



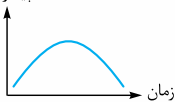
● چکیده فیزیک ●

دهم

مجید ساکی

مقدمه ناشر

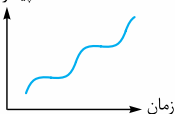
پیشرفت



علاوه بر همه نمودارهایی که تو در درس فیزیک می‌خونید یک نمودار خیلی مهمی تو زندگی آدم‌ها و سازمان‌ها وجود داره که میزان پیشرفت اون‌ها رو در طی زمان نشون می‌ده که این جوریه.

زندگی هر انسانی یک سری فراز و نشیب‌هایی داره و یه جایی هم آدم به اوج خودش می‌رسه بعد از اون نقطه اوج معمولاً آدم‌ها پس‌رفت می‌کنند و دیگه مثل قدیما نیستن!!!

پیشرفت



اما بعضی از آدم‌ها هستن که وقتی می‌بینن دارن پس‌رفت می‌کنند یه تکونی به خودشون می‌دن و سعی می‌کنند خودشون رو اصلاح کنند و روند رشد قبلی رو پیش بگیرند. این افراد نمودار زندگی‌شون این شکلی می‌شه:

از ویژگی‌های بارز این آدم‌ها نصیحت‌پذیری و اصلاح‌پذیری! این دسته آدم‌ها وقتی دچار پس‌رفت می‌شن اول اشتباهاتشون رو قبول می‌کنن و بعدش تلاش می‌کنن تا جبرانشون کنن. (این فرق اصلی این آدم‌ها با بقیه است!) ما هم چون می‌خواهیم همیشه پیشرفت کنیم، نصیحت‌پذیری و اصلاح‌پذیری هستیم! به خاطر همین ازتون می‌خواهیم که هر انتقاد یا پیشنهادی در رابطه با این کتاب جیبی یا بقیه جیبی‌ها داشتن لطفن و حتمن از طریق سایت خیلی‌سبز بهمون اعلام کنین!
از استاد مجید ساکی عزیز که زحمت تألیف این کتاب رو کشیدن خیلی خیلی ممنونیم.

مقدمه مؤلف

سلام؛ وقتی قرار شد کتاب رو تألیف کنم تو فکرم این بود که چطور تمام اون چیزی که در هر آزمون استandar دی مطرح میشه رو داخل کتاب بیارم. اولش به لحاظ حجم مطلب گفتم که ممکنه این اتفاق نیافته. اما خداوشکر انجام شد. چه ویژگی‌های مهمی در این کتاب وجود داره که میتونه خیال شما رو برای هر آزمونی راحت کنه:

1 تمام مطالب، فرمول‌ها و نکته‌های کتاب درسی و کنکور سراسری پوشش داده شده است.

2 تمام تیپ تست‌های مهم و پرتکرار که در کنکور سراسری مطرح شده است، آورده شده و پاسخ‌های جامع و هدفدار برای آن‌ها تألیف شده است.

3 تمرین‌ها، مثال‌ها و پرسش‌های کتاب درسی به صورت تست‌های استاندارد آورده شده است تا خیال شما از بررسی کتاب درسی راحت شود.

4 بسیاری از مطالب و نکات و فرمول‌ها دسته‌بندی شده‌اند تا یادگیری آن‌ها بسیار ساده باشد.

جا داره تشکر کنم از:

1 دکتر کمیل نصری درجه یک که حمایت‌هاش خیلی تو بهترشدن کتاب کمک کرد.

2 پیام ابراهیم‌نژاد عزیز که با تلاش و پیگیری‌های خودش در چاپ کتاب نقش بسیار مهمی داشت.

3 ویراستاران عزیز خانم حسنلو و آقای رمضانلو.

4 گروه تولید خیلی‌سبز که واقعاً کارشون خیلی خیلی حرفه‌ای و درجه یک.

در پایان هر نظر و انتقادی داشتید ممنون میشم به ایدی زیر برام بفرستید.

فهرست مطالب

۷	فیزیک و اندازه‌گیری	فصل اول
۳۴	ویژگی‌های فیزیکی مواد	فصل دوم
۷۱	کار، انرژی و توان	فصل سوم
۱۱۴	دما و گرما	فصل چهارم
۱۵۶	ترمودینامیک	فصل پنجم



فیزیک و
اندازه‌گیری

فصل اول

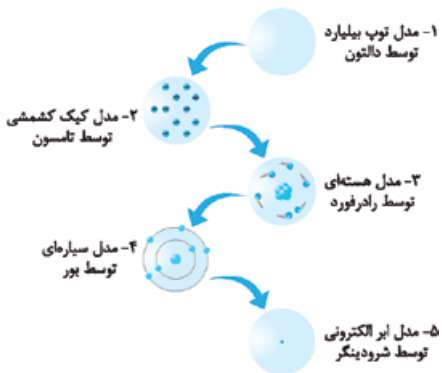
فیزیک؛ دانش بنیادی

برای توصیف و توضیح پدیده‌های فیزیکی از قانون، مدل و نظریه و برای تأیید آن‌ها از آزمایش استفاده می‌شود.

● **تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال** بیشترین نقش را در پیشبرد و تکامل فیزیک داشته است.

● نظریه‌های فیزیکی ممکن است دستخوش تغییر شوند و یا به طور کلی حذف شوند و نظریه‌های جدید جایگزین آن شوند.

● نقطه قوت فیزیک، ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی است. به عنوان مثال تغییر مدل اتمی در طول زمان به صورت شکل زیر است:





تغییرات مدل اتمی در گذر زمان

مدل‌سازی در فیزیک

به فرایندی که طی آن یک پدیده فیزیکی، آن قدر ساده و آرمانی می‌شود که امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود، مدل‌سازی می‌گوییم.

هنگام مدل‌سازی باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم و نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را.

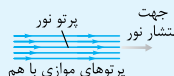

چند نمونه مهم مدل‌سازی

مدل آرمانی	پدیده فیزیکی
<p>توپ بسکتبال به صورت یک جسم نقطه‌ای (ذره) در نظر گرفته می‌شود.</p> <p>نیروی گرانشی وارد بر توپ ثابت است.</p> 	<p>توپ بسکتبال می‌چرخد. مقاومت هوا و باد نیروهایی بر توپ وارد می‌کنند.</p> <p>جهت حرکت توپ</p> <p>نیروی گرانشی وارد بر توپ به ارتفاع بستگی دارد.</p> <p>حرکت توپ بسکتبال در هوا</p> 

اثرهای جزئی: ۱- تغییر نیروی گرانشی در هنگام تغییر ارتفاع ۲- مقاومت هوا ۳- چرخش توپ ۴- اندازه توپ

<p>نیروی عمودی سطح</p> <p>چشم را به صورت یک ذره در نظر می‌گیریم.</p> <p>نیروی اصطکاک</p> <p>نیروی وزن</p> 	<p>نیروی دست، که جسم را رو به جلو، به حرکت درمی‌آورد.</p> <p>نیروی اصطکاک که برخلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شود.</p> <p>هل‌دادن جسم روی سطح افقی</p> 
---	---

اثرهای جزئی: ابعاد و اندازه جسم

<p>جهت انتشار نور</p> <p>پرتو نور</p> <p>پرتوهای موازی با هم</p> 	<p>لیزر مدادی</p> <p>باریکه نور</p> <p>مدل‌سازی باریکه نور لیزر</p> 
--	---

اثرهای جزئی: واگرایی بسیار کم پرتوها

تست

کدام گزینه درست است؟

- ۱) تغییر مدل اتمی در گذر زمان، نشان‌دهنده نقطه‌ضعف فیزیک است.
- ۲) برای توصیف پدیده‌های فیزیکی از آزمایش استفاده می‌شود.
- ۳) در مدل‌سازی حرکت توپ بسکتبال در هوا، می‌توان از نیروی گرانش صرف نظر کرد.
- ۴) در مدل‌سازی از اثرهای جزئی‌تر می‌توان صرف نظر کرد.

• پاسخ | گزینه «۴»

بررسی گزینه‌ها → گزینه (۱): نادرست؛ تغییر نظریه‌های فیزیکی از نقاط قوت فیزیک است نه نقطه‌ضعف.
گزینه (۲): نادرست؛ برای مورد آزمون قراردادن قانون، مدل و نظریه از آزمایش استفاده می‌شود.
گزینه (۳): نادرست؛ نیروی گرانشی وارد بر توپ، اثر مهم و تعیین‌کننده‌ای دارد و نمی‌توان از آن صرف نظر کرد. با صرف نظر از آن توپ به صورت خط راست به حرکت خود ادامه می‌دهد.
گزینه (۴): درست

کمیت فیزیکی و یکا

به هر چیزی که بتوان اندازه‌گیری کرد، کمیت و به مقدار مشخصی از کمیت، یکای آن کمیت می‌گوییم.

ویژگی‌های یکا

- ۱ تغییر نکند.
- ۲ دارای قابلیت بازتولید باشد. (در دسترس باشد).

اگر مطابق شکل، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده شده بگیریم، یک مزیت و یک عیب این یکا به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(برگرفته از کتاب درسی)



- ۱) در دسترس بودن - بزرگ بودن یکا
- ۲) اندازه گیری راحت - بزرگ بودن یکا
- ۳) در دسترس بودن - متغیر بودن یکا
- ۴) اندازه گیری راحت - متغیر بودن یکا

پاسخ: گزینه «۳» یکای کمیت باید در دسترس باشد که این یکا این ویژگی را دارد. همچنین یکای کمیت باید ثابت باشد، اما این یکا برای افراد مختلف متغیر است. همچنین برای یک فرد، این فاصله در گذر زمان تغییر می کند و عیب این یکا متغیر بودن است.

دسته بندی کمیت ها کمیت ها از دو نگاه دسته بندی می شوند:

- الف. دسته بندی از نظر جهت دار بودن یا نبودن •

مثال	ویژگی	نوع کمیت
جرم، جریان الکتریکی، فشار، زمان، توان، کار	برای بیان تنها به یک عدد و یکای مناسب نیاز دارد.	کمیت نرده ای
شتاب، جابه جایی، سرعت، نیرو	برای بیان علاوه بر عدد و یکا به جهت نیز نیاز دارد.	کمیت برداری

به عنوان مثال جرم یک شخص $\frac{65 \text{ کیلوگرم}}{\text{عدد یکای مناسب}}$ بیان درستی از یک کمیت عددی و جابه جایی یک اتومبیل $\frac{80 \text{ کیلومتر}}{\text{عدد یکای مناسب}}$ به طرف شمال جهت بیان درستی از یک کمیت است.

• ب. دسته‌بندی از نظر یکا •

ویژگی	نوع کمیت
برای آن‌ها یکای مستقل تعریف شده است.	کمیت اصلی
یکای آن‌ها از روی یکاهای اصلی به دست می‌آید.	کمیت فرعی

برای هفت کمیت، یکای مستقل تعریف شده است. این هفت کمیت در جدول زیر به همراه یکایشان آورده شده‌اند:

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

تست

در کدام یک از موارد زیر، همهٔ کمیت‌ها فرعی هستند؟ (تجربی ۹۸)

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

• پاسخ | گزینهٔ «۲» به دنبال گزینه‌ای هستیم که شامل هیچ کدام از ۷ کمیت اصلی نباشد.



تست

کدام یکاها، همگی مربوط به کمیت‌های اصلی هستند؟

(ریاضی نوبت اول - ۱۴۰۲)

- ۱) ژول، کولن و مول
- ۲) کیلوگرم، آمپر و مول
- ۳) کیلوگرم، کولن و کندلا (شمع)
- ۴) ژول، آمپر و کندلا (شمع)

پاسخ | گزینه «۲»

هر کمیتی به جز ۷ کمیت اصلی، کمیت فرعی به حساب می‌آید. چون کمیت‌های فیزیکی به هم وابسته‌اند، یکای این کمیت‌ها از روی کمیت‌های اصلی به دست می‌آید. در جدول زیر چند کمیت فرعی به همراه یکای آن‌ها آورده شده است.

یکای فرعی	یکای SI	کمیت
m/s	m/s	تندی و سرعت
m/s^2	m/s^2	شتاب
$kg \cdot m/s^2$	نیوتون (N)	نیرو
$kg/m \cdot s^2$	پاسکال (Pa)	فشار
$kg \cdot m^2/s^2$	ژول (J)	انرژی

تذکره

یکای برخی کمیت‌ها مانند نیرو را به منظور سهولت در گفتار و نوشتار و احترام به دانشمندان به صورت خاص نام‌گذاری کرده‌اند. مثلاً یکای SI نیرو، نیوتون است.

تست

(ریاضی خارج ۱۴۰۰)

یکای فرعی فشار کدام است؟

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

پاسخ گزینۀ «۲»

طبق جدول یکای چند کمیت فرعی در صفحه قبل، یکای فرعی فشار $\text{kg} / \text{m.s}^2$ است. در فصل بعدی این که این یکا چه طور به دست می آید را می بینید.

سؤال

موارد (الف) تا (ح) را تعیین کنید.



پاسخ (الف): تغییر نکند، (ب): ثانیه، (پ): کیلوگرم، (ت): عددی،

(ث): جرم، (ج): شتاب، (چ): اصلی، (ح): فشار

یکاهای طول جرم و زمان

طول: با گذشت زمان سه یکا برای طول تعریف شد که این سه تعریف عبارتند از:



۱ در اواخر قرن هجدهم، یکای طول (متر) به صورت یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال تعریف شد.

۲ تا سال ۱۹۶۰ میلادی، فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیم، وقتی میله در دمای صفر درجه سلسیوس قرار داشت، برابر یک متر تعریف شده بود.

۳ بنا بر آخرین توافق جهانی مجمع عمومی وزن‌ها و مقیاس‌ها در سال ۱۹۸۳ میلادی، یک متر برابر مسافتی تعریف شد که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند.

جرم: یکای جرم در SI، کیلوگرم (kg) نامیده می‌شود و به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیم تعریف شده است.

زمان: در ابتدا یکای زمان، یعنی ثانیه (s) به صورت $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی تعریف شد. استاندارد کنونی زمان براساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است.

• چند یکای خاص •

۱ یکای نجومی برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید است $(1 \text{ AU} \approx 1/50 \times 10^{11} \text{ m})$.

۲ مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید یک سال نوری می‌نامند و آن را با نماد ly نمایش می‌دهند.

۳ لیتر یکای پرکاربرد حجم مایعات است که هر لیتر معادل $\frac{1}{1000}$ متر مکعب است.

• نمادگذاری علمی • برای ساده‌نوشتن اندازه‌گیری‌ها و هم‌چنین خواندن و محاسبات ساده آن‌ها از روش نمادگذاری علمی استفاده می‌شود. در این روش هر عدد به صورت $a \times 10^n$ به همراه یکای آن نوشته می‌شود که در آن $10 > a \geq 1$ و n عددی صحیح $(\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots)$ است.

به مثال‌های زیر توجه کنید:

$$1 \quad 1240000000 \text{ m} \Rightarrow 1/24 \times 10^9 \text{ m}$$

$$2 \quad 0/0000324 \text{ g} \Rightarrow 3/24 \times 10^{-5} \text{ g}$$

• **پیشوندهای یکاها** • در اندازه‌گیری‌ها هرگاه با مقادیر بسیار بزرگ‌تر و یا بسیار کوچک‌تر از یکای اصلی سروکار داریم، به منظور ساده‌نوشتن و خواندن از پیشوندهایی برای یکاها استفاده می‌کنیم که در جدول زیر آورده شده‌اند.

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
10^{12}	ترا	T	10^{-12}	پیکو	p
10^9	گیگا (جیگا)	G	10^{-9}	نانو	n
10^6	مگا	M	10^{-6}	میکرو	μ
10^3	کیلو	k	10^{-3}	میلی	m
10^2	هکتو	h	10^{-2}	سانتی	c
10^1	دکا	da	10^{-1}	دسی	d

• **تبدیل یکاها** • اغلب در حل مسئله‌های فیزیک، لازم است یکای کمیتی را تغییر دهیم.

این کار با دو روش انجام می‌شود:

1 **روش زنجیره‌ای**: در این روش، اندازه کمیت را در یک ضریب تبدیل (نسبتی از یکاها که برابر عدد یک است) ضرب می‌کنیم.

2 **روش تبدیل سریع**: این روش برای تبدیل یکاهای پیشوندی استفاده می‌شود. ابتدا یک معادله از تبدیل واحد می‌سازیم سپس معادل پیشوندها را به جای آن‌ها در معادله قرار می‌دهیم و معادله را حل می‌کنیم.

به مثال‌های زیر توجه کنید:

۱ مثال ۴۰ سانتی‌متر معادل چند کیلومتر است؟

پاسخ | روش اول | تبدیل زنجیره‌ای:

$$40 \text{ cm} = 40 \cancel{\text{ cm}} \times \frac{1 \cancel{\text{ m}}}{100 \cancel{\text{ cm}}} \times \frac{1 \text{ km}}{10^3 \cancel{\text{ m}}} = 40 \times 10^{-5} \text{ km}$$

$$= 4 \times 10^{-4} \text{ km}$$

روش دوم | تبدیل سریع:

$$40 \cancel{\text{ cm}} = ? \cancel{\text{ km}} \Rightarrow ? = \frac{40 \times 10^{-2}}{10^3} = 4 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow 40 \text{ cm} = 4 \times 10^{-4} \text{ km}$$

۲ ۴ خروار چند سیر است؟ (۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز و ۱ من تبریز = ۴۰ سیر)

$$\text{سیر } 1/6 \times 10^4 = 16 \times 10^3 \text{ سیر} = 16 \times 10^3 \times \frac{40 \text{ سیر}}{1 \text{ من تبریز}} \times \frac{1 \text{ خروار}}{100 \text{ من تبریز}} = 64 \times 10^3 \text{ سیر}$$

تست

یکی از بزرگ‌ترین الماس‌های موجود در ایران، دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط است. جرم این الماس در SI چه قدر است؟ (هر قیراط

(ریاضی خارج ۱۴۰۱)

معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است.)

$$3/64 \times 10^{-2} \text{ (۴)} \quad 9/1 \times 10^{-2} \text{ (۳)} \quad 9/1 \text{ (۲)} \quad 36/4 \text{ (۱)}$$

پاسخ | گزینه «۴»

$$182 \cancel{\text{ قیراط}} \times \frac{200 \cancel{\text{ mg}}}{1 \cancel{\text{ قیراط}}} \times \frac{10^{-3} \cancel{\text{ g}}}{1 \cancel{\text{ mg}}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \cancel{\text{ g}}} = 182 \times 2 \times 10^{-4}$$

$$= 3/64 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

تست

تندی ۲۱۶ کیلومتر بر ساعت، معادل چند مایل بر دقیقه است؟ (یک مایل را ۱۸۰۰ متر فرض کنید.)

(ریاضی ۱۴۰۱)

۲ (۱) ۲/۵ (۲) ۳ (۳) ۳/۶ (۴)

• پاسخ: گزینه «۱»

$$216 \text{ km/h} = 216 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ mi}}{1800 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$= 2 \frac{\text{mi}}{\text{min}}$$

تست

* تست: یکای نجومی چند برابر سال نوری است؟ (تندی نور در خلأ $3 \times 10^8 \text{ Mm/s}$ ، میانگین فاصله زمین تا خورشید $1/5 \times 10^2 \text{ Gm}$ و یک سال را به صورت تقریبی 10^7 ثانیه در نظر بگیرید.)

۲ (۱) 2×10^2 (۲) 2×10^4 (۳) 2×10^5 (۴)

• پاسخ: گزینه «۳» سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند؛ بنابراین یک سال نوری بر حسب متر برابر است با:

$$1 \text{ ly} = (3 \times 10^8 \frac{\text{Mm}}{\text{s}} \times \frac{10^6 \text{ m}}{1 \text{ Mm}}) \times 10^7 \text{ s} = 3 \times 10^{15} \text{ m}$$

یکای نجومی برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید است. طبق صورت سؤال یکای نجومی (AU) برابر است با:

$$1 \text{ AU} = 1/5 \times 10^2 \text{ GM} \times \frac{10^9 \text{ m}}{1 \text{ Gm}} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$$

حالا به راحتی نسبت خواسته شده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{1 \text{ ly}}{1 \text{ AU}} = \frac{3 \times 10^{15}}{1/5 \times 10^{11}} = 2 \times 10^4$$



تغییر هر کمیت نسبت به زمان را معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم.



از یک شیلنگ آب با آهنگ $300 \text{ cm}^3/\text{s}$ خارج می‌شود. آهنگ خروج آب از شیلنگ چند لیتر بر دقیقه است؟

۵ (۲)

۵۰ (۱)

$1/8$ (۴)

۱۸ (۳)

پاسخ | گزینه «۳»

$$300 \text{ cm}^3/\text{s} = 300 \frac{\text{cm}^3}{\cancel{\text{s}}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{60 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ min}} = 18 \text{ L/min}$$



ابعاد یک صفحه فلزی 20 پا (فوت) در 10 پا است. اگر هر پا معادل 12 اینچ و هر اینچ تقریباً $2/5 \text{ cm}$ باشد، مساحت این صفحه فلزی چند متر مربع است؟

$1/8$ (۴)

۶ (۳)

۱۸ (۲)

۶۰ (۱)

پاسخ | گزینه «۲»

$$A = 20 \text{ (ft)} \times 10 \text{ (ft)} = 200 \text{ (ft)}^2$$

$$A = 200 \text{ (ft)}^2 = 200 \text{ (ft)}^2 \times \left(\frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}}\right)^2 \times \left(\frac{2/5 \text{ cm}}{1 \text{ in}}\right)^2 \times \left(\frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}}\right)^2 = 18 \text{ m}^2$$

بعضی وقت‌ها تبدیل واحد را در قالب یک مسئله می‌دهند. برای حل سریع آن ابتدا تبدیل واحد مسئله را بسازید.

تست

آهنگ خروج آب از دهانهٔ یک شیلنگ $95 \text{ cm}^3/\text{s}$ است. می‌خواهیم توسط این شیلنگ، یک تانکر به ظرفیت ۲۴ گالن را پر از آب کنیم. چند دقیقه طول می‌کشد تا این تانکر خالی پر از آب شود؟ (یک گالن را $3/8$ لیتر در نظر بگیرید.)

۸ (۴) ۱۶ (۳) ۱۶۰ (۲) ۸۰ (۱)

• پاسخ | گزینهٔ «۳» ابتدا تبدیل واحد مسئله را می‌سازیم:

$$95 \text{ cm}^3/\text{s} = \frac{24 \text{ گالن}}{x \text{ min}}$$

حالا تبدیل واحد را انجام می‌دهیم:

$$95 \text{ cm}^3/\text{s} = \frac{24(3/8 \text{ L})}{x \text{ min}} \Rightarrow \frac{95 \text{ cm}^3}{\cancel{s}} = \frac{24(3/8 \times 10^3 \text{ cm}^3)}{x(60 \cancel{s})}$$

$$\Rightarrow x = \frac{24 \times 3 / 8 \times 10^3}{95 \times 60} = 16$$

بنابراین پس از ۱۶ دقیقه تانکر پر از آب می‌شود.

• سازگاری یکاها • در یک تساوی فیزیکی علاوه بر برابری اعداد دو طرف تساوی، یکاها نیز باید با هم یکسان باشد. همچنین برای جمع و تفریق دو کمیت، یکای آن‌ها باید یکسان باشد.

تست

اگر A و B دو کمیت غیرهم‌جنس فیزیکی باشند، کدام گزینه می‌تواند یک کمیت فیزیکی باشد؟

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

• پاسخ | گزینهٔ «۳» جمع و تفریق دو کمیت غیرهم‌جنس در

فیزیک معنی ندارد. گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) دارای جمع یا تفریق A و B هستند که از نظر فیزیکی امکان ندارد. توجه کنید که گزینهٔ (۴) را می‌توان به صورت $A(A - B)$ نوشت.



تست

رابطه بین تندی انتشار موج عرضی در یک طناب به صورت $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ است.

که در آن F نیروی کشش طناب می‌باشد. یکای کمیت μ کدام است؟

- (۱) kg.m (۲) kg/m (۳) $\frac{\text{kg}}{\text{m.s}}$ (۴) $\frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$

پاسخ گزینه «۲»

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\substack{[v]=\text{m/s} \\ [F]=\text{N}}} \text{m/s} = \sqrt{\frac{\text{N}}{\mu}} \xrightarrow{\substack{F=ma \\ [N]=\text{kg.m/s}^2}} \text{m/s}$$

$$\text{m/s} = \sqrt{\frac{\text{kg.m/s}^2}{[\mu]}} \xrightarrow{\text{طرفین به توان ۲}} \text{m}^2/\text{s}^2 = \frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2[\mu]}$$

$$\Rightarrow [\mu] = \text{kg/m}$$

اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری

در اندازه‌گیری هر کمیت فیزیکی قطعیت وجود ندارد و همواره هر اندازه‌گیری دارای خطا است. با انتخاب وسایل دقیق و روش‌های صحیح اندازه‌گیری، خطا را می‌توان کاهش داد اما به صفر نمی‌توان رساند.

عوامل مؤثر در دقت اندازه‌گیری

۱. دقت وسیله اندازه‌گیری • طبق جدول زیر دقت وسایل اندازه‌گیری

تعیین می‌شود:

دقت	نوع وسیله اندازه‌گیری
کمینه درجه‌بندی وسیله	مدرج
یک واحد از آخرین رقم نشان داده شده	رقمی (دیجیتال)

تست

در شکل‌های (الف) و (ب) دقت اندازه‌گیری خط‌کش‌ها به ترتیب است.

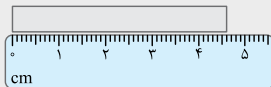
(ریاضی خارج ۹۸ - با تغییر)



(الف)

(۲) 1 mm و 0.5 cm

(۴) 0.5 mm و 1 cm



(ب)

(۱) 1 mm و 1 cm

(۳) 0.5 mm و 0.5 cm

• پاسخ گزینۀ «۱» کمینۀ درجه‌بندی دو خط‌کش برابر دقت اندازه‌گیری آن‌ها است. خط‌کش (الف) دارای دقت 1 cm و خط‌کش (ب) دارای دقت 0.5 mm معادل 1 mm است.

تست

شکل (الف) یک را نشان می‌دهد و دقت اندازه‌گیری شکل (ب) برابر سانتی‌متر است.



(الف)

(۲) ریزسنج - 0.001

(۴) کولیس - 0.001



(ب)

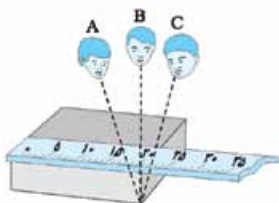
(۱) ریزسنج - 0.01

(۳) کولیس - 0.01

• پاسخ گزینۀ «۲» شکل (الف) یک ریزسنج و شکل (ب) یک کولیس را نشان می‌دهد. دقت اندازه‌گیری کولیس، مرتبۀ رقم آخرین عدد یعنی یک صدم میلی‌متر می‌باشد که معادل با $0.01 \text{ mm} = 0.001 \text{ cm}$ است.



• ۲. مهارت شخص آزمایشگر



هر چه مهارت شخص آزمایشگر در انجام آزمایش و نحوه درست اندازه‌گیری و خواندن نتیجه آزمایش بیشتر باشد، دقت اندازه‌گیری بیشتر و خطا خواهد شد. به عنوان مثال دقت اندازه‌گیری آزمایشگر B در شکل مقابل، از آزمایشگرهای A و C بیشتر است.

• ۳. تعداد دفعات اندازه‌گیری

برای کاهش خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً اندازه‌گیری آن را چند بار تکرار می‌کنند. میانگین عددهای حاصل از اندازه‌گیری به عنوان نتیجه اندازه‌گیری گزارش می‌شود. البته در میان عددهای متفاوت، اگر یک یا چند عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند، حذف شده و در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند.

تست

در اندازه‌گیری زمان یک رخداد در چندین تکرار آزمایش، اعداد زیر اندازه‌گیری شده‌اند. کدام عدد به عنوان نتیجه اندازه‌گیری باید گزارش

شود؟ $13/2s$ ، $13/1s$ ، $13/2s$ ، $22/1s$ ، $13/4s$ ، $13/4s$ ، $10/1s$ ، $13/5s$

$14/0$ (۴) $13/4$ (۳) $13/3$ (۲) $13/2$ (۱)

• پاسخ: گزینه «۲» ابتدا اعداد پرت را حذف می‌کنیم. دو عدد

$22/1s$ و $10/1s$ با سایر اندازه‌گیری‌ها خیلی فاصله دارند و

حذف می‌شوند. میانگین سایر اعداد را حساب می‌کنیم و به

عنوان گزارش اندازه‌گیری بیان می‌کنیم.

گزارش اندازه‌گیری $= 13/2 + 13/1 + 13/2 + 13/4 + 13/4 + 13/5$

$$= 13 + \frac{0/2 + 0/1 + 0/2 + 0/4 + 0/4 + 0/5}{6} = 13/3s$$