‌متر مدرج شده است، ضخامت یک سیم را اندازه گرفته و مقدارهای زیر را برحسب میلی‌متر گزارش کرده‌اند. ۲/۴۴، ۲/۷، ۲/۳، ۲/۱، ۲/۰، ۲/۳۲، ۲/۵، ۲/۶، ۲/۸ از مقدارهای گزارش شده، در کدام گزینه قطعاً نادرست است؟

۱) ۲/۸ و ۲/۰ ۲) ۲/۸ و ۲/۴ ۳) ۲/۰ و ۲/۵ ۴) ۲/۳۲ و ۲/۴۴

۳۸- طول یک جسم با خط‌کشی که برحسب میلی‌متر مدرج شده، اندازه‌گیری شده است. این طول را برحسب سانتی‌متر چگونه می‌توان نوشت؟ (سراسری ریاضی ۸۵)

۱) ۸۷۸ ۲) ۷۸۲ ۳) ۷۵/۰۲۰ ۴) ۷۵/۲

۳۹- کدام یک از مقدارهای زیر می‌تواند نتیجهٔ اندازه‌گیری حجم با پیمانه‌ای به حجم $3cm^3$ (سی‌سی) باشد؟ گزینه‌ها برحسب سانتی‌متر مکعب‌اند.

۱) ۴۹ ۲) ۳۸ ۳) ۳۰/۳ ۴) ۱۸

۴۰- ضخامت جسمی $2/4\times10^{-3}$ متر اندازه‌گیری شده است. وسیلهٔ این اندازه‌گیری کدام است؟ (دقت اندازه‌گیری متر نواری، خط‌کش، کولیس و ریزسنج به ترتیب یک سانتی‌متر، یک میلی‌متر، ۰/۱ میلی‌متر و ۰/۰۱ میلی‌متر فرض شود.) (سراسری ریاضی ۹۴)

۱) ریزسنج ۲) کولیس ۳) خط‌کش ۴) متر نواری

۴۱- با یک پیمانه، حجم یک مقدار مایعی را ۲/۷۸ لیتر به دست آورده‌ایم. دقت اندازه‌گیری این پیمانه چند سانتی‌متر مکعب (سی‌سی) است؟

۱) ۱۰ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۸

۴۲- برای اندازه‌گیری طول تعدادی جسم، از وسیله‌ای استفاده شده که تا دهم میلی‌متر مدرج شده است. کدام یک از مقدارهای زیر، نمی‌تواند به عنوان طول اندازه‌گیری شده با این وسیله، مورد پذیرش باشد؟ همهٔ مقدارها برحسب میلی‌متراند.

۱) ۳۷/۱۰ ۲) ۸۱/۱ ۳) ۰/۸ ۴) ۲۳۴/۱

۴۳- یک فروشنده از ترازویی برای اندازه‌گیری جرم جسم‌ها استفاده می‌کند. این ترازو دارای وزنه‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ گرمی و وزنه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ کیلوگرمی است. این فروشنده نمی‌تواند جسمی به جرم ..... را با این ترازو اندازه‌گیری کند.

۱) $5/2kg$ ۲) $1150g$ ۳) $7kg$ ۴) $0/3kg$

۴۴- دقت اندازه‌گیری در مقدار $۴۵/۰۸kg$ چند گرم است؟

۱) ۱ ۲) ۸۰ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۴۵- چهار دانش‌آموز یک بار الکتریکی را اندازه گرفته و مقدار آن را به صورت داده شده در گزینه‌ها، گزارش کرده‌اند. دقت اندازه‌گیری کدام یک از همه بیش‌تر است؟

۱) $۲/۳۵\times۱۰^{۹}nC$ ۲) $۲۳۵۰\times۱۰^{۶}nC$ ۳) $۲/۳۵C$ ۴) $۲۳/۵\times۱۰^{۲}mC$

۴۶- یک نفر جرم جسمی را به کمک ترازوی دیجیتالی اندازه گرفته و مقدار آن را ۴۸۰/۶۰ گرم گزارش کرده است. دقت این اندازه‌گیری چند کیلوگرم است؟

۱) $۱۰^{-۲}$ ۲) $۱۰^{-۵}$ ۳) ۶×۱۰^{-۳} ۴) ۶×۱۰^{-۲}

۴۷- دقت اندازه‌گیری در کدام یک از گزینه‌های زیر، با بقیه متفاوت است؟

۱) $۹۳۰/۸۶\times۱۰^{۵}mm$ ۲) $۴۶۹cm$ ۳) $۵۸۴/۱۲\times۱۰^{-۳}km$ ۴) $۵۷۰\times۱۰^{-۱}dm$

۴۸- جرم جسمی $۵۷/۲۰kg$ اندازه‌گیری و گزارش شده است. دقت این اندازه‌گیری چند میکروگرم است؟

۱) $۱۰^{-۷}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) $۱۰^{۷}$ ۴) $۱۰^{۴}$

۴۹- دقت اندازه‌گیری زمان‌سنجی $۱۰^{-۴}$ ثانیه است. از مقدارهای گزارش شدهٔ زیر، کدام یک ممکن است با این وسیله اندازه‌گیری شده باشد؟ مقدارهای داده شده برحسب دقیقه‌اند.

۱) ۱/۰۰۰۵ ۲) ۲/۰۰۴ ۳) ۵/۰۰۰۰۶ ۴) ۷/۰۰۰۰۰۸

۵۰- جرم جسمی برحسب کیلوگرم، ۲/۵۰ گزارش شده است. این جرم برحسب گرم و با نمادگذاری علمی کدام است؟

۱) ۲۵۰۰ ۲) $۲/۵\times۱۰^{۳}$ ۳) $۲/۵۰\times۱۰^{۳}$ ۴) ۲۵×۱۰^{۲}

۵۱- جرم جسم A با یک ترازوی دیجیتالی برابر ۶/۰۰۲۵ کیلوگرم شده است. با همین ترازو، جرم جسم B کدام یک از مقدارهای زیر می‌تواند باشد؟

۱) $۴۲۲/۷۸g$ ۲) $۰/۴۲۲۰۰kg$ ۳) $۴۲/۲۷۸g$ ۴) $۴۲۲/۷g$

۵۲- در کدام یک از گزینه‌های زیر، دقت اندازه‌گیری مقدار داده شده، با بقیه متفاوت است؟

۱) $۵۰۰cm$ ۲) $۴۵۰\times۱۰^{-۱}dm$ ۳) $۱۱/۰۹\times۱۰^{-۴}km$ ۴) $۸۹/۰۶\times۱۰^{۳}mm$

۵۳- جرم یک ذره $۲/۸\times۱۰^{-۳}\mu g$ گزارش شده است. جرم این ذره برحسب میلی‌گرم چه‌قدر می‌شود؟

۱) ۲/۸ ۲) $۲/۸\times۱۰^{-۶}$ ۳) $۲/۸\times۱۰^{-۹}$ ۴) $۲/۸\times۱۰^{-۱۲}$

۵۴- یکاهای « $kg\frac{m^{۲}}{s^{۲}}$ » و « As » (A = آمپر، یکای شدت جریان الکتریکی) یکای اندازه‌گیری کدام کمیت‌های زیراند؟ (به ترتیب و از راست به چپ)

۱) انرژی، بار الکتریکی ۲) انرژی، توان ۳) نیرو، بار الکتریکی ۴) نیرو، شدت جریان الکتریکی

۵۵- مقدار $۷/۹\times۱۰^{۳}mg/lit$ (میلی‌گرم بر لیتر) برحسب یکای $\mu g/mlit$ برابر می‌شود با:

۱) $۷/۹\times۱۰^{۳}$ ۲) $۷/۹\times۱۰^{۶}$ ۳) $۷/۹\times۱۰^{۵}$ ۴) $۷/۹\times۱۰^{۲}$

۵۶- نتیجهٔ اندازه‌گیری با یک طول‌سنج، مقدار ۷۶۰/۸۰ سانتی‌متر گزارش شده است.دقت اندازه‌گیری این طول‌سنج برحسب کیلومتر کدام می‌شود؟

۱) $۱۰^{-۵}$ ۲) $۱۰^{-۶}$ ۳) $۱۰^{-۷}$ ۴) $۱۰^{-۸}$