

## راهنمای استفاده از کتاب

برای کسب بهترین نتیجه در امتحانات مدرسه و کنکور گام‌های زیر را به ترتیب برای هر فصل طی کنید.

### ویژگی‌های فیلم آموزشی

گام ۱

فیلم

۱. برای استفاده از فیلم‌های آموزشی هر فصل QR-Code های صفحه بعد را اسکن کنید.
۲. در هر فصل مطالب کتاب درسی درس به درس تدریس شده است.

### ویژگی‌های درسنامه آموزشی

گام ۲

درسنامه

۱. هر فصل به تعدادی قسمت تقسیم شده است.
۲. در هر قسمت آموزش کاملی به همراه مثال و تست ارائه شده است.
۳. سطح تست‌ها عموماً کمی بالاتر از مثال‌ها است. اگر دانش‌آموز وقت کافی ندارد یا می‌خواهد فقط در سطح امتحانات مدرسه درس بخواند، می‌تواند بدون این‌که مطلبی را از دست دهد از تست‌ها عبور کند.
۴. قسمت‌هایی تحت عنوان ویژه علاقمندان آورده شده است که ویژه آمادگی برای آزمون‌های تستی و کنکور است و مطالعه آن‌ها برای امتحانات مدارس ضروری نیست.

### ویژگی‌های پرسش‌های تشریحی

گام ۳

پرسش  
تشریحی

۱. هر فصل به تعدادی قسمت (دقیقاً منطبق بر قسمت‌بندی گام اول) تقسیم شده است.
۲. سؤالات از ساده به دشوار و موضوعی مرتب شده‌اند.
۳. سؤالات دارای پاسخ تشریحی هستند.

### ویژگی‌های پرسش‌های چهارگزینه‌ای

گام ۴

تست

- ۱- هر فصل به تعدادی قسمت (دقیقاً منطبق بر قسمت‌بندی گام دوم و سوم) تقسیم شده است.
۲. هر قسمت نیز دارای ریزطبقه‌بندی است.
۳. تست‌ها از ساده به دشوار و موضوعی مرتب شده‌اند.
۴. تمامی تست‌های کنکور داخل و خارج از کشور قابل استفاده و منطبق بر کتاب درسی جدید آورده شده است.
۵. تست‌ها دارای پاسخ تشریحی هستند.
۶. در انتهای هر فصل تعدادی تست تحت عنوان V.I.P آورده شده است که ویژه دانش‌آموزان برتر می‌باشد.

به جای آن‌که چندین کتاب بخوانید، کتاب‌های گاج را چندین بار بخوانید

## درسنامه آموزشی

### فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

قسمت اول: فیزیک و کمیت‌ها ..... ۱۰  
قسمت دوم: چگالی ..... ۲۰

### فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

قسمت اول: نیروی بین مولکولی و حالت ماده ..... ۲۷  
قسمت دوم: فشار ..... ۳۲  
قسمت سوم: فشارسنج‌ها ..... ۴۳  
قسمت چهارم: شناوری - شاره در حال حرکت و اصل برنولی ..... ۴۷

### فصل سوم: کار، انرژی و توان

قسمت اول: کار و انرژی جنبشی ..... ۵۲  
قسمت دوم: کار و انرژی پتانسیل ..... ۶۰  
قسمت سوم: پایداری انرژی مکانیکی ..... ۶۲  
قسمت چهارم: کار و انرژی درونی ..... ۶۴  
قسمت پنجم: توان و بازده ..... ۶۶

### فصل چهارم: دما و گرما

قسمت اول: دما و دماسنج ..... ۶۹  
قسمت دوم: انبساط گرمایی ..... ۷۲  
قسمت سوم: گرما و گرماسنجی ..... ۷۹  
قسمت چهارم: گرما و تغییر حالت ..... ۸۴  
قسمت پنجم: روش‌های انتقال گرما ..... ۹۳

۹۶ ..... خلاصه فرمول‌ها و نکات

## FILM

### فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

قسمت اول و دوم ..... 152 min  
تمرین‌های آخر فصل ..... 25 min

### فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

قسمت اول تا چهارم ..... 132 min  
تمرین‌های آخر فصل ..... 27 min

### فصل سوم: کار، انرژی و توان

قسمت اول تا پنجم ..... 180 min  
تمرین‌های آخر فصل ..... 45 min

### فصل چهارم: دما و گرما

قسمت اول تا پنجم ..... 262 min  
تمرین‌های آخر فصل ..... 51 min

## پرسش‌های تشریحی

### فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

- قسمت اول: فیزیک و کمیت‌ها ..... ۲۸۰  
قسمت دوم: چگالی ..... ۲۸۲

### فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

- قسمت اول: نیروی بین مولکولی و حالت ماده ..... ۲۸۶  
قسمت دوم: فشار ..... ۲۸۸  
قسمت سوم: فشارسنج‌ها ..... ۲۹۱  
قسمت چهارم: شناوری - شماره در حال حرکت و اصل برنولی ..... ۲۹۵

### فصل سوم: کار، انرژی و توان

- قسمت اول: کار و انرژی جنبشی ..... ۳۰۳  
قسمت دوم: کار و انرژی پتانسیل ..... ۳۰۵  
قسمت سوم: پایداری انرژی مکانیکی ..... ۳۰۷  
قسمت چهارم: کار و انرژی درونی ..... ۳۰۸  
قسمت پنجم: توان و بازده ..... ۳۰۸

### فصل چهارم: دما و گرما

- قسمت اول: دما و دماسنج ..... ۳۱۶  
قسمت دوم: انبساط گرمایی ..... ۳۱۶  
قسمت سوم: گرما و گرماسنجی ..... ۳۱۹  
قسمت چهارم: گرما و تغییر حالت ..... ۳۲۰  
قسمت پنجم: روش‌های انتقال گرما ..... ۳۲۲

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

- قسمت اول: فیزیک و کمیت‌ها ..... ۹۹  
قسمت دوم: چگالی ..... ۱۰۹  
تست‌های V.I.P ..... ۱۱۲

### فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

- قسمت اول: نیروی بین مولکولی و حالت ماده ..... ۱۳۰  
قسمت دوم: فشار ..... ۱۳۵  
قسمت سوم: فشارسنج‌ها ..... ۱۴۷  
قسمت چهارم: شناوری - شماره در حال حرکت و اصل برنولی ..... ۱۵۶  
تست‌های V.I.P ..... ۱۵۹

### فصل سوم: کار، انرژی و توان

- قسمت اول: کار و انرژی جنبشی ..... ۱۸۵  
قسمت دوم: کار و انرژی پتانسیل ..... ۱۹۳  
قسمت سوم: پایداری انرژی مکانیکی ..... ۱۹۴  
قسمت چهارم: کار و انرژی درونی ..... ۱۹۸  
قسمت پنجم: توان و بازده ..... ۲۰۱  
تست‌های V.I.P ..... ۲۰۳

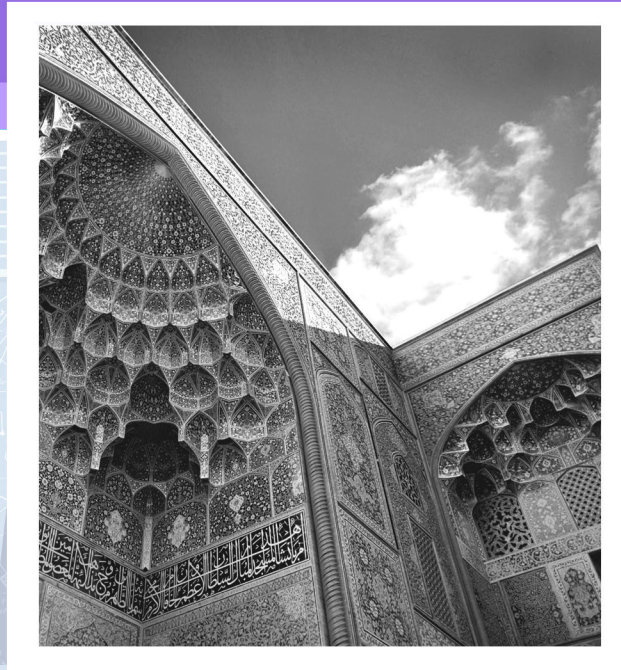
### فصل چهارم: دما و گرما

- قسمت اول: دما و دماسنج ..... ۲۲۷  
قسمت دوم: انبساط گرمایی ..... ۲۲۹  
قسمت سوم: گرما و گرماسنجی ..... ۲۳۷  
قسمت چهارم: گرما و تغییر حالت ..... ۲۴۴  
قسمت پنجم: روش‌های انتقال گرما ..... ۲۵۱  
تست‌های V.I.P ..... ۲۵۲

# ۱

# فصل

فیزیک دهم  
Physics 10



فیزیک و اندازه‌گیری

قسمت اول

Physics

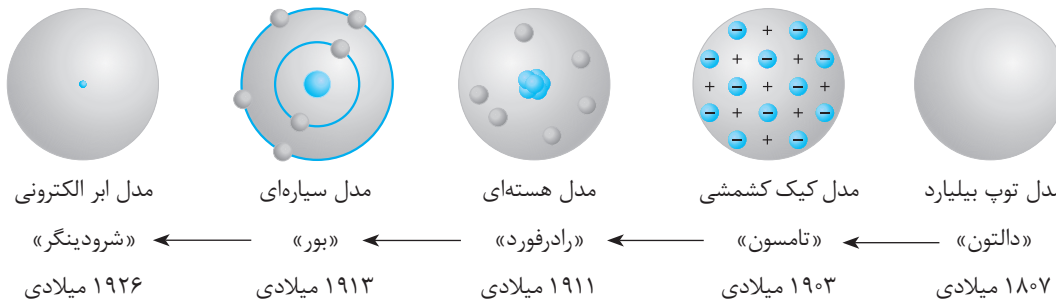
فصل

۱

فیزیک و کمیت‌ها

فیزیک دانش بنیادی

فیزیک شالوده و اساس مهندسی‌ها و فناوری‌های مختلفی است. فیزیک‌دانان پس از مشاهده پدیده‌های طبیعی، به دنبال الگوها و نظم بین پدیده‌ها می‌باشند. برای توصیف پدیده‌ها اغلب از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌شود. در علم تجربی فیزیک، آزمایش‌ها و پدیده‌های جدید، منجر به بازنگری و یا تغییر در مدل‌ها و نظریه‌های قدیمی می‌شود، مانند مدل اتمی، که سیر تکاملی آن، به صورت ساده در زیر بیان شده است.



ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است. یعنی فیزیک‌دانان نظریه‌های فیزیکی را مورد آزمایش قرار می‌دهند تا در صورت مشاهده مغایرت بین نظریه و نتیجه آزمایش، نظریه را اصلاح کنند که این کار منجر به دقیق‌تر و بهتر شدن نظریه‌ها می‌شود.

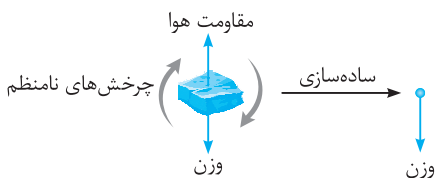
تست: چه تعداد از جمله‌های زیر درست هستند؟

- آ) فیزیک‌دانان برای توصیف پدیده‌ها، از آزمایش استفاده می‌کنند. ۱
- ب) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی، در طول زمان ثابت هستند. ۲
- پ) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌ها، نقطه قوت دانش فیزیک است. ۳
- ت) نتایج آزمایش‌های جدید در فیزیک می‌تواند منجر به بازنگری در مدل یا نظریه‌ای شود. ۴

پاسخ: عبارت‌های (آ) و (ب) نادرست هستند. برای توصیف پدیده‌ها، اغلب از قانون، مدل و یا نظریه فیزیکی استفاده می‌شود. هم‌چنین مدل‌ها و نظریه‌ها ثابت نیستند مانند مدل اتمی که چندین بار تغییر پیدا کرده است. بنابراین گزینه (ب) درست است.

مدل‌سازی

پدیده‌های اطراف ما بسیار پیچیده هستند، به همین دلیل لازم است از ساده‌سازی استفاده شود. مدل‌سازی فرایندی است که طی آن پدیده‌های فیزیکی را به قدری ساده می‌کنند تا بررسی آن ساده و امکان‌پذیر شود.



به عنوان مثال فرض کنید، جسم کوچکی مانند سنگ در هوا در حال سقوط است. هنگام حرکت، چرخش رخ می‌دهد. مقاومت هوا باعث کند شدن حرکت سنگ می‌شود. هر چه سنگ به زمین نزدیک‌تر می‌شود، وزن سنگ افزایش می‌یابد (قانون گرانش نیوتون)، با در نظر گرفتن تمام این جزئیات، بررسی و تحلیل حرکت سنگ پیچیده می‌شود.

برای ساده‌سازی، فرض می‌کنیم سنگ، جسم نقطه‌ای است که نیروی ثابت وزن روی آن اثر می‌گذارد و نیروهایی مانند مقاومت هوا و وزش باد بر حرکت سنگ تأثیر ندارند.

**نکته** هنگام مدل‌سازی پدیده‌های فیزیکی، از اثرهای جزئی صرف‌نظر می‌شود، ولی اثرهای مهم باید لحاظ شود.

**مثال:** در مدل‌سازی سقوط برگه کاغذ و تیله شیشه‌ای، مقاومت هوا اثر مهم است یا جزئی؟

**پاسخ:** مقاومت هوا روی حرکت کاغذ اثر زیادی می‌گذارد و باعث کند شدن حرکت می‌شود. تأثیر مقاومت هوا روی تیله شیشه‌ای ناچیز است زیرا اندازه تیله شیشه‌ای کوچک است و کروی بودن تیله، اثر مقاومت هوا را کاهش می‌دهد. بنابراین در مدل‌سازی تیله شیشه‌ای می‌توان از اثر مقاومت هوا صرف‌نظر کرد ولی در مورد سقوط برگه کاغذ نمی‌توان این کار را کرد.

**تست:** اتومبیلی در حال حرکت است. راننده با مشاهده ترافیک پیش‌رو، ترمز می‌کند ولی به دلیل سرعت بالا تصادف می‌کند. برای مدل‌سازی این پدیده فیزیکی، نادیده گرفتن کدام یک از موارد زیر، تفاوت آشکارتری در بررسی مدل با واقعیت ایجاد می‌کند؟

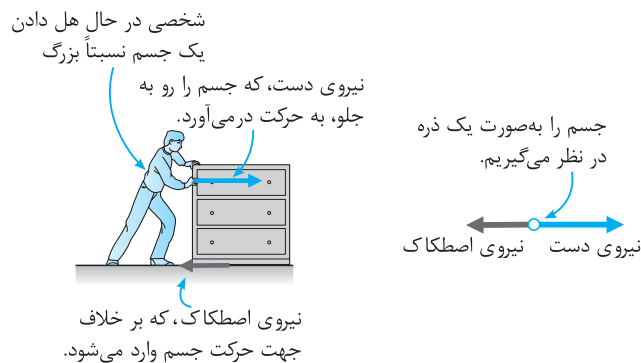
۱ نیروی اصطکاک ۲ ابعاد اتومبیل ۳ وزش نسیم ۴ اصطکاک و وزش نسیم

**پاسخ:** اگر از اصطکاک صرف‌نظر کنیم، اتومبیل هیچ‌گاه متوقف نخواهد شد، بنابراین اصطکاک اثر مهم و تأثیرگذار است. وزش نسیم و ابعاد اتومبیل، اثر مهم و تأثیرگذار نیستند. بنابراین گزینه (۱) درست است.

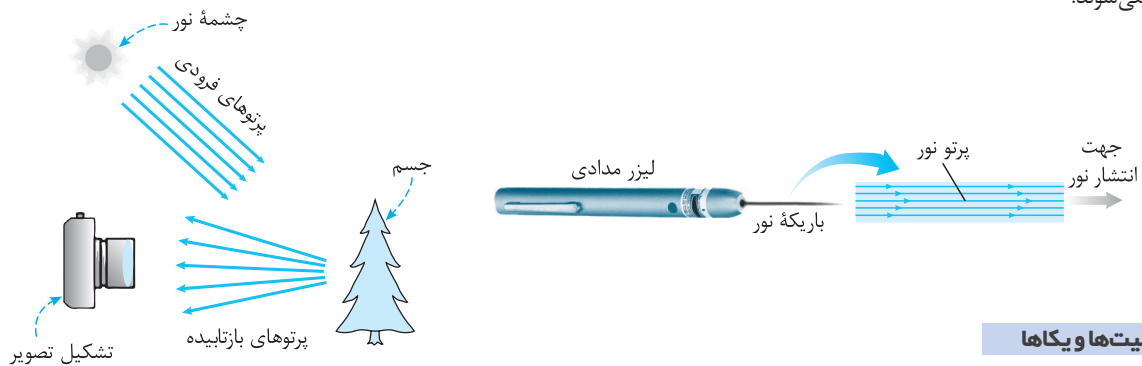
### دو مدل‌سازی پُرکاربرد

دو مدل‌سازی بسیار پُرکاربرد در مبحث مکانیک و نورشناسی وجود دارد:

(۱) مبحث مکانیک: مکانیک شاخه‌ای از فیزیک است که به بررسی حرکت اجسام و نیروهای وارد بر آن‌ها می‌پردازد. در اغلب مسائل و پدیده‌های مبحث مکانیک، اجسام را با ذره مدل‌سازی می‌کنیم. مانند شکل زیر که جعبه را به صورت ذره مدل‌سازی می‌کنیم.



(۲) برای دیدن اجسام یا باید نور آن‌ها به چشم برسد، مانند خورشید، لامپ و ... و یا بازتاب نور از آن‌ها به چشم برسد، مانند کتاب، درخت و ... در تصاویر زیر، نور را با پرتوهایی مدل‌سازی می‌کنیم که روی خط راست از جسم‌هایی مانند خورشید یا لیزر خارج می‌شوند و یا از جسم‌هایی مانند درخت، بازتابیده می‌شوند.



### کمیت‌ها و یکاها

یکی از تعاریف علم فیزیک، علم اندازه‌گیری است. در اندازه‌گیری از واژه‌های «کمیت» و «یکا» استفاده می‌شود. کمیت: هر چیز قابل اندازه‌گیری را کمیت می‌گویند و با عدد بیان می‌کنند مانند دما، طول، مدت زمان و ... برخی چیزها مانند عصبانیت قابل اندازه‌گیری نیست. یکا: به مقدار معین و قراردادی از هر کمیت، یکا یا واحد می‌گویند. به عنوان مثال طول معینی که روی یک میله علامت خورده را متر تعریف کرده‌اند. بنابراین وقتی می‌گوییم ارتفاع برج میلاد ۴۰۰m است، یعنی ارتفاع برج میلاد، ۴۰۰ برابر یکای قراردادی متر است.

### تقسیم‌بندی کمیت‌ها

در این قسمت با دو نوع تقسیم‌بندی کمیت‌ها آشنا می‌شویم: ۱ برداری و نرده‌ای ۲ اصلی و فرعی

## ۲) کمیت‌های برداری و نرده‌ای

**کمیت نرده‌ای (عددی - اسکالر):** کمیتی است که تنها با یک عدد و یکا بیان می‌شود. مانند جرم، تندی، شدت جریان الکتریکی و ...  
در محاسبه‌های ریاضی این کمیت‌ها از قاعده‌های متداول ریاضی استفاده می‌شود. به عنوان مثال اگر  $1\text{ kg}$  آب را روی  $2\text{ kg}$  شکر بریزیم، جرم کل برابر  $3\text{ kg}$  می‌شود.  
**کمیت برداری:** کمیتی است که علاوه بر عدد و یکای مناسب، جهت نیز برای آن بیان می‌شود و از قواعد جمع برداری پیروی می‌کند. مانند سرعت، جابه‌جایی، شتاب، وزن و ... جمع و تفریق کمیت‌های برداری مانند کمیت‌های نرده‌ای نیست.

**نمایش کمیت برداری:** برای نمایش کمیت برداری، روی نماد آن کمیت، پیکان رسم می‌شود.  $\vec{v}$  (بردار سرعت)،  $\vec{a}$  (بردار شتاب) و ... اگر پیکان رسم نشود، منظور اندازه کمیت است:  $v$  (مقدار سرعت)،  $a$  (مقدار شتاب) و ... البته اندازه کمیت برداری را به صورت  $|\vec{a}|$ ،  $|\vec{v}|$  و ... نیز نمایش می‌دهند.

$\vec{v}: 60\text{ km/h}$  (به طرف غرب)

↑ ↑ ↑ ↑  
جهت یکا عدد نماد

**مثال:** در بین کمیت‌های زیر، کمیت‌های برداری و نرده‌ای را مشخص کنید.

وزن، شدت جریان الکتریکی، شتاب گرانش زمین، انرژی جنبشی، سرعت، تندی، توان الکتریکی، ضخامت سیم، فشار

**پاسخ:** برداری: وزن، شتاب گرانش زمین، سرعت

نرده‌ای: شدت جریان الکتریکی، انرژی جنبشی، تندی، توان الکتریکی، ضخامت سیم، فشار

**تست:** در توصیف حرکت گلوله در آب به ترتیب از راست به چپ از چند کمیت برداری و چند کمیت نرده‌ای استفاده شده است؟

«گلوله‌ای به جرم  $2\text{ kg}$  و چگالی  $8\text{ g/cm}^3$  در مدت  $6\text{ s}$  به اندازه  $10\text{ m}$  داخل آب رودخانه‌ای و رو به پایین حرکت می‌کند.»

۱، ۳ (۱) ۲، ۲ (۲) ۳، ۱ (۳) ۴، صفر (۴)

**پاسخ:** جابه‌جایی، کمیت برداری است و جرم، چگالی و مدت زمان، نرده‌ای هستند. بنابراین گزینه (۳) درست است.

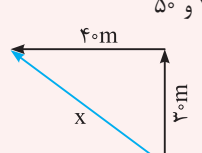
## جمع برداری (ویژه علاقمندان)

اگر دو یا چند کمیت برداری را به دنبال هم رسم کنید و سپس ابتدای بردار اول را به انتهای بردار آخر متصل کنید، بردار رسم شده را بردار برابری می‌گویند و در برخی از حالات می‌توانید از روش‌های هندسی، اندازه بردار برابری را محاسبه کنید.

**تست:** شخصی  $30\text{ m}$  به سمت شمال و سپس  $40\text{ m}$  به سمت غرب می‌رود. مسافت طی شده و جابه‌جایی شخص به ترتیب از راست به چپ چه قدر است؟

(ویژه علاقمندان)

۱)  $70^\circ$  و  $70^\circ$  ۲)  $10^\circ$  و  $10^\circ$  ۳)  $50^\circ$  و  $50^\circ$  ۴)  $70^\circ$  و  $50^\circ$



**پاسخ:** ابتدا شکل را رسم کنید:  
طبق قضیه فیثاغورس اندازه  $x$  قابل محاسبه است:  
 $x^2 = 30^2 + 40^2 \Rightarrow x^2 = 2500 \Rightarrow x = 50\text{ m}$   
مسافت طی شده نیز برابر  $70\text{ m}$  است. بنابراین گزینه (۴) درست است.

## ب) کمیت اصلی و فرعی

انتخاب یکای مستقل برای تمام کمیت‌های موجود در اطرافمان کار بسیار سختی است و عملاً استفاده از آن‌ها دشوار و مشکل‌ساز است به همین دلیل تعدادی از کمیت‌ها را به‌طور مستقل انتخاب کرده و بقیه را با استفاده از روابط، برحسب این کمیت‌ها بیان می‌کنند.

**کمیت اصلی:** کمیت‌هایی که به‌طور مستقل انتخاب شده‌اند و برای آن‌ها یکای مستقل مشخص شده است  
را کمیت اصلی می‌گویند و به یکای آن‌ها، یکاهای اصلی می‌گویند.

هفت کمیت را به‌عنوان کمیت اصلی انتخاب کرده‌اند که در جدول مقابل بیان شده‌اند.

یکاهای بیان شده در دستگاه «متریک» می‌باشند که در سال ۱۹۶۰ میلادی دستگاه بین‌المللی SI نامیده شدند.

**نکته:** یکا باید ثابت باشد و قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد.

کمیت	یکای	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
مقدار ماده	مول	mol
دما	کلوین	K
شدت روشنایی	گندلا (شمع)	cd
جریان الکتریکی	آمپر	A

مطالعه قسمت‌های ویژه علاقمندان برای امتحانات مدرسه الزامی نیست، اما جهت آمادگی برای آزمون‌های تستی الزامی است.

**کمیت فرعی:** کمیت‌هایی که برحسب کمیت‌های اصلی و به کمک روابط، تعیین می‌شوند، کمیت فرعی و به یکای آن‌ها، یکای فرعی می‌گویند. مانند مساحت (طول × طول) که در SI برحسب  $m^2$  است و یا تندی ( $\frac{\text{طول}}{\text{زمان}}$ ) که در SI برحسب  $m/s$  است. تعداد زیادی کمیت فرعی می‌توان نام برد.

**تست:** شدت جریان الکتریکی و زمان از ..... و کیلوگرم و متر از ..... می‌باشند.

- ۱ یکاهای اصلی - یکاهای اصلی  
۲ یکاهای اصلی - یکاهای اصلی  
۳ کمیت‌های فرعی - یکاهای اصلی  
۴ کمیت‌های فرعی - کمیت‌های اصلی

**پاسخ:** شدت جریان الکتریکی و زمان جزء هفت کمیت اصلی هستند. کیلوگرم و متر به ترتیب یکای کمیت‌های اصلی جرم و طول هستند، بنابراین این دو از یکاهای اصلی هستند. بنابراین گزینه (۲) درست است.

**نکته:** برخی از یکاهای فرعی نام خاصی ندارند مانند شتاب که یکای آن در SI برحسب  $m/s^2$  است. ولی برای احترام و پاسداشت فیزیک‌دانان، برخی یکاهای فرعی را به نام آن‌ها نامگذاری کرده‌اند. مانند یکاهای نیرو و انرژی که به ترتیب نیوتون (N) و ژول (J) نامگذاری شده‌اند. برای بیان این یکاها برحسب یکاهای اصلی باید از رابطه‌های فیزیکی استفاده کنید.

**مثال:** یکای نیرو و انرژی در SI برای پاسداشت دانشمندان به ترتیب نیوتون و ژول می‌باشد. این دو یکا را برحسب یکاهای اصلی به دست آورید.  
**پاسخ:** همان‌طور که در درسنامه بیان شده است، یکاهای فرعی با استفاده از روابط به دست می‌آیند:

$$F = ma \Rightarrow 1N = 1kg \times 1m/s^2 = 1kgm/s^2$$

$$1J = 1kg \cdot m/s^2 \times 1m = 1kg \cdot m^2/s^2 \Rightarrow \text{جابه‌جایی} \times \text{اندازه نیروی محرک} = \text{کار نیروی محرک}$$

**نکته:** یکای انرژی از روابط دیگری نظیر رابطه انرژی جنبشی ( $K = \frac{1}{2}mv^2$ ) نیز قابل محاسبه است؛ که در فصل‌های بعد با روابط دیگر انرژی آشنا خواهید شد.

**تست:** یکای توان در SI، وات (W) نام دارد. این یکا برحسب یکاهای اصلی کدام است؟

- ۱  $kg \cdot s^2 / m^2$   
۲  $kgm^2 / s^3$   
۳  $kgm^2 / s^2$   
۴  $kgm / s^2$

**پاسخ:** باید از رابطه فیزیکی استفاده کنیم.

$$\text{انرژی} = \frac{\text{توان}}{\text{مدت زمان}} \Rightarrow P = \frac{E}{t} \Rightarrow 1W = \frac{1kgm^2/s^2}{s} = 1kgm^2/s^3$$

بنابراین گزینه (۲) درست است.

**یادآوری:** یکای انرژی در SI برحسب ژول (J) است که برحسب یکاهای اصلی به صورت  $kg \cdot m^2 / s^2$  می‌باشد.

**تست:** در تعریف یکای کدام یک از کمیت‌های فرعی زیر، یکاهای اصلی کم‌تری نسبت به بقیه گزینه‌ها استفاده شده است؟

- ۱ کار  
۲ شتاب  
۳ نیرو  
۴ انرژی

**پاسخ:** طبق رابطه‌های فیزیکی، یکاهای فرعی را برحسب یکاهای اصلی به دست می‌آوریم. یکای کار و انرژی یکسان هستند بنابراین گزینه‌های (۱) و (۴) پاسخ درست نیستند ولی جهت تمرین، یکاهای آن‌ها را به دست می‌آوریم.

$$W = Fd \Rightarrow ((kgm/s^2) \times m = kgm^2/s^2) \Rightarrow \text{جابه‌جایی} \times \text{نیرو} = \text{کار}$$

$$\text{شتاب} = \frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{مدت زمان}} \Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \left( \frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2} \right)$$

$$F = ma \Rightarrow (1N = 1kg \times 1m/s^2 = 1kgm/s^2)$$

در یکای شتاب، کم‌ترین یکاهای اصلی استفاده شده است و گزینه (۲) درست است.

### بیشتر بدانید

در برخی از کشورها برای جرم، طول و حجم از یکاهای پوند، فوت و کوارت استفاده می‌شود که به آن دستگاه یکاهای انگلیسی می‌گویند.

$$1lb \approx 0.454kg, \quad 1ft = 12in \approx 30.48cm, \quad 1in = 2.54cm$$

$$1qt = 1L$$

هر کوارت برابر با یک چهارم گالن است.



## تعریف یکاهای اصلی پرکاربرد

یکای متر (m)، کیلوگرم (kg) و ثانیه (s) در بین یکاهای اصلی پرکاربردتر هستند و به صورت زیر تعریف شده‌اند:  
 متر: در ابتدا به صورت یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال انتخاب شده بود و به صورت فاصله میان دو خط نازک حک شده در دوسر میلیلهای از جنس آلیاژ پلاتین- ایریدیوم که در دمای صفر درجه سلسیوس نگهداری می‌شود، مشخص شد. امروزه، متر استاندارد برابر است با مسافتی که نور در خلأ در مدت  $\frac{1}{299792458}$  ثانیه طی می‌کند.

**مثال:** چرا متر را به صورت جدید برحسب حرکت نور توصیف می‌کنند؟

**پاسخ:** امکان خراب شدن متر به دلیل تغییر دمای محفظه نگهداری و یا خرابی در اثر آتش سوزی، جنگ و ... باعث شد، متر را طوری تعریف کنند که در طول زمان ثابت بماند.  
 (در سال ۱۸۳۴ میلادی استانداردهای اولیه یارد و پوند (طول و جرم) در مجلس انگلستان از بین رفت).

یکاهای قدیمی طول<sup>۱</sup>

یکاهای ذرع (۱۰۴cm) و فرسنگ (۶۰۰۰ ذرع) از یکاهای قدیمی ایران هستند.

$$۱ \text{ فرسنگ} = ۶۰۰۰ \text{ ذرع} = ۶۰۰۰ \times ۱۰۴ \text{ cm} = ۶۲۴۰۰۰ \text{ cm} = ۶/۲۴ \text{ km}$$

**مثال:** ترجمه یکی از آثار ژول ورن، نویسنده معروف فرانسوی، با نام «بیست هزار فرسنگ زیر دریا» چاپ شد. می‌دانیم هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع و هر ذرع ۱۰۴ cm است. بیست هزار فرسنگ چند کیلومتر است؟

**پاسخ:** ابتدا باید ببینیم هر فرسنگ چند کیلومتر است:

$$۱ \text{ فرسنگ} = ۶۰۰۰ \text{ ذرع} = ۶۰۰۰ \times ۱۰۴ \text{ cm} = ۶۲۴۰۰۰ \text{ cm} = ۶/۲۴ \text{ km}$$

حال می‌توان نوشت:

$$۲۰۰۰۰ \text{ فرسنگ} = ۲۰۰۰۰ \times ۶/۲۴ \text{ km} = ۱۲۴۸۰۰ \text{ km}$$

به نظر شما روی کره زمین، اقیانوسی با این عمق وجود دارد؟!

## یکاهای نجومی (AU) و سال نوری (ly)

یک AU برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید است:  $۱ \text{ AU} \approx ۱/۵۰ \times ۱۰^{۱۱} \text{ m}$  و یک سال نوری (ly) برابر مسافتی است که نور در یک سال در خلأ طی می‌کند که با استفاده از فرمول تندى ( $x = vt$ ) قابل محاسبه است:

$$۱ \text{ ly} = (۳ \times ۱۰^۸ \text{ m/s}) \times (۳۶۵ \times ۲۴ \times ۳۶۰۰ \text{ s}) \approx ۹/۴۶ \times ۱۰^{۱۶} \text{ m} \approx ۱۰^{۱۶} \text{ m}$$

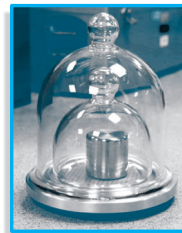
**مثال:** فاصله زمین تا خورشید ( $۱/۵ \times ۱۰^{۱۱} \text{ m}$ ) تقریباً چند سال نوری است؟

**پاسخ:** هر سال نوری حدود  $۱۰^{۱۶} \text{ m}$  محاسبه شده است:

$$۱/۵ \times ۱۰^{۱۱} \text{ m} = x \times ۱۰^{۱۶} \text{ m} \Rightarrow x = \frac{۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}}{۱۰^{۱۶}} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۵} \Rightarrow ۱/۵ \times ۱۰^{۱۱} \text{ m} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۵} \text{ ly}$$

## کیلوگرم

استاندارد جرم، یک سیلندر از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم است که به‌عنوان نخستین نمونه جرم یک کیلوگرم ساخته شد<sup>۲</sup> (۹۰٪ پلاتین و ۱۰٪ ایریدیوم). در اواخر قرن نوزدهم (۱۸۸۹) هجده نمونه از این جرم تهیه و به کشورها ارسال شد که تحت شرایط خاص در ظرف‌های شیشه‌ای دوجداره و در بسته و در زیرزمین نگهداری می‌شوند.



جرم (kg)	جسم
$۱ \times ۱۰^{۵۲}$	عالم قابل مشاهده
$۷ \times ۱۰^{۴۱}$	کهکشان راه‌شیری
$۲ \times ۱۰^{۳۰}$	خورشید
$۶ \times ۱۰^{۲۴}$	زمین
$۷/۳۴ \times ۱۰^{۲۲}$	ماه
$۱ \times ۱۰^۳$	کوسه
$۷ \times ۱۰^۱$	انسان
$۱ \times ۱۰^{-۱}$	قورباغه
$۱ \times ۱۰^{-۵}$	پشه
$۱ \times ۱۰^{-۱۵}$	باکتری
$۱/۶۷ \times ۱۰^{-۲۷}$	اتم هیدروژن
$۹/۱۱ \times ۱۰^{-۳۱}$	الکترون

۱. حفظ کردن یکاهای قدیمی و غیر SI نباید مورد ارزش‌یابی قرار بگیرد. اگر قرار باشد سؤال داده شود باید تبدیل این یکاهای قدیمی در صورت سؤال بیان شوند.  
 ۲. در بیست و ششمین مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها در آبان ۱۳۹۷، تعریف یکاهای کیلوگرم، آمپر، کلون و مول تغییر کرد. بر اساس تعریف جدید، کیلوگرم بر اساس ثابت پلانک (h)، آمپر بر اساس بار بنیادی (e)، کلون بر اساس ثابت بولتزمن (k) و مول بر اساس عدد آووگادرو ( $N_A$ ) باز تعریف شدند.

## یکاهای قدیمی جرم

یکاهای قدیمی اندازه‌گیری جرم در ایران عبارت بودند از: خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم که رابطه بین آن‌ها به صورت زیر می‌باشد:

$$۱ \text{ خروار} = ۱۰۰ \text{ من تبریز} \quad ۱ \text{ من تبریز} = ۴۰ \text{ سیر} = ۶۴۰ \text{ مثقال} \quad ۱ \text{ مثقال} = ۲۴ \text{ نخود} = ۹۶ \text{ گندم} \quad ۱ \text{ مثقال} = \frac{۴}{۶۸} \text{ گرم}$$

**تست:** ارتباط بین چند یکای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم به صورت زیر است. اگر هر مثقال تقریباً معادل ۵ گرم باشد، ۱۲۸ تن معادل چند خروار

است؟  
۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال ؛ ۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز

۴۰۰ ۲

۳۰۰ ۲

۲۰۰ ۲

۱۰۰ ۱

پاسخ:

$$۱۲۸ \text{ تن} = ۱۲۸۰۰۰ \text{ kg} = ۱۲۸۰۰۰۰۰۰ \text{ g}$$

$$\text{مثقال} = \frac{۱۲۸۰۰۰۰۰}{۵} = ۲۵۶۰۰۰۰۰ \text{ مثقال}$$

$$\text{من تبریز} = \frac{۲۵۶۰۰۰۰۰}{۶۴۰} = ۴۰۰۰۰ \text{ من تبریز}$$

$$\text{خروار} = \frac{۴۰۰۰۰}{۱۰۰} = ۴۰۰ \text{ خروار}$$

بنابراین گزینه (۴) درست است.

## ثانیه

تعریف اولیه زمان مبتنی بر چرخش زمین به دور خورشید بود و یک ثانیه به صورت  $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$  میانگین روز خورشیدی (زمان بین ظاهر شدن‌های متوالی خورشید در بالاترین نقطه آسمان در هر روز) انتخاب شد.

امروزه تعریف ثانیه بر اساس ارتعاش‌های اتم سزیم و نور گسیل شده از آن تعریف می‌شود.

**بازه زمانی:** در بسیاری از موارد، نیاز به اندازه‌گیری مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد داریم. این مدت زمان را بازه زمانی می‌نامیم.

بازه زمانی	ثانیه
سن عالم	$۵ \times ۱۰^{۱۷}$
سن زمین	$۱/۴۳ \times ۱۰^{۱۷}$
میانگین عمر یک انسان	$۲ \times ۱۰^۹$
یک سال	$۳/۱۵ \times ۱۰^۷$
یک روز	$۸/۶ \times ۱۰^۴$
زمان بین دو ضربان عادی قلب	$۸ \times ۱۰^{-۱}$

## تبدیل یکاها

در زندگی روزمره و مسئله‌های فیزیکی اغلب لازم است یکای کمیت‌ها را تغییر دهیم. مانند تندی اتومبیل، که ممکن است لازم باشد یکای m/s برحسب km/h بیان شود. در دستگاه SI برای سهولت در تبدیل یکاهای ساده از توان‌های ده به صورت جدول مقابل استفاده می‌شود که برخی از آن‌ها بسیار پرکاربرد هستند.

پیشوندهای یکاها					
نماد	پیشوند	ضرب	نماد	پیشوند	ضرب
y	یوکتو	$۱۰^{-۲۴}$	Y	یوتا	$۱۰^{۲۴}$
z	زپتو	$۱۰^{-۲۱}$	Z	زتا	$۱۰^{۲۱}$
a	آتو	$۱۰^{-۱۸}$	E	اگزرا	$۱۰^{۱۸}$
f	فمتو	$۱۰^{-۱۵}$	P	پتا	$۱۰^{۱۵}$
p	پیکو	$۱۰^{-۱۲}$	T	ترا	$۱۰^{۱۲}$
n	نانو	$۱۰^{-۹}$	G	گیگا (جیگا)	$۱۰^۹$
$\mu$	میکرو	$۱۰^{-۶}$	M	مگا	$۱۰^۶$
m	میلی	$۱۰^{-۳}$	k	کیلو	$۱۰^۳$
c	سانتی	$۱۰^{-۲}$	h	هکتو	$۱۰^۲$
d	دسی	$۱۰^{-۱}$	da	دکا	$۱۰^۱$

پیشوندهایی که کاربرد بیشتری دارند و بهتر است آن‌ها را به خاطر بسپارید با زمینه رنگی نشان داده شده‌اند.

**روش زنجیره‌ای تبدیل یکاها**

در این روش اندازه هر کمیتی را در ضریب تبدیل WW ضرب می‌کنند. ضریب تبدیل نسبتی از یکاها می‌باشد که برابر یک است:

$$\frac{1\text{km}}{1000\text{m}} = 1 \quad \text{یا} \quad \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} = 1$$

در هنگام تبدیل یکاها ضریب را طوری بنویسید که یکاها با هم ساده شوند.

$$2/5\text{km} = ?\text{m} \Rightarrow 2/5\text{km} \times (1) = 2/5\text{km} \times \left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}}\right) = 2/5 \times 10^3\text{m}$$

اگر تبدیل را به صورت  $2/5\text{km} \times \frac{1\text{km}}{1000\text{m}}$  می‌نوشتید، یکاها با هم ساده نمی‌شدند.

**نکته ۱)** به تعداد تبدیل یکاهای مورد نیاز از ضریب تبدیل استفاده می‌شود. در تبدیل یکای  $\text{km/h}$  به  $\text{m/s}$  به دو ضریب تبدیل نیاز داریم:

$$72\text{km/h} = ?\text{m/s} \Rightarrow 72\text{km/h} \times (1) \times (1) = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} = \frac{72 \times 1000\text{m}}{3600\text{s}} = 20\text{m/s}$$

$$36\text{km/h} = \frac{36 \times 1000\text{m}}{3600\text{s}} = 10\text{m/s}$$

۲) در برخی از تبدیل یکاها می‌توان به‌طور مستقیم، یکاها را تبدیل کرد:

۳) اگر یکاها توان‌دار باشند، در روش زنجیره‌ای و روش مستقیم به توان آنها دقت نمایید و ضریب‌ها را نیز به توان برسانید:

$$1\text{m}^3 = ?\text{cm}^3$$

$$\text{روش زنجیره‌ای: } 1\text{m}^3 \times (1)^3 = 1\text{m}^3 \times \frac{(100\text{cm})^3}{1\text{m}^3} = 10^6\text{cm}^3$$

$$\text{روش مستقیم: } 1\text{m}^3 = (100\text{cm})^3 = 10^6\text{cm}^3$$

۴) در روش زنجیره‌ای گاهی اوقات باید چند بار تبدیل یکا انجام دهید:

$$1\text{dm}^2 = ?\text{km}^2$$

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

$$10^{-2}\text{m}^2 \times \left(\frac{1\text{km}}{10^3\text{m}}\right)^2 = 10^{-2}\text{m}^2 \times \frac{\text{km}^2}{10^6\text{m}^2} = 10^{-8}\text{km}^2$$

**مثال:** هر  $\text{m}/\mu\text{s}^3$  برابر چند  $\text{m}/\text{Gs}^3$  است؟

**پاسخ:** برای راحتی، تبدیل یکا را در دو مرحله انجام می‌دهیم:

$$1\text{m}/\mu\text{s}^3 = ?\text{m}/\text{Gs}^3$$

$$\text{I: } \frac{1\text{m}}{\mu\text{s}^3} \times \left(\frac{1\mu\text{s}}{10^{-6}\text{s}}\right)^3 = \frac{1\text{m}}{\mu\text{s}^3} \times \frac{\mu\text{s}^3}{10^{-18}\text{s}^3} = 10^{18} \frac{\text{m}}{\text{s}^3}$$

$$\text{II: } 10^{18} \frac{\text{m}}{\text{s}^3} \times \left(\frac{10^9\text{s}}{1\text{Gs}}\right)^3 = 10^{18} \frac{\text{m}}{\text{s}^3} \times \frac{10^{27}\text{s}^3}{\text{Gs}^3} = 10^{45} \text{m}/\text{Gs}^3$$

**تست:** کدام یک از تبدیل یکاهای زیر درست می‌باشد؟

۲)  $2/4\text{mm}^2 = 2/4 \times 10^{-3}\text{m}^2$

۱)  $8/1\mu\text{s} = 8/1 \times 10^{-3}\text{ns}$

۴)  $6/1\text{s}^2 = 6/1 \times 10^{-6}\text{ms}^2$

۳)  $4/7\text{m}^3 = 4/7 \times 10^{+9}\text{mm}^3$

**پاسخ:** در یکاهای توان‌دار، پیشوند نیز به توان می‌رسد.

۱)  $8/1\mu\text{s} = 8/1 \times 10^{-6}\text{s} = 8/1 \times 10^{-6}\text{s} \times \frac{1\text{ns}}{10^{-9}\text{s}} = 8/1 \times 10^{+3}\text{ns}$

۲)  $2/4\text{mm}^2 = 2/4\text{mm}^2 \times \frac{10^{-6}\text{m}^2}{1\text{mm}^2} = 2/4 \times 10^{-6}\text{m}^2$

۳)  $4/7\text{m}^3 = 4/7\text{m}^3 \times \frac{1\text{mm}^3}{10^{-9}\text{m}^3} = 4/7 \times 10^{+9}\text{mm}^3$

۴)  $6/1\text{s}^2 = 6/1\text{s}^2 \times \frac{1\text{ms}^2}{10^{-6}\text{s}^2} = 6/1 \times 10^{+6}\text{ms}^2$

بنابراین گزینه (۳) درست است.

## آهنگ تغییرات

اگر شیر آب را باز کنید و به عنوان مثال در هر دقیقه مقدار ۶ لیتر آب از آن خارج شود، می‌توان گفت آب با آهنگ ۶ لیتر بر دقیقه از شیر خارج می‌شود و به صورت ۶L/min می‌نویسیم. در فیزیک، تغییر هر کمیت نسبت به زمان را معمولاً آهنگ آن کمیت می‌گویند:

$$\text{تغییرات کمیت} = \frac{\text{مدت زمان}}{\text{آهنگ}}$$

**مثال:** در یک روز زمستانی، دمای اتاق  $5^{\circ}\text{C}$  است. پس از روشن کردن شوفاژ، در مدت ۱۰ دقیقه، دما به  $35^{\circ}\text{C}$  می‌رسد. آهنگ تغییر دما چند درجه سانتی‌گراد بر ثانیه است؟

**پاسخ:** طبق متن سؤال، تغییرات دما برابر  $30^{\circ}\text{C}$  و مدت زمان برابر ۱۰ دقیقه است:

$$\text{آهنگ تغییر دما} = \frac{30^{\circ}\text{C}}{10 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{1}{2}^{\circ}\text{C/s} = 0.5^{\circ}\text{C/s}$$

**تست:** آب با آهنگ  $250 \text{ cm}^3/\text{s}$  از شیر آب خارج می‌شود. آهنگ خروج آب چند لیتر بر دقیقه (L/min) است؟

- ۱) ۵      ۲) ۱۵      ۳) ۲۵      ۴) ۱۵۰

**پاسخ:** هر یک لیتر برابر  $10^3$  سانتی‌متر مکعب و هر دقیقه برابر ۶۰s است:

$$\text{آهنگ خروج آب} = 250 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cm}^3} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 15 \text{ L/min}$$

بنابراین گزینه (۲) درست است.

**تست:** آهنگ خروج آب از شیلنگ تانکری  $40 \text{ L/min}$  است. اگر بخواهیم با این شیلنگ، استخری با ابعاد  $10 \times 5 \times 3$  متر را پر کنیم، چند ساعت وقت نیاز است؟

- ۱) ۴      ۲) ۶      ۳)  $48/5$       ۴)  $62/5$

**پاسخ:** هر متر مکعب  $10^3$  لیتر است:

$$\text{حجم استخر } V = 10 \times 5 \times 3 = 150 \text{ m}^3 \times \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 150 \times 10^3 \text{ L} = 150 \times 10^5 \text{ L}$$

$$\text{آهنگ} = \frac{\text{تغییرات حجم}}{\text{مدت زمان}} \Rightarrow 40 \text{ L/min} = \frac{150 \times 10^5 \text{ L}}{t} \Rightarrow t = \frac{150 \times 10^5 \text{ L}}{40 \text{ L/min}} = 3750 \text{ min}$$

$$3750 \text{ min} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 62.5 \text{ hr}$$

بنابراین گزینه (۴) درست است.

**تست:** در مثال قبل، اگر ارتفاع استخر برابر ۳ متر باشد، آهنگ افزایش ارتفاع آب چند cm/s است؟

- ۱)  $\frac{1}{250}$       ۲)  $\frac{1}{750}$       ۳)  $\frac{3}{400}$       ۴)  $\frac{1}{900}$

**پاسخ:** حجم از رابطه (مساحت قاعده  $\times$  ارتفاع) به دست می‌آید و تغییر حجم برابر با حاصل ضرب مساحت قاعده در تغییر ارتفاع است. بنابراین می‌نویسیم:

$$V = A \times h \Rightarrow \Delta V = A \times \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{\Delta V}{A}$$

مجهول  $\frac{\Delta h}{\Delta t}$  است:

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta V}{A}}{\Delta t} = \frac{\Delta V}{A \Delta t} = \frac{\text{آهنگ تغییر حجم}}{\text{مساحت قاعده}} = \frac{40 \text{ L/min}}{10 \times 5 \text{ m}^2} = \frac{4}{5} \text{ L/min} \times \text{m}^2$$

ابتدا لیتر را به متر مکعب تبدیل می‌کنیم تا تبدیل یکا چندان پیچیده نشود:

$$\frac{4}{5} \frac{\text{L}}{\text{min} \times \text{m}^2} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ L}} = \frac{4}{5} \times 10^{-3} \text{ m/min}$$

حال هم‌زمان m را به cm و min را به s تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{4}{5} \times 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{min}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{1}{750} \text{ cm/s}$$

بنابراین گزینه (۲) درست است.

روش معادله‌ای در تبدیل یکاها

یکی دیگر از روش‌های تبدیل یکاها به یکدیگر استفاده از روشی مانند حل معادله است: «مجهول برابر است با معلوم تقسیم بر ضریب مجهول»

$$100 \mu s = ? ms \Rightarrow ? = \frac{100 \mu s}{ms} = \frac{100 \times 10^{-6}}{10^{-3}} = 10^{-1}$$

ویژه علاقمندان

تست: کدام تبدیل یکا درست نیست؟ (1 cal = 4/2 J)

۱)  $10^3 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$     ۲)  $4200 \text{ J/kg} = 1 \text{ cal/g}$     ۳)  $4 \text{ nm}^2/\text{s} = 4 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$     ۴)  $\Delta m^3 = 5 \times 10^9 \text{ mm}^3$

پاسخ: تبدیل واحدها را با روش معادله انجام می‌دهیم:

۱)  $10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^3} \times \frac{\text{m}^3}{\text{cm}^3} = 10^3 \times \text{k} \times \text{c}^3 = 10^3 \times 10^3 \times (10^{-2})^3 = 1$

۲)  $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \times \frac{\text{g}}{\text{cal}} = \frac{4200 \times 1}{\text{k} \times 4/2} = \frac{4200}{10^3 \times 4/2} = 1$

۳)  $4 \frac{\text{nm}^2}{\text{s}} \times \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} = \frac{4 \times \text{n}^2}{\text{c}^2} = \frac{4 \times 10^{-18}}{10^{-4}} = 4 \times 10^{-14}$

۴)  $\Delta m^3 \times \frac{1}{\text{mm}^3} = \frac{5}{(10^{-3})^3} = 5 \times 10^9$

بنابراین گزینه (۳) به درستی تبدیل یکا نشده است.

ویژه علاقمندان

تست: یکای  $\text{ng} \frac{\text{cm}^2}{\text{ns}^2}$  معادل کدام یک از یکاهای زیر است؟

۱) 1N    ۲) 1kJ    ۳) 1kJ    ۴) 1kW

پاسخ: روش زنجیره‌ای وقت‌گیر می‌شود. می‌توانیم مقادیر پیشنهادی را جایگذاری کنیم. به توان یکاها توجه کنید.

$$\text{ng} \frac{\text{cm}^2}{\text{ns}^2} = 10^{-9} \text{g} \times \frac{(10^{-2})^2 \text{m}^2}{(10^{-9})^2 \text{s}^2} = \frac{10^{-9} \times 10^{-4}}{10^{-18}} \text{gm}^2/\text{s}^2 = 10^5 \text{gm}^2/\text{s}^2$$

$$10^5 \text{gm}^2/\text{s}^2 = 10^5 \times 10^{-3} \text{kgm}^2/\text{s}^2 = 10^2 \text{kgm}^2/\text{s}^2$$

حال کافی است به جای g، مقدار  $10^{-3} \text{kg}$  قرار دهیم:

هر یک ژول معادل یک  $\text{kgm}^2/\text{s}^2$  است، بنابراین مقدار نهایی برابر  $10^2 \text{J}$  یا  $1 \text{kJ}$  است و گزینه (۳) درست است.

سازگاری یکاها

هنگام استفاده از روابط فیزیکی به سازگاری یکاها در طرفین رابطه دقت کنید. به عنوان مثال در رابطه  $W = mg$ ؛ وزن برحسب نیوتون است، بنابراین m باید برحسب کیلوگرم و g باید برحسب  $\text{m/s}^2$  باشد تا سازگاری یکاها برقرار باشد.

مثال: در رابطه  $A = BC^2$  اگر A برحسب ژول ( $\text{kgm}^2/\text{s}^2$ ) و B برحسب کیلوگرم باشد، یکای C چیست؟

پاسخ:  $A = BC^2 \Rightarrow \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} = \text{kg} \times \text{C}^2 \Rightarrow \text{C}^2 = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow \text{C} = \text{m/s}$

به عبارت دیگر C از جنس تندی است.

مثال: در رابطه  $Q = mc\Delta\theta$  اگر c برحسب  $\text{cal/g}^\circ\text{C}$  باشد، یکای Q و m و  $\Delta\theta$  را تعیین کنید.

پاسخ: طبق رابطه  $Q = m \times [\text{cal/g}^\circ\text{C}] \times \Delta\theta$  برحسب C و Q برحسب cal باشد.

نمادگذاری علمی

اگر اندازه‌ها بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک باشند، نوشتن تعداد زیادی صفر مقابل عدد یا بین عدد و ممیز منطقی نیست، چرا که باعث بروز اشکال می‌شود بنابراین این‌گونه اعداد را باید به صورت نماد علمی بنویسید:

$a \times 10^n$

که a عددی بین 1 تا 10 است ( $1 \leq a < 10$ ) و n عدد صحیح با علامت مثبت و یا منفی می‌باشد.

$0.000064 = 6/4 \times 10^{-5}$

$290000000 = 2/9 \times 10^8$

**مثال:** اعداد زیر را با استفاده از نمادگذاری علمی بنویسید.

ب)  $0.00012$

ب)  $9600$

آ)  $134/5 \times 10^{-3}$

**پاسخ:** (آ)  $134/5 \times 10^{-3} = 1/345 \times 10^2 \times 10^{-3} = 1/345 \times 10^{-1}$  (ب)  $9600 = 9/600 \times 10^3 = 9/6 \times 10^3$  (پ)  $0.00012 = 1/2 \times 10^{-4}$

**جمع و تفریق کمیت‌ها (ویژه علاقمندان)**

کمیت‌های مختلف با یکاهای مختلف، می‌توانند در یکدیگر ضرب شوند. مانند  $m \times g$  که یکای آن‌ها به صورت «کیلوگرم» و «متر بر مجذور ثانیه» در هم ضرب می‌شوند. در جمع و تفریق، حتماً باید یکای کمیت‌ها یکسان باشد. به عنوان مثال نمی‌توانیم دو کمیت با یکاهای  $m/s$  و  $m/s^2$  را با هم جمع یا از هم تفریق کنیم.

**تست:** اگر عبارت  $(A \times B) + C$  از نظر فیزیک درست باشد، کدام گزینه در مورد یکای کمیت‌های  $A$ ،  $B$  و  $C$  درست است؟ (ویژه علاقمندان)

۱) یکای  $A$  و  $B$  و  $C$  یکسان هستند.

۲) یکای  $A$  و  $B$  یکسان هستند.

۳) یکای  $(A \times B)$  با یکای  $C$  یکسان است.

۴) یکای  $B$  و  $C$  یکسان هستند.

**پاسخ:** کمیت‌های  $A$  و  $B$  در هم ضرب شده‌اند، بنابراین هر یکایی می‌توانند داشته باشند ولی حاصل ضرب آن‌ها با کمیت  $C$  جمع بسته شده است، بنابراین یکای حاصل ضرب  $A$  و  $B$  باید با یکای کمیت  $C$  یکسان باشد. بنابراین گزینه (۳) درست است.

**تست:** اگر جسمی را با تندی اولیه در راستای قائم پرتاب کنیم مکان جسم در هر لحظه  $t$  از مبدأ را با  $y$  نمایش می‌دهند. در رابطه  $y = At^2 + Bt$ ، ضریب‌های  $A$  و  $B$  به ترتیب از راست به چپ معادل چه کمیت‌هایی هستند؟ (ویژه علاقمندان)

۱) شتاب - تندی

۲) تندی - تندی

۳) شتاب - شتاب

۴) شتاب - شتاب

**پاسخ:** یکای کمیت‌های  $y$  و  $At^2$  و  $Bt$  باید یکسان و در SI برحسب متر باشند.

یکای  $A$  مشابه شتاب است.

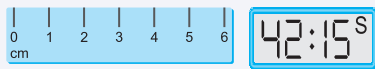
یکای  $B$  مشابه تندی است.

بنابراین گزینه (۱) درست است.

**اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری**

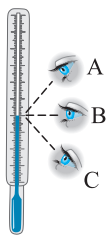
در هر نوع اندازه‌گیری همواره خطا و عدم قطعیت وجود دارد ولی با انتخاب روش‌های بهتر و با وسیله‌های دقیق‌تر می‌توان خطای اندازه‌گیری را کاهش داد ولی نمی‌توان به صفر رساند. سه عامل مهم در افزایش دقت تأثیر دارند:

۱) **دقت وسیله اندازه‌گیری:** هر چه دقت وسیله بیشتر باشد، دقت اندازه‌گیری نیز می‌تواند افزایش یابد. اگر ضخامت یک کتاب را با کولیس اندازه‌گیری کنید دقت شما بسیار بیشتر از حالتی است که با خطکش میلی‌متری اندازه‌گیری می‌کنید. **دقت هر وسیله کم‌ترین مقداری است که وسیله می‌تواند اندازه‌گیری کند.** به عنوان نمونه دقت اندازه‌گیری یک خطکش معمولی یک میلی‌متر است. دقت وسیله‌های رقمی (دیجیتال) برابر با یک واحد از آخرین رقمی است که آن وسیله می‌خواند. به عنوان مثال اگر زمان‌سنجی عدد  $62/855$  را نشان دهد، آخرین رقم، عدد ۵ است که مرتبه آن  $0.01$  ثانیه است.



**مثال:** دقت اندازه‌گیری هر یک از وسایل مقابل چقدر است؟

**پاسخ:** کم‌ترین مقداری که خطکش می‌تواند اندازه‌گیری کند،  $1\text{cm}$  است بنابراین دقت خطکش نیز  $1\text{cm}$  است. در زمان‌سنج رقمی، آخرین رقم عدد ۵ است که مرتبه آن  $0.01\text{s}$  است یعنی دقت زمان‌سنج  $0.01\text{s}$  است.



۲) **مهارت شخص:** نحوه اندازه‌گیری آزمایشگر می‌تواند باعث کاهش خطا شود که یکی از این مهارت‌ها نحوه خواندن درست است. به عنوان مثال، شخص  $B$  عدد را با خطای کمتری می‌خواند، زیرا به‌طور مستقیم از رویه رو عدد را می‌خواند.

۳) **دفعات اندازه‌گیری:** برای اطمینان از نحوه اندازه‌گیری، باید تعداد دفعات اندازه‌گیری را افزایش داد تا از نتیجه اندازه‌گیری مطمئن شد. اگر اعداد تفاوت کمی داشته باشند، میانگین آنها را گزارش می‌دهند ولی اگر تعدادی از آنها با بقیه تفاوت چشمگیری داشته باشند، این اعداد را حذف و بقیه را میانگین‌گیری می‌کنند. به عنوان مثال، اگر چند دانش‌آموز، طول خودکاری را اندازه‌گیری کنند و عددهای  $16/2$ ،  $16/7$ ،  $16/9$ ،  $16/1$ ،  $14/5$ ،  $21/2$  را برحسب سانتی‌متر گزارش دهند، عددهای  $14/5$ ،  $21/2$  با بقیه تفاوت زیادی دارند و در میانگین‌گیری نباید لحاظ شوند.



### قسمت اول: فیزیک و کمیت‌ها

#### فیزیک، دانش بنیادی

۱. کدام ویژگی، نقطه قوت دانش فیزیک است و نقش مهمی در فرایند پیشرفت و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است؟
  - (۱) استفاده از قانون، مدل و نظریه‌های فیزیکی
  - (۲) نظر نقادانه و اندیشه‌ورزی
  - (۳) آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی
  - (۴) آزمایش و مشاهده در فیزیک
۲. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟
  - (۱) اهمیت مطالعه علم فیزیک به این دلیل است که این علم، شالوده تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که در زندگی ما نقش دارد.
  - (۲) نقطه قوت دانش فیزیک، آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی است که باعث پیشرفت این علم شده است.
  - (۳) فیزیک‌دانان پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و می‌کوشند نظم خاصی میان آن‌ها بیابند.
  - (۴) همه موارد درست است.
۳. آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می‌کند ..... می‌باشد.
  - (۱) آزمایش‌های فیزیک
  - (۲) مشاهده پدیده‌های فیزیکی
  - (۳) تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌های فیزیکی
  - (۴) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی
۴. یک مدل یا نظریه فیزیکی بازنگری می‌شود زیرا .....
  - (۱) هیچ نظریه‌ای در فیزیک به عنوان حقیقت پایانی در نظر گرفته نشده است.
  - (۲) این امکان همواره وجود دارد که مشاهده‌های جدید ایجاب کنند که نظریه‌ای بازنگری یا رد شود.
  - (۳) در ماهیت نظریه فیزیکی نهفته است که می‌توانیم یک نظریه را در صورت یافتن رفتاری که با آن نظریه ناسازگار است، رد کنیم.
  - (۴) هر سه مورد درست است.
۵. چند مورد از عبارات‌های زیر درست است؟
 

(آ) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند.

(ب) نقطه قوت دانش فیزیک، ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی است.

(پ) در دانش فیزیک، همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری مدل یا نظریه‌ای شود.

(ت) دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند.


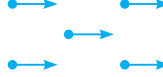
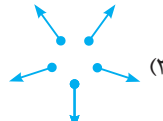
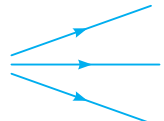

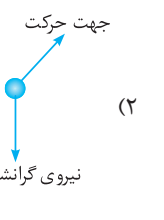


(۱) ۱      (۲) ۲      (۳) ۳      (۴) ۴

#### مدل‌سازی

۶. فرایندی که طی آن یک پدیده فیزیکی آن قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود، ..... نامیده می‌شود.
  - (۱) قانون فیزیکی
  - (۲) نظریه
  - (۳) مدل‌سازی در فیزیک
  - (۴) آزمایش‌های فیزیکی
۷. هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی باید ..... را نادیده بگیریم و از ..... چشم‌پوشی نکنیم.
  - (۱) اثرهای مهم‌تر - اثرهای جزئی‌تر
  - (۲) اثرهای جزئی‌تر - اثرهای مهم‌تر
  - (۳) اثرهای تعیین‌کننده - اثرهای جزئی‌تر
  - (۴) اثرهای تعیین‌کننده - اثرهای مهم‌تر

۸. اساس تجربه و آزمایش ..... می‌باشد.
- (۱) یکا (۲) کمیت فیزیکی (۳) مشاهده (۴) اندازه‌گیری
۹. در مدل‌سازی سقوط یک ورقه نازک آهنی و یک گوی توپُر آهنی در هوا و در نزدیکی سطح زمین، به ترتیب از راست به چپ از اثر کدام مورد می‌توان چشم‌پوشی کرد؟
- (۱) مقاومت هوا - تغییرات نیروی گرانشی  
(۲) تغییرات نیروی گرانشی - چرخش گوی  
(۳) تغییرات نیروی گرانشی - چرخش گوی  
(۴) گزینۀ ۲ و ۳
۱۰. اتومبیلی از شهر کرج به راه افتاده و به سمت شهر قزوین بدون توقف حرکت می‌کند. در مدل‌سازی حرکت این اتومبیل، کدام گزینه نادرست است؟
- (۱) از حرکت دورانی چرخ‌ها چشم‌پوشی کرده و فقط حرکت انتقالی آن‌ها را در نظر می‌گیریم.  
(۲) نیروی گرانشی وارد بر اتومبیل و سرنشین‌های آن در مسیر حرکت ثابت در نظر گرفته می‌شود.  
(۳) از جرم اتومبیل و سرنشینان آن چشم‌پوشی می‌شود.  
(۴) اتومبیل را به صورت یک ذره فرض می‌کنیم.

(برگرفته از کتاب درسی)

۱۱. کدام گزینه مدل مناسب‌تری از تابش نور خورشید به زمین است؟
- (۱)  (۲)  (۳)  (۴) 
۱۲. مدل آرمانی یک توپ فوتبال که در شکل زیر نشان داده شده است و در هوا پرتاب می‌شود، کدام یک از شکل‌های زیر است؟
- (۱)  (۲)  (۳)  (۴) 

۱۳. در شکل زیر، جسمی از بالای سطح شیب‌داری به طرف پایین حرکت می‌کند. برای محاسبه سرعت جسم در پایین سطح شیب‌دار، مسئله را مدل‌سازی می‌کنیم. هنگام مدل‌سازی این مسئله، چه تعداد از موارد زیر را می‌توان نادیده گرفت؟
- (آ) ابعاد جسم (ب) مقاومت هوا  
(پ) وزن جسم (ت) اصطکاک جسم با سطح شیب‌دار  
(ث) تغییر وزن جسم با ارتفاع (ج) تأثیر زاویه  $\alpha$
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۴. شخصی جسمی را روی سطح افقی با تندی ثابت جابه‌جا می‌کند. در مدل‌سازی این پدیده فیزیکی، کدام یک از نیروهای زیر را می‌توان نسبت به بقیه نیروها دارای اثر جزئی‌تری در نظر گرفت؟
- (۱) نیروی  $F$  (۲) نیروی مقاومت هوا  
(۳) نیروی اصطکاک (۴) نیروی وزن

**اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی**

۱۵. برای بیان نتایج اندازه‌گیری به‌طور معمول از ..... و ..... استفاده می‌شود.
- (۱) عدد - یکای مناسب (۲) مدل - آزمایش (۳) عدد - آزمایش (۴) آزمایش - یکای مناسب
۱۶. در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت ..... گفته می‌شود.
- (۱) تجربه (۲) مشاهده (۳) کمیت فیزیکی (۴) یکا



۱۷. از بین کمیت‌های جرم، طول، سرعت، شتاب، وزن، زمان و جابه‌جایی چند کمیت، نرده‌ای و چند کمیت، برداری است؟ (از راست به چپ)

- ۳، ۴ (۱)      ۵، ۲ (۲)      ۲، ۵ (۳)      ۴، ۳ (۴)

۱۸. از بین کمیت‌های مساحت، قد شخص، تندی، جابه‌جایی، نیرو، توان و انرژی چند کمیت، نرده‌ای و چند کمیت، برداری است؟ (از راست به چپ)

- ۲، ۵ (۱)      ۵، ۲ (۲)      ۴، ۳ (۳)      ۳، ۴ (۴)

۱۹. برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری نیاز داریم که ..... و دارای .....

- (۱) تغییر نکنند - قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند.  
 (۲) متغیر باشند - قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند.  
 (۳) متغیر باشند - قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف نباشند.  
 (۴) تغییر نکنند - قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف نباشند.

۲۰. کدام توصیف در مورد کمیت گفته‌شده در هر گزینه کامل نیست؟

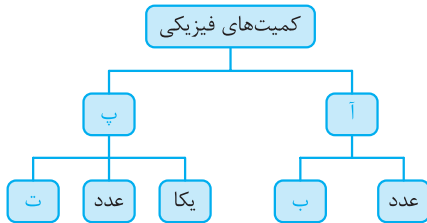
- (۱) جرم خودروی من ۲۰۰۰ کیلوگرم است.  
 (۲) من فقط یک ساعت خوابیده بودم.  
 (۳) من نسبت به محل اولیه خودم دو متر جابه‌جا شدم.  
 (۴) برای انجام این کار ۲ کیلوژول انرژی لازم است.

۲۱. کدام گزینه درست است؟

- (۱) هرگاه شخصی ابتدا ۲ متر و سپس ۳ متر جابه‌جا شود حتماً نسبت به محل اول خود ۵ متر دورتر شده است.  
 (۲) هرگاه به یک جسم ۲ کیلوگرمی یک جرم ۳ کیلوگرمی اضافه کنیم حتماً مجموع جرم آن‌ها ۵ کیلوگرم است.  
 (۳) هرگاه به یک جسم هم‌زمان دو نیروی ۳ نیوتونی و ۲ نیوتونی وارد شود، حتماً به این جسم ۵ نیوتون نیرو وارد می‌شود.  
 (۴) هر سه گزینه درست است.

۲۲. در نمودار مقابل موارد (آ)، (ب)، (پ) و (ت) به ترتیب از راست به چپ کدام هستند؟

- (۱) نرده‌ای - یکا - برداری - جهت  
 (۲) نرده‌ای - جهت - برداری - جهت  
 (۳) برداری - جهت - نرده‌ای - جهت  
 (۴) برداری - یکا - نرده‌ای - جهت



**اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها**

۲۳. در دستگاه بین‌المللی SI تعداد کمیت‌های اصلی ..... کمیت می‌باشد.

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

۲۴. کمیت‌هایی که دارای یکای مستقل هستند، کمیت‌های ..... و کمیت‌هایی که دارای یکای مستقل نیستند، کمیت‌های ..... نامیده می‌شوند.

- (۱) اصلی - نرده‌ای      (۲) اصلی - برداری      (۳) اصلی - فرعی      (۴) فرعی - نرده‌ای

۲۵. از بین کمیت‌های جرم، مساحت، طول، توان، انرژی، زمان، نیرو و حجم چند کمیت، اصلی و چند کمیت، فرعی می‌باشند؟ (از راست به چپ)

- ۶، ۲ (۱)      ۴، ۴ (۲)      ۳، ۵ (۳)      ۵، ۳ (۴)

۲۶. چند کمیت از کمیت‌های زمان، جرم، سرعت، نیرو و دما جزء کمیت‌های فرعی و برداری می‌باشند؟

- ۲ (۱)      ۵ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

۲۷. به لحاظ تاریخی در اواخر قرن هجدهم یکای طول (متر) به صورت ..... تعریف شد.

- (۱) یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال  
 (۲) یک میلیونیم شعاع زمین  
 (۳) یک میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال  
 (۴) یک ده میلیونیم فاصله قطب شمال تا قطب جنوب زمین

۲۸. در یکی از تعاریف اولیه یکای زمان، ثانیه (s) به صورت ..... میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شود.

- $\frac{1}{۸۶۴۰۰}$  (۱)      ۸۶۴۰۰ (۲)       $\frac{1}{۴۳۲۰۰}$  (۳)      ۴۳۲۰۰ (۴)

۲۹. در بسیاری موارد، نیاز به اندازه‌گیری مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد داریم. این مدت زمان را ..... می‌نامیم.

- (۱) یکای زمان      (۲) بازه زمانی      (۳) یک ثانیه      (۴) زمان میانگین

۳۰. کدام کمیت‌ها، همگی از کمیت‌های اصلی هستند؟

- (۱) دما، نیرو، فشار  
 (۲) فشار، زمان، سرعت  
 (۳) جریان الکتریکی، جرم، نیرو  
 (۴) دما، جریان الکتریکی، جرم

۳۱. در کدام یک از موارد زیر، همه کمیت‌ها فرعی هستند؟

- (۱) جرم، زمان، فشار  
 (۲) چگالی، تندی، انرژی  
 (۳) چگالی، جریان الکتریکی، حجم  
 (۴) شدت روشنایی، مقدار ماده، زمان

(سراسری تهرینی قارچ ۹۸)

(سراسری تهرینی ۹۸)

۳۲. کدام گزینه درست است؟

- (۱) متر در آغاز به صورت یک ده میلیونیم فاصله قطب شمال تا خط استوا تعریف شده است.  
 (۲) یکای کنونی زمان به صورت  $\frac{1}{86400}$  میانگین روز خورشیدی است.  
 (۳) سال نوری یکی از یکاهای زمان است.  
 (۴) یکای نجومی، یکای اندازه‌گیری زمان است.

تبدیل یکاها

۳۳. هر ذرع ۱۰۴cm است. اگر فاصله دو شهر  $2/08 \times 10^2$  کیلومتر باشد، فاصله بین این دو شهر چند ذرع است؟

- (۱)  $2 \times 10^7$  (۲)  $2 \times 10^6$  (۳)  $2 \times 10^5$  (۴)  $2 \times 10^4$

۳۴. با توجه به این‌که هر ذرع ۱۰۴ سانتی‌متر و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است، اگر فاصله بین دو شهر ۱۲۴۸۰ متر باشد، این فاصله چند فرسنگ است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۱۰ (۴) ۲۰

۳۵. هر ۴۰ سیر برابر ۶۴۰ مثقال است و هر مثقال، ۲۴ نخود می‌باشد، هر ۵ سیر چند نخود می‌باشد؟

- (۱) ۱۹۲ (۲) ۳۸۴ (۳) ۱۹۲۰ (۴) ۳۸۴۰

۳۶.  $304/8cm$  برابر چند فوت است؟ ( $1ft = 12in$  ,  $1in = 2/54cm$ )

- (۱) ۸ (۲) ۱۰ (۳) ۴ (۴) ۶

۳۷. ارتفاع یک ساختمان ۱۵/۲۴ متر است. ارتفاع این ساختمان چند پا (فوت) است؟ (هر اینچ ۲/۵۴ سانتی‌متر و هر پا ۱۲ اینچ است.)

- (۱) ۵۰۰ (۲) ۵۰ (۳) ۵۰۰۰ (۴) ۵۰۰۰۰

۳۸. اگر هر مثقال معادل ۴/۸۶ گرم و هم‌چنین معادل ۲۴ نخود باشد، ۴۸/۶ گرم چند نخود است؟

- (۱) ۲۴ (۲) ۲۴۰ (۳) ۴۸ (۴) ۴۸۰

۳۹. اگر هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم باشد، ۳۰۴ قیراط چند میکروگرم است؟

- (۱)  $3/04 \times 10^7$  (۲)  $3/04 \times 10^5$  (۳)  $6/08 \times 10^7$  (۴)  $6/08 \times 10^5$

۴۰. جرم یک سنگ قیمتی ۲۰۰ قیراط است و هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است. جرم این سنگ چند گرم است؟ (سراسری ریاضی قارج ۹۸)

- (۱) ۴ (۲) ۱۰ (۳) ۴۰ (۴) ۱۰۰

۴۱. یک کشتی حمل کالا با تندی متوسط ۱۰گره می‌خواهد فاصله بین دو بندر به اندازه ۹۰۰ کیلومتر را طی کند. اگر هر گره دریایی تقریباً ۱/۵ متر بر ثانیه باشد، این کشتی چند ساعت در حرکت است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۸۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۶۴۸

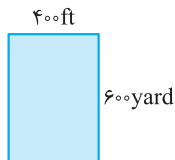
۴۲. تندی متوسط یک کشتی تفریحی ۹گره است و هر گره دریایی معادل ۱/۵ متر بر ثانیه است. این کشتی مسافت ۳۰۰ مایل را در چند دقیقه طی می‌کند؟ (هر مایل را ۱/۸km در نظر بگیرید.) (برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) ۱۰۰۰ (۲) ۲۰۰۰ (۳) ۴۵۰۰ (۴) ۹۰۰۰

۴۳. در ابتدای بهار، یک دست‌فروش چاغاله بادام را سیری ۱۰۰۰۰ تومان می‌فروشد، ولی ترازوی وی برحسب گرم است. اگر هر مثقال تقریباً ۵گرم باشد، با توجه به ارتباط بین یکاهای قدیمی، اگر شخصی به او ۵۰۰۰۰ تومان بدهد، تقریباً چند گرم چاغاله بادام باید به این شخص بدهد؟ (۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال)

- (۱) ۸۰۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۴۰۰ (۴) ۸۰۰

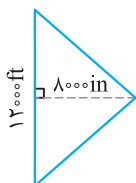
۴۴. مساحت مستطیل شکل مقابل چند متر مربع است؟



(هر اینچ برابر ۲/۵ سانتی‌متر و هر فوت معادل ۱۲ اینچ و هر یارد معادل ۳ فوت است.)

- (۱) ۶۴۸ (۲) ۶۸۴۰ (۳) ۶۴۸۰۰ (۴) ۶۴۸۰۰۰

۴۵. با توجه به اطلاعات سؤال قبل مساحت شکل زیر چند هکتار است؟



- (۱) ۱۸ (۲) ۹ (۳) ۲۷ (۴) ۳۶

(برگرفته از کتاب درسی)

۴۶. سال نوری (ly) و یکای نجومی (AU) به ترتیب از راست به چپ یکای چه کمیت‌هایی هستند؟

- (۱) زمان - طول (۲) زمان - زمان (۳) طول - زمان (۴) طول - طول

۴۷. یک سال نوری (ly) تقریباً چند یکای نجومی (AU) است؟ (فاصله زمین تا خورشید تقریباً  $1/5 \times 10^{11}$  متر و تندی نور خورشید در خلأ

(برگرفته از کتاب درسی)

$3 \times 10^8$  m/s است. هم‌چنین هر یک سال را تقریباً  $3 \times 10^7$  ثانیه در نظر بگیرید.)

- (۱)  $6 \times 10^4$  (۲)  $5 \times 10^4$  (۳)  $3 \times 10^4$  (۴)  $10^4$

۴۸. اگر هر گره دریایی معادل  $0/5$  m/s باشد،  $108$  km/h معادل چند گره دریایی و چند  $\frac{\text{in}}{\text{min}}$  است؟ (به ترتیب از راست به چپ)

- (۱)  $6$  و  $7/2$  (۲)  $60$  و  $7/2 \times 10^4$  (۳)  $30$  و  $7/2$  (۴)  $30$  و  $7/2 \times 10^4$

### تبدیل یکاها و نمادگذاری علمی

۴۹. کدام گزینه جرم یک زنبور عسل ( $0/00015$  kg) را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می‌کند؟

- (۱)  $0/15 \times 10^{-2}$  kg (۲)  $1/5 \times 10^{-4}$  kg (۳)  $15 \times 10^{-5}$  kg (۴)  $0/15 \times 10^{-3}$  kg

۵۰.  $56$  میکرون چند mm (میلی‌متر) است؟

- (۱)  $5/6 \times 10^{-2}$  (۲)  $5/6 \times 10^{-3}$  (۳)  $5/6 \times 10^{-1}$  (۴)  $5/6 \times 10^{-4}$

۵۱.  $59/8$  مگاوات چند کیلووات و چند گیگاوات است؟ (به ترتیب از راست به چپ)

- (۱)  $59/8 \times 10^2$  kW،  $59/8 \times 10^4$  kW (۲)  $59/8 \times 10^{-2}$  GW،  $59/8 \times 10^4$  kW

- (۳)  $59/8 \times 10^{-3}$  GW،  $59/8 \times 10^2$  kW (۴)  $59/8 \times 10^{-3}$  GW،  $59/8 \times 10^3$  kW

۵۲. کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- (۱)  $2 \times 10^8$  km =  $2 \times 10^2$  Gm (۲)  $2 \times 10^{-12}$  pm =  $2 \times 10^{-24}$  m  
(۳)  $35 \times 10^3$  Tm =  $3/5 \times 10^6$  m (۴)  $3/5 \times 10^9$  Gm =  $3/5 \times 10^{20}$  mm

۵۳. قطر هسته اتم اورانیوم  $1/75 \times 10^{-14}$  m است. قطر این هسته به ترتیب از راست به چپ چند فمتومتر (fm) و چند زیتومتر (zm) می‌باشد؟

( $1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$ ،  $1 \text{ zm} = 10^{-21} \text{ m}$ )

- (۱)  $1/75 \times 10^{-1}$ ،  $1/75 \times 10^7$  (۲)  $1/75 \times 10^{-2}$ ،  $1/75 \times 10^7$  (۳)  $1/75 \times 10^{-7}$ ،  $1/75 \times 10^2$  (۴)  $1/75 \times 10^7$ ،  $1/75 \times 10^1$

۵۴.  $0/25$  گرم بر سانتی‌متر مکعب به ترتیب از راست به چپ چند کیلوگرم بر متر مکعب و چند کیلوگرم بر لیتر است؟

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

۵۵. مساحت یک زمین بزرگ و مستطیل شکل به ابعاد  $2/5 \text{ km} \times 2 \text{ km}$  چند هکتومتر مربع (هکتار) است؟

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

۵۶. با توجه به تعریف اولیه متر، فاصله قطب شمال تا استوا تقریباً چند سانتی‌متر است؟

- (۱)  $10^5$  (۲)  $10^6$  (۳)  $10^7$  (۴)  $10^9$

۵۷. ضخامت یک جسم  $0/275$  متر اندازه‌گیری می‌شود. نمایش این مقدار به شیوه نمادگذاری علمی بر حسب میکرون کدام است؟

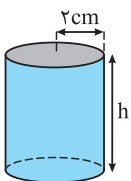
- (۱)  $2/75 \times 10^6$  (۲)  $2/75 \times 10^4$  (۳)  $0/275 \times 10^7$  (۴)  $0/275 \times 10^3$

۵۸. چند کیلومتر بر ساعت (km/h) برابر با یک متر بر ثانیه (m/s) است؟

- (۱)  $\frac{10}{36}$  (۲)  $\frac{36}{10}$  (۳)  $\frac{6}{100}$  (۴)  $\frac{100}{6}$

۵۹. حجم استوانه مقابل  $0/48$  لیتر است. h چند سانتی‌متر است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱)  $4 \times 10^{-1}$  (۲)  $4$  (۳)  $4 \times 10^1$  (۴)  $4 \times 10^2$



۶۰. حجم چهار مخزن A، B، C و D به ترتیب  $10^{-4} \text{ dam}^3$ ،  $10^{28} \text{ nm}^3$ ،  $10^{-12} \text{ km}^3$  و  $10^{15} \text{ mm}^3$  است. کدام گزینه مقایسه حجم مخزن‌ها را به

درستی نشان می‌دهد؟

- (۱)  $V_D > V_B > V_A > V_C$  (۲)  $V_B > V_A > V_C > V_D$

- (۳)  $V_D > V_A > V_B > V_C$  (۴)  $V_B > V_D > V_A > V_C$

۶۱. اتومبیلی با تندی  $54 \text{ km/h}$  در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر در مدت  $3/10$  دقیقه، تندی اتومبیل، بدون تغییر جهت، به  $72 \text{ km/h}$  برسد، اندازه شتاب متوسط اتومبیل در این مدت چند  $\text{m/s}^2$  است؟

$$\frac{18}{5} \quad (1) \quad \frac{5}{18} \quad (2) \quad \frac{1}{3} \quad (3) \quad 3 \quad (4)$$

۶۲. جرم جسمی  $48 \text{ Mg}$  اندازه‌گیری شده است. کدام یک از گزینه‌های زیر، بر حسب یکاهای دیگر برای این اندازه‌گیری درست است؟

$$48 \times 10^{15} \text{ pg} \quad (1) \quad 48 \times 10^1 \text{ hg} \quad (2) \quad 48 \times 10^8 \text{ } \mu\text{g} \quad (3) \quad 48 \times 10^{-8} \text{ Gg} \quad (4)$$

۶۳. کدام گزینه، عبارت روبه‌رو را کامل می‌کند؟

$$10^{-2} \frac{\mu\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{nm}^3} \quad \square$$

$$\text{km}^2 \quad (1) \quad \text{Mm}^2 \quad (2) \quad \text{mm}^2 \quad (3) \quad \text{cm}^2 \quad (4)$$

۶۴. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

$$9 \times 10^1 \text{ cm}^3/\text{s} > 3/6 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{min} \quad (1)$$

$$8 \text{ km/h} > 4 \times 10^2 \text{ cm/s} \quad (3)$$

$$4 \times 10^1 \text{ N/g} < 1 \text{ kN/mg} \quad (2)$$

$$1 \text{ kg/cm}^3 < 1 \text{ g/L} \quad (4)$$

۶۵. چه تعداد از گزینه‌های زیر نادرست است؟

$$4 \text{ cm}^2 = 400 \text{ mm}^2 \quad (\text{آ}) \quad 3/03 \times 10^{-1} \text{ cm}^3 = 3/03 \times 10^2 \text{ mm}^3 \quad (\text{ب})$$

$$5 \text{ g/mm}^3 = 5 \times 10^9 \text{ mg/dm}^3 \quad (\text{پ})$$

$$1 \text{ dam} = 10^4 \text{ cm} \quad (\text{ث}) \quad 6 \text{ Gg} = 6 \times 10^{12} \text{ mg} \quad (\text{ت})$$

$$1 \quad (1) \quad 2 \quad (2) \quad 3 \quad (3) \quad 4 \quad (4)$$

### آهنگ تغییرات

۶۶. چند دقیقه طول می‌کشد تا باک اتومبیلی به حجم  $60$  لیتر با آهنگ  $100 \text{ cm}^3/\text{s}$  پر شود؟

$$4 \quad (1) \quad 10 \quad (2) \quad 12 \quad (3) \quad 16 \quad (4)$$

۶۷. از یک شیلنگ آتش‌نشانی آب با آهنگ  $376 \text{ cm}^3/\text{s}$  خارج می‌شود. این آهنگ بر حسب یکای  $\text{L}/\text{min}$  (لیتر در دقیقه) به صورت کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

$$3/76 \times 10^4 \quad (1) \quad 3/76 \times 10^5 \quad (2) \quad 2/256 \times 10^3 \quad (3) \quad 2/256 \times 10^1 \quad (4)$$

۶۸. شیر آب خانه‌ای خراب شده است و در مدت  $25$  دقیقه یک ظرف آب یک و نیم لیتری پر می‌شود. آهنگ خروج آب از این شیر چند میلی‌متر مکعب بر ثانیه است؟

$$0/5 \times 10^3 \quad (1) \quad 10^3 \quad (2) \quad 1/5 \times 10^3 \quad (3) \quad 2/5 \times 10^3 \quad (4)$$

۶۹. آهنگ خروج آب از شیر آتش‌نشانی  $300$  لیتر بر دقیقه است. اگر با این شیر بخواهیم استخری با ابعاد  $3 \times 10 \times 20$  بر حسب متر را پر کنیم، چند دقیقه طول می‌کشد تا استخر به‌طور کامل پر شود؟

$$2 \quad (1) \quad 20 \quad (2) \quad 500 \quad (3) \quad 2000 \quad (4)$$

۷۰. یکای نجومی AU برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید است ( $1 \text{ AU} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$ ). اگر تندی نور در خلأ  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  باشد، این تندی بر حسب  $\text{AU}/\text{min}$  کدام است؟

(برگرفته از کتاب درسی)

$$0/12 \quad (1) \quad 120 \quad (2) \quad 0/15 \quad (3) \quad 150 \quad (4)$$

۷۱. گیاه خاصی در مدت  $7$  روز به اندازه  $5/04$  سانتی‌متر رشد می‌کند، آهنگ رشد این گیاه چند  $\text{mm/s}$  است؟

$$\frac{1}{12} \times 10^{-3} \quad (1) \quad 12 \times 10^{-3} \quad (2) \quad \frac{1}{12} \quad (3) \quad 12 \quad (4)$$

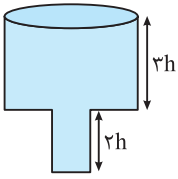
۷۲. حجم استخری  $9 \times 10^4 \text{ L}$  است. می‌خواهیم از شیلنگی که از آن آب با آهنگ  $500 \text{ cm}^3/\text{s}$  خارج می‌شود، استخر را پر از آب کنیم. چند دقیقه طول می‌کشد تا استخر پر شود؟

(برگرفته از کتاب درسی)

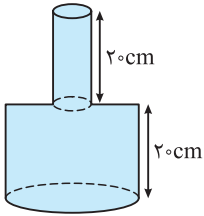
$$1500 \quad (1) \quad 2000 \quad (2) \quad 2500 \quad (3) \quad 3000 \quad (4)$$

۷۳. منبع آبی به شکل استوانه که قطر سطح مقطع آن  $4 \text{ m}$  است، محتوی مقداری آب می‌باشد، به طوری که فاصله سطح آب تا لبه آن  $8 \text{ dm}$  است. این منبع با استفاده از یک شیر آب، در مدت زمان  $2$  ساعت پُر می‌شود. آهنگ افزایش حجم آب منبع چند واحد SI است؟ ( $\pi = 3$ )

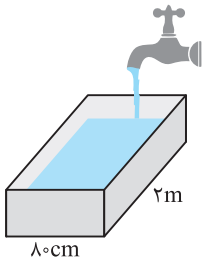
$$4 \times 10^{-3} \quad (1) \quad 3 \times 10^{-3} \quad (2) \quad \frac{4}{3} \times 10^{-3} \quad (3) \quad \frac{3}{4} \times 10^{-3} \quad (4)$$



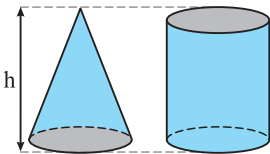
۷۴. شکل مقابل، مخزنی را نشان می‌دهد که قطر قسمت پهن آن ۳ برابر قطر قسمت باریک‌تر آن است. قسمت باریک این مخزن را با آهنگ  $50 \text{ cm}^3/\text{s}$  و قسمت پهن آن را با آهنگ  $90 \text{ cm}^3/\text{s}$  پر می‌کنیم. اگر کل زمان پر شدن مخزن ۵ دقیقه و ۴۰ ثانیه باشد، حجم مخزن چند لیتر است؟
- |           |       |
|-----------|-------|
| ۱) $14/5$ | ۲) ۲۹ |
| ۳) ۴۰     | ۴) ۶۰ |



۷۵. مساحت قسمت پایینی و بالایی گلدانی به ترتیب  $300 \text{ cm}^2$  و  $50 \text{ cm}^2$  است. آهنگ آب خروجی از یک شیر، یک لیتر بر دقیقه است. چند دقیقه طول می‌کشد تا با این شیر، گلدان را پر کنیم؟
- |      |      |
|------|------|
| ۱) ۱ | ۲) ۶ |
| ۳) ۷ | ۴) ۸ |



۷۶. در شکل مقابل، آهنگ خروج آب از شیر، ۴۸ لیتر بر دقیقه است. در هنگام پر شدن ظرف، آهنگ افزایش ارتفاع آب در ظرف چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟
- |          |      |      |          |
|----------|------|------|----------|
| ۱) $5/0$ | ۲) ۵ | ۳) ۳ | ۴) $3/0$ |
|----------|------|------|----------|



۷۷. در شکل مقابل، دو ظرف، یکی به شکل استوانه و دیگری به شکل مخروط با قاعده و ارتفاع برابر، روی سطح افقی قرار دارند. استوانه با آهنگ  $24 \text{ cm}^3/\text{s}$  از مایع پر می‌شود. مخروط را با چه آهنگی بر حسب  $\text{cm}^3/\text{s}$  پر کنیم تا هر دو شکل در یک مدت به اندازه  $h/2$  پر شوند؟
- |       |       |
|-------|-------|
| ۱) ۸  | ۲) ۱۲ |
| ۳) ۱۴ | ۴) ۱۶ |

سازگاری یگاهها

۷۸.  $25 \text{ g} \cdot \text{mm} / \mu\text{s}^2$  چند نیوتون است؟ ( $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$ )

- |                      |                         |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| ۱) $2/5 \times 10^7$ | ۲) $2/5 \times 10^{-7}$ | ۳) $2/5 \times 10^4$ | ۴) $2/5 \times 10^{-4}$ |
|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|

۷۹. یکای انرژی جنبشی در SI ..... و یکای آن برحسب یگاههای اصلی به صورت ..... بیان می‌شود.

- |                           |   |  |  |
|---------------------------|---|--|--|
| ۱) نیوتون - $\text{gm}^2$ | ۲) ژول - $\text{g} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ | ۳) ژول - $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ | ۴) نیوتون - $\text{m/kg} \cdot \text{s}$ |
|---------------------------|---|--|--|

۸۰. اگر یک لوله انتقال آب با قطر دهانه ۸ اینچ و طول ۲۰ فوت به‌طور کامل پر از آب باشد، حجم آب داخل این لوله چند لیتر می‌شود؟

( $\pi = 3$  ,  $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$  ,  $1 \text{ in} = 2/5 \text{ cm}$ )

- |        |         |        |         |
|--------|---------|--------|---------|
| ۱) ۱۸۰ | ۲) ۱۸۰۰ | ۳) ۷۲۰ | ۴) ۷۲۰۰ |
|--------|---------|--------|---------|

۸۱. طول و عرض زمین مستطیل شکلی به ترتیب ۴۰۰ فوت و ۲۰۰۰ اینچ است. مساحت این زمین چند هکتار است؟ (هر هکتار برابر  $10^4$  متر مربع است).

( $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$  ,  $1 \text{ in} = 2/5 \text{ cm}$ )

- |          |      |          |       |
|----------|------|----------|-------|
| ۱) $0/6$ | ۲) ۶ | ۳) $1/2$ | ۴) ۱۲ |
|----------|------|----------|-------|

۸۲. در جای خالی کدام گزینه را باید قرار دهیم تا تساوی برقرار باشد؟

$5 \times 10^8 \text{ L} \times \text{dam} = 500 \mu\text{m} \times \dots\dots\dots$

- |                        |                     |                        |                      |
|------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| ۱) $10^3 \text{ Mm}^3$ | ۲) $1 \text{ Gm}^3$ | ۳) $10^9 \text{ km}^3$ | ۴) $10 \text{ km}^3$ |
|------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|

۸۳. جای خالی توسط کدام گزینه به درستی کامل می‌شود؟

$600 \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \times 2 \times 10^{-3} \text{ cm}$

- |                                    |                                 |                                    |                                  |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| ۱) $3 \times 10^{-2} \text{ dm}^3$ | ۲) $3 \times 10^4 \text{ nm}^3$ | ۳) $3 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ | ۴) $3 \times 10^4 \mu\text{m}^3$ |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|

۸۴. حداکثر چند جعبه با ابعاد  $30 \text{ cm}$  ،  $4 \text{ dm}$  و  $500 \text{ mm}$  را می‌توان در سالنی با ابعاد  $30 \text{ m}$  ،  $4 \text{ hm}$  و  $40 \text{ dam}$  جای داد؟

- |                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ۱) $8 \times 10^3$ | ۲) $8 \times 10^4$ | ۳) $8 \times 10^5$ | ۴) $8 \times 10^6$ |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

۸۵. می‌دانیم در SI یکای انرژی ژول است و  $1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2 / \text{s}^2$  می‌باشد. فرض کنید دانش‌آموزی به اشتباه در حل مسئله‌ها یکای جرم را  $10^3 \text{ kg}$  و یکای

شتاب را  $10^{-2} \text{ m} / \text{s}^2$  به کار برده باشد و یکای سایر کمیت‌ها را درست در نظر بگیرد، با توجه به این مفروضات یکای انرژی چند ژول به دست می‌آید؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۰ (۳) ۰/۱ (۴) ۰/۰۱

۸۶. یکای فرعی فشار کدام است؟

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

۸۷. در دستگاهی از یکاها، جرم بر حسب Mg، طول بر حسب cm و شتاب بر حسب  $\text{cm} / \text{min}^2$  بیان می‌شود. در این دستگاه، یکای فشار چند

پاسکال است؟

- (۱)  $\frac{5000}{3}$  (۲)  $\frac{250}{9}$  (۳)  $\frac{2500}{9}$  (۴)  $\frac{500}{3}$

۸۸. حاصل عبارت  $4 \times 10^{-3} \text{ dm}^2 + 4 \text{ cm}^2 + 3 \times 10^6 \mu\text{m}^2$  کدام گزینه است؟

- (۱)  $803 \text{ mm}^2$  (۲)  $443 \text{ mm}^2$  (۳)  $8/3 \text{ cm}^2$  (۴)  $44/3 \text{ cm}^2$

۸۹. حاصل عبارت  $5 \text{ dm}^2 + 4 \times 10^{-3} \text{ dam}^2$  کدام است؟

- (۱)  $45 \times 10^2 \text{ cm}^2$  (۲)  $45 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$  (۳)  $45 \times 10^4 \text{ cm}^2$  (۴)  $45 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$

۹۰. ابعاد مکعب مستطیلی  $10 \text{ cm} \times 2 \times 10^6 \mu\text{m} \times 6 \text{ dm}$  است. حجم این مکعب مستطیل چند لیتر می‌باشد؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۱/۲ (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۲۰۰

۹۱. حاصل عبارت مقابل در SI بیانگر ..... است و مقدار آن ..... است.

$$\frac{4/305 \times 10^8 \mu\text{m} + 1/905 \times 10^{-4} \text{ Mm}}{9 \times 10^{-23} \text{ Ts}^2}$$

- (۱) سرعت - ۶/۹ (۲) شتاب - ۶/۹ (۳) سرعت - ۲۳ (۴) شتاب - ۲۳

۹۲. در SI یکای توان، وات (W) است و  $1 \text{ W} = 1 \text{ kg m}^2 / \text{s}^3$  می‌باشد.  $0/24 \mu\text{g km}^2 / \text{ms}^3$  چند وات است؟

- (۱)  $2/4 \times 10^{22}$  (۲)  $2/4 \times 10^4$  (۳)  $2/4 \times 10^6$  (۴)  $2/4 \times 10^{24}$

۹۳. اگر A، B و C سه کمیت با یکاهای متفاوت باشند، کدام گزینه زیر نمی‌تواند ارتباط بین این سه کمیت باشد؟

- (۱)  $A = BC$  (۲)  $A = BC^2$  (۳)  $A = B + C$  (۴)  $A = \frac{B}{C}$

۹۴. اگر x نماد جابه‌جایی، v نماد سرعت، a نماد شتاب و t نماد زمان باشد، در چند مورد از روابط زیر، یکای دو طرف تساوی با یکدیگر سازگاری دارد؟

- (۱)  $v^2 = 2ax$  (ب)  $t = \frac{x}{v}$  (پ)  $v = at$  (ت)  $v^2 = at^2$  (ث)  $a = \frac{2x}{t^2}$
- (۱) ۵ (۲) ۴ (۳) ۲ (۴) ۳

۹۵. در عبارت زیر، یکای کمیت‌های A، B و C در SI به ترتیب نیوتون، کیلوگرم و متر بر ثانیه می‌باشد. یکای کمیت‌های X و Y به ترتیب از راست به

چپ کدام است؟

- (۱)  $\text{N} \cdot 1/\text{s}$  (۲)  $\text{kgm}^2 / \text{s}^2$ ،  $1/\text{s}$  (۳)  $\text{N} \cdot 1/\text{s}^2$  (۴)  $\text{kgm}^2 / \text{s}^2$ ،  $1/\text{s}^2$

۹۶. ارتباط بین سه کمیت A، B، C و D به صورت  $A = \frac{BC}{D}$  است. اگر A بر حسب نیوتون (N) و B بر حسب کیلوگرم (kg) و C بر حسب متر بر ثانیه

(m/s) باشند، یکای D کدام گزینه است؟ (یکای نیرو ( $\text{kgm} / \text{s}^2$ ) به احترام خدمات نیوتون به علم، به نام ایشان نیوتون (N) نام‌گذاری شده است).

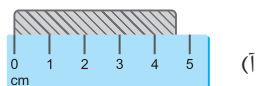
- (۱) m (۲) s (۳) m/s (۴) s/m

### اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری

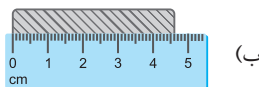
۹۷. افزایش دقت اندازه‌گیری به کدام عامل بستگی دارد؟

- (۱) دقت وسیله اندازه‌گیری (۲) مهارت شخص آزمایشگر (۳) تعداد دفعات اندازه‌گیری (۴) هر سه گزینه درست است.

(سراسری ریاضی فارغ ۹۸ با تغییر)



(آ)



(ب)

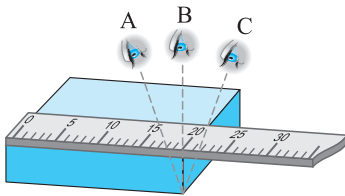
- (۱) ۱ mm، ۱ cm

- (۲) ۰/۵ mm، ۱ cm

- (۳) ۱ cm، ۱ cm

- (۴) ۱ mm، ۱ mm

۹۸. در شکل‌های (آ) و (ب)، دقت وسایل اندازه‌گیری به ترتیب ..... است.



۹۹. سه دانش‌آموز آزمایشگر A، B و C مطابق شکل می‌خواهند طول مکعب نشان داده شده در شکل

مقابل را بخوانند. کدام گزینه در مورد این سه آزمایشگر درست است؟

(۱) خواندن نتیجه اندازه‌گیری از منظر دانش‌آموزهای A و C خطا را افزایش می‌دهد ولی دقت منظر دانش‌آموز B بیش‌تر است.

(۲) دقت هر سه دانش‌آموز یکسان است.

(۳) دقت A از B و C بیش‌تر است.

(۴) خواندن نتیجه اندازه‌گیری از منظر B خطا را افزایش می‌دهد، ولی دقت منظرهای A و C بیش‌تر است.

۱۰۰. خطای مشاهده، ناشی از اختلاف منظر، در خواندن کدام‌یک از وسیله‌های زیر تأثیر مهمی ندارد؟

- (۱) خطکش (۲) دماسنج رقمی (۳) کولیس مدرج (۴) ریزسنج مدرج

۱۰۱. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد تعداد دفعات اندازه‌گیری درست است؟

(۱) برای کاهش خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً اندازه‌گیری آن را چند بار تکرار می‌کنند.

(۲) اگر عددهای به‌دست آمده تفاوت اندکی داشته باشند، میانگین آن عددها به‌عنوان نتیجه اندازه‌گیری گزارش می‌شود.

(۳) اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند.

(۴) هر سه مورد درست است.

۱۰۲. طول چهار جسم توسط چهار دانش‌آموز اندازه‌گیری شده و به‌صورت گزیننده‌های زیر گزارش شده است. دقت کدام دانش‌آموز از همه کم‌تر بوده است؟

- (۱) ۳۷۸۸ dm (۲) ۰/۴۸ m (۳) ۵۴ mm (۴) ۳/۵ cm

۱۰۳. کدام گزینه نادرست است؟

(۱) دقت اندازه‌گیری برای ابزارهای مدرج برابر کمینه درجه‌بندی آن ابزار است.

(۲) دقت اندازه‌گیری در ابزارهای رقمی برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند.

(۳) فقط مهارت شخص آزمایشگر باعث افزایش دقت اندازه‌گیری می‌شود.

(۴) اگر کولیس مدرجی قطر جسمی را ۲/۴۷ میلی‌متر اندازه‌گیری کند، دقت اندازه‌گیری آن ۱/۱۰ میلی‌متر است.

۱۰۴. ابزار زیر یک وسیله اندازه‌گیری طول است. این وسیله چه نام دارد و دقت اندازه‌گیری آن کدام است؟ (سراسری ریاضی ۱۴۰۰ با انرژی تغییر)



(۱) ریزسنج و ۰/۱۰۰ mm

(۲) کولیس و ۰/۱۰۰ mm

(۳) ریزسنج و ۰/۱۰۰ mm

(۴) کولیس و ۰/۱۰۰ mm

۱۰۵. دقت یک دماسنج رقمی  $0.1^{\circ}\text{C}$  است. چه تعداد از دماهای زیر روی صفحه نمایش این دماسنج قابل مشاهده است؟

( $4/181^{\circ}\text{C}$ ،  $27/10^{\circ}\text{C}$ ،  $12/1^{\circ}\text{C}$ ،  $25^{\circ}\text{C}$ ،  $34/11^{\circ}\text{C}$ )

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۵

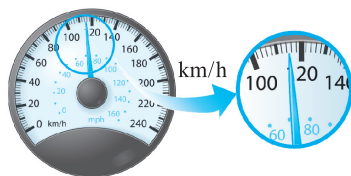
۱۰۶. دقت اندازه‌گیری وسایل اندازه‌گیری شکل‌های (آ)، (ب)، (پ) و (ت) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



(ب)



(آ)



(ت)



(پ)

(۲)  $10\text{ km/h}$ ،  $10\text{ mm}$ ،  $0/67\text{ mm}$ ،  $0/83\text{ mm}$

(۴)  $5\text{ km/h}$ ،  $1\text{ mm}$ ،  $0/10\text{ mm}$ ،  $0/100\text{ mm}$

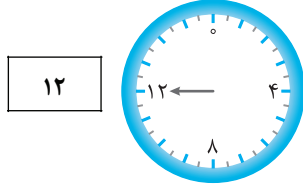
(۱)  $2\text{ km/h}$ ،  $1\text{ cm}$ ،  $0/10\text{ mm}$ ،  $0/100\text{ mm}$

(۳)  $2\text{ km/h}$ ،  $1\text{ mm}$ ،  $0/10\text{ mm}$ ،  $0/100\text{ mm}$

۱۰۷. اوسین بولت دونده جامائیکایی مسافت صد متر را در زمان  $9/58$  ثانیه دویده است. اگر این زمان به وسیله یک ساعت دیجیتال اندازه‌گیری شده باشد، کدام گزینه مقدار دقت وسیله اندازه‌گیری بر حسب ثانیه است؟

- (۱) پنج هزارم (۲) یک هزارم (۳) یک صدم (۴) هشت صدم

۱۰۸. با دو فشارسنج مدرج و دیجیتال، فشارخون شخصی را اندازه‌گیری کرده‌ایم. یکای هر دو فشارسنج بر حسب  $\text{CmHg}$  است. دقت فشارسنج دیجیتال ..... سانتی‌متر جیوه است و فشارسنج ..... دقیق‌تر است.



- (۱) ۲ - دیجیتال  
(۲) ۲ - مدرج  
(۳) ۱ - دیجیتال  
(۴) ۱ - مدرج

۱۰۹. در شکل‌های (آ) و (ب) دقت وسیله‌های اندازه‌گیری به ترتیب ..... است.

(سراسری ریاضی قارج ۹۸ با تغییر)



(ب) (آ)

- (۱)  $0.5\text{mm} - 0.5\text{cm}$  (۲)  $5\text{mm} - 5\text{cm}$  (۳)  $1\text{mm} - 1\text{cm}$  (۴)  $10\text{mm} - 5\text{cm}$

۱۱۰. یک آمپرسنج رقمی، جریان الکتریکی مداری را به صورت  $3/25A$  نشان می‌دهد. کدام یک از اعداد زیر می‌تواند نتیجه اندازه‌گیری این آمپرسنج باشد؟

(سراسری ریاضی ۹۹ با تغییر)

- (۱)  $4/5A$  (۲)  $2/17A$  (۳)  $3/2A$  (۴)  $1/5A$

۱۱۱. یک متر دیجیتال عرض یک میز را  $1258/012\text{mm}$  نشان می‌دهد. دقت این وسیله اندازه‌گیری چند میکرون است؟ (مشابه سراسری ریاضی ۹۶)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۱۰۰۰ (۴) ۰/۰۰۱

۱۱۲. آمپرسنجی دیجیتال، شدت جریانی را که از یک مدار می‌گذرد،  $2/004$  میلی‌آمپر نشان می‌دهد. دقت این وسیله اندازه‌گیری چند میکروآمپر است؟

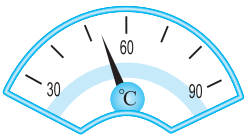
(سراسری ریاضی قارج ۹۴ با تغییر)

- (۱) ۰/۴ (۲) ۱ (۳) ۱۰ (۴) ۱۰۰



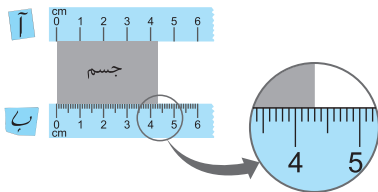
۱۱۳. شکل روبه‌رو یک دماسنج رقمی را نشان می‌دهد که دمای داخل و خارج گلخانه‌ای را به ترتیب  $24^\circ\text{C}$  و  $12^\circ\text{C}$  می‌خواند. دقت این دماسنج بر حسب سانتی‌گراد کدام است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۱۲



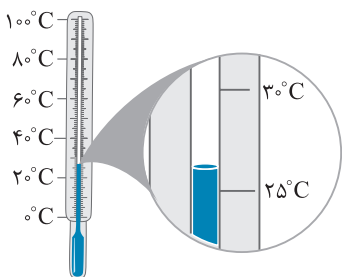
۱۱۴. روی یک آب‌گرمکن مخزنی، دماسنج عقربه‌ای نصب شده که دمای آب را بین  $30^\circ\text{C}$  تا  $90^\circ\text{C}$  اندازه می‌گیرد (مطابق شکل). دقت این دماسنج بر حسب سانتی‌گراد کدام است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۳۰ (۳) ۶۰ (۴) ۹۰



۱۱۵. طول جسمی را با دو خطکش، مطابق شکل مقابل اندازه‌گیری کرده‌ایم. نسبت دقت خطکش پایینی به دقت خطکش بالایی چقدر است؟

- (۱) ۱۰  
(۲) ۰/۱  
(۳) ۲۰  
(۴) ۰/۲



۱۱۶. با توجه به شکل روبه‌رو دقت اندازه‌گیری به صورت کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

- (۱)  $100^\circ\text{C}$   
(۲)  $25^\circ\text{C}$   
(۳)  $1^\circ\text{C}$   
(۴)  $5^\circ\text{C}$



Physics Questions
فصل

# [ فیزیک و اندازه‌گیری ]

# ۱

قسمت اول: فیزیک و کمیت‌ها

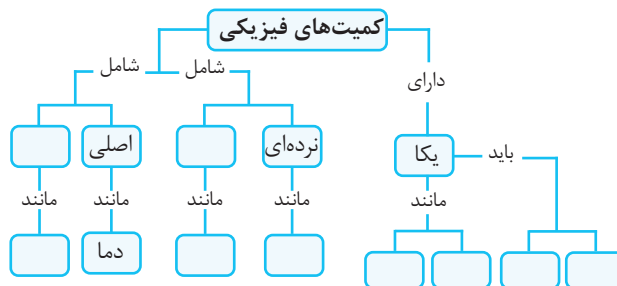
۱. جاهای خالی را با عبارت مناسب تکمیل کنید.
  - آ روابط بین برخی از کمیت‌های فیزیکی توسط ..... (قانون - پدیده‌های فیزیکی) بیان می‌شود.
  - ب دما یک کمیت ..... (فرعی - اصلی) است.
  - پ در مدل‌سازی پدیده‌های فیزیکی از ..... (اثرهای جزئی - قوانین فیزیکی) صرف‌نظر می‌شود.
  - ت کمیتی که فقط با عدد و یکا بیان می‌شود، ..... (برداری - اسکالر) نامیده می‌شود.
  - ث کمیت‌هایی که یکای آن‌ها برحسب یکای کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند، کمیت‌های ..... (عددی - فرعی) می‌باشند.
۲. درستی یا نادرستی عبارات زیر را مشخص کنید.
  - آ نقطه قوت دانش فیزیک که نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون دارد، آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی است.
  - ب بنابر آخرین توافق جهانی، یک متر برابر فاصله بین دو خط نازک حک‌شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیم است که در دمای صفر درجه سلسیوس قرار دارد.
  - پ یک میکرون  $10^{-9}$  متر است.
  - ت شتاب، یک کمیت برداری و اصلی است.
۳. هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، از چه اثرهایی می‌توان چشم‌پوشی کرد؟ با مثال توضیح دهید.
۴. مدلی برای انتشار نور به خط راست، بیان کنید.
۵. برداری و نرده‌ای بودن کمیت‌های زیر را تعیین کنید.

دما - نیرو - وزن - مسافت طی شده - فشار - جابه‌جایی - شدت جریان

۶. در هر کدام از جمله‌های زیر ابرادای وجود دارد. با ذکر علت آن را مشخص کنید.
  - آ طول قد هادی ۱۷۸ است.
  - ب امیرحسین با خودروی خود، ۲۵ کیلومتر جابه‌جا شد.
  - پ علی و ایمان هم‌زمان به یک جسم نیروهای ۵ نیوتون و ۸ نیوتون وارد کردند.
۷. چرا اندازه پای شخص یکای مناسبی برای اندازه‌گیری طول نیست؟  
ب چرا فاصله بین دو نبض (ضربان قلب) یکای مناسبی برای اندازه‌گیری زمان نیست؟
۸. یکاهای اصلی و فرعی را در بین یکاهای زیر تعیین کنید.

شمع - مترمربع - گرم - ثانیه - آمپر - سانتی‌گراد - کیلوگرم - متر بر ثانیه - کیلوگرم بر مترمربع

۹. نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.



۱۰. تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید و حاصل را به صورت نماد علمی بنویسید.

۴۲۰mm = ..... km **ب**      ۵μm = ..... nm **آ**

۲۲۰۰mg = ..... kg **ت**      ۰/۰۱۲m = ..... cm **پ**

۱۱. تبدیل یکاهای توان‌دار زیر را انجام دهید و حاصل را به صورت نماد علمی بنویسید.

۰/۰۸Gm<sup>۲</sup> = ..... pm<sup>۲</sup> **پ**      ۵۰cm<sup>۲</sup> = ..... km<sup>۲</sup> **ب**      ۴۵۰۰mm<sup>۳</sup> = ..... m<sup>۳</sup> **آ**

۱۲. سرعت اتومبیلی ۱۰۸km/h است. سرعت این اتومبیل را به m/s تبدیل کنید.

۱۳. چگالی جیوه ۱۳/۶g/cm<sup>۳</sup> است. چگالی جیوه چند kg/m<sup>۳</sup> است؟ آن را به صورت نماد علمی بنویسید.

۱۴. تبدیل یکاهای کسری زیر را انجام دهید.

۳۶۰m/min = ..... m/s **ب**      ۱g/L = ..... kg/m<sup>۳</sup> (توجه: ۱L = ۱۰<sup>-۳</sup>m<sup>۳</sup>) **آ**

۱۵. با توجه به اطلاعات، تبدیل یکاها را انجام دهید.

۱۰۰mil/h = ? m/s

**آ** هر مایل تقریباً ۱/۶ کیلومتر است.

۹ft<sup>۳</sup> = ? cm<sup>۳</sup>

**ب** هر فوت (ft) حدود ۳۰cm است.

۲۵۰lb = ? kg

**پ** هر پوند (lb) حدود ۴۵۰g است.

۱۶. سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هیروبوکا است که در مدت ۱۴ روز، ۳/۷ متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه را برحسب میلی‌متر بر ثانیه به طور تقریبی به دست آورید. *(برگرفته از کتاب درسی)*

۱۷. طول ساحل جزیره کیش حدود ۴۳km و مساحت آن ۹۱km<sup>۲</sup> است. طول را برحسب فرسنگ و مساحت را برحسب هکتار به دست آورید. *(هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع و هر ذرع ۱۰۴cm است. هر هکتار، ده هزار متر مربع است.)*

۱۸. هر گره دریایی حدود ۵m/s است. یک قایق موتوری با تندی ۷۲km/h در حال حرکت است. تندی حرکت قایق برحسب گره دریایی چقدر است؟

۱۹. هر مثقال معادل ۴/۶۸ گرم و هر ۶۴۰ مثقال معادل ۴۰ سیر است. هر سیر چند گرم می‌باشد؟

۲۰. با تبدیل پیشوندها به توان ۱۰، اعداد زیر را به صورت نماد علمی بنویسید.

۱۸۴μm **آ**      ۱۲/۵ms **ب**      ۱۸۰۰km<sup>۲</sup> **پ**      ۶۷۱۰dm<sup>۳</sup> **ت**

۲۱. یکاهای فرعی زیر را برحسب یکاهای اصلی بنویسید.

**آ** شتاب جاذبه (N/kg)      **ب** بار الکتریکی (C: کولن) [مدت زمان × شدت جریان الکتریکی = بار الکتریکی]

**پ** انرژی (J: ژول)      **ت** فشار (Pa: پاسکال)

**ث** پتانسیل الکتریکی (V: ولت ← ولت برابر است با ژول بر کولن) (ج: مقاومت الکتریکی (Ω: اهم ← اهم برابر است با ولت بر آمپر))

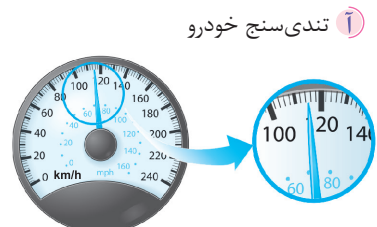
۲۲. می‌خواهیم جرم یک پونز را به وسیله یک ترازوی آشپزخانه اندازه‌گیری کنیم. چه روشی پیشنهاد می‌کنید؟

۲۳. چگونه حجم یک پونز را به دست آوریم؟

۲۴. عوامل مؤثر در افزایش دقت اندازه‌گیری را بنویسید.

۲۵. دقت اندازه‌گیری هر کدام از وسایل زیر را بنویسید.

*(برگرفته از کتاب درسی)*



۲۶. آمپرسنجی شدت جریانی را که از یک مدار می‌گذرد، ۳/۰۰۲ میلی‌آمپر نشان می‌دهد. دقت این اندازه‌گیری، چند میکروآمپر است؟

قسمت دوم: چگالی

۲۷. جاهای خالی را با عبارت مناسب تکمیل کنید.

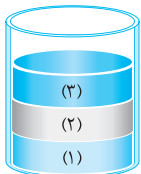
آ) یکای چگالی در SI برحسب ..... ( $\text{kg/m}^3$  -  $\text{kg/L}$ ) است.

ب) اگر چگالی جسم جامدی بیش تر از آب باشد، جسم ..... (ته نشین می شود - معلق می ماند).

پ) اگر درون جسم جامدی حفره ایجاد کنیم، چگالی ظاهری جسم ..... (ثابت می ماند - کاهش می یابد).

۲۸. اگر جرم جسم جامد و مایع نصف شود، چگالی آن ها چه تغییری می کند؟

۲۹. درون ظرفی سه مایع مخلوط نشده ریخته شده است. با توجه به شکل، چگالی مایعات را با هم مقایسه کنید.



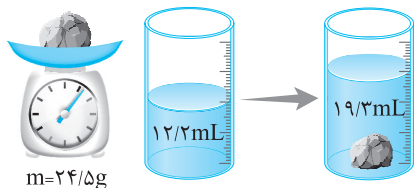
۳۰. دو قطعه فلز با ظاهری کاملاً مشابه به شما داده شده است که یکی از آن ها طلای خالص می باشد. چگونه می توانید طلای خالص را از فلز دیگر تشخیص دهید؟

(برگر فته از کتاب درسی)

۳۱. حجم خون در گردش یک فرد  $5/2 \text{ L}$  است. اگر چگالی خون  $1/05 \text{ g/cm}^3$  باشد، جرم این حجم از خون چند کیلوگرم است؟

(برگر فته از کتاب درسی)

۳۲. در شرایط استاندارد، چگالی هوا حدود  $1/3$  کیلوگرم بر متر مکعب است. در همین شرایط جرم هوای داخل یک اتاق به ابعاد  $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  چند کیلوگرم است؟



۳۳. با توجه به اعداد ترازو و استوانه مدرج، چگالی قطعه سنگ را برحسب  $\text{g/cm}^3$  و  $\text{g/L}$  به دست آورید.

۳۴. آجری توپُر با ابعاد  $5 \times 10 \times 20$  برحسب سانتی متر، جرمی برابر  $2 \text{ kg}$  دارد. چگالی آجر چند  $\text{g/cm}^3$  است؟

۳۵. اگر بر فرض محال چگالی بدن انسان مانند ستاره های کوتوله سفید،  $10^6$  میلیون واحد SI بود، حجم یک انسان  $10^3$  کیلوگرمی چند سانتی متر مکعب می شد؟

۳۶. جرم استوانه مدرجی  $1/0 \text{ kg}$  است. درون آن  $200 \text{ cm}^3$  بنزین می ریزیم و استوانه را روی ترازو قرار می دهیم. ترازو عدد  $1/18 \text{ kg}$  را نشان می دهد.

آ) چگالی بنزین چند  $\text{kg/m}^3$  است؟

ب) بنزین روی آب شناور می ماند یا ته نشین می شود؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1/0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

۳۷. درون لیوانی را با  $200 \text{ g}$  آب پر می کنیم. اگر آب را خالی کنیم، لیوان با چند گرم جیوه پر می شود؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$  و  $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$ )

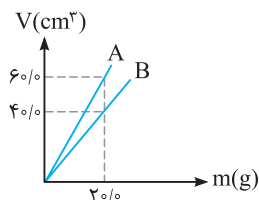
۳۸. هر ضلع یک مکعب چوبی ۲ برابر هر ضلع یک مکعب فلزی است. اگر جرم مکعب فلزی ۵ برابر جرم مکعب چوبی باشد، چگالی فلز چند برابر چگالی چوب است؟

۳۹. قطر یک گوی از جنس طلا  $2/0 \text{ cm}$  و جرم آن  $40 \text{ kg}$  است. حجم فضای خالی داخل گوی چند  $\text{cm}^3$  است؟ ( $\rho_{\text{طلا}} = 20 \text{ g/cm}^3$ )

۴۰. جرم های مساوی از دو ماده با چگالی های  $4 \text{ g/cm}^3$  و  $6 \text{ g/cm}^3$  را مخلوط می کنیم. اگر در این کار تغییرات حجم ناچیز باشد، چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

۴۱.  $300$  سانتی متر مکعب از ماده ای به چگالی  $8 \text{ g/cm}^3$  را با  $200$  سانتی متر مکعب از ماده ای به چگالی  $5 \text{ g/cm}^3$  مخلوط می کنیم. چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

۴۲. نمودار حجم برحسب جرم دو مایع مطابق شکل است:



آ) چگالی هر مایع را برحسب  $\text{g/cm}^3$  حساب کنید.

ب) اگر حجمی برابر  $180 \text{ cm}^3$  از هر یک از دو مایع را با هم مخلوط کنیم،

چگالی مخلوط حاصل چند  $\text{g/cm}^3$  می شود؟ (از تغییر حجم صرف نظر کنید).