

## رشته ریاضی و فیزیک

## مروارید شاہ حسینی

## 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 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 نداشته، به پاسخ‌هاش نگاه کن. حتی اگر راه‌حل رو هم پیدا کردی، باز پاسخ‌نامه رو ببین.
- ۵ سطح سؤالات با علامت 🌟 بالاتر از بقیه سؤالات و ویژه دانش‌آموزان سخت‌کوش است.
- ۶ در پایان کتاب آزمون‌های نهایی اخیر 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 موفقیت

## فهرست موضوعات

| عناوین فصل‌ها         | درسنامه و سؤالات | پاسخ تشریحی |
|-----------------------|------------------|-------------|
| فیزیک و اندازه‌گیری   | ۱۰               | ۲۷۴         |
| ویژگی‌های فیزیکی مواد | ۴۵               | ۲۸۸         |
| کار، انرژی و توان     | ۱۰۴              | ۳۱۳         |
| دما و گرما            | ۱۵۴              | ۳۴۱         |
| ترمودینامیک           | ۲۲۳              | ۳۷۳         |

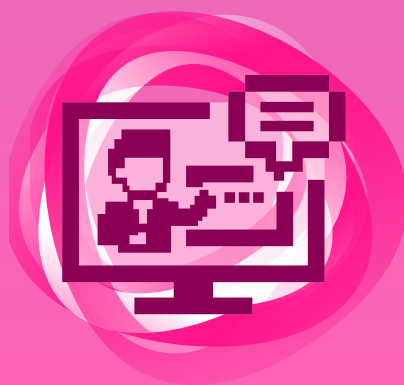
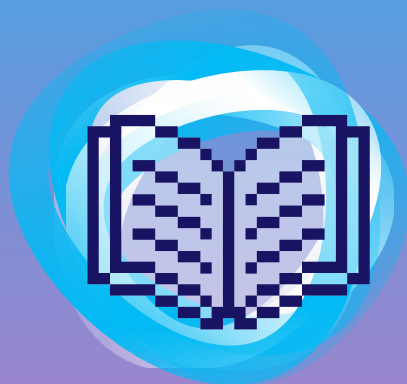
### آزمون‌های نهایی و فصل به فصل

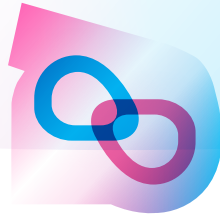
| عناوین آزمون‌ها                 | سؤالات | پاسخ‌ها |
|---------------------------------|--------|---------|
| آزمون خرداد ماه ۱۴۰۲ (نوبت صبح) | ۳۹۴    | ۴۰۱     |
| آزمون خرداد ماه ۱۴۰۲ (نوبت عصر) | ۳۹۵    | ۴۰۲     |
| آزمون شهریور ماه ۱۴۰۲           | ۳۹۷    | ۴۰۳     |
| آزمون خرداد ماه ۱۴۰۳            | ۳۹۹    | ۴۰۴     |



جایزیه

[www.gajlive.ir](http://www.gajlive.ir)





## فصل

جلسه



بسته ۲  
سؤالات  
۱۲۵ تا ۱۴۷

جلسه



بسته ۲  
سؤالات  
۴۴ تا ۱۲۴

جلسه



بسته ۱  
سؤالات  
۴۱ تا ۴۳

جلسه



بسته ۵  
حل تمرین  
کتاب درسی

جلسه



بسته ۴  
سؤالات  
۲۲۱ تا ۲۴۷

جلسه



بسته ۴  
سؤالات  
۱۷۹ تا ۲۲۰

جلسه



بسته ۳  
سؤالات  
۱۴۸ تا ۱۷۸

جلسه



بسته ۳  
سؤالات  
۳۸۰ تا ۴۰۲

جلسه



بسته ۲  
سؤالات  
۳۰۹ تا ۳۷۹

جلسه



بسته ۱  
سؤالات  
۲۴۸ تا ۳۰۸

جلسه



بسته ۴  
سؤالات  
۴۶۵ تا ۴۸۳

جلسه



بسته ۴  
سؤالات  
۴۴۶ تا ۴۶۴

جلسه



بسته ۴  
سؤالات  
۴۰۳ تا ۴۴۵

جلسه



بسته ۵  
سؤالات  
۵۴۲ تا ۵۵۹

جلسه



بسته ۵  
سؤالات  
۴۸۸ تا ۵۴۱

جلسه



بسته ۴  
سؤالات  
۴۸۴ تا ۴۸۷

جلسه



بسته ۸  
حل تمرین  
کتاب درسی

جلسه



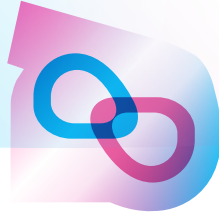
بسته ۷  
سؤالات  
۵۹۹ تا ۶۴۸

جلسه



بسته ۶  
سؤالات  
۵۶۰ تا ۵۹۸

## فصل



# فصل

جلسه

۲

بسته ۲  
سؤالات  
۷۳۷ تا ۷۹۱

جلسه

۱۴

بسته ۳  
سؤالات  
۷۹۶ تا ۷۴۸

جلسه

۹

بسته ۴  
سؤالات  
۸۰۷ تا ۸۵۵

جلسه

۸

بسته ۵  
سؤالات  
۸۹۵ تا ۹۰۱

جلسه

۱۰

بسته ۶  
سؤالات  
۹۴۸ تا ۹۶۲

جلسه

۱۲

بسته ۸  
حل تمارین  
کتاب درسی

جلسه

۱

بسته ۱  
سؤالات  
۶۴۹ تا ۶۹۰

جلسه

۳

بسته ۲  
سؤالات  
۷۳۸ تا ۷۴۷

جلسه

۵

بسته ۳  
سؤالات  
۷۹۷ تا ۸۰۶

جلسه

۷

بسته ۵  
سؤالات  
۸۵۶ تا ۸۹۴

جلسه

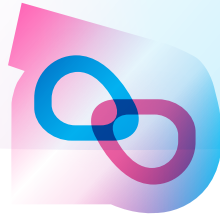
۹

بسته ۶  
سؤالات  
۹۰۲ تا ۹۴۷

جلسه

۱۱

بسته ۷  
سؤالات  
۹۶۳ تا ۱۰۱۸



جلسه



بسته ۲

سؤالات

۱۱۶۵ تا ۱۱۳۱

جلسه



بسته ۴

سؤالات

۱۲۸۶ تا ۱۲۵۵

جلسه



بسته ۶

سؤالات

۱۴۴۰ تا ۱۳۷۵

جلسه



بسته ۸

حل تمارین

کتاب درسی (۲)

جلسه



بسته ۲

سؤالات

۱۱۲۰ تا ۱۰۸۳

جلسه



بسته ۳

سؤالات

۱۲۵۴ تا ۱۱۹۸

جلسه



بسته ۵

سؤالات

۱۳۷۴ تا ۱۳۵۹

جلسه



بسته ۸

حل تمارین

کتاب درسی (۱)

جلسه



بسته ۱

سؤالات

۱۰۸۲ تا ۱۰۱۹

جلسه



بسته ۲

سؤالات

۱۱۹۷ تا ۱۱۶۶

جلسه



بسته ۵

سؤالات

۱۳۵۸ تا ۱۳۳۵

جلسه



بسته ۷

سؤالات

۱۵۰۷ تا ۱۴۸۷

جلسه



بسته ۵

سؤالات

۱۳۳۴ تا ۱۲۸۷

جلسه



بسته ۷

سؤالات

۱۴۸۶ تا ۱۴۴۱

جلسه



بسته ۳

سؤالات

۱۶۰۱ تا ۱۵۸۰

جلسه



بسته ۶

سؤالات

۱۶۹۶ تا ۱۶۶۵

جلسه



بسته ۱۰

حل تمارین

کتاب درسی

جلسه



بسته ۲

سؤالات

۱۵۷۹ تا ۱۵۴۸

جلسه



بسته ۵

سؤالات

۱۶۶۴ تا ۱۶۳۳

جلسه



بسته ۹

سؤالات

۱۸۱۰ تا ۱۷۸۹

جلسه



بسته ۱

سؤالات

۱۵۴۷ تا ۱۵۰۸

جلسه



بسته ۴

سؤالات

۱۶۳۲ تا ۱۶۰۲

جلسه



بسته ۸

سؤالات

۱۷۸۸ تا ۱۷۲۸

جلسه

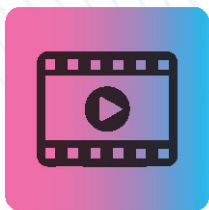


بسته ۷

سؤالات

۱۷۲۷ تا ۱۶۹۷



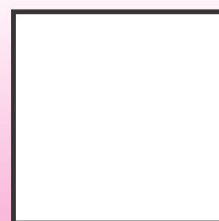


۴۵ ساعت آموزش  
ویدئویی



کتاب  
الکترونیکی

فرمول ۲۰ هیبرید یک کتاب نیست  
یک دوره آموزشی کامل است



فرمول ۲۰ هیبرید گاج  
کتاب اختصاصی ورود



[www.gajlive.ir](http://www.gajlive.ir)

# ۱

بخش



# درستنامه

و سؤالات تشریحی

## فصل اول

# فیزیک و اندازه‌گیری

۱

فیزیک دهم

از فصل اول فیزیک (۱)، ۵/۵ نمره در نوبت اول، ۱/۷۵ نمره در نوبت دوم و ۳ نمره در نوبت شهریور سؤال طرح می‌شود. توجه داشته باشید که از این بارم‌بندی، ۱/۵ نمره در نوبت اول، ۵/۵ نمره در نوبت دوم و ۵/۵ 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



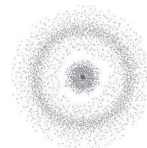
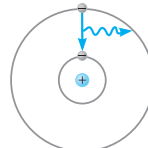
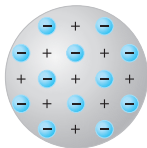
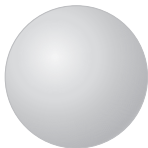
**پرسش اساسی** نقش فیزیک و اندازه‌گیری در زندگی چیست و چرا از مدل‌سازی برای بررسی پدیده‌های فیزیکی استفاده می‌کنیم؟

## الف فیزیک، دانش بنیادی

اهمیت مطالعه و یادگیری فیزیک از این جهت است که علم فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالوده (پایه و اساس) تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند.

دانشمندان فیزیک برای توصیف پدیده‌ها اغلب 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 مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی همواره ثابت و معتبر نیستند و در طول زمان ممکن است، تغییر کنند. به عنوان مثال نظریه اتمی که از اوایل قرن ۱۹ تا اواسط قرن ۲۰، چهار بار تغییر کرد.

مدل ابرالکترونی → مدل سیاره‌ای → مدل هسته‌ای → مدل کیک کشمش → مدل توپ بلیارد  
(شرو دینگر) (بور) (رادر فوردر) (تامسون) (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.

**نکته!** تنها مدل و نظریه‌های فیزیکی با پیشرفت علم تغییر می‌کنند.

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.

**نکته!** عوامل مؤثر در پیشرفت و تکامل علم فیزیک عبارتند از:

۱. آزمایش و مشاهده
۲. تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی که با آن‌ها روبه‌رو می‌شوند. (مهم‌ترین عامل)
۳. آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی

سؤال

- درستی یا نادرستی 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

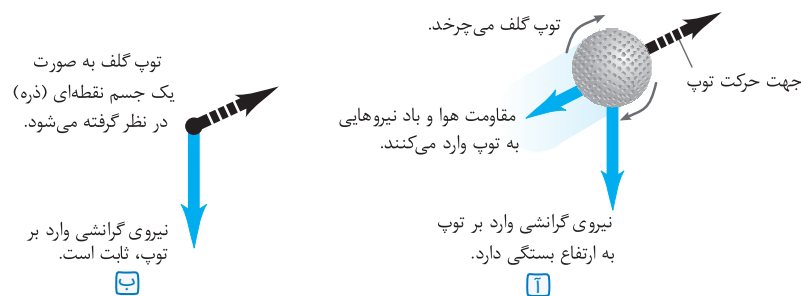
- ☐ آ نادرست - مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی، در طول زمان، ثابت نیستند و ممکن است تغییر کنند.
- ☐ ب نادرست - دانشمندان برای توصیف پدیده‌ها از مدل‌سازی، قانون و نظریه‌های فیزیکی استفاده می‌کنند.
- ☐ پ نادرست - اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است.
- ☐ ت درست

ب مدل‌سازی در فیزیک

اغلب پدیده‌های اطراف ما، بسیار پیچیده هستند، بنابراین برای بررسی آن‌ها نیاز به مدل‌سازی داریم.

مدل‌سازی

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. 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. (شکل (آ)) اما در مدل‌سازی حرکت توپ گلف پرتاب شده در هوا، توپ را یک جسم نقطه‌ای یا ذره‌ای در نظر گرفته و از مقاومت هوا و اثر وزن باد صرف نظر می‌کنیم و فرض می‌کنیم با تغییر فاصله توپ از مرکز زمین، وزن توپ، ثابت می‌ماند. (شکل (ب))



نکته

در مدل‌سازی از اثرهای جزئی، یعنی عواملی که تأثیر کم‌تری بر روی پدیده فیزیکی دارند، چشم‌پوشی کرده و فقط اثرهای مهم و تعیین‌کننده را در آن پدیده فیزیکی در نظر می‌گیریم.

سؤال

شکل زیر، شخصی را در حالت ایستاده نشان می‌دهد که جعبه‌ای را در دست خود گرفته است. نیروهای وارد بر جعبه را مدل‌سازی کنید.



پاسخ

با توجه به وضعیت شخص، دو نیرو به جعبه وارد می‌شوند. یکی نیروی دست، که از طرف شخص و رو به بالا به جعبه وارد می‌شود و نیروی دیگر، وزن جعبه است که رو به پایین و از طرف زمین به جعبه وارد می‌شود.



**نکته ۱** در مدل سازی پدیده های فیزیکی از نیروی وزن نمی توان صرف نظر کرد و نیروی وزن در راستای قائم به سمت پایین به جسم وارد می شود.

**توجه** در صورتی نیروی وزن را در یک مدل سازی نمی کشیم که: ۱- خود سؤال گفته باشد از نیروی وزن ذره صرف نظر کنید. ۲- جسم روی سطح افقی باشد و در راستای قائم حرکتی نداشته باشد، بنابراین نیروی وزن و عمودی تکیه گاه یک دیگر را خنثی می کنند.

**۲** از نیروی مقاومت شاره، مانند نیروی مقاومت هوا زمانی در یک مدل سازی صرف نظر می کنیم که ابعاد جسم در مقایسه با وزن جسم کوچک باشد، یعنی جسم را یک ذره در نظر بگیریم.

**توجه** در مدل سازی، نیروی مقاومت شاره، باید در خلاف جهت حرکت جسم رسم شود.

**۳** اگر سطح، صاف و صیقلی باشد یا در صورت سؤال گفته شود می توان از نیروی اصطکاک صرف نظر کرد، یا گفته شود اتلاف انرژی نداریم، می توانیم نیروی اصطکاک را در مدل سازی در نظر نگیریم.

**توجه** در مدل سازی، نیروی اصطکاک باید در خلاف جهت حرکت جسم رسم شود.

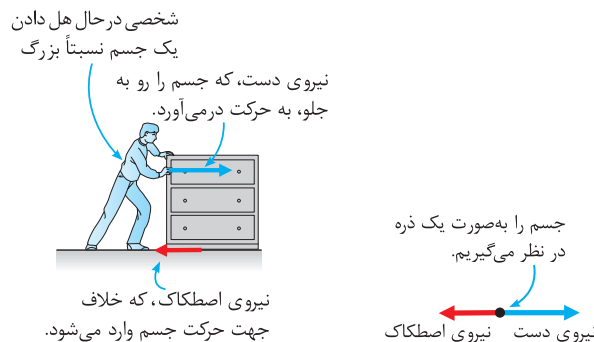
**سؤال** دوچرخه سواری در حال حرکت در یک مسابقه است. حرکت واقعی را توصیف کرده و سپس این حرکت را مدل سازی کنید.

**پاسخ** هنگامی که دوچرخه سوار رو به جلو حرکت می کند، پاهای دوچرخه سوار بالا و پایین می روند و همراه پدال دوچرخه حرکت چرخشی نیز دارند. دوچرخه سوار ممکن است سر خود را گاهی پایین بیاورد و بالا ببرد، مقاومت هوا بر حرکت دوچرخه سوار تأثیر می گذارد و چرخ های دوچرخه می چرخند. در مدل سازی فرض می کنیم که دوچرخه و دوچرخه سوار مانند یک جسم نقطه ای، روی مسیر صاف حرکت می کنند و مقاومت هوا بر آن ها اثر ندارد. هم چنین از چرخش چرخ ها و بالا و پایین رفتن پاهای دوچرخه سوار صرف نظر می کنیم.

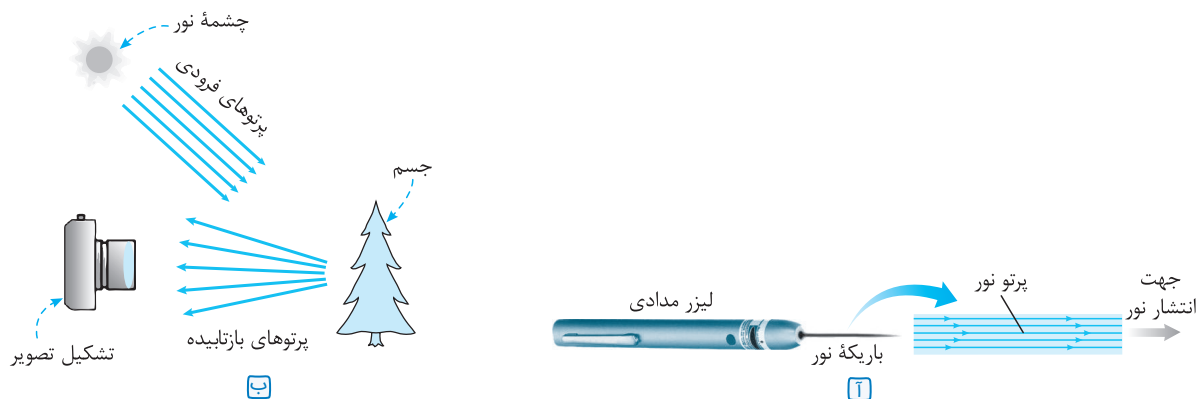
### دو مدل سازی پرکاربرد

دو مدل سازی بسیار پرکاربرد در مبحث مکانیک و نورشناسی وجود دارد:

**۱ مبحث مکانیک:** مکانیک، شاخه ای از فیزیک است که به بررسی حرکت اجسام و نیروهای وارد بر آن ها می پردازد. در اغلب مسائل و پدیده های مبحث مکانیک، اجسام را با ذره مدل سازی می کنیم. مانند شکل زیر که جعبه را به صورت ذره مدل سازی می کنیم.



**۲ مبحث نورشناسی:** برای دیدن اجسام یا باید نور آن ها به چشم برسد، مانند خورشید، لامپ و ... و یا بازتاب نور از آن ها به چشم برسد، مانند کتاب، درخت و ... شکل (آ)، باریکه ای را نشان می دهد 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 رسیده اند به صورت موازی نور مدل سازی شده اند. پرتوها پس از بازتاب از جسم به صورت واگرا به سمت دوربین می روند و برخی از پرتوها پس از بازتاب از جسم وارد دوربین می شوند و تصویری از جسم تشکیل می دهند.



**نکته** در مدل سازی پرتوی نور لیزر یا پرتوهای نور یک چشمه نور در فاصله دور، باریکه نور را به صورت پرتوهای موازی نور مدل سازی می کنند.

● جاهای خالی عبارت‌های زیر را تکمیل کنید.

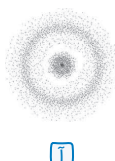
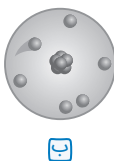
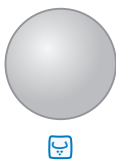
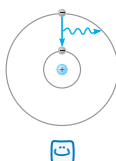
۱. مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان ..... (ثابت هستند - ممکن است، تغییرکنند). (هماهنگ کشوری نوبت صبح خرداد ۱۴۰۲)
۲. .... (ریاضی - فیزیک) پایه و اساس تمام مهندسی‌ها و فناوری‌ها است.
۳. دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌ها اغلب از ..... و ..... استفاده می‌کنند.
۴. فیزیک، علمی ..... (نظری - تجربی) است.
۵. .... و ..... در فیزیک، اهمیت زیادی دارد اما آن‌چه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا می‌کند، ..... می‌باشد.
۶. ..... و ..... نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است.
۷. تغییرات نظریه اتمی از دهه‌های آغازین قرن گذشته تا به امروز بیانگرویزی ..... (آزمون‌پذیری - اصلاح نظریه‌های فیزیکی) دانش فیزیک است.
۸. اولین مدل اتمی، مدل ..... و آخرین مدل اتمی، مدل ..... می‌باشد.
۹. مدل اتمی رادرفورد را مدل ..... می‌گویند.
۱۰. مدل شرودینگر را مدل ..... و مدل بور را مدل ..... می‌گویند.
۱۱. فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آنقدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.
۱۲. در مدل سازی، اثرهای جزئی ..... (اهمیت دارند - چشم‌پوشی می‌شوند). (هماهنگ کشوری نوبت عصر خرداد ۱۴۰۲)
۱۳. در مدل سازی سقوط یک گوی توپر آلومینیمی از اثر ..... (مقاومت هوا - تغییرات نیروی گرانشی) می‌توان صرف نظر کرد.
۱۴. در مدل سازی حرکت توپ بسکتبال، می‌توانیم ..... (مقاومت هوا - نیروی جاذبه زمین) را نادیده بگیریم. (ریاضی و تجربی خرداد ۱۴۰۳)
۱۵. یکی از شاخه‌های فیزیک است که در آن به بررسی حرکت اجسام و نیروهای وارد شده به آن‌ها پرداخته می‌شود.

● درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

۱۶. مطالعه و یادگیری فیزیک به این دلیل اهمیت دارد که فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالوده تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌ها است.
۱۷. مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر هستند.
۱۸. آن‌چه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا می‌کند، آزمایش و مشاهده در فیزیک است.
۱۹. فیزیک، علمی تجربی است و لازم است قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.
۲۰. آزمون‌پذیری یکی از نقاط قوت دانش فیزیک است.
۲۱. اصلاح نظریه‌های فیزیکی یکی از نقاط قوت دانش فیزیک است.
۲۲. نتایج آزمایش‌های جدید در فیزیک می‌تواند منجر به بازنگری مدل یا نظریه‌ای شود.
۲۳. بررسی و تحلیل پدیده‌های به ظاهر ساده در فیزیک معمولاً با پیچیدگی‌های زیادی همراه است.
۲۴. هدف از مدل سازی این است که مسئله به قدر کافی ساده شود تا تجزیه و تحلیل آن به سادگی امکان پذیر باشد.
۲۵. هنگام مدل سازی توپ، می‌توانیم از اندازه و شکل توپ چشم‌پوشی کرده و آن را یک نقطه در نظر بگیریم. (هماهنگ کشوری نوبت صبح شهریور ۱۴۰۲)
۲۶. در مدل سازی سقوط یک برگ کاغذ می‌توان از نیروی مقاومت هوا صرف نظر کرد.
۲۷. در مدل سازی پرتوهای نور خورشید، آن‌ها را به صورت موازی در نظر می‌گیریم.
۲۸. در مدل سازی پیاده روی شخصی در خیابان، می‌توان از اصطکاک کف پای شخص و زمین صرف نظر کرد.

● به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۲۹. مطالعه و یادگیری فیزیک به چه دلیل اهمیت دارد؟
۳۰. چه عواملی در پیشرفت و تکامل علم فیزیک نقش دارند؟
۳۱. کدام ویژگی‌ها نقطه قوت دانش فیزیک است؟
۳۲. مدل‌های اتمی را از قدیمی‌ترین تا جدیدترین با نام دانشمندان آن‌ها نام ببرید.
۳۳. هریک از شکل‌های زیر مربوط به کدام مدل اتمی هستند؟



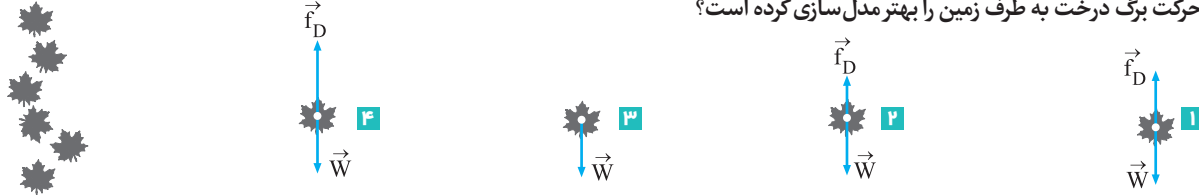


۳۴. مدل سازی در فیزیک را تعریف کنید.

۳۵. چه زمانی می توانیم در مدل سازی یک پدیده فیزیکی از عواملی صرف نظر کنیم؟

۳۶. مدل «ذره ای نور» را توصیف کنید. این مدل سازی چگونه در تشکیل تصویر در دوربین عکاسی به کار می رود؟

۳۷. شکل زیر، سقوط برگ درختی را به طرف زمین نشان می دهد. اگر نیروی مقاومت هوا را با  $f_D$  و نیروی وزن برگ را با  $W$  نشان دهیم، آن گاه کدام گزینه حرکت برگ درخت به طرف زمین را بهتر مدل سازی کرده است؟



۳۸. در مدل سازی سقوط یک برگ کاغذ چرا نمی توان برگ کاغذ را ذره فرض کرد؟

۳۹. نور خروجی از یک لیزر را چگونه مدل سازی می کنیم؟

۴۰. در بررسی نور لیزر مدادی در شکل زیر، منبع نور در واقع ..... بوده و در مدل سازی آن را ..... در نظر می گیریم. از سوی دیگر، پرتوها ..... بوده و در مدل سازی آن را ..... در نظر می گیریم.



۱ نقطه ای - گسترده - واگرا - همگرا

۲ نقطه ای - گسترده - همگرا - موازی

۳ گسترده - نقطه ای - همگرا - موازی

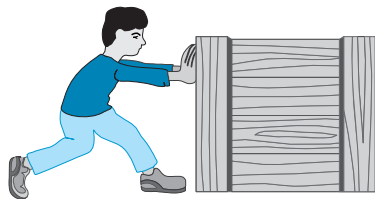
۴ گسترده - نقطه ای - واگرا - موازی

۴۱. در مدل سازی حرکت توپ بسکتبال در هوا از چه عواملی می توان صرف نظر کرد؟

۴۲. موتورسواری در حال حرکت و نزدیک شدن به یک چهارراه است. ناگهان موتورسوار با قرمز شدن چراغ ترمز می کند و قبل از رسیدن به خط سفید رنگ ایست، متوقف می شود. برای مدل سازی فیزیکی این پدیده، نادیده گرفتن کدام یک از موارد زیر باعث می شود که نتیجه مدل سازی با واقعیت، تفاوت آشکارتری داشته باشد؟

۱ نیروی اصطکاک ۲ ابعاد موتورسوار ۳ نیروی مقاومت هوا ۴ فشار باد تایرهای موتورسوار

۴۳. مطابق شکل زیر، شخصی در حال هل دادن یک جسم بزرگ است. برای بررسی حرکت جسم چگونه این پدیده را مدل سازی می کنیم؟



کمیت های فیزیکی

صفحه ۶ تا ۱۳ کتاب درسی

بسته دوم



پرسش اساسی کمیت های فیزیکی چه هستند و تبدیل یکاها به یک دیگر چگونه انجام می شود؟

الف اندازه گیری و کمیت های فیزیکی

فیزیک، علمی تجربی و مبتنی بر آزمایش است و اساس تجربه و آزمایش، اندازه گیری است. برای بیان نتیجه اندازه گیری به طور معمول از عدد و یکاهای مناسب آن نیز استفاده می شود.

کمیت فیزیکی

در فیزیک هر چیز قابل اندازه گیری را کمیت فیزیکی می گویند، مانند طول، زمان، شدت جریان الکتریکی و ....

یکا

به مقدار مشخص و معینی از هر کمیت فیزیکی، یکای آن کمیت فیزیکی می گویند، مانند کیلوگرم که یکای جرم است.

## کمیت‌های نرده‌ای و برداری

**کمیت نرده‌ای:** برای بیان آن‌ها از یک عدد به همراه یکای مناسب استفاده می‌شود، مانند طول، مسافت، جرم، تندی، انرژی‌ها، فشار، جریان الکتریکی و ...

**مثال** کمیت نرده‌ای جرم  $m = 25 \text{ kg}$

↑ یکا  
↑ عدد

**کمیت برداری:** برای بیان آن‌ها از عدد به همراه یکا و جهت استفاده می‌شود، مانند جابه‌جایی، سرعت، شتاب، انواع نیروها (نیروی وزن، الکتریکی، گرانشی، مغناطیسی و ...)، میدان‌ها (گرانشی، الکتریکی و مغناطیسی) و ...

**مثال** کمیت برداری سرعت  $v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  به سمت شمال

↓ عدد  
↓ یکا  
↓ جهت

**نکته!** بیان یک کمیت فیزیکی برداری بدون ذکر یکا و جهت آن معنایی ندارد.

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.

**نکته ۱!** 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.

**نکته ۲!** 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.  $\vec{A}$  و  $\vec{M}$  همواره، هم جهت با یکدیگر هستند.

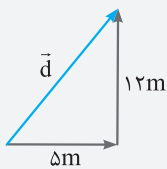
→ اگر  $k$  منفی باشد.  $\vec{A}$  و  $\vec{M}$  همواره در خلاف جهت یکدیگر هستند.

**نکته ۳!** کمیت‌های نرده‌ای از قواعد جمع معمولی (جبری) پیروی می‌کنند.

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

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

**نکته ۴!** جمع و ضرب کمیت‌های برداری از قوانین جمع و ضرب بردارها تبعیت می‌کنند.



**مثال** اگر شخصی  $5\text{m}$  به سمت شرق و  $12\text{m}$  به سمت شمال جابه‌جا شود، با توجه به این که جابه‌جایی، یک کمیت برداری است، جابه‌جایی کل برابر  $13\text{m}$  نیست و به صورت مقابل محاسبه می‌شود:

$$d = \sqrt{(5\text{m})^2 + (12\text{m})^2} = 13\text{m}$$

**نکته!** هر کمیتی که جهت دارد، برداری نیست. برای مثال فشار، جریان الکتریکی، کار و ... دارای جهت هستند ولی کمیت‌های نرده‌ای هستند، زیرا جمع و تفریق آن‌ها به صورت جبری انجام می‌شود و از قواعد جمع برداری پیروی نمی‌کنند.

## 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!** قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشند.

**سؤال** چرا «وجب» یکای مناسبی برای اندازه‌گیری طول نیست؟

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



**سؤال** اگر مطابق شکل مقابل، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشت اشاره دست

(پرسش ۱-۲ صفحه ۸ کتاب درسی)

کشیده شده در نظر بگیریم، چه مزایا و یا معایبی دارد؟

**پاسخ** مزیت مهم در دسترس بودن آن است.

دو عیب اصلی آن این است که برای افراد مختلف دارای عددی متفاوت است و هم چنین با گذشت زمان برای یک فرد خاص نیز تغییر می‌کند.

## دستگاه بین المللی یکاها (SI)

دستگاه یکاهایی که امروزه بیشتر مهندسان و دانشمندان علوم در سراسر جهان به کار می‌برند را اغلب دستگاه متریک می‌نامند. در سال ۱۹۶۰ میلادی، توافق شد همه کشورهای از مجموعه یکاهای مشترکی استفاده کنند که این مجموعه را دستگاه بین المللی یکاها یا SI می‌نامند.

### کمیت‌های اصلی و فرعی

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:** کمیت‌هایی هستند که مستقل از سایر کمیت‌ها می‌باشند و برای بیان یکای آن‌ها نیازی به یکاهای دیگر نداریم. هفت کمیت به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب شده‌اند و یکاهای آن‌ها یکاهای اصلی هستند.

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

**نکته !** تمام کمیت‌های اصلی، کمیت‌های نرده‌ای هستند.

**۲ کمیت‌های فیزیکی فرعی:** کمیت‌هایی که به کمیت‌های دیگر وابسته هستند و برای بیان یکای آن‌ها از سایر یکاها استفاده می‌کنیم. این کمیت‌ها که از طریق روابط فیزیکی بر حسب کمیت‌های اصلی تعریف می‌شوند را کمیت‌های فرعی و یکای آن‌ها را یکاهای فرعی می‌گویند.

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

### رابطه بین یکاهای فرعی و اصلی

برخی از یکاهای استفاده شده در SI به افتخار دانشمندان بر حسب 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 بر حسب یکاهای اصلی نوشته می‌شوند.

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

**سؤال** یکای «ژول» را بر حسب 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 بر حسب یکاهای اصلی بنویسید:

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

اندازه کار نیروی محرک = جابه‌جایی × نیروی محرک

| 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        |

### 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):

تعریف اولیه: در اواخر قرن هجدهم میلادی، یکای طول (متر) به صورت یک ده میلیونیوم ( $\frac{1}{10^7}$  برابر) فاصله استوا تا قطب شمال تعریف شد. تعریف دستگاه SI: سال ۱۹۶۰ میلادی، فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجه سلسیوس قرار داشت، برابر یک متر تعریف شده بود.

تعریف جدید: 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  $\frac{m}{s} \times 3 \times 10^8$  سرعت نور در خلأ است.

**توجه** در ایران قدیم برای بیان طول از یکاهایی نظیر ذرع که معادل ۱۰۴ cm و فرسنگ که معادل ۶۰۰ ذرع می‌باشد، استفاده می‌شد.

**نکته** 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 برابر با  $1.5 \times 10^{11} m$  است رایج AU تعریف می‌کنند.  $1 AU \approx 1.5 \times 10^{11} m$
- سال نوری (ly):** هر یک سال نوری، مسافتی است که نور با تندی ثابت  $\frac{m}{s} \times 3 \times 10^8$  در مدت ۱ سال در خلأ طی می‌کند. هر یک سال برابر با  $365 \times 24 \times 3600$  ثانیه است، بنابراین هر یک سال نوری (ly) برابر است با:

$$1 ly = (365 \times 24 \times 3600 s) \times (3 \times 10^8 \frac{m}{s}) \approx 9.5 \times 10^{15} m$$

#### ۲ کیلوگرم (یکای SI جرم):

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

**توجه** در ایران قدیم برای اندازه‌گیری جرم از یکاهایی نظیر مثقال، سیر، من تبریز، نخود، گندم و خروار استفاده می‌شد.

#### ۳ ثانیه (یکای SI زمان):

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

**نکته** مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را بازه زمانی می‌گوییم.

## ج تبدیل یکاها

گاهی اوقات لازم است تا یکای کمیتی را تغییر دهیم. به عنوان مثال  $\frac{m}{s}$  را به  $\frac{km}{h}$  تبدیل کنیم و .... یکی از روش های تبدیل یکاها، روش تبدیل زنجیره ای است. فرض کنید که می خواهیم عدد  $76 \text{ cm}$  را بر حسب متر به دست آوریم. ابتدا رابطه بین  $m$  و  $cm$  را مشخص می کنیم ( $1m = 100 \text{ cm}$ )، سپس رابطه بین این دو یکا را به صورت کسری می نویسیم که به آن ضریب تبدیل می گویند، یعنی ضریب تبدیل، نسبتی از دو یکا است که برابر عدد ۱ است:

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

توجه فرض کنید رابطه یکاهای  $A$  و  $B$  به صورت  $A = xB$  است، بنابراین  $\frac{A}{xB} = \frac{xB}{A} = 1$  است که این نسبت ها 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 می کنیم. در واقع از ضریب تبدیلی استفاده می کنیم که صورت کسر آن بر حسب یکایی باشد که می خواهیم به دست آوریم و مخرج آن بر حسب یکای حذف شده باشد.

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

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

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

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

توجه به تعداد تبدیل ها از ضریب تبدیل استفاده می شود. 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 می خواهید جواب را به دست آورید؛ می توانید از ضرایب زیر استفاده کنید:

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

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

سؤال با استفاده از روش تبدیل زنجیره ای، تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید:

آ هریک روز چند ثانیه است؟

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

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

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

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

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

سؤال فاصله دو شهر از یکدیگر ۱۰ فرسنگ است. فاصله این دو شهر چند کیلومتر است؟ (هر فرسنگ برابر ۶۰۰ ذرع و هر ذرع برابر با ۱۰۴ سانتی متر است.)

پاسخ با استفاده از روش تبدیل زنجیره ای داریم:

$$10 \text{ فرسنگ} \times \frac{1 \text{ کیلومتر}}{1000 \text{ متر}} \times \frac{1 \text{ متر}}{100 \text{ سانتی متر}} \times \frac{104 \text{ سانتی متر}}{1 \text{ ذرع}} \times \frac{600 \text{ ذرع}}{1 \text{ فرسنگ}} = 62.4 \text{ کیلومتر}$$

سؤال هر خروار تقریباً چند کیلوگرم است؟ (۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز، ۱ من تبریز = ۶۴۰ مثقال و ۱ مثقال = ۵ گرم)

پاسخ با استفاده از روش تبدیل زنجیره ای داریم:

$$1 \text{ کیلوگرم} \times \frac{1000 \text{ گرم}}{1 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ مثقال}}{640 \text{ من تبریز}} \times \frac{100 \text{ من تبریز}}{1 \text{ خروار}} = 320 \text{ کیلوگرم}$$

## 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  $10$  هستند که به صورت یک عامل ضرب به کار می‌روند، یعنی وقتی پیشوندی به یکایی اضافه می‌شود، آن یکا در ضرب مربوطه ضرب می‌شود. برای مثال یک نانوزول ( $1\text{ nJ}$ ) برابر با  $1 \times 10^{-9}\text{ J}$  است. به مثال‌های زیر دقت کنید:

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

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

پیشوند یکاها به صورت جدول زیر می‌باشد:

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

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

سؤال تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

آ  $54\text{ Tm} = \square\text{ m}$

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

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

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، علاوه بر روش تبدیل زنجیره‌ای می‌توانید به جای پیشوندها، مقدار عددی قرار دهید. به تبدیل زیر توجه کنید:

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

سؤال تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

آ  $24\text{ Tg} = \square\text{ pg}$

ب  $6\text{ kg} = \square\text{ mg}$

پ  $8\text{ Gm} = \square\text{ cm}$

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

پاسخ

**نکته** ! در تبدیل پیشوند یکاها به یکدیگر اگر یکا دارای توان باشد، ضریب تبدیل هم به توان موردنظر می‌رسد. به مثال ساده زیر توجه کنید:

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

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

**سؤال** تبدیل یکاهای زیر را با روش تبدیل زنجیره‌ای انجام دهید.

۱  $1 \text{ m}^3 = \square \text{ nm}^3$

۲  $1 \text{ m}^3 = \square \text{ Gm}^3$

۳  $24 \text{ m}^2 = \square \text{ km}^2$

۴  $2 \text{ mm}^2 = \square \text{ km}^2$

۵  $5 \text{ ng}^2 = \square \text{ Mg}^2$

۶  $7 \text{ ps}^3 = \square \text{ Ms}^3$

۱  $1 \text{ m}^3 \times \left(\frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}}\right)^3 = 1 \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ nm}^3}{10^{-27} \text{ m}^3} = 10^{27} \text{ nm}^3$

۲  $1 \text{ m}^3 \times \left(\frac{1 \text{ Gm}}{10^9 \text{ m}}\right)^3 = 1 \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ Gm}^3}{10^{27} \text{ m}^3} = 10^{-27} \text{ Gm}^3$

۳  $24 \text{ m}^2 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}}\right)^2 = 24 \text{ m}^2 \times \frac{1 \text{ km}^2}{10^6 \text{ m}^2} = 24 \times 10^{-6} \text{ km}^2$

۴  $2 \text{ mm}^2 \times \left(\frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}}\right)^2 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}}\right)^2 = 2 \text{ mm}^2 \times \frac{10^{-6} \text{ m}^2}{1 \text{ mm}^2} \times \frac{1 \text{ km}^2}{10^6 \text{ m}^2} = 2 \times 10^{-12} \text{ km}^2$

۵  $5 \text{ ng}^2 \times \left(\frac{10^{-9} \text{ g}}{1 \text{ ng}}\right)^2 \times \left(\frac{1 \text{ Mg}}{10^6 \text{ g}}\right)^2 = 5 \text{ ng}^2 \times \frac{10^{-18} \text{ g}^2}{1 \text{ ng}^2} \times \frac{1 \text{ Mg}^2}{10^{12} \text{ g}^2} = 5 \times 10^{-18} \times 10^{-12} \text{ Mg}^2 = 5 \times 10^{-30} \text{ Mg}^2$

۶  $7 \text{ ps}^3 \times \left(\frac{10^{-12} \text{ s}}{1 \text{ ps}}\right)^3 \times \left(\frac{1 \text{ Ms}}{10^6 \text{ s}}\right)^3 = 7 \text{ ps}^3 \times \frac{10^{-36} \text{ s}^3}{1 \text{ ps}^3} \times \frac{1 \text{ Ms}^3}{10^{18} \text{ s}^3} = 7 \times 10^{-36} \times 10^{-18} \text{ Ms}^3 = 7 \times 10^{-54} \text{ Ms}^3$

**سؤال**  $24 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{s}^3}$  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 یکاهای توان دار به یکدیگر می‌توانید علاوه بر روش تبدیل زنجیره‌ای، مانند مثال زیر به جای پیشوند، مقدار عددی آن را جایگذاری کنید:

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

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

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

**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** ! یک میکرومتر ( $1 \mu\text{m}$ ) که برابر با  $10^{-6} \text{ m}$  است را یک میکرون نیز می‌گویند.

**نکته ۱** هر لیتر، معادل  $10^{-3} m^3$  و یا  $1000 cm^3$  است.

**نکته ۲** ۱cc (سی‌سی)، ۱mL (میلی‌لیتر) و  $1 cm^3$  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:

$$a \times 10^n$$

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

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

$$598 \times 10^{22} kg = 5.98 \times 10^{24} kg$$

**نکته** در حقیقت n، برابر تعداد رقم‌هایی است که ممیز را به سمت راست یا چپ جابه‌جا می‌کنیم 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**  $76000 = 7.6 \times 10^4$   
رقم ۴

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

(پرسش ۱-۳ صفحه ۱۳ کتاب درسی)

**سؤال** جرم یک زنبور عسل ( $0.00015 kg$ ) را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

**پاسخ** جرم زنبور عسل به صورت نمادگذاری علمی به صورت زیر است:

$$0.00015 kg = 1.5 \times 10^{-4} kg$$

رقم ۴

**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

**پاسخ**

□  $0.074 = 7.4 \times 10^{-2}$   
رقم ۲

□  $0.00016 = 1.6 \times 10^{-4}$   
رقم ۴

**سؤال** فاصله زمین تا نزدیک‌ترین ستاره (به جز خورشید)  $3.9 \times 10^{14} Tm$  (ترا متر) است. این فاصله را با استفاده از نمادگذاری علمی بر حسب متر بنویسید.

$$3.9 \times 10^{14} Tm = 3.9 \times 10^{14} \times 10^{12} m = 3.9 \times 10^{26} m = 3.9 \times 10^{17} m$$

**پاسخ**

### 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 می‌گویند آهنگ

رشد موی سر،  $\frac{1}{5} \frac{mm}{\text{ماه}}$  است، یعنی در هر یک ماه، مو به اندازه  $1/5 mm$  رشد می‌کند و یا هنگامی که آهنگ انتقال آب در لوله را به صورت  $\frac{L}{\text{min}}$  بیان

می‌کنند، یعنی در هر یک دقیقه، مقدار ۵ لیتر آب از لوله عبور می‌کند.

**سؤال** آب با آهنگ  $425 \frac{cm^3}{s}$  از لوله‌ای عبور می‌کند. آهنگ عبور آب از این لوله چند لیتر بر دقیقه ( $\frac{L}{\text{min}}$ ) است؟

(مشابه تمرین ۱-۲ صفحه ۱۵ کتاب درسی)

$$425 \frac{cm^3}{s} \times \frac{1L}{10^3 cm^3} \times \frac{60s}{1min} = 25.5 \frac{L}{min}$$

**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 هستند مثلاً نمی‌شود یک طرف رابطه از جنس نیرو و طرف دیگر رابطه 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 متر مربع ( $m^2$ ) باشد و یا در رابطه  $F = ma$  باید شتاب (a) را برحسب  $\frac{m}{s^2}$  و جرم (m) را برحسب kg قرار دهیم تا نیرو برحسب نیوتون (N) به دست آید.

**نکته!** زمانی می‌توانیم چند کمیت را با هم جمع و تفریق کنیم که دارای یکای برابر باشند. حاصل مجموع و تفریق چند کمیت با یکای برابر، کمیتی با همان یکا خواهد بود.

**توجه!** برای ضرب و تقسیم چند کمیت احتیاجی به برابر بودن یکاهای آن‌ها نیست.

**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 این که 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:

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

## کمیت‌های فیزیکی

## پرسش‌های تشریحی

بسته  
۲

● جاهای خالی عبارت‌های زیر تکمیل کنید.

۴۴. اساس تجربه و آزمایش در فیزیک ..... (مشاهده - اندازه‌گیری) است.
۴۵. برای بیان نتایج اندازه‌گیری به طور معمول از ..... و ..... آن استفاده می‌شود.
۴۶. در علم فیزیک به هر چیزی که بتوان اندازه گرفت ..... (کمیت - یکای) فیزیکی گفته می‌شود.
۴۷. به کمیت‌های فیزیکی که برای بیان آن‌ها تنها از عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌شود، کمیت ..... (نرده‌ای - برداری) گفته می‌شود.
۴۸. به کمیت‌های فیزیکی که برای بیان آن‌ها علاوه بر عدد و یکای مناسب به جهت آن‌ها نیز باید اشاره شود، ..... (نرده‌ای - برداری) گفته می‌شود.
۴۹. بیان یک کمیت نرده‌ای بدون ذکر ..... (جهت - یکای) آن بی‌معنی است.
۵۰. کمیت ..... (کار - نیرو) جزء کمیت‌های نرده‌ای است.
۵۱. جریان الکتریکی، یک کمیت ..... (نرده‌ای - برداری) است.
۵۲. دستگاه یکاهایی که امروزه بیشتر مهندسان و دانشمندان علوم به کار می‌برند را اغلب دستگاه ..... می‌گویند.
۵۳. قابلیت ..... (آزمون‌پذیری - بازتولید) در مکان‌های مختلف، از ویژگی‌های یک یکای اندازه‌گیری مناسب است.
۵۴. تعداد کمیت‌های اصلی در دستگاه بین‌المللی SI برابر با ..... (سه - هفت) است.
۵۵. یکاهایی که برحسب یکاهای ..... (اصلی - فرعی) بیان می‌شوند را یکاهای ..... (اصلی - فرعی) می‌گویند.
۵۶. یکاهای فرعی ..... (به طور مستقل - برحسب یکاهای اصلی) تعریف می‌شوند.
۵۷. شدت روشنایی یک کمیت ..... است و یکای آن در SI برابر با ..... است.
۵۸. یکای SI نیرو برابر با ..... ( $\frac{kg \cdot m}{s^2}$  - N) است.
۵۹. یکای فرعی کمیت انرژی ..... ( $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$  -  $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ ) است.

(هماهنگ کشوری نوبت صبح خرداد ۱۴۰۲)

(تجربی خرداد ۱۴۰۳)

۶۰. میانگین فاصله زمین تا خورشید را ..... (سال نوری - یکای نجومی) می‌گویند و با نماد ..... (AU - ly) نشان می‌دهند.
۶۱. میانگین فاصله ..... تا ..... را یکای نجومی می‌گویند.
۶۲. مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید، یک ..... می‌نامند. (ریاضی خرداد ۱۴۰۳)
۶۳. سال نوری، مسافتی است که نور در یک ..... در ..... می‌پیماید و آن را با نماد ..... (AU - ly) نشان می‌دهند.
۶۴. سال نوری یکای اندازه‌گیری کمیت ..... (طول - زمان) است.
۶۵. یکای نجومی یکای اندازه‌گیری کمیت ..... (طول - زمان) است.
۶۶. فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس ..... وقتی میله در دمای ..... درجه سلسیوس قرار دارد، برابر یک متر تعریف می‌شود.
۶۷. یک کیلوگرم به صورت جرم ..... فلزی از جنس آلیاژ ..... تعریف شده است.
۶۸. یکای زمان، یعنی ثانیه در تعاریف اولیه به صورت  $\frac{1}{86400}$  ..... تعریف می‌شود.
۶۹. مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را ..... می‌نامیم.
۷۰. ..... دورترین اجرام شناخته شده از منظومه شمسی هستند.
۷۱. نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری کمیت ..... (طول - جرم) هستند.
- درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید.
۷۲. همه کمیت‌ها قابل اندازه‌گیری هستند.
۷۳. یکای هر کمیت، مقدار معینی از همان کمیت است.
۷۴. یک کمیت ممکن است چند یکا داشته باشد.
۷۵. کمیت‌های فیزیکی که افزون بر عدد و یکا، جهت نیز دارند، کمیت‌های نرده‌ای نامیده می‌شوند. (هماهنگ کشوری نوبت صبح شهریور ۱۴۰۲)
۷۶. فشار، یک کمیت برداری است.
۷۷. شتاب، یک کمیت برداری است. (ریاضی خرداد ۱۴۰۳)
۷۸. برای بیان نتایج اندازه‌گیری دو کمیت جابه جایی و مسافت طی شده علاوه بر عدد و یکای مناسب باید جهت آن کمیت را نیز ذکر کنیم.
۷۹. حاصل ضرب یک کمیت برداری در یک کمیت نرده‌ای ممکن است یک کمیت برداری باشد.
۸۰. نسبت یک کمیت برداری به یک کمیت نرده‌ای ممکن است یک کمیت برداری باشد.
۸۱. اصلی‌ترین ویژگی کمیت‌های اصلی، تعریف شدن یکای مستقل برای آن‌ها می‌باشد.
۸۲. یکاهای فرعی را برحسب یکاهای اصلی تعریف می‌کنیم.
۸۳. نسبت یکای ژول بر یکای نیوتون از جنس کمیت نرده‌ای طول می‌باشد.
۸۴. بسیاری از کمیت‌های فیزیکی مستقل از یک دیگر هستند.
۸۵. به روش متداول تبدیل یکاها که در آن از ضرب تبدیل استفاده می‌شود، روش تبدیل زنجیره‌ای می‌گویند.
۸۶. هیچ یک از یکاهای اصلی پیشوند ندارند.
۸۷. میانگین فاصله زمین تا خورشید برابر با  $1.5 \times 10^{11}$  m است.
۸۸. یکای طول در تعاریف اولیه به صورت یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال تعریف می‌شد.
۸۹. یک میکرون برابر با  $10^{-6}$  m است.
۹۰. اختروش‌ها در دورترین محل قابل مشاهده کیهان قرار دارند و فاصله آن‌ها از منظومه شمسی برابر با  $10^{26}$  m برآورد شده است.
۹۱. در فیزیک، تغییر هر کمیت نسبت به زمان را معمولاً آهنگ تغییرات آن کمیت می‌نامیم. (هماهنگ کشوری نوبت صبح شهریور ۱۴۰۲)
۹۲. یکای نجومی و سال نوری هر دو از یکاهای کمیت زمان هستند.
۹۳. مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید، یکای نجومی می‌نامند. (تجربی خرداد ۱۴۰۳)
۹۴. تعریف امروزی یکای زمان به صورت  $\frac{1}{86400}$  میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شود.
۹۵. نمادگذاری علمی، روشی است که فقط برای نمایش اعداد بزرگ استفاده می‌شود.
۹۶. استفاده از نمادگذاری علمی، احتمال اشتباه در خواندن و نوشتن اعداد را کاهش می‌دهد.

● به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۹۷. کمیت‌های فیزیکی را تعریف کنید.

۹۸. کمیت‌های فیزیکی نرده‌ای را تعریف کنید.

۹۹. کمیت‌های فیزیکی برداری را تعریف کنید.

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

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

۱۰۱. در متن زیر، کمیت‌های برداری را بیابید.

«گلوله‌ای به جرم  $50\text{ g}$ ، قطر  $10\text{ mm}$  و سرعت اولیه  $5\frac{\text{m}}{\text{s}}$  به طرف بالا شلیک می‌شود و پس از  $4\text{ s}$ ،  $18\text{ m}$  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.»

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

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

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

۱۰۴. کمیت‌های اصلی را تعریف کنید.

۱۰۵. کمیت‌های فرعی را تعریف کنید.

۱۰۶. یکای نجومی را تعریف کنید.

۱۰۷. سال نوری را تعریف کنید.

۱۰۸. بازه زمانی را تعریف کنید.

۱۰۹. آهنگ تغییرات یک کمیت فیزیکی را تعریف کنید.

۱۱۰. ویژگی‌های یک یکای مناسب برای اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی را نام ببرید.

۱۱۱. در سیستم SI برای هر یک از کمیت‌های علم فیزیک، یکای مستقل تعریف نمی‌شود. دلیل این موضوع چیست؟

۱۱۲. هفت کمیت اصلی را نام ببرید و یکاهای آن‌ها در SI را بیان کنید.

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

(تجربی خارج از کشور ۹۸)

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

۱۱۴. 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

۱۱۵. در عبارت زیر چه تعداد یکای اصلی استفاده شده است؟

«شخصی جسمی به جرم  $10\text{ kg}$  را با نیروی  $10\text{ N}$  در جهت محور  $x$  هل می‌دهد. شتاب حرکت جسم  $6\text{ m/s}^2$  در جهت محور  $x$

می‌باشد و پس از گذشت مدت زمان  $50\text{ s}$  ثانیه جسم  $750\text{ m}$  متر در جهت محور  $x$  جابه‌جا شده و تندی آن به  $30\text{ m/s}$  متر بر ثانیه می‌رسد.»

۱۱۶. با کمک روابط فیزیکی، یکای فرعی کمیت‌های زیر را بر حسب یکاهای اصلی به دست آورید.

- ☐ آ: تندی  
☐ ب: شتاب  
☐ پ: نیرو  
☐ ت: کار  
☐ ث: فشار

۱۱۷. جدول زیر را کامل کنید.

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

۱۱۸. اگر A یکای کمیت زمان در SI، B یکای کمیت طول در SI، C یکای کمیت جرم در SI و D یکای کمیت نیرو باشند. یکای نیرو (D) را برحسب یکاهای A، B و C به دست آورید.

۱۱۹. فاصله متوسط زمین تا خورشید، چند برابر یکای نجومی (AU) است؟

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

۱۲۱. مسافتی که نور با تندی  $3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند را یک سال نوری (ly) می‌گویند. هر سال نوری چند متر است؟  
(تمرین ۱-۱ صفحه ۸ کتاب درسی)

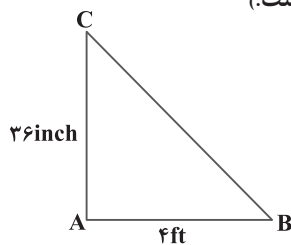
۱۲۲. دست فروشی گوجه سبز را به قیمت هر سیر، ۶۰۰ تومان می‌فروشد. قیمت هر کیلو گوجه سبز این دستفروش چند تومان است؟  
(۵ گرم  $\approx$  ۱ مثقال و ۴۰ سیر  $=$  ۶۴۰ مثقال)

۱۲۳. هر ذرع،  $104 \text{ cm}$  و هر فرسنگ برابر ۶۰۰۰ ذرع است. محیط جزیره‌ای که  $250 \text{ km}$  است را بر حسب ذرع و فرسنگ (به صورت تقریبی) به دست آورید.

۱۲۴. هر ۱ من تبریز، برابر ۴۰ سیر و یا برابر ۶۴۰ مثقال است و هر مثقال برابر  $4/86$  گرم است. جرم شخصی  $80 \text{ kg}$  است. جرم این شخص چند من تبریز و چند مثقال است؟

۱۲۵. الماس کوه نور، ۱۸۲ قیراط است. جرم این الماس چند کیلوگرم است؟ (هر قیراط ۲۰۰ میلی‌گرم است).  
(هماهنگ کشوری نوبت عصر خرداد ۱۴۰۲)

۱۲۶. در شکل مقابل، طول وتر مثلث چند متر است؟ (هر فوت (ft) برابر با ۱۲ اینچ (inch) و هر اینچ برابر با  $2/5 \text{ cm}$  است).



۱۲۷. تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

۱۷  $\text{m}^2 = \square \mu\text{m}^2$  [پ]

۱۲  $\text{m}^3 = \square \text{km}^3$  [ب]

$6 \text{ s}^2 = \square \text{ns}^2$  [ا]

$52 \text{ Gm}^2 = \square \text{m}^2$  [ج]

$76 \text{ Mm}^3 = \square \text{m}^3$  [ث]

$22 \text{ ps}^2 = \square \text{s}^2$  [ت]

۱۲۸. تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

$9 \frac{\text{g}}{\text{s}} = \square \frac{\text{Mg}}{\text{ns}}$  [پ]

$62 \frac{\text{g}}{\text{m}} = \square \frac{\text{kg}}{\mu\text{m}}$  [ب]

$25 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \square \frac{\mu\text{m}}{\text{ms}}$  [ا]

$18 \frac{\text{mg}}{\mu\text{s}} = \square \frac{\text{g}}{\text{s}}$  [ج]

$14 \frac{\text{Tg}}{\text{pm}} = \square \frac{\text{g}}{\text{m}}$  [ث]

$42 \frac{\mu\text{m}}{\text{ns}} = \square \frac{\text{m}}{\text{s}}$  [ت]

$7/1 \frac{\text{mA}^3}{\text{cm}^2} = \square \frac{\text{kA}^3}{\text{dm}^2}$  [ج]

$6/4 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{ns}^3} = \square \frac{\text{Tm}^2}{\text{s}^3}$  [ج]

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

$800 \frac{\text{L}}{\text{s}} = \square \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$  [پ]

$48 \frac{\text{mile}}{\text{h}} = \square \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , ( $1 \text{ mile} \approx 1/6 \text{ km}$ ) [ب]

$12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \square \frac{\text{g}}{\text{L}}$  [ا]

۱۳۰. حداکثر جرم قابل تحمل یک آسانسور برابر با  $500 \text{ kg}$  است. این آسانسور کدام یک از جرم‌های زیر را نمی‌تواند از سطح زمین بالا ببرد؟

$5/1 \times 10^7 \text{ mg}$  [ت]

$4/9 \times 10^{-3} \text{ Gg}$  [پ]

$6/3 \times 10^2 \text{ g}$  [ب]

$4/2 \times 10^{-3} \text{ Mg}$  [ا]

۱۳۱. دو اتومبیل A و B به ترتیب با تندی‌های  $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  و  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در حال حرکت هستند. کدام اتومبیل، سریع‌تر حرکت می‌کند؟

۱۳۲. هرگره دریایی معادل  $0/5144 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است. تندی  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  تقریباً معادل چندگره دریایی است؟  
(مشابه تمرین ۱۳ صفحه ۲۰ کتاب درسی)

۱۳۳. 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؟

۱۳۴. گیاهی در مدت ۱۰ روز به اندازه  $1/6 \text{ m}$  متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه چند میکرومتر بر ثانیه است؟  
(مشابه تمرین ۱۰ صفحه ۲۰ کتاب درسی)

۱۳۵. گیاهی در مدت ۱۲ روز،  $3/6 \text{ m}$  رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه را برحسب میلی‌متر بر ساعت به دست آورید. (ریاضی خرداد ۱۴۰۳)
۱۳۶. گیاهی در هر شبانه‌روز، ۱۲ 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؟

۱۳۷. ناخن شخصی در هشت روز،  $1/2 \text{ mm}$  رشد می‌کند. آهنگ رشد ناخن چند میکرومتر در ساعت است؟ (هماهنگ کشوری نوبت صبح خرداد ۱۴۰۲)

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

۱۳۹. یک مخزن به حجم  $1800 \text{ L}$  پر از آب است. در پایین این مخزن، شیری وجود دارد که آب می‌تواند با آهنگ  $40 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$  از آن خارج شود. تعیین کنید با بازکردن شیر، مخزن طی چند دقیقه خالی می‌شود؟ (هماهنگ کشوری نوبت صبح خرداد ۱۴۰۲)

۱۴۰. مخزن استوانه‌ای شکلی به مساحت قاعده  $50 \text{ cm}^2$  و ارتفاع  $1200 \text{ mm}$  را به وسیله شلنگی که آهنگ خروج آب از آن  $0/2 \frac{\text{L}}{\text{min}}$  است، پرمی‌کنیم. چند ثانیه طول می‌کشد تا این مخزن کاملاً پر از آب شود؟ (تجربی خرداد ۱۴۰۳)

۱۴۱. یک مخزن خالی از آب در اختیار داریم. آب با آهنگ  $4 \frac{\text{L}}{\text{s}}$  به این مخزن وارد و با آهنگ  $120 \frac{\text{L}}{\text{min}}$  از آن خارج می‌شود. اگر پس از مدت  $30 \text{ min}$  آب سرریز شود، حجم مخزن چند متر مکعب است؟

۱۴۲. اعداد زیر را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

$1/75 \times 10^{-4} \text{ m} = \square \text{ pm}$      $0/0020 \mu\text{C} = \square \text{ C}$      $0/000070 \text{ s} = \square \text{ s}$      $6280000 \text{ nm} = \square \text{ m}$

۱۴۳. کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

$14 \frac{\text{mm}^2 \cdot \text{min}}{\text{ng}} = 14 \times 10^4 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{s}}{\text{g}}$      $2 \frac{\text{mg}}{\text{km} \cdot \text{s}^2} = 2 \times 10^{-9} \text{ N}$      $1 \frac{\text{Gg} \cdot \text{km}^2}{\text{ms}^2} = 10^{18} \text{ J}$

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

۱۴۵. اگر ارتباط بین سه کمیت نیرو (F)، فشار (P) و انرژی (E) به صورت  $\alpha F + \beta P = E$  باشد، یکای  $\frac{\beta}{\alpha}$  از جنس یکای کدام کمیت در SI می‌باشد؟

۱۴۶. کدام یک از روابط زیر در مورد کمیت‌های فیزیکی متفاوت x، y و z امکان پذیر است؟

$\frac{xy}{yz}$      $x^3 + y^3 + z^3$      $3(x+y) + 2z$      $x + 2y - z$

۱۴۷. حاصل عبارت  $4 \text{ cm}^2 + 6 \times 10^6 \mu\text{m}^2 + 8 \times 10^{-3} \text{ dm}^2$  را در دستگاه SI به دست آورید.

## اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری

صفحه ۱۴ و ۱۵ کتاب درسی

## بسته سوم



**پرسش اساسی** چه عواملی باعث افزایش دقت اندازه‌گیری می‌شوند و نتیجه یک اندازه‌گیری را برحسب دقت وسیله اندازه‌گیری چگونه بیان می‌کنند؟

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.

## الف 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 می‌کند، 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.

