



## ۱ فیزیک تجربی

پایہ دہم

مؤلفان

مروارید شاہ حسینی

امیر حسن محمد پور

# فرمولہ بیسٹ

# فرمول پایان

۴

نمونه  
امتحانی

۷۸۰

پرسش  
تشریحی

۷۰

صفحه  
درسنامه



+۷

ساعت  
فیلم  
آموزشی  
ویژه  
شب  
امتحان



تهران، میدان انقلاب  
نیش بازار چه کتاب  
[www.gajmarket.com](http://www.gajmarket.com)

### ن و القلم و ما یسطرون

کتاب پیش رو از مجموعه کتاب‌های فرمول بیست می‌باشد. هدف اصلی این مجموعه کتاب، ارائه آموزش‌های کامل همراه با مثال‌ها و تمرینات متنوع بر پایه کتاب درسی در جهت تسلط و آمادگی برای امتحانات می‌باشد.

### و اما این کتاب...

۱. تمام مطالب کتاب تو درس‌نامه‌ها پوشش داده شده، پس درس‌نامه‌ها رو خوب بخون و تمام مثال‌هاش رو حل کن. در ضمن نکته‌ها و فرمول‌ها رو خوب به خاطر بسپار.
۲. در هر بسته فیلم‌های جمع‌بندی توسط مؤلفین برای استفاده شما عزیزان به صورت QR-code قرار داده شده است. این جمع‌بندی برای کسانی مناسب‌تر است که کتاب را در آن مبحث خوانده‌اند و می‌خواهند برای آمادگی بهتر، یک بار دیگر درس را مرور کنند.
۳. تمام تمرینات کتاب درسی مشابه‌سازی شده و یا نمونه‌اون رو به صورتی که توی امتحان مطرح میشه، آوردیم.
۴. تمرین‌های انتهای هر درس‌نامه رو حل کن و هر کدام که راه‌حل خوبی براش سراغ نداشتی، به پاسخ‌هاش نگاه کن. حتی اگر راه‌حل رو هم پیدا کردی، باز پاسخ‌نامه رو ببین.
۵. در پایان کتاب آزمون‌های تألیفی و نهایی وجود داره تا از خودت آزمون بگیری و با نحوه مطرح شدن سؤالات توی امتحان آشنا بشی. تو می‌تونی بهترین نمره کلاس رو بگیری.

به امید موفقیت‌های بزرگت ...

## فهرست

FILM	پاسخ	درسنامه و سوالات	
88 min	۱۲۲	۶ تا ۲۴	فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری
113 min	۱۲۸	۲۵ تا ۵۶	فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد
119 min	۱۴۶	۵۷ تا ۸۳	فصل سوم: کار، انرژی و توان
104 min	۱۶۵	۸۴ تا ۱۱۹	فصل چهارم: دما و گرما

## امتحان نهایی



۱۹۰	آزمون ۱: نوبت اول
۱۹۲	آزمون ۲: نوبت دوم
۱۹۴	آزمون ۳: نوبت دوم
۱۹۶	آزمون ۴: خرداد ماه ۱۴۰۳
۱۹۹	پاسخ‌نامه تشریحی آزمون ۱ تا ۴

## بارم‌بندی درس فیزیک ۱ تجربی

نوبت دوم	نوبت اول	شماره فصل
۲/۲۵	۷/۵	اول
۳/۵	۱۰	دوم
۱/۲۵	۲/۵	(تا ابتدای بخش ۳-۳ صفحه ۶۱)
۴	—	(از ابتدای بخش ۳-۳ تا پایان فصل)
۹	—	چهارم
۲۰	۲۰	جمع

1

بخش



# درستامه

و سوالات تشریحی

## فصل اول

# ۱ فیزیک و اندازه‌گیری

از فصل اول فیزیک (۱)، ۷/۵ نمره در نوبت اول، ۲/۲۵ نمره در نوبت دوم و ۳/۷۵ نمره در نوبت شهریور سؤال طرح می‌شود. توجه داشته باشید که از این بارم‌بندی، ۲ نمره در نوبت اول، ۵/۵ نمره در نوبت دوم و ۱ نمره در نوبت شهریور مربوط به فعالیت‌ها و آزمایش‌های این فصل است.

### فعالیت و آزمایش

### فصل ۱

برای استفاده از فیلم‌های آموزشی شب امتحان این فصل QR-code های مقابل را اسکن کنید.

### فیلم شب امتحان

### فیزیک

صفحه ۲ تا ۶ کتاب درسی

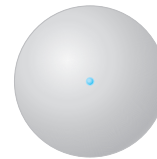
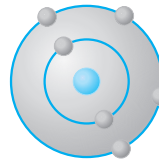
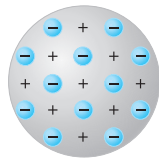
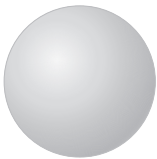
### بسته اول



### الف فیزیک دانش بنیادی

علم فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالوده تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند. دانشمندان برای توصیف پدیده‌ها از مدل‌ها، قانون‌ها و نظریه‌های فیزیکی استفاده می‌کنند و از آن‌جا که فیزیک، علمی تجربی است، لازم است این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌ها مورد آزمایش قرار گیرند، بنابراین همواره ثابت و معتبر نیستند و در طول زمان ممکن است، تغییر کنند. به‌عنوان مثال نظریه اتمی که از اوایل قرن ۱۹ تا اواسط قرن ۲۰، پنج بار تغییر کرد.

مدل ابرالکترونی (شرو دینگر) → مدل سیاره‌ای (بور) → مدل هسته‌ای (رادرفورد) → مدل کیک کشمش‌ی (تامسون) → مدل توپ بیلیارد (دالتون)



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 آزمایش‌ها، نظریه را اصلاح کنند تا نظریه کامل‌تر و دقیق‌تر شود. آزمایش و مشاهده در فیزیک اهمیت زیادی دارند، اما بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی که با آن‌ها مواجه می‌شوند، نقش ایفا کرده و می‌کنند.

**سؤال** با توجه به تصویر مدل سیاره‌ای بور برای اتم که در شکل بالا می‌بینید، این مدل را توصیف کنید.

**پاسخ** در این مدل، اتم را مجموعه‌ای از بارهای مثبت و منفی در نظر گرفته‌اند که بارهای مثبت در مرکز اتم قرار دارند و بارهای منفی، مانند سیاره‌های منظومه شمسی، در مدارهایی با فاصله‌های مختلف به دور مرکز (هسته) می‌چرخند.

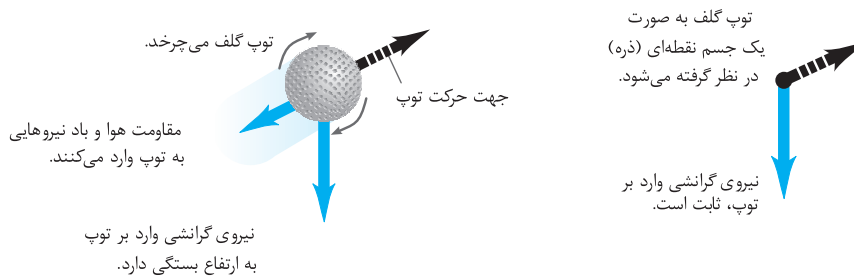
سؤال  درستی (✓) یا نادرستی (x) عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

- آ مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی، همیشه ثابت هستند.  
 ب دانشمندان برای توصیف پدیده‌ها از آزمایش استفاده می‌کنند.  
 پ اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه ضعف علم فیزیک است.  
 ت نتایج آزمایش‌ها می‌توانند منجر به بازنگری در نظریه‌ها شوند.

- پاسخ  آ نادرست - مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی، در طول زمان ثابت نیستند و ممکن است تغییر کنند.  
 ب نادرست - دانشمندان برای توصیف پدیده‌ها از مدل‌سازی، قانون و نظریه‌های فیزیکی استفاده می‌شود.  
 پ نادرست - اصلاح نظریه‌ها، نقطه قوت دانش فیزیک است.  
 ت درست

## پ مدل‌سازی در فیزیک

اغلب پدیده‌های اطراف ما، بسیار پیچیده هستند، بنابراین برای بررسی آن‌ها نیاز به مدل‌سازی داریم. فرایندی که طی آن یک پدیده فیزیکی را آن قدر ساده و آرمانی می‌کنند تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود، مدل‌سازی نامیده می‌شود. به مثال حرکت توپ گلف توجه کنید: در حرکت واقعی توپ گلف پرتاب شده در هوا باید چرخش توپ به دور خود در حین حرکت در هوا، تغییر شتاب گرانشی زمین، تغییر وزن توپ با تغییر ارتفاع توپ از مرکز زمین، کره کامل نبودن توپ، اثر مقاومت هوا بر حرکت توپ و ... را در نظر بگیریم. اما مدل‌سازی حرکت توپ گلف پرتاب شده در هوا، توپ را یک جسم نقطه‌ای یا ذره‌ای در نظر گرفته و از مقاومت هوا و اثر وزش باد صرف نظر می‌کنیم و فرض می‌کنیم با تغییر فاصله توپ از مرکز زمین، وزن توپ، ثابت می‌ماند.



نکته  در مدل‌سازی از اثرهای جزئی چشم‌پوشی کرده و فقط اثرهای مهم و تعیین‌کننده را در نظر می‌گیریم.

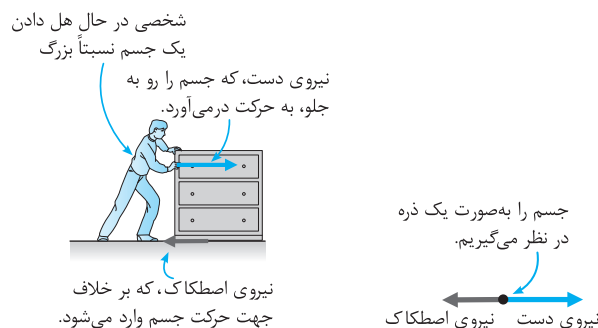
سؤال  دوچرخه‌سواری در حال حرکت در یک مسابقه است. حرکت واقعی را توصیف کرده و سپس این حرکت را مدل‌سازی کنید.

پاسخ  هنگامی که دوچرخه‌سوار رو به جلو حرکت می‌کند، پاهای دوچرخه‌سوار بالا و پایین می‌روند و همراه پدال دوچرخه حرکت چرخشی نیز دارند. دوچرخه‌سوار ممکن است سر خود را گاهی پایین بیاورد و بالا ببرد. مقاومت هوا بر حرکت دوچرخه‌سوار تأثیر می‌گذارد. چرخ‌های دوچرخه می‌چرخند. در مدل‌سازی فرض می‌کنیم که دوچرخه و دوچرخه‌سوار مانند یک جسم نقطه‌ای، روی مسیر صاف حرکت می‌کنند و مقاومت هوا بر آن‌ها اثر ندارد. هم‌چنین از چرخش چرخ‌ها و بالا و پایین رفتن پاهای دوچرخه‌سوار صرف نظر می‌کنیم.

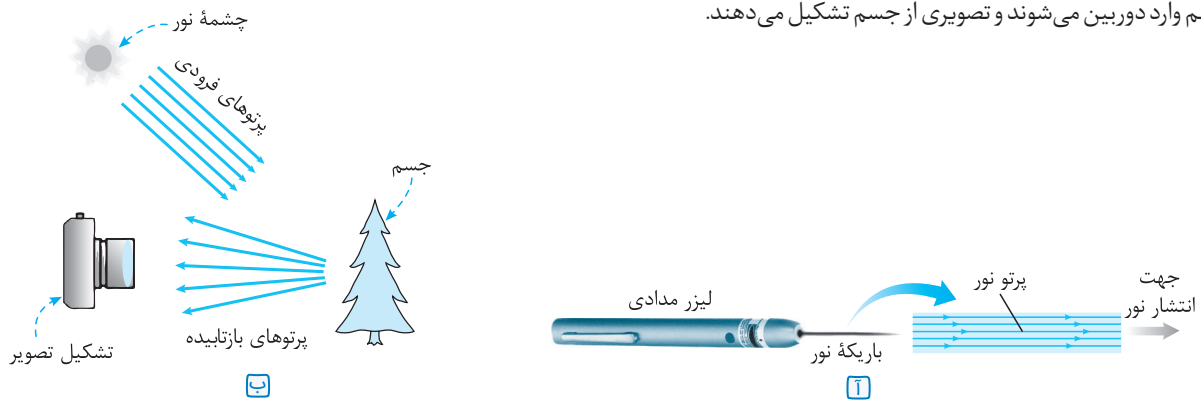
## دو مدل‌سازی پرکاربرد

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

1 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 مبحث نورشناسی:** برای دیدن اجسام یا باید نور آن‌ها به چشم برسد، مانند خورشید، لامپ و... یا بازتاب نور از آن‌ها به چشم برسد، مانند کتاب، درخت و... شکل (آ)، باریکه‌ای را نشان می‌دهد که از یک لیزر مدادی خارج شده است. باریکه نور، به صورت پرتوهای موازی نور مدل سازی شده است. در شکل (ب) چون چشمه نور در فاصله دوری قرار دارد، پرتوهایی که به جسم رسیده‌اند به صورت موازی مدل سازی شده‌اند. برخی از پرتوها پس از بازتاب از جسم وارد دوربین می‌شوند و تصویری از جسم تشکیل می‌دهند.



فیزیک **پریش‌های تشریحی** بسته ۱

عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۱. مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان ..... (ثابت هستند - ممکن است، تغییرکنند).
۲. در مدل سازی، اثرهای جزئی ..... (اهمیت دارند - چشم پوشی می‌شوند).
۳. مدل «ذره‌ای نور» را توصیف کنید. این مدل سازی چگونه در تشکیل تصویر در دوربین عکاسی به کار می‌رود؟
۴. در چه صورت یک مدل یا نظریه فیزیکی بازنگری می‌شود؟
۵. شکل زیر، سقوط برگ درختی را به طرف زمین نشان می‌دهد. کدام گزینه حرکت برگ درخت به طرف زمین را بهتر مدل سازی کرده است؟



کمیت‌ها صفحه ۶ تا ۱۳ کتاب درسی **بسته دوم**

**الف اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی**

فیزیک، علمی تجربی و مبتنی بر آزمایش است و برای انجام آزمایش نیاز به اندازه‌گیری می‌باشد. برای بیان نتیجه اندازه‌گیری به طور معمول از عدد و یکاهای مناسب آن نیز استفاده می‌شود.

**کمیت فیزیکی**

در فیزیک هر چیز قابل اندازه‌گیری را کمیت فیزیکی می‌گویند، مانند طول، زمان، شدت جریان الکتریکی و ...

**یکا**

به مقدار مشخص و معینی از هر کمیت فیزیکی، یکای آن کمیت فیزیکی می‌گویند. به عنوان مثال برای تعریف یکای جرم، استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم را به عنوان یکای جرم در موزه سور فرانسه نگاه‌داری می‌کنند و به آن یک کیلوگرم می‌گویند. حال به بیان دو نوع کمیت فیزیکی زده‌ای و برداری می‌پردازیم:

- ۱ **کمیت زده‌ای:** برای بیان آن‌ها از یک عدد به همراه یکای مناسب استفاده می‌شود، مانند طول، جرم و ...  
مثال: کمیت زده‌ای جرم  $m = ۲۵ \text{ kg}$   
عدد  $۲۵$  ↑ یکا  $\text{kg}$
- ۲ **کمیت برداری:** برای بیان آن‌ها از عدد به همراه یکا و جهت استفاده می‌شود، مانند سرعت، شتاب، وزن و ...  
مثال: کمیت برداری سرعت  $v = ۷۲ \frac{\text{km}}{\text{h}}$   
عدد  $۷۲$  ↓ یکا  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  به سمت شمال ↓ جهت



کمیت برداری را با علامت پیکان روی نماد کمیت، نمایش می‌دهند، برای مثال شتاب ( $\vec{a}$ )، سرعت ( $\vec{v}$ ) و مقدار (اندازه) آن‌ها را بدون علامت پیکان نشان می‌دهند، برای مثال اندازه شتاب ( $a$ ) و اندازه سرعت ( $v$ ) و یا اندازه آن‌ها را به صورت  $|\vec{a}|$  و  $|\vec{v}|$  نمایش می‌دهند.

**توجه** از حاصل ضرب یک کمیت نرده‌ای در یک کمیت برداری، یک کمیت برداری جدید به دست می‌آید. به طور مثال کمیت برداری نیرو، از حاصل ضرب جرم که یک کمیت نرده‌ای است در کمیت برداری شتاب به دست می‌آید.

**توجه** اگر  $\vec{A}$  و  $\vec{M}$  دو کمیت برداری و  $k$  یک کمیت نرده‌ای باشد، آن‌گاه داریم:

$\vec{A} = k\vec{M}$

اگر  $k$  مثبت باشد.  $\vec{M}$  و  $\vec{A}$  همواره، هم جهت بایکدیگر هستند.

اگر  $k$  منفی باشد.  $\vec{M}$  و  $\vec{A}$  همواره در خلاف جهت بایکدیگر هستند.

**توجه** کمیت‌های نرده‌ای از قواعد جمع معمولی (جبری) پیروی می‌کنند.

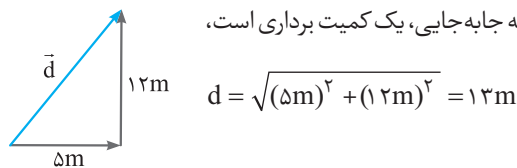
**مثال** برای جرم که یک کمیت نرده‌ای است، داریم:

$4\text{kg} + 5\text{kg} = 9\text{kg}$

**توجه** کمیت‌های برداری از قواعد جمع برداری پیروی می‌کنند.

**مثال** اگر شخصی ۵ متر به سمت شرق و ۱۲ متر به سمت شمال جابه‌جا شود، با توجه به این که جابه‌جایی، یک کمیت برداری است،

جابه‌جایی کل برابر ۱۷ متر نیست و به صورت زیر محاسبه می‌شود:



## ب اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

به مجموع یکاهای قابل استفاده و پذیرفته شده، دستگاه یکاها می‌گویند. یکاهای انتخاب شده باید دارای مشخصات زیر باشند:

۱ ثابت باشند. ۲ تغییر نکنند. ۳ قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشند.

### سؤال چرا «وجوب» یکای مناسبی برای اندازه‌گیری طول نیست؟

**پاسخ** طبق مشخصات بیان شده، یکای انتخابی باید ثابت باشد و تغییر نکند ولی وجوب یک شخص در طی سالیان، ثابت نیست و تغییر می‌کند. هم‌چنین وجوب افراد مختلف بایکدیگر تفاوت دارد، بنابراین وجوب، یکای مناسبی برای اندازه‌گیری طول نیست.

## دستگاه بین‌المللی یکاها (SI)

هر کشوری یکاهای بومی مخصوص خود را دارد. برای مثال، «من تبریز» در مناطقی از کشور ما برای بیان جرم یک جسم استفاده می‌شود. در سال ۱۹۶۰ میلادی، توافق شد همه کشورهای از مجموعه یکاهای مشترکی استفاده کنند که این مجموعه را دستگاه بین‌المللی یکاها یا SI می‌نامند.

تعداد کمیت‌های فیزیکی بسیار زیاد است، بنابراین تعیین یکاهای مستقل برای همه کمیت‌ها بسیار سخت و در عمل، غیرممکن است و از طرفی بسیاری از کمیت‌های فیزیکی، مستقل از یکدیگر نیستند و توسط رابطه‌ها و تعریف‌های فیزیکی به یکدیگر وابسته‌اند. به همین دلیل تعدادی کمیت فیزیکی را به عنوان کمیت اصلی انتخاب کرده‌اند و بقیه کمیت‌های فیزیکی را با استفاده از روابط فیزیکی بر حسب کمیت‌های فیزیکی اصلی تعیین می‌کنند، مانند کمیت سرعت که بر حسب جابه‌جایی و زمان محاسبه می‌شود، بنابراین می‌توان کمیت‌ها را به دو نوع کمیت اصلی و کمیت فرعی تقسیم کرد.

**۱ کمیت‌های فیزیکی اصلی:** هفت کمیت به‌عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب شده‌اند و یکاهای آن‌ها یکاهای اصلی هستند.

کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها در جدول پایین، بیان شده‌اند.

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

**۲ کمیت‌های فیزیکی فرعی:** کمیت‌هایی که از طریق روابط فیزیکی برحسب کمیت‌های اصلی تعریف می‌شوند را کمیت‌های فرعی می‌گویند و یکای آن‌ها را یکاهای فرعی می‌گویند.

**مثال** سرعت  $(\frac{km}{h}, \frac{m}{s})$ ، مساحت  $(m^2, cm^2)$ ، انرژی  $(cal, J)$  و ...

برخی کمیت‌های فرعی و یکای آن‌ها		
یکای فرعی	یکای SI	کمیت
$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s}$	تندی و سرعت
$\frac{m}{s^2}$	$\frac{m}{s^2}$	شتاب
$\frac{kg \cdot m}{s^2}$	نیوتون (N)	نیرو
$\frac{kg}{m \cdot s^2}$	پاسکال (Pa)	فشار
$\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$	ژول (J)	انرژی
$\frac{kg \cdot m^2}{s^3}$	وات (W)	توان

### رابطه بین یکاهای فرعی و اصلی

برخی از یکاهای استفاده شده در SI به افتخار دانشمندان برحسب نام آن‌ها بیان می‌شوند و با حرف بزرگ نمایش داده می‌شوند، مانند نیوتون (N) برای نیرو و یا ژول (J) برای انرژی و ... این یکاها جزء یکاهای فرعی هستند که با استفاده از روابط فیزیکی برحسب یکاهای اصلی نوشته می‌شوند.

$$\text{نیرو: } F = ma \Rightarrow 1N = 1kg \times 1\frac{m}{s^2} \Rightarrow 1N = 1\frac{kg \cdot m}{s^2}$$

### سؤال یکای «ژول» را برحسب یکاهای اصلی بیان کنید.

**پاسخ** برای تبدیل، کافی است یک رابطه فیزیکی را انتخاب کنید که در آن یکای ژول وجود دارد و آن را برحسب یکاهای اصلی بنویسید:

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

اندازه کار نیروی محرک = جابه‌جایی × نیروی محرک

### سه کمیت اصلی پرکاربرد

در میان هفت کمیت فیزیکی اصلی، سه کمیت، پرکاربردتر هستند و یکای این سه کمیت فیزیکی به صورت زیر تعریف می‌شوند.

**۱ متر (یکای SI طول):** در اواخر قرن هجدهم میلادی، یکای طول (متر) به صورت یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال تعریف شد. تا سال ۱۹۶۰ میلادی، فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین-ایریدیم، در دمای صفر درجه سلسیوس برابر یک متر تعریف شده بود. در روش جدید، به عنوان یک تعریف تخصصی و دقیق، متر را به صورت «مسافتی که نور در مدت زمان  $\frac{1}{299792458}$  ثانیه در خلأ طی می‌کند»، تعریف می‌کنند. به صورت تقریبی این مدت زمان همان  $\frac{1}{3 \times 10^8}$  ثانیه می‌باشد که  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  سرعت نور در خلأ است.

**یکای نجومی و سال نوری:** برای بیان فاصله‌های زیاد، مانند فاصله کهکشان‌ها از دو یکای نجومی (AU) و سال نوری (ly) استفاده می‌شود که به صورت زیر تعریف شده‌اند:

**یکای نجومی (AU):** میانگین فاصله زمین تا خورشید که حدوداً  $1.5 \times 10^{11} m$  است را یک AU تعریف می‌کنند.

$$1AU \approx 1.5 \times 10^{11} m$$

**سال نوری (ly):** هر یک سال نوری، مسافتی است که نور با تندی ثابت  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  در مدت ۱ سال در خلأ طی می‌کند.

هریک سال برابر با  $(365 \times 24 \times 3600)$  ثانیه است، بنابراین هر یک سال نوری (ly) برابر است با:

$$1 \text{ ly} = (365 \times 24 \times 3600 \text{ s}) \times (3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \approx 9.46 \times 10^{15} \text{ m}$$

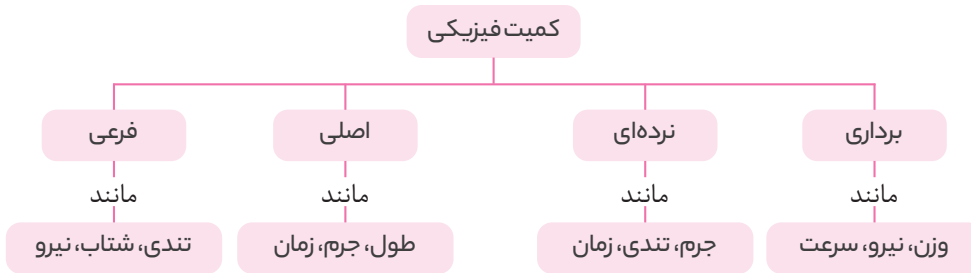
### ۲ کیلوگرم (یکای SI جرم):

جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم است که این استوانه در محفظه شیشه‌ای دو جداره نگه‌داری می‌شود. نمونه‌های مشابه این استوانه برای کشورهای مختلف ارسال شده است و نمونه اصلی در موزه سور فرانسه نگهداری می‌شود.

### ۳ ثانیه (یکای SI زمان):

تعریف قدیمی ثانیه به صورت  $\frac{1}{86400}$  برابر میانگین روز خورشیدی (زمان بین ظاهر شدن متوالی خورشید در بالاترین نقطه آسمان در هر روز) می‌باشد. در روش جدید، ثانیه براساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف می‌شود.

در ایران قدیم برای بیان طول، از یکاهای «ذرع» که معادل ۱۰۴ سانتی‌متر و «فرسنگ» که معادل ۶۰۰۰ ذرع می‌باشد، استفاده می‌شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری جرم از یکاهایی نظیر مثقال، سیر، من تبریز و خروار استفاده می‌شد. **جمع‌بندی:** با توجه به توضیحات قبل، دو نوع تقسیم‌بندی کمیت‌ها به صورت زیر می‌باشد:



### پ تبدیل یکاها

گاهی اوقات لازم است تا یکای کمیتی را تغییر دهیم. به عنوان مثال  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  را به  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  تبدیل کنیم و ... یکی از روش‌های تبدیل یکاها، روش تبدیل زنجیره‌ای است. فرض کنید که می‌خواهیم عدد ۷۶ cm را بر حسب متر به دست آوریم. ابتدا رابطه بین m و cm را مشخص می‌کنیم ( $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ )، سپس رابطه بین این دو یکا را به صورت کسری می‌نویسیم که به آن ضریب تبدیل می‌گویند، یعنی ضریب تبدیل، نسبتی از دو یکا است که برابر عدد ۱ است:

مثال  $\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1$  یا  $\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1$

**توجه** فرض کنید رابطه یکاهای A و B به صورت  $A = xB$  است، بنابراین  $\frac{A}{xB} = \frac{xB}{A} = 1$  است که این نسبت‌ها ضریب تبدیل هستند. برای تبدیل یکای A به یکای B آن را در ضریب تبدیل  $\frac{xB}{A}$  و برای تبدیل یکای B به یکای A آن را در ضریب تبدیل  $\frac{A}{xB}$  ضرب می‌کنیم. در واقع از ضریب تبدیلی استفاده می‌کنیم که صورت کسر آن بر حسب یکایی باشد که می‌خواهیم به دست آوریم و مخرج آن بر حسب یکای حذف شده باشد.

مثال ۱  $76 \text{ cm} \times (1) = 76 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.76 \text{ m} (\checkmark)$

مثال ۲  $76 \text{ cm} \times (1) = 76 \text{ cm} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} (\times)$

**توجه** گاهی اوقات به بیش از یک ضریب تبدیل نیاز داریم. برای مثال اگر تندی یک متحرک برابر با  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  باشد و بخواهیم آن را بر حسب  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  بیان کنیم، داریم:

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

**توجه** به تعداد تبدیل‌ها از ضریب تبدیل استفاده می‌شود. در تبدیل یکای بالا به دو تبدیل نیاز داشتیم تا km و h را به ترتیب به m و s تبدیل کنیم.

**نکته** ! به دلیل کاربرد زیاد این تبدیل یکا، اگر فقط می‌خواهید جواب را به دست آورید؛ می‌توانید از ضرایب زیر استفاده کنید:

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{10}{36} \rightarrow \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{36}{10} \rightarrow \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

سؤال با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای، تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

آ هر یک روز چند ثانیه است؟

ب هر  $10^6 \frac{g}{s}$  معادل چند  $\frac{kg}{h}$  (کیلوگرم بر ساعت) است؟

$$1 \text{ day} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ day}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 24 \times 3600 \text{ s} = 86400 \text{ s}$$

پاسخ آ هر یک روز (day)، ۲۴ ساعت و هر ساعت (h)، ۳۶۰۰ ثانیه است:

$$10^6 \frac{g}{s} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 36 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

ب در این تبدیل یکا به دو ضریب تبدیل نیاز داریم:

سؤال فاصله دو شهر از یکدیگر ۱۰ فرسنگ است. فاصله دو شهر چند کیلومتر است؟ (هر فرسنگ برابر ۶۰۰۰ ذرع و هر ذرع برابر با ۱۰۴ سانتی متر است.)

پاسخ ابتدا هر فرسنگ را بر حسب کیلومتر به دست می‌آوریم:

$$1 \text{ فرسنگ} = 6000 \times 104 \text{ cm} = 624000 \text{ cm} = 6240 \text{ m} = 6.24 \text{ km}$$

$$10 \text{ فرسنگ} = 10 \times 6.24 \text{ km} = 62.4 \text{ km}$$

سؤال با توجه به رابطه‌های زیر، محاسبه کنید که هر خروار تقریباً چند کیلوگرم است؟

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز، ۱ من تبریز = ۶۴۰ مثقال و ۱ مثقال = ۵ گرم

پاسخ طبق اطلاعات بالا، نتیجه می‌گیریم: هر خروار معادل ۶۴۰۰۰ مثقال است و هر مثقال نیز تقریباً معادل ۵ گرم است:

$$1 \text{ خروار} = 64000 \times 5 \text{ (g)} = 320000 \text{ g} = 320 \text{ kg}$$

### پیشوندهای یکاها

هرگاه در اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ یا بسیار کوچک از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم. هر یک از این پیشوندها توان معینی از ۱۰ هستند که به صورت یک عامل ضرب به کار می‌روند، یعنی وقتی پیشوندی به یکایی اضافه می‌شود، آن یکا در ضریب مربوطه ضرب می‌شود. برای مثال یک نانوزول (۱nJ) برابر با  $1 \times 10^{-9} \text{ J}$  است. به مثال‌های زیر دقت کنید:

مثال ۱ میکرومتر (میکرون)  $2 \text{ m} = 2 \times 10^{-6} \text{ m} = 2 \mu\text{m}$

مثال ۲ کیلووات  $3000 \text{ W} = 3 \times 10^3 \text{ W} = 3 \text{ kW}$

پیشوند یکاها به صورت جدول زیر می‌باشد:

پیشوندهای یکاها					
نماد	پیشوند	ضریب	نماد	پیشوند	ضریب
y	یوکتو	$10^{-24}$	Y	یوتا	$10^{24}$
z	زپتو	$10^{-21}$	Z	زتا	$10^{21}$
a	آتو	$10^{-18}$	E	اِگزا	$10^{18}$
f	فِمتو	$10^{-15}$	P	پِتا	$10^{15}$
p	پیکو	$10^{-12}$	T	ترا	$10^{12}$
n	نانو	$10^{-9}$	G	گیگا (جیگا)	$10^9$
$\mu$	میکرو	$10^{-6}$	M	مگا	$10^6$
m	میلی	$10^{-3}$	k	کیلو	$10^3$
c	سانتی	$10^{-2}$	h	هکتو	$10^2$
d	دِسی	$10^{-1}$	da	دِکا	$10^1$

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

سؤال با توجه به پیشوندهای جدول، تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

آ  $54 \text{ Tm} = \square \text{ m}$

ب  $36 \mu\text{s} = \square \text{ s}$

پ  $84 \text{ cm} = \square \text{ m}$

ت  $45 \text{ kg} = \square \text{ g}$

ث  $72 \text{ pm} = \square \text{ m}$

ج  $61 \text{ ng} = \square \text{ g}$

پاسخ هر یک از پیشوندها، مشابه عامل ضرب است، یعنی می‌توانید به جای پیشوند، مقدار عددی پیشوند را قرار دهید:

آ  $54 \text{ Tm} = 54 \times 10^{12} \text{ m}$

ب  $36 \mu\text{s} = 36 \times 10^{-6} \text{ s}$

پ  $84 \text{ cm} = 84 \times 10^{-2} \text{ m}$

ت  $45 \text{ kg} = 45 \times 10^3 \text{ g}$

ث  $72 \text{ pm} = 72 \times 10^{-12} \text{ m}$

ج  $61 \text{ ng} = 61 \times 10^{-9} \text{ g}$

نکته برای تبدیل دو پیشوند متفاوت به یکدیگر، می‌توانید به جای پیشوندها، مقدار عددی قرار دهید. به تبدیل زیر توجه کنید:

$$3 \mu\text{s} = ? \text{ Ms} \Rightarrow 3 \times 10^{-6} \text{ s} = ? \times 10^6 \text{ s} \Rightarrow ? = \frac{3 \times 10^{-6} \text{ s}}{10^6 \text{ s}} = 3 \times 10^{-12}$$

سؤال تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

آ  $24 \text{ Tg} = ? \text{ pg}$

ب  $6 \text{ kg} = ? \text{ mg}$

پ  $8 \text{ Gm} = ? \text{ cm}$

آ  $? = \frac{24 \times 10^{12} \text{ g}}{10^{-12} \text{ g}} = 24 \times 10^{24}$

ب  $? = \frac{6 \times 10^3 \text{ g}}{10^{-3} \text{ g}} = 6 \times 10^6$

پ  $? = \frac{8 \times 10^9 \text{ m}}{10^{-2} \text{ m}} = 8 \times 10^{11}$

نکته در تبدیل پیشوند یک‌ها به یکدیگر اگر یکا دارای توان باشد، ضرب تبدیل هم به توان مورد نظر می‌رسد. به مثال ساده زیر توجه کنید:

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

$$1 \text{ m}^3 \times (1)^3 = 1 \text{ m}^3 \times \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)^3 = 1 \text{ m}^3 \times \frac{(100)^3 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 10^6 \text{ cm}^3$$

سؤال تبدیل یکاهای توان دار زیر را با روش تبدیل زنجیره‌ای انجام دهید.

آ  $1 \text{ m}^3 = \square \text{ nm}^3$

ب  $1 \text{ m}^3 = \square \text{ Gm}^3$

پ  $24 \text{ m}^2 = \square \text{ km}^2$

ت  $2 \text{ mm}^2 = \square \text{ km}^2$

ث  $5 \text{ ng}^2 = \square \text{ Mg}^2$

ج  $7 \text{ ps}^3 = \square \text{ Ms}^3$

آ  $1 \text{ m}^3 \times \left(\frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}}\right)^3 = 1 \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ nm}^3}{10^{-27} \text{ m}^3} = 10^{27} \text{ nm}^3$

ب  $1 \text{ m}^3 \times \left(\frac{1 \text{ Gm}}{10^9 \text{ m}}\right)^3 = 1 \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ Gm}^3}{10^{27} \text{ m}^3} = 10^{-27} \text{ Gm}^3$

پ  $24 \text{ m}^2 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}}\right)^2 = 24 \text{ m}^2 \times \frac{1 \text{ km}^2}{10^6 \text{ m}^2} = 24 \times 10^{-6} \text{ km}^2$

ت  $2 \text{ mm}^2 \times \left(\frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}}\right)^2 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}}\right)^2 = 2 \text{ mm}^2 \times \frac{10^{-6} \text{ m}^2}{1 \text{ mm}^2} \times \frac{1 \text{ km}^2}{10^6 \text{ m}^2} = 2 \times 10^{-12} \text{ km}^2$

ث  $5 \text{ ng}^2 \times \left(\frac{10^{-9} \text{ g}}{1 \text{ ng}}\right)^2 \times \left(\frac{1 \text{ Mg}}{10^6 \text{ g}}\right)^2 = 5 \text{ ng}^2 \times \frac{10^{-18} \text{ g}^2}{1 \text{ ng}^2} \times \frac{1 \text{ Mg}^2}{10^{12} \text{ g}^2} = 5 \times 10^{-18} \times 10^{-12} \text{ Mg}^2 = 5 \times 10^{-30} \text{ Mg}^2$

ج  $7 \text{ ps}^3 \times \left(\frac{10^{-12} \text{ s}}{1 \text{ ps}}\right)^3 \times \left(\frac{1 \text{ Ms}}{10^6 \text{ s}}\right)^3 = 7 \text{ ps}^3 \times \frac{10^{-36} \text{ s}^3}{1 \text{ ps}^3} \times \frac{1 \text{ Ms}^3}{10^{18} \text{ s}^3} = 7 \times 10^{-36} \times 10^{-18} \text{ Ms}^3 = 7 \times 10^{-54} \text{ Ms}^3$

**سؤال**  $\frac{\mu\text{m}^2}{\text{s}^3}$  برابر چند  $\frac{\text{m}^2}{\text{ns}^3}$  است؟

**پاسخ** دو تبدیل واحد داریم، بنابراین نیاز به دو ضریب تبدیل داریم و به توان ۲ و ۳ نیز توجه کنید.

$$24 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{s}^3} \times \left(\frac{10^{-6} \text{m}}{1 \mu\text{m}}\right)^2 \times \left(\frac{10^{-9} \text{s}}{1 \text{ns}}\right)^3 = 24 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{s}^3} \times \frac{10^{-12} \text{m}^2}{1 \mu\text{m}^2} \times \frac{10^{-27} \text{s}^3}{1 \text{ns}^3} = 24 \times 10^{-39} \frac{\text{m}^2}{\text{ns}^3}$$

**نکته** برای تبدیل پیشوند یک‌ها به یکدیگر می‌توانید علاوه بر روش تبدیل زنجیره‌ای، مانند مثال زیر به جای پیشوند، مقدار عددی آن را جایگذاری کنید:

$$4/2 \text{ km}^2 = x \text{ mm}^2 \Rightarrow x = \frac{4/2 \text{ km}^2}{\text{mm}^2} \Rightarrow x = 4/2 \times \frac{(10^3 \text{ m})^2}{(10^{-3} \text{ m})^2} = \frac{4/2 \times 10^6 \text{ m}^2}{10^{-6} \text{ m}^2} = 4/2 \times 10^{12}$$

**سؤال** حجم مواد استفاده شده در ساخت قطعه‌ای برابر با  $38/2 \text{ cm}^3$  است. این حجم چند  $\text{nm}^3$  است؟

$$38/2 \text{ cm}^3 = x \text{ nm}^3 \Rightarrow x = \frac{38/2 \text{ cm}^3}{\text{nm}^3} \Rightarrow x = 38/2 \times \frac{(10^{-2} \text{ m})^3}{(10^{-9} \text{ m})^3} = \frac{38/2 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{10^{-27} \text{ m}^3} = 38/2 \times 10^{21}$$

**نکته** یک هکتومتر مربع را یک هکتار می‌نامیم. هر هکتار، برابر با ۱۰۰۰۰ متر مربع است.

$$(1 \text{ hm})^2 = (10^2 \text{ m})^2 \Rightarrow 1 \text{ hm}^2 = 10^4 \text{ m}^2 \Rightarrow 1 \text{ هکتار} = 10000 \text{ m}^2$$

**نکته** هر لیتر، معادل  $1000 \text{ cm}^3$  است.

**توجه** ۱cc (سی سی)، ۱mL (میلی لیتر) و  $1 \text{ cm}^3$  معادل یکدیگر هستند.

### نمادگذاری علمی

برای گزارش اعداد بسیار کوچک و بسیار بزرگ، نوشتن تعداد زیادی صفر، خواندن و نوشتن عدد را مشکل می‌کند، به عنوان مثال، نوشتن سن زمین به صورت ۱۴۳ با پانزده صفر مقابل آن، خواندن آن را سخت می‌کند، بنابراین برای نوشتن اعداد بسیار کوچک و بسیار بزرگ از نمادگذاری علمی استفاده می‌کنیم.

در این روش، مقدار یک پارامتر به صورت مقابل نمایش داده می‌شود که شامل سه بخش است:

a: عددی حقیقی بین ۱ تا ۱۰ ( $1 \leq a < 10$ ) : عددی صحیح □: یکای مناسب کمیت

**مثال** جرم زمین بر حسب کیلوگرم، ۵۹۸ به همراه ۲۲ صفر مقابل آن به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$598 \times 10^{22} \text{ kg} = 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

**توجه** در حقیقت n، برابر تعداد رقم‌هایی است که ممیز را به سمت راست یا چپ جابه‌جا می‌کند تا عدد اصلی ساخته شود:

**مثال**  $0/000092 = 9/2 \times 10^{-5}$   
رقم ۵

□ ممیز را به سمت راست جابه‌جا کنیم  $n < 0$

**مثال**  $7600 = 7/6 \times 10^4$   
رقم ۴

□ ممیز را به سمت چپ جابه‌جا کنیم  $n > 0$

**سؤال** اعداد زیر را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

□ ۶۰۸۰۰۰

□ ۱۵۲۰

□ ۰/۰۷۴

□ ۰/۰۰۰۱۶

□  $608000 = 6/08 \times 10^5$   
رقم ۵

□  $1520 = 1/52 \times 10^3$   
رقم ۳

□  $0/074 = 7/4 \times 10^{-2}$   
رقم ۲

□  $0/00016 = 1/6 \times 10^{-4}$   
رقم ۴

**سؤال** فاصله زمین تا نزدیک‌ترین ستاره (به جز خورشید)  $39 \times 10^4 \text{ Tm}$  (ترا متر) است. این فاصله را با استفاده از نمادگذاری علمی بر حسب متر بنویسید.

$$39 \times 10^4 \text{ Tm} = 39 \times 10^4 \times 10^{12} \text{ m} = 39 \times 10^{16} \text{ m} = 3/9 \times 10^{17} \text{ m}$$

## آهنگ یک کمیت

تغییرات هر کمیت نسبت به زمان را آهنگ آن کمیت می‌گویند و یکای آن به صورت  $\frac{\text{یکان آن کمیت}}{\text{یکان زمان}}$  نوشته می‌شود. به عنوان مثال وقتی می‌گویید آهنگ رشد موی سر،  $\frac{1}{5} \frac{\text{mm}}{\text{ماه}}$  است، یعنی در هر یک ماه، مو به اندازه  $\frac{1}{5}$  میلی‌متر رشد می‌کند و یا هنگامی که آهنگ انتقال آب در لوله را به صورت  $5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$  بیان می‌کنند، یعنی در هر یک دقیقه، مقدار ۵ لیتر آب از لوله عبور می‌کند.

**سؤال** آب با آهنگ  $425 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$  از لوله‌ای عبور می‌کند. آهنگ عبور آب از این لوله را برحسب لیتر بر دقیقه  $(\frac{\text{L}}{\text{min}})$  به دست آورید؟ (هر یک لیتر معادل  $1000 \text{cm}^3$  است).

$$425 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{1 \text{L}}{1000 \text{cm}^3} \times \frac{60 \text{s}}{1 \text{min}} = 25.5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

پاسخ

## سازگاری یکاها در یک رابطه فیزیکی

به طور کلی در یک رابطه فیزیکی، یکاهای کمیت‌های فیزیکی طرفین رابطه باید با یکدیگر معادل باشند. برای این منظور، اگر بخواهیم طرفین یک رابطه برحسب یکاهای SI باشند، باید یکای کمیت‌های داده شده در رابطه را به یکاهای SI تبدیل کنیم. به بیان ساده‌تر، دو طرف یک رابطه فیزیکی قطعاً از جنس یک کمیت فیزیکی اند مثلاً نمی‌شود یک طرف رابطه از جنس نیرو و طرف دیگر از جنس انرژی باشد، بنابراین یکای دو طرف یک تساوی فیزیکی، برابر است. به عنوان مثال در رابطه فشار،  $P = \frac{F}{A}$ ، اگر فشار برحسب پاسکال (Pa) باشد، باید نیرو (F) برحسب نیوتون (N) و مساحت (A) برحسب مترمربع ( $\text{m}^2$ ) باشد و یا در رابطه  $F = ma$  باید شتاب (a) را برحسب  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و جرم (m) را برحسب kg قرار دهیم تا نیرو برحسب نیوتون (N) به دست آید.

**توجه** موضوع بسیار مهمی که باید به آن توجه داشته باشیم این است که اگر چند عبارت را بتوان با هم جمع کرد، لزوماً یکاهای هر کدام از آن‌ها باید با یکدیگر برابر باشد.

**سؤال** اگر در معادله  $x = at^2 + bt + c$ ، x کمیت طول و t کمیت زمان باشد، یکاهای مربوط به a، b و c را برحسب واحد SI به دست آورید.

**پاسخ** یکای هر کدام از عبارت‌های  $at^2$ ، bt و c اولاً باید با هم یکسان باشند تا این عبارت‌ها با هم جمع شوند، ثانیاً با توجه به این‌که کمیت سمت چپ رابطه (x)، یک کمیت طول است و یکای کمیت طول در SI برابر متر است، بنابراین یکای همه کمیت‌های سمت راست رابطه باید برحسب متر باشند، بنابراین:

$$x = at^2 + bt + c \Rightarrow \begin{cases} [x] \equiv [at^2] \Rightarrow m \equiv [a] \times s^2 \Rightarrow [a] \equiv \frac{m}{s^2} \\ [x] \equiv [bt] \Rightarrow m \equiv [b] \times s \Rightarrow [b] \equiv \frac{m}{s} \\ [x] \equiv [c] \Rightarrow [c] \equiv m \end{cases}$$

کمیت‌ها

## پرسش‌های تشریحی

بسته  
۲

● عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۶. تعداد کمیت‌های اصلی برابر با ..... (سه - هفت) است.

۷. یکاهای فرعی ..... (به طور مستقل - برحسب یکاهای اصلی) تعریف می‌شوند.

۸. برداری و نرده‌ای بودن کمیت‌های زیر را مشخص کنید.

جرم - وزن - سرعت - نیرو - شتاب - جابه‌جایی - مسافت طی شده - چگالی - فشار

۹. در متن زیر، کمیت‌های برداری را بیابید.

«گلوله‌ای به جرم ۵۰ g و قطر ۱۰ mm و سرعت اولیه  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به طرف بالا شلیک می‌شود و پس از ۴ ثانیه، ۱۸ متر به طرف بالا جابه‌جا می‌شود. نیروی

مقاومت هوا که در جهت مخالف حرکت گلوله به آن اثر می‌کند، بخشی از انرژی جنبشی اولیه گلوله را به گرما تبدیل می‌کند.»

۱۰. حاصل اندازه‌گیری کدام یک از کمیت‌های زیر نادرست بیان شده است؟

- آ  $18 \frac{m}{s}$  : تندی  
 ب (به سمت جنوب)  $5 Pa$  : فشار  
 پ (به سمت غرب)  $5 \frac{m}{s^2}$  : شتاب  
 ت (در جهت شرق)  $50 m$  = مسافت طی شده

۱۱. اگر مطابق شکل مقابل، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشت اشاره دست کشیده شده بگیریم، چه مزایا و یا معایبی دارد؟



(تجربی خارج ۹۸)

۱۲. آیا می‌توان از ضربان نبض به عنوان یکای زمان استفاده کرد؟ با ارائه دلیل، پاسخ خود را توضیح دهید.

۱۳. در کدام گزینه تمام کمیت‌های نام برده شده همگی کمیت اصلی هستند؟

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

۱۴. در بین کمیت‌های زیر، کمیت‌هایی که هم فرعی و هم نرده‌ای هستند را مشخص کنید.

فشار - جرم - تندی - جابه‌جایی - وزن - کار - چگالی - جریان الکتریکی - دما - انرژی - شدت روشنایی

۱۵. جدول زیر را کامل کنید.

یکای فرعی	یکای SI	کمیت
(آ)	پاسکال (Pa)	فشار
(ب)	وات (W)	توان
(پ)	$\frac{J}{kg \cdot K}$	گرمای ویژه

۱۶. یکای نجومی برابر با میانگین فاصله زمین تا خورشید است ( $1 AU \approx 1/5 \times 10^{11} m$ ). فاصله میانگین زمین تا ماه که برابر با  $4 \times 10^8 m$  را برحسب AU به دست آورید.

۱۷. مسافتی که نور با تندی  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند را یک سال نوری (ly) می‌گویند. هر سال نوری چند متر است؟

(مشابه تمرین کتاب درسی)

۱۸. دست فروشی گوجه سبزر را به قیمت هر سیر، ۶۰۰ تومان می‌فروشد. قیمت هر کیلوگوجه سبزر این دستفروش چند تومان است؟

(۵ گرم  $\approx$  ۱ مثقال و ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال)

(مشابه تمرین کتاب درسی)

۱۹. با توجه به یکاهای قدیمی طول و جرم، پاسخ دهید:

آ هر ذرع،  $4 cm$  و هر فرسنگ برابر ۶۰۰۰ ذرع است. محیط جزیره‌ای که  $250 km$  است را بر حسب ذرع و فرسنگ به دست آورید.

ب هر ۱ من تبریز، برابر ۴۰ سیر و یا برابر ۶۴۰ مثقال است و هر مثقال برابر  $1/86$  گرم است. جرم شخصی  $80 kg$  است. جرم این شخص چند من تبریز و چند مثقال است؟

۲۰. تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

آ  $108$  قیراط چند گرم است؟ (هر قیراط، ۲۰۰ میلی‌گرم است.)

ب  $30000$  پا (فوت) چند متر است؟ ( $1 in = 2/54 cm$ )، ( $1 in = 1/12 ft$ ) (اینچ)

۲۱. با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای، تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

آ  $12 \frac{kg}{m^3} = ? \frac{g}{L}$  ،  ب  $(1 \text{ mile} \approx 1/6 km)$  ،  $48 \frac{\text{mile}}{h} = ? \frac{km}{h}$  ،  پ  $800 \frac{L}{s} = ? \frac{m^3}{min}$

۲۲. هر «گره دریایی» معادل  $5144 \frac{m}{s}$  است. تندی  $100 \frac{km}{h}$  تقریباً معادل چند گره دریایی است؟

۲۳. تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

آ  $6 s^2 = ? ns^2$  ،  ب  $12 m^3 = ? km^3$  ،  پ  $17 m^2 = ? \mu m^2$

ت  $22 ps^2 = ? s^2$  ،  ث  $76 Mm^3 = ? m^3$  ،  ج  $52 Gm^2 = ? m^2$



۲۴. تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

$$\begin{aligned} 9 \frac{\text{g}}{\text{s}} &= \text{○} \frac{\text{Mg}}{\text{ns}} \quad \text{پ} & 62 \frac{\text{g}}{\text{m}} &= \text{○} \frac{\text{kg}}{\mu\text{m}} \quad \text{ب} & 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} &= \text{○} \frac{\mu\text{m}}{\text{ms}} \quad \text{ا} \\ 18 \frac{\text{mg}}{\mu\text{s}} &= \text{○} \frac{\text{g}}{\text{s}} \quad \text{ج} & 14 \frac{\text{Tg}}{\text{pm}} &= \text{○} \frac{\text{g}}{\text{m}} \quad \text{ث} & 42 \frac{\mu\text{m}}{\text{ns}} &= \text{○} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ت} \\ 78 \frac{\text{mA}^3}{\text{cm}^3} &= \text{○} \frac{\text{kA}^3}{\text{dm}^3} \quad \text{ح} & 6/4 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{ns}^3} &= \text{○} \frac{\text{Tm}^2}{\text{s}^3} \quad \text{خ} \end{aligned}$$

۲۵. شعاع کره زمین حدود  $6400 \text{ km}$  است. اگر زمین را کره کامل فرض کنید، مساحت کره زمین چند هکتار است؟ (هر هکتار،  $10^4$  مترمربع است و  $\pi \approx 3$ ) (مشابه تمرین کتاب درسی)

۲۶. دو اتومبیل A و B به ترتیب با تندی های  $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  و  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در حال حرکت هستند. کدام اتومبیل، سریع تر حرکت می‌کند؟

۲۷. کره زمین با تندی ثابت  $30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  در مدت زمان  $\pi \times 10^7 \text{ s}$  یک بار به دور خورشید می‌چرخد. شعاع مدار حرکت زمین به دور خورشید چند مگامتر است؟

۲۸. اعداد زیر را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

$$1/75 \times 10^{-4} \text{ m} = ? \text{ pm} \quad \text{ت} \quad 0.0020 \mu\text{C} = ? \text{ C} \quad \text{ب} \quad 0.000070 \text{ s} = ? \text{ s} \quad \text{پ} \quad 6280000 \text{ nm} = ? \text{ m} \quad \text{ا}$$

۲۹. گیاهی در مدت 10 روز به اندازه  $1/6 \text{ m}$  متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه چند میکرومتر بر ثانیه است؟ (مشابه تمرین کتاب درسی)

۳۰. اگر آب درون یک مخزن پر به حجم 600 لیتر، با آهنگ ثابت  $30 \frac{\text{L}}{\text{min}}$  خارج شود، پس از چند ثانیه مخزن خالی می‌شود؟

۳۱. گیاهی در هر شبانه‌روز، 12 میکرون رشد می‌کند. اگر هر آنگستروم ( $\text{\AA}$ ) معادل  $10^{-10} \text{ m}$  باشد، آهنگ رشد این گیاه با روش نمادگذاری علمی چند آنگستروم بر ساعت است؟

۳۲. در رابطه فیزیکی  $E = \frac{B^2}{A+C}$ ، کمیت A برحسب متر (m) و کمیت B برحسب کیلوگرم (kg) باشد، یکای کمیت E را به دست آورید.

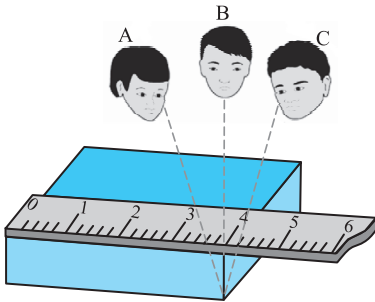
### اندازه‌گیری و دقت و وسیله‌های اندازه‌گیری

صفحه ۱۴ و ۱۵ کتاب درسی

## بسته سوم



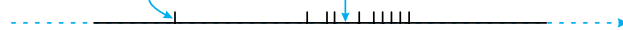
در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی، همواره مقداری خطا و عدم قطعیت وجود دارد. سه عامل مهم، نقش اساسی در افزایش دقت اندازه‌گیری و کاهش خطای اندازه‌گیری دارند:



۱ **مهارت شخص آزمایشگر:** مهارت شخص آزمایشگر تأثیر بسیار مهمی روی دقت اندازه‌گیری دارد. یکی از این مهارت‌ها، نحوه مشاهده و خواندن نتیجه اندازه‌گیری است. شخصی که دقیقاً از روبه‌رو و به صورت عمود بر جسم، نتیجه اندازه‌گیری را مشاهده کند، دقت بیشتری در خواندن و در بیان نتیجه اندازه‌گیری دارد. برای مثال در شکل مقابل، خواندن نتیجه اندازه‌گیری از دید اشخاص A و C خطا را افزایش می‌دهد، در حالی که گزارش شخص B دقت بیشتری دارد.

۲ **تعداد دفعات اندازه‌گیری:** برای کاهش خطای ناشی از اندازه‌گیری، معمولاً اندازه‌گیری را چند بار تکرار می‌کنند و در نهایت میانگین آن‌ها را به عنوان نتیجه اندازه‌گیری در نظر می‌گیرند. البته دقت کنید که اگر در نتایج اندازه‌گیری، یک یا دو عدد، اختلاف زیادی با دیگر اعداد داشته باشند، آن اعداد را حذف کرده و در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آوریم. به طور مثال، در شکل زیر که هر یک از خطوط، نتیجه یک اندازه‌گیری می‌باشد، داده به دست آمده در سمت چپ که اختلاف زیادی با بقیه اعداد دارد را حذف کرده و در میانگین‌گیری حساب نمی‌کنیم.

کمیتی که اندازه‌گیری می‌شود اندازه واقعی کمیت مورد نظر اینجاست. این نتیجه را در میانگین‌گیری در نظر می‌گیریم.



۳ **دقت وسیله اندازه‌گیری:** به کمینه تقسیم‌بندی هر وسیله اندازه‌گیری مدرج، دقت اندازه‌گیری آن وسیله می‌گویند. در خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است، (ا)، کمینه درجه‌بندی خط‌کش، برابر 1 cm است، بنابراین دقت اندازه‌گیری این خط‌کش برابر با 1 cm است، ولی در خط‌کشی که برحسب میلی‌متر مدرج شده است (ب)، کمینه درجه‌بندی خط‌کش، برابر 1 mm است، بنابراین دقت اندازه‌گیری این خط‌کش برابر با 1 mm است.



ب



ا

در ابزارهای اندازه‌گیری مدرج، هر چه تقسیم‌بندی وسیله اندازه‌گیری، کوچک‌تر باشد، دقت اندازه‌گیری آن وسیله بیش‌تر می‌شود و هر چه دقت اندازه‌گیری وسیله بیش‌تر باشد، خطای اندازه‌گیری آن کم‌تر است.

در ابزار اندازه‌گیری دیجیتال (رقمی)، دقت اندازه‌گیری برابر با یک واحد از کوچک‌ترین رقمی است که دستگاه، اندازه‌گیری می‌کند. **مثال** دماسنج دیجیتالی مقابل را در نظر بگیرید.



این دماسنج، عدد  $32.8^{\circ}\text{C}$  را نشان می‌دهد، بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برابر با  $0.1^{\circ}\text{C}$  است.

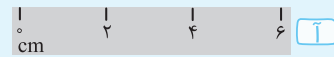
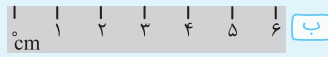
$$0.1^{\circ}\text{C} = \text{دقت اندازه‌گیری} \Rightarrow 32.8^{\circ}\text{C} : \text{عدد دماسنج}$$

آخرین (کوچک‌ترین) رقمی که دماسنج نشان می‌دهد

**توجه** در اندازه‌گیری با دستگاه‌های دیجیتال، برای محاسبه دقت اندازه‌گیری، می‌توان به جای آخرین رقم سمت راست، عدد یک و به جای بقیه رقم‌ها عدد صفر گذاشت و ممیز در سر جای خود باقی می‌ماند. با این روش، دقت اندازه‌گیری دستگاه برحسب واحد داده‌شده به دست می‌آید. به عنوان مثال اگر عدد گزارش شده توسط یک دستگاه دیجیتال برابر با  $36.06\text{ cm}$  باشد، دقت اندازه‌گیری این وسیله به صورت زیر به دست می‌آید:

$$0.01\text{ cm} = 0.01\text{ cm} = \text{دقت اندازه‌گیری} \Rightarrow 36.06\text{ cm}$$

**سؤال** دقت اندازه‌گیری هر خطکش چقدر است؟



**پاسخ** کم‌ترین مقداری را که هر وسیله می‌تواند اندازه‌گیری کند، دقت اندازه‌گیری آن وسیله می‌گویند؛ بنابراین دقت اندازه‌گیری خطکش (آ) برابر با  $2\text{ cm}$ ، دقت اندازه‌گیری خطکش (ب) برابر با  $1\text{ cm}$  و دقت اندازه‌گیری خطکش (پ) برابر با  $1\text{ mm}$  است.

**سؤال** یک آمپرسنج دیجیتال، شدت جریانی را که از یک مدار می‌گذرد،  $2.004\text{ mA}$  میلی‌آمپر نشان می‌دهد. دقت اندازه‌گیری این آمپرسنج چند میکروآمپر است؟ **ریاضی خارج ۹۶**

$$0.001\text{ mA} = \text{دقت اندازه‌گیری} \Rightarrow 2.004\text{ mA}$$

حال با روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$0.001\text{ mA} \times \frac{1\text{ A}}{1000\text{ mA}} \times \frac{10^6\text{ }\mu\text{A}}{1\text{ A}} = 0.001 \times 10^{-3} \times 10^6\text{ }\mu\text{A} = 1\text{ }\mu\text{A}$$

اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری

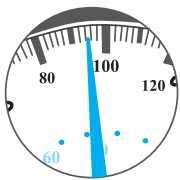
پریش‌های تشریحی

بسته  
۳

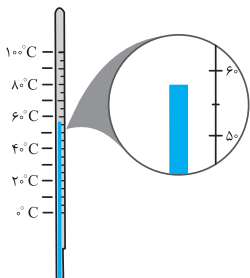
**۳۳.** چه تعداد از عوامل زیر، نقش مهمی در افزایش دقت اندازه‌گیری دارند؟

- آ دقت اندازه‌گیری وسیله اندازه‌گیری
- ب تعداد دفعات اندازه‌گیری
- پ یکای گزارش شده برای اندازه‌گیری
- ت مهارت شخص آزمایشگر
- ث دیجیتال بودن یا نبودن وسیله اندازه‌گیری

**۳۴.** با توجه به صفحه تندی‌سنج زیر، دقت اندازه‌گیری این تندی‌سنج چند  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  است؟ (تندی‌سنج برحسب  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  تقسیم‌بندی شده است.) (مشابه تمرین کتاب درسی)



**۳۵.** دقت اندازه‌گیری دماسنج مقابل چند درجه سلسیوس است؟



۴  
بخش



پاسخنامه

فصل ۱ فیزیک و اندازه‌گیری

۱

۱ ممکن است، تغییر کنند

۲

چشم پوشی می‌شوند

۳

در این مدل، نور را به ذراتی تشبیه می‌کنیم که از چشمه نور خارج و روی خط راست منتشر می‌شوند و می‌توانند باریکه نور یا همان پرتو نور را تشکیل دهند. این پرتوها پس از برخورد به اجسام، بازتاب شده و به دور بین عکاسی و یا چشم می‌رسند و تصویر آن‌ها در دوربین یا چشم تشکیل می‌شود.

۴

نتایج آزمایش‌های جدید و یا پدیده‌های جدید می‌تواند باعث بازنگری یک مدل یا نظریه فیزیکی شود.

۵

با توجه به نوع حرکت برگ درخت و سقوط برگ، گزینه (۲) درست است.

۶

هفت

۷

برحسب یکه‌های اصلی

۸

نرده‌ای: جرم - مسافت طی شده - چگالی - فشار  
برداری: وزن - سرعت - نیرو - شتاب - جابه‌جایی

۹

کمیت‌های سرعت، جابه‌جایی و نیرو در متن داده شده کمیت‌های برداری هستند.

۱۰

می‌دانیم برای گزارش نتیجه اندازه‌گیری کمیت‌های برداری علاوه بر عدد، یکای مناسب و جهت نیز باید بیان شود ولی برای گزارش نتیجه اندازه‌گیری کمیت‌های نرده‌ای فقط کافی است که عدد و یکای مناسب بیان شود. تندی، فشار و مسافت طی شده کمیت‌های نرده‌ای هستند و شتاب، کمیت برداری است، بنابراین موارد (ب) و (ت) نادرست هستند.

۱۱

مزیت مهم در دسترس بودن آن است. دو عیب اصلی آن این است که برای افراد مختلف دارای عددی متفاوت است و هم‌چنین با گذشت زمان برای یک فرد خاص نیز تغییر می‌کند.

۱۲

خیر - زیرا فاصله بین دو نبض متوالی در افراد مختلف، متفاوت است. در هنگام ترس و هیجان نیز سرعت نبض افزایش می‌یابد، بنابراین فاصله بین دو نبض، ثابت نیست و نمی‌توان از آن برای یکای زمان استفاده کرد. **توجه** برای اندازه‌گیری زمان باید از وسیله‌ای استفاده شود که به طور منظم و ثابت تکرار شود، مانند روز خورشیدی.

۱۳

گزینه «۴»

بررسی سایر گزینه‌ها

۱ نیرو و فشار، کمیت‌های فرعی هستند.

۲ فشار و سرعت، کمیت‌های فرعی هستند.

۳ نیرو، کمیتی فرعی است.

۱۴

از بین کمیت‌های داده شده، فشار، تندی، کار، چگالی و انرژی هم فرعی و هم نرده‌ای هستند.

۱۵

می‌توانید از رابطه و یا یکای کمیت استفاده کنید.

$$P = \frac{F}{A} \left( \frac{N}{m^2} \equiv \frac{s^2}{m^2} \equiv \frac{kg}{m \cdot s^2} \right) \text{ فشار}$$

$$P = \frac{E}{t} \left( \frac{kg \cdot m^2}{s^2} \equiv \frac{kg \cdot m^2}{s^3} \right) \text{ توان}$$

$$\text{گرمای ویژه} : \frac{J}{kg \cdot K} \equiv \frac{s^2}{kg \cdot K} \equiv \frac{m^2}{s^2 \cdot K}$$

۱۶

با توجه به این‌که ۱ AU برابر با  $1.5 \times 10^{11} m$  است، داریم:

$$\frac{4 \times 10^8 m}{1.5 \times 10^{11} m} \approx 2.67 \times 10^{-3} AU$$

۱۷

طبق رابطه تندی، هر ly را بر حسب متر به دست می‌آوریم:

مدت زمان  $\times$  تندی = مسافت طی شده

$$\Rightarrow 1 ly = v \times \Delta t = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} \times (365 \times 24 \times 3600 s) \approx 9.46 \times 10^{15} m$$

۱۸

هر ۴۰ سیر، معادل ۶۴۰ مثقال است، بنابراین هر یک سیر برابر است با:

$$\text{مثقال} = \frac{640}{40} = 16$$

هر یک مثقال تقریباً برابر ۵ گرم است، بنابراین ۱۶ مثقال، معادل است با:

$$16 \times 5 = 80 g$$

هر گرم معادل  $\frac{1}{1000}$  کیلوگرم است، بنابراین:

$$80 g = \frac{80}{1000} kg = \frac{8}{100} kg = 0.08 kg$$

یعنی قیمت هر  $0.08 kg$  گوجه سبز برابر با ۶۰۰ تومان است، بنابراین قیمت

هر یک کیلوگرم گوجه سبز به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{1}{0.08} \times 600 = 7500 \text{ تومان}$$

۱۹

آ با روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$\text{ذرع} = 250 km \times \frac{1000 m}{1 km} \times \frac{100 cm}{1 m} \times \frac{1 \text{ ذرع}}{104 cm} \approx 2.4 \times 10^5$$

$$\text{فرسنگ} = 250 km \times \frac{1000 m}{1 km} \times \frac{100 cm}{1 m} \times \frac{1 \text{ ذرع}}{104 cm} \times \frac{1 \text{ فرسنگ}}{3000 \text{ ذرع}} = 40$$

ب با روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$80 kg \times \frac{1000 g}{1 kg} \times \frac{1 \text{ مثقال}}{414} \approx 193 \text{ مثقال}$$

$$\text{من تبریز} = \frac{1 \text{ من تبریز}}{64 \text{ مثقال}} \times 193 \text{ مثقال} = 2.98 \text{ من تبریز}$$

$$42 \frac{\mu\text{m}}{\text{ns}} \times \frac{1\text{ns}}{10^{-9}\text{s}} \times \frac{10^{-6}\text{m}}{1\mu\text{m}}$$

$$= \frac{42 \times 10^{-6}}{10^{-9}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 42 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$14 \frac{\text{Tg}}{\text{pm}} \times \frac{10^{12}\text{g}}{1\text{Tg}} \times \frac{1\text{pm}}{10^{-12}\text{m}}$$

$$= \frac{14 \times 10^{12}}{10^{-12}} \frac{\text{g}}{\text{m}} = 14 \times 10^{24} \frac{\text{g}}{\text{m}}$$

$$18 \frac{\text{mg}}{\mu\text{s}} \times \frac{1\mu\text{s}}{10^{-6}\text{s}} \times \frac{10^{-3}\text{g}}{1\text{mg}} = \frac{18 \times 10^{-3}}{10^{-6}} \frac{\text{g}}{\text{s}} = 18 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{s}}$$

$$x = 6/4 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{ns}^2} \times \frac{\text{s}^2}{\text{Tm}^2} \Rightarrow x = 6/4 \times \frac{(10^{-6}\text{m})^2}{(10^{-9}\text{s})^2} \times \frac{\text{s}^2}{(10^{12}\text{m})^2}$$

$$\Rightarrow x = 6/4 \times \frac{10^{-12}\text{m}^2}{10^{-18}\text{s}^2} \times \frac{\text{s}^2}{10^{24}\text{m}^2} = 6/4 \times 10^{-9}$$

$$x = 7/1 \frac{\text{mA}^2}{\text{cm}^2} \times \frac{\text{dm}^2}{\text{kA}^2} \Rightarrow x = 7/1 \times \frac{(10^{-3}\text{A})^2}{(10^{-2}\text{m})^2} \times \frac{(10^{-1}\text{m})^2}{(10^3\text{A})^2}$$

$$\Rightarrow x = 7/1 \times \frac{10^{-6}\text{A}^2}{10^{-4}\text{m}^2} \times \frac{10^{-2}\text{m}^2}{10^6\text{A}^2} = 7/1 \times 10^{-16}$$

$$A = 4\pi R^2 \Rightarrow A = 4 \times 3 \times (6400 \times 10^3 \text{m})^2$$

$$\Rightarrow A = 49152 \times 10^4 \times 10^6 \text{m}^2 = 49152 \times 10^{10} \text{m}^2$$

هکتار  $10^4 \text{m}^2$  و هکتار  $10^6 \text{m}^2$

$$49152 \times 10^{10} \text{m}^2 \times \frac{1}{10^4 \text{m}^2} = 49152 \times 10^6 \text{هکتار}$$

برای مقایسه یک کمیت برای دو جسم مختلف، حتماً باید اعداد بیان شده بر حسب یک‌های یکسان باشند، بنابراین تندی اتومبیل‌های A و B را بر حسب  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  و یا هر دورا بر حسب  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  به دست آورده و سپس مقایسه می‌کنیم.

$$\begin{cases} v_A = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} = 108 \times \frac{10}{36} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ v_B = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_A > v_B$$

از سال نهم به خاطر داریم که تندی متوسط برابر است با:

$$\text{محیط مدار حرکت زمین} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان}} = \text{تندی متوسط}$$

$$\Rightarrow 30 \frac{\text{km}}{\text{s}} = \frac{2\pi r}{\pi \times 10^7 \text{s}} \Rightarrow r = \frac{30 \times 10^7}{2} \text{km}$$

$$\Rightarrow r = \frac{3 \times 10^8}{2} \text{km} = 1.5 \times 10^8 \text{km}$$

با روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$1.5 \times 10^8 \text{km} \times \frac{10^3 \text{m}}{1\text{km}} \times \frac{1\text{Mm}}{10^6 \text{m}} = 1.5 \times 10^5 \text{Mm}$$

ت

$$108 \frac{\text{ft}}{\text{min}} \times \frac{200\text{mg}}{1\text{ft}} \times \frac{10^{-3}\text{g}}{1\text{mg}} = 216 \text{g}$$

$$30000 \text{ft} \times \frac{12\text{in}}{1\text{ft}} \times \frac{2/540\text{cm}}{1\text{in}} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 9/144 \times 10^3 \text{m}$$

ث

$$12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} \times \frac{1\text{m}^2}{1000\text{L}} = 12 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$48 \frac{\text{mile}}{\text{h}} \times \frac{1/6\text{km}}{1\text{mile}} = 76/8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$800 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{60\text{s}}{1\text{min}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{L}} = 48 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

ج

با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} = \frac{1000}{36} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 27.78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$27.78 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1\text{گره}}{0.5144 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 54 \text{گره}$$

ج

در تبدیل یکای توان دار، ضریب تبدیل نیز به توان می‌رسد.

$$6\text{s}^2 \times \left(\frac{1\text{ns}}{10^{-9}\text{s}}\right)^2 = 6\text{s}^2 \times \frac{1\text{ns}^2}{10^{-18}\text{s}^2} = 6 \times 10^{18} \text{ns}^2$$

$$12\text{m}^3 \times \left(\frac{1\text{km}}{10^3\text{m}}\right)^3 = 12\text{m}^3 \times \frac{1\text{km}^3}{10^9\text{m}^3} = 12 \times 10^{-9} \text{km}^3$$

$$17\text{m}^2 \times \left(\frac{1\mu\text{m}}{10^{-6}\text{m}}\right)^2 = 17\text{m}^2 \times \frac{1\mu\text{m}^2}{10^{-12}\text{m}^2} = 17 \times 10^{12} \mu\text{m}^2$$

$$22\text{ps}^2 \times \left(\frac{10^{-12}\text{s}}{1\text{ps}}\right)^2 = 22\text{ps}^2 \times \frac{10^{-24}\text{s}^2}{1\text{ps}^2} = 22 \times 10^{-24} \text{s}^2$$

$$76\text{Mm}^3 \times \left(\frac{10^6\text{m}}{1\text{Mm}}\right)^3 = 76\text{Mm}^3 \times \frac{10^{18}\text{m}^3}{1\text{Mm}^3} = 76 \times 10^{18} \text{m}^3$$

$$52\text{Gm}^2 \times \left(\frac{10^9\text{m}}{1\text{Gm}}\right)^2 = 52\text{Gm}^2 \times \frac{10^{18}\text{m}^2}{1\text{Gm}^2} = 52 \times 10^{18} \text{m}^2$$

ت

در تبدیل یکای کسری برای تبدیل یکای صورت و مخرج باید از ضریب تبدیل‌های جداگانه استفاده کنید.

$$25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1\mu\text{m}}{10^{-6}\text{m}} \times \frac{10^{-3}\text{s}}{1\text{ms}} = \frac{25 \times 10^{-3}}{10^{-6}} \frac{\mu\text{m}}{\text{ms}} = 25 \times 10^3 \frac{\mu\text{m}}{\text{ms}}$$

$$62 \frac{\text{g}}{\text{m}} \times \frac{1\text{kg}}{10^3\text{g}} \times \frac{10^{-6}\text{m}}{1\mu\text{m}}$$

$$= \frac{62 \times 10^{-6}}{10^3} \frac{\text{kg}}{\mu\text{m}} = 62 \times 10^{-9} \frac{\text{kg}}{\mu\text{m}}$$

$$9 \frac{\text{g}}{\text{s}} \times \frac{1\text{Mg}}{10^6\text{g}} \times \frac{10^{-9}\text{s}}{1\text{ns}} = \frac{9 \times 10^{-9}}{10^6} \frac{\text{Mg}}{\text{ns}} = 9 \times 10^{-15} \frac{\text{Mg}}{\text{ns}}$$

۲۸

آ  $6/28 \times 10^6 \text{ nm} = 6/28 \times 10^6 \times 10^{-9} \text{ m} = 6/28 \times 10^{-3} \text{ m}$

ب  $0/000070 \text{ s} = 7/0 \times 10^{-5} \text{ s}$

پ  $2/0 \times 10^{-3} \mu\text{C} = 2/0 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \text{ C} = 2/0 \times 10^{-9} \text{ C}$

ت  $1/75 \times 10^{-4} \text{ m} \times \frac{1 \text{ pm}}{10^{-12} \text{ m}} = 1/75 \times 10^8 \text{ pm}$

۲۹

$1 \text{ day} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ day}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 86400 \text{ s}$

$\frac{1/6 \text{ m}}{10 \text{ day}} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} \times \frac{1 \text{ day}}{86400 \text{ s}} \approx 1/85 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$

۳۰

طبق آهنگ خروج آب، در هر دقیقه، ۳۰L آب از مخزن خارج می‌شود، بنابراین:

$600 \text{ L} \times \frac{1 \text{ min}}{30 \text{ L}} = 20 \text{ min}$

۳۱

هر شبانه‌روز، ۲۴ ساعت است، بنابراین آهنگ رشد گیاه برابر است با:

آهنگ رشد  $= \frac{12 \mu\text{m}}{24 \text{ h}} = 0/5 \frac{\mu\text{m}}{\text{h}}$

حال با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$0/5 \frac{\mu\text{m}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ m}}{10^6 \mu\text{m}} \times \frac{1 \text{ \AA}}{10^{-10} \text{ m}} = 0/5 \times 10^4 \frac{\text{ \AA}}{\text{h}} = 5 \times 10^3 \frac{\text{ \AA}}{\text{h}}$

۳۲

$[E] = \frac{[B]^2}{[A]+[C]} \xrightarrow{[B]=\text{kg}, [A]=[C]=\text{m}} [E] = \frac{\text{kg}^2}{\text{m}}$

**توجه** کمیت‌های A و C برای این‌که بتوانند با هم جمع شوند، باید دارای یکاهای برابر باشند.

۳۳

عبارت‌های «آ»، «ب» و «ت» درست هستند.

۳۴

تندی سنج نشان داده‌شده، یک ابزار اندازه‌گیری مدرج است، بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برابر با کمینه درجه‌بندی آن است. با توجه به شکل داده‌شده در سؤال، فاصله بین دو عدد ۸۰ و ۱۰۰ به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است، بنابراین کمینه درجه‌بندی آن (فاصله بین دو خط) برابر با  $2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  است، پس دقت اندازه‌گیری آن برابر با  $2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  است.

۳۵

کمینه تقسیم‌بندی برابر با  $5^\circ \text{C}$  است، بنابراین دقت اندازه‌گیری دماسنج برابر با  $5^\circ \text{C}$  است.

۳۶

در ابزار اندازه‌گیری دیجیتال، یک واحد از آخرین رقم سمت راست، دقت اندازه‌گیری وسیله را نشان می‌دهد. در این دماسنج، دقت اندازه‌گیری برابر با  $1^\circ \text{C}$  است.

۳۷

شکل (أ) یک کولیس و شکل (ب) یک ریزسنج رقمی را نشان می‌دهد،

بنابراین:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت اندازه‌گیری کولیس} = 0/01 \text{ mm} \\ \text{دقت اندازه‌گیری ریزسنج} = 0/001 \text{ mm} \end{array} \right.$

$\Rightarrow \frac{\text{دقت اندازه‌گیری کولیس}}{\text{دقت اندازه‌گیری ریزسنج}} = \frac{0/01 \text{ mm}}{0/001 \text{ mm}} = 0/1$

۳۸

دقت اندازه‌گیری، دماسنج رقمی داده‌شده برابر با  $0/1^\circ \text{C}$  است. از طرفی می‌دانیم در ابزار اندازه‌گیری مدرج، کمینه تقسیم‌بندی برابر با دقت اندازه‌گیری آن ابزار است.

بررسی گزینه‌ها

۱  $0/1^\circ \text{C} = \text{دقت اندازه‌گیری}$  (✓)

۲  $0/5^\circ \text{C} = \text{دقت اندازه‌گیری}$  (✗)

۳  $0/2^\circ \text{C} = \text{دقت اندازه‌گیری}$  (✗)

۴  $1^\circ \text{C} = \text{دقت اندازه‌گیری}$  (✗)

۳۹

بررسی گزینه‌ها

۱  $2/34 \times 10^{12} \text{ pg} \times \frac{10^{-12} \text{ g}}{1 \text{ pg}} = 2/34 \times 10^0 \text{ g} = 23/4 \text{ g}$  (✗)

۲  $3/32 \times 10^{11} \text{ ng} \times \frac{10^{-9} \text{ g}}{1 \text{ ng}} = 3/32 \times 10^2 \text{ g} = 332 \text{ g}$  (✓)

۳  $4/32 \times 10^8 \mu\text{g} \times \frac{10^{-6} \text{ g}}{1 \mu\text{g}} = 4/32 \times 10^2 \text{ g} = 432 \text{ g}$  (✓)

۴  $2/15 \times 10^5 \text{ mg} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 2/15 \times 10^2 \text{ g} = 215 \text{ g}$  (✓)

۴۰

وقتی حجم پیمانه،  $5 \text{ cm}^3$  است، یعنی کوچک‌ترین حجمی که می‌توان به کمک این پیمانه اندازه گرفت، برابر با  $5 \text{ cm}^3$  است، بنابراین این پیمانه می‌تواند حجم‌هایی که مضرب عدد ۵ هستند را اندازه‌گیری کند، بنابراین گزینه (۲) می‌تواند نتیجه اندازه‌گیری با این پیمانه باشد.

۴۱

در هر مورد دقت اندازه‌گیری را به دست می‌آوریم، دقت کنید که برای آن‌که مقایسه درستی انجام دهیم، تمام دقت‌های اندازه‌گیری باید برحسب یک واحد بیان شوند.

بررسی گزینه‌ها

۱  $1 \text{ m} = \text{دقت اندازه‌گیری} \rightarrow 5430 \text{ m}$

۲  $10 \text{ m} = 0/01 \text{ km} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \rightarrow 5/43 \text{ km}$

۳  $5/430 \times 10^5 \text{ mm}$

$\rightarrow 0/001 \times 10^5 \text{ mm} \times \frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} = 0/1 \text{ m}$

۴  $5/430 \times 10^2 \text{ cm}$

$\rightarrow 0/001 \times 10^2 \text{ cm} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} = 0/001 \text{ m}$

می‌دانیم هرچه دقت اندازه‌گیری کوچک‌تر باشد، یعنی اندازه‌گیری، دقیق‌تر انجام شده است، بنابراین در گزینه (۴) اندازه‌گیری، دقیق‌تر است.

وہاں سے کہیں  
میں نے وہاں سے  
کہاں سے کہیں  
کہاں سے کہیں  
کہاں سے کہیں

گاج

۵

میں سے  
سریع  
فرمولے

فرمولے  
پیسٹ

۱ فیزیک تجربی

محمد رفعت



# فرمول بیست

در این کتابچه تمامی فرمول‌های مورد نیاز را به همراه نکات و تذکرات لازم ارائه کرده‌ایم و رابطه‌ی بین پارامترهای فرمول‌ها را به طور کامل ترسیم کرده‌ایم تا با بررسی نمودارها به تسلط لازم برسید. تصاویر و جداول مهم کتاب درسی و همین‌طور مطالب حفظی کتاب درسی را نیز به طور کامل بیان کرده‌ایم.

تهران، میدان انقلاب  
نیش بازارچه کتاب

[www.gajmarket.com](http://www.gajmarket.com)



# فهرست

## فصل اول فیزیک و اندازه گیری

بسته اول: فرمول ها	۳
بسته دوم: نمودارها	۴
بسته سوم: تصاویر و جداول	۴
بسته چهارم: مفاهیم	۶

## فصل دوم ویژگی‌های فیزیکی مواد

بسته اول: فرمول ها	۸
بسته دوم: نمودارها	۱۲
بسته سوم: تصاویر و جداول	۱۳
بسته چهارم: مفاهیم	۱۴

## فصل سوم کار، انرژی و توان

بسته اول: فرمول ها	۱۵
بسته دوم: نمودارها	۲۰
بسته سوم: تصاویر و جداول	۲۰
بسته چهارم: مفاهیم	۲۱

## فصل چهارم دما و گرما

بسته اول: فرمول ها	۲۲
بسته دوم: نمودارها	۲۵
بسته سوم: تصاویر و جداول	۲۶
بسته چهارم: مفاهیم	۲۸

## لینک سؤالات دبیرخانه فیزیک

اسکن کنید

# فصل فیزیک و اندازه گیری

## فرمول ها

## بسته ۱

### چگالی

$$\rho = \frac{m}{V}$$

جرم (kg) ↑  
↓ چگالی (kg/m<sup>۳</sup>)  
↓ حجم (m<sup>۳</sup>)

چگالی مخلوط:

اگر هم جرم و هم حجم هر ماده را داشته باشیم:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

مستقل از جرم:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots}$$

مستقل از حجم:

**تحلیل** جرم واحد حجم ماده چگالی نام دارد که برای یک جسم همواره مقداری ثابت است.

هنگامی که آلیاژی مخلوط از چند جسم داشته باشیم، از چگالی مخلوط استفاده می‌شود.

**کلیدواژه** چگالی - آلیاژ - چگالی مخلوط

$$\rho(\text{g/cm}^3) \xleftrightarrow[\times 10^{-3}]{\times 10^3} \rho(\text{kg/m}^3)$$

**تبدیل واحد**

$$V(\text{L}) \xleftrightarrow[\times 10^{-3}]{\times 10^3} V(\text{cm}^3)$$

معادل kg/m<sup>۳</sup> معادل g/L

**نکات:** ۱ برای یک ماده، چگالی ثابت است.

**مقایسه:**

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{V_1}{V_2}$$

برای دو ماده مختلف داریم:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3$$

حجم کره از رابطه  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$  محاسبه می‌شود، بنابراین داریم:

۳ در اجسام توخالی ابتدا حجم کل ( $V'$ ) را از ریاضیات به دست آورده (حجم شکل هندسی) و سپس از رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  نیز  $V$  محاسبه می‌کنیم. اگر حجم به دست آمده از روابط هندسی ( $V'$ ) و حجم محاسبه شده از رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  یکسان نباشد، قطعاً درون جسم حفره وجود دارد:

$$V_{\text{حفره}} = V' - V$$

۴ هر چه جسم غوطه‌ور در یک مایع پایین‌تر باشد، آن جسم چگالی بیش‌تری دارد.



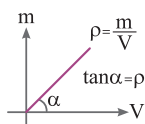
$$\rho_C > \rho_B > \rho_A$$

## نمودارها

### ۲

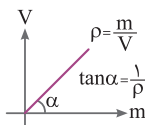
### بسته

#### ● نمودارهای چگالی



شیب نمودار  $m - V$ ، چگالی را نمایش می‌دهد.

شیب نمودار  $V - m$  عکس چگالی را نمایش می‌دهد.



در هر دو نمودار هر چه خط به محور  $m$  نزدیک‌تر شود، چگالی بیش‌تر می‌شود.

## تصاویر و جداول

### ۳

### بسته

#### ۱) کمیت‌های اصلی و یکه‌های آن‌ها

به کمیت‌هایی که یکه‌ای آن‌ها به طور مستقل از هم تعریف شده‌اند و می‌توانیم تمام کمیت‌های دیگر را برحسب آن‌ها تعریف کنیم، کمیت‌های اصلی گفته می‌شود.

نماد یکه	نام یکه	کمیت
m	متر	طول
kg	کیلوگرم	جرم
s	ثانیه	زمان
K	کلوین	دما
mol	مول	مقدار ماده
A	آمپر	جران الکتریکی
cd	کندِلا (شمع)	شدت روشنایی

## ۲ برخی از یکاهای فرعی

کمیت‌هایی را که یکای آن‌ها مستقل نبوده و برحسب یکای کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند، کمیت‌های فرعی می‌گویند.

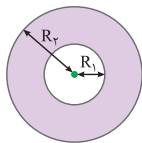
یکای فرعی	یکای SI	کمیت
m/s	m/s	تندی و سرعت
m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	شتاب
kg m/s <sup>2</sup>	نیوتون (N)	نیرو
kg/ms <sup>2</sup>	پاسکال (Pa)	فشار
kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	ژول (J)	انرژی

## ۳ پیشوندهای یکاه

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
۱۰ <sup>۲۴</sup>	یوتتا	Y	۱۰ <sup>-۲۴</sup>	یوکتو	y
۱۰ <sup>۲۱</sup>	زتا	Z	۱۰ <sup>-۲۱</sup>	زپتو	z
۱۰ <sup>۱۸</sup>	اِگزا	E	۱۰ <sup>-۱۸</sup>	آتو	a
۱۰ <sup>۱۵</sup>	پِتا	P	۱۰ <sup>-۱۵</sup>	فمتو	f
۱۰ <sup>۱۲</sup>	تِرا	T	۱۰ <sup>-۱۲</sup>	پیکو	p
۱۰ <sup>۹</sup>	گیگا (جیگا)	G	۱۰ <sup>-۹</sup>	نانو	n
۱۰ <sup>۶</sup>	مِگا	M	۱۰ <sup>-۶</sup>	میکرو	μ
۱۰ <sup>۳</sup>	کیلو	k	۱۰ <sup>-۳</sup>	میلی	m
۱۰ <sup>۲</sup>	هکتو	h	۱۰ <sup>-۲</sup>	سانتی	c
۱۰ <sup>۱</sup>	دِکا	da	۱۰ <sup>-۱</sup>	دِسی	d

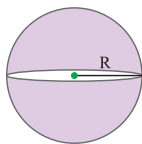
پیشوندهایی که کاربرد بیش‌تری دارند و بهتر است آن‌ها را به خاطر بسپارید با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند.

## ۱۴ حجم چند جسم با شکل هندسی مشخص



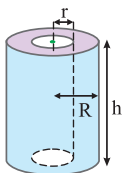
۲ کره توخالی  

$$V = \frac{4}{3} \pi (R_2^3 - R_1^3)$$



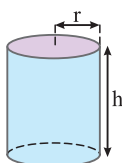
۱ کره توپر  

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$



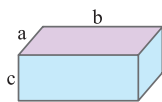
۴ استوانه توخالی  

$$V = \pi (R^2 - r^2) h$$



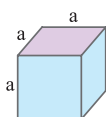
۳ استوانه توپر  

$$V = \pi r^2 h$$



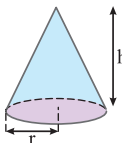
۶ مکعب مستطیل  

$$V = abc$$



۵ مکعب  

$$V = a^3$$



۷ مخروط  

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

۶

۵

فیزیک ۱  
تجربی

گاج

مفاهیم

۴ بسته

۱ کمیت نرده‌ای  
 کمیتی که برای بیان آن از یک عدد و یکای مناسب استفاده می‌شود.

۲ کمیت برداری  
 کمیتی که برای بیان آن هم از یک عدد و هم از یک جهت استفاده می‌شود و از قانون جمع برداری پیروی می‌کنند.

۳ تعاریف یکا  
 ← اواخر قرن هجدهم تا سال ۱۹۶۰: یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال  
 ← طول (m) فاصله دو خط نازک حک‌شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم  
 ← آخرین توافق: مسافتی که نور در مدت زمان  $\frac{1}{299792458}$  ثانیه در خلأ می‌پیماید.  
 جرم (kg): جرم استوانه فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم که ۱kg جرم دارد.  
 زمان (s):  $\frac{1}{86400}$  میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شود.

