



..... فصل اول

فیزیک و اندازه‌گیری

دانش آموز عزیز سلام. از اینکه کتاب بیست‌وسه روز برای یادگیری و تسلط بر مطالب آموزش انتخاب کردی بسیار سپاسگزارم. بهت قول میدم خیلی زود به این انتخابت می‌بالی. فقط کافی‌ه با ما همراه و هم‌مسیر بشی. فصل یک در عین سادگی خیلی مهم و پرکاربرده؛ طوری‌که تا آخرین روزی که در دوره متوسطه دوم فیزیک می‌خونی به دردتون می‌خوره. مخصوصاً تبدیل واحدها و جدول پیشوند یکاها که می‌تونیم بگیم تقریباً برای حل اکثر مسائل فیزیک استفاده می‌شه. کلید موفقیت شما تمرین و تکراره.

مفاهیم کلیدی

- ۱ قانون و نظریه‌های فیزیکی
- ۲ مدل‌سازی
- ۳ کمیت‌های نرده‌ای و برداری
- ۴ کمیت‌ها و یکاهای اصلی و فرعی
- ۵ تبدیل یکا و نمادگذاری علمی
- ۶ عوامل مهم در افزایش دقت اندازه‌گیری
- ۷ چگالی

آزمون تشخیصی مفاهیم کلیدی

- ۱ دانشمندان برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، چه می‌کنند؟
- ۲ مدل‌سازی در فیزیک را تعریف کنید و بنویسید حرکت توپ در هوا را چگونه مدل‌سازی می‌کنیم؟ (دو مورد کافی است.)
- ۳ در فیزیک به چه چیزی کمیت می‌گوییم و کمیت‌ها به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- ۴ اصلی و فرعی بودن کمیت‌های داده‌شده را در جدول زیر مشخص کرده و یکای آن‌ها را بنویسید.

طول - نیرو - شدت روشنایی - جریان الکتریکی - مساحت - انرژی

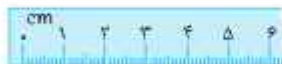
اصلی		فرعی	
نام کمیت	یکای کمیت	نام کمیت	یکای کمیت
۱-.....		۴-.....	
۲-.....		۵-.....	
۳-.....		۶-.....	

۵ تبدیل یکاهای زیر را به روش زنجیره‌ای انجام دهید سپس عدد حاصل را به شیوه نماد علمی بنویسید.

۱) $175 \text{ cm}^2 / \text{s} = \square \text{ L} / \text{min}$ گرم $3 = \square$ من تبریز (ب) $1 \text{ مثقال} \approx 5 \text{ گرم}$ $640 \text{ مثقال} = 40 \text{ سیر}$

۶ عوامل مؤثر در افزایش دقت اندازه‌گیری را نام ببرید و دقت اندازه‌گیری

هر یک از وسایل مقابل را مشخص کنید.



(ب)

(د)

۷ مکعبی توپر به ضلع 5 cm از ماده‌ای به چگالی $2 / 5 \text{ g} / \text{cm}^3$ ساخته شده است. جرم مکعب در SI تقریباً چقدر است؟

پاسخ

- ۱) از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند و آن‌ها را توسط آزمایش مورد آزمون قرار می‌دهند.
- ۲) فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی آن قدر ساده و آرماتی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود. ۱- از مقاومت هوا و اثر ورزش باد صرف نظر می‌کنیم، ۲- وزن توپ را ثابت فرض می‌کنیم.
- ۳) هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت کمیت می‌گوییم. به ۲ دسته نرده‌ای و برداری تقسیم می‌شوند.
- ۴) ۱- طول (m)، ۲- شدت روشنایی (cd)، ۳- جریان الکتریکی (A)، ۴- نیرو ($\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$)، ۵- مساحت (m^2)، ۶- انرژی ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$)
- ۵) ۱) $9 / 6 \times 10^2 \text{ g}$ (ب) $5 \text{ L} / \text{min}$ (ب) $9 / 6 \times 10^2 \text{ g}$
- ۶) تعداد دفعات اندازه‌گیری - دقت وسایل اندازه‌گیری - مهارت شخص آزمایشگر، ۱) 1 cm یا 1 میلی متر ، (ب) 1°C
- ۷) 2 kg



۱ قانون و نظریه‌های فیزیکی

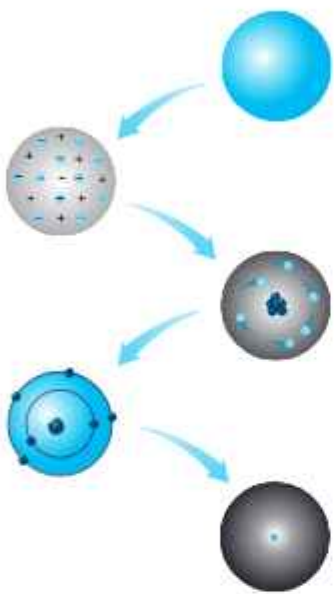
یادآوری همان‌طور که در درس علوم خوانده‌اید، هر اتفاقی که در اطراف ما رخ می‌دهد، یک پدیده است. مثل طلوع و غروب خورشید، تشکیل رنگین‌کمان بعد از باران، زدن کلید و روشن شدن لامپ، اسکی روی یخ و اگر بخواهیم علت این پدیده‌ها را به‌طور علمی و دقیق بررسی و بیان کنیم، باید از علم فیزیک کمک بگیریم.



تامسون، ۱۹۰۲ میلادی
مدل کیک کشمش



بور، ۱۹۱۳ میلادی
مدل سیاره‌ای



دالتون، ۱۸۰۷ میلادی
مدل توپ بیلارد



رادرفورد، ۱۹۱۱ میلادی
مدل هسته‌ای



شرویدینگر، ۱۹۲۶ میلادی
مدل ابر الکترونی

دانشمندان علم فیزیک، پدیده‌های مختلف در طبیعت را مشاهده و بررسی می‌کنند. فیزیک‌دانان با دقت می‌کوشند تا الگو و نظم‌های خاصی را که پدیده‌ها از آن‌ها تبعیت می‌کنند، نیابند، آن‌ها برای توضیح و توصیف پدیده‌ها از **قانون**، **مدل** و **نظریه‌های** فیزیکی استفاده می‌کنند. از آنجا که فیزیک علمی تجربی است که از راه آزمایش به دست می‌آید، همواره این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی مورد **آزمایش** و **آزمون** قرار می‌گیرند.

جالب است بدانید برای مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی همیشه این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به **بازنگری** و یا حتی **تغییر** آن‌ها شود. یعنی مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره **معتبر نیستند** و ممکن است دستخوش تغییر شوند. به‌طور مثال **نظریه اتمی** دالتون که به مدل توپ بیلارد هم معروف است اولین بار برای مدل اتمی ارائه شد که بعدها به مدل اتمی تامسون (کیک کشمش)، مدل اتمی رادرفورد (مدل هسته‌ای)، مدل اتمی بور (سیاره‌ای) و در آخر مدل اتمی شرویدینگر (مدل ابر الکترونی) تغییر یافت.

همین ویژگی یعنی **آزمون‌پذیری** و **اصلاح نظریه‌های فیزیکی**، نقطه قوت دانش فیزیک است و نقش مهمی در پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان را دارد.

آزمایش و مشاهده در فیزیک اهمیت زیادی دارد ولی آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا می‌کند، **تفکر نقادانه** و **اندیشه‌ورزی فعال** فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی است که با آن‌ها مواجه می‌شوند. از آنجا که فیزیک یکی از **بنیادی‌ترین دانش‌ها** و شالوده تمام مهندسی‌ها و فناوری‌هاست، مطالعه و یادگیری فیزیک به همین دلیل اهمیت دارد.

۲ مدل‌سازی

فیزیک‌دانان برای کشف و بیان قوانین فیزیکی به **بررسی پدیده‌ها** می‌پردازند ولی بررسی پدیده‌هایی هر چند به ظاهر ساده هم معمولاً با پیچیدگی‌هایی همراه هستند. به همین دلیل آن‌ها برای بررسی پدیده‌ها از **مدل‌سازی** استفاده می‌کنند.

مدل‌سازی در فیزیک یعنی یک پدیده فیزیکی آن قدر **ساده** و **آرمانی** شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود. هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی باید **اثرهای جزئی‌تر** را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را.

برای شناخت و درک بهتر از مدل‌سازی در فیزیک، حرکت یک **توپ بسکتبال** پرتاب شده در هوا را بررسی و سپس آن را مدل‌سازی می‌کنیم. تمام موارد موجود در مدل واقعی و مدل آرمانی (ساده‌شده) آن را در جدول زیر آورده‌ایم:

مدل آرمانی	مدل واقعی
توپ بسکتبال به صورت یک جسم نقطه‌ای (ذره) در نظر گرفته می‌شود. نیروی گرانشی وارد بر توپ ثابت است.	توپ بسکتبال می‌چرخد. جهت حرکت توپ مقاومت هوا و باد نیروهایی به توپ وارد می‌کنند. نیروی گرانشی وارد بر توپ به ارتفاع بستگی دارد.
با چشم‌پوشی از شکل و اندازه توپ، آن را به صورت یک جسم نقطه‌ای یا ذره در نظر می‌گیریم.	توپ یک کره کامل نیست و درزها و برجستگی‌هایی روی آن وجود دارد.
از چرخش توپ به دور خود صرف نظر می‌کنیم.	توپ در حین حرکت به دور خود می‌چرخد.
با فرض حرکت توپ در خلأ از مقاومت هوا و وزش باد صرف نظر می‌کنیم.	باد و مقاومت هوا بر حرکت توپ اثر می‌گذارند.
با تغییر فاصله توپ از مرکز زمین، وزن آن ثابت می‌ماند.	وزن توپ با تغییر فاصله آن از مرکز زمین تغییر می‌کند.



کلمه کلیدی: در مدل سازی حرکت و پرتاب توپ در هوا نمی توانیم از اثر نیروی جاذبه زمین (نیروی وزن) وارد بر توپ صرف نظر کنیم چرا که در این صورت تویی که به بالا پرتاب شده در یک مسیر مستقیم برای همیشه به حرکت خود رو به بالا ادامه می دهد. حالا به یک مثال ساده از کاربرد مدل سازی در مکانیک توجه کنید. مکانیک شاخه ای از علم فیزیک است که در آن حرکت اجسام و نیروهای وارد بر آن ها بررسی می شود. از این مدل سازی در فصل سوم استفاده زیادی خواهیم کرد.



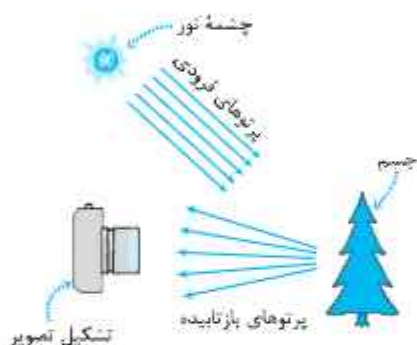
سوال مطابق شکل روبه رو. شخصی در حال هل دادن یک جسم نسبتاً بزرگ و سنگین است. اگر در نهایت شخص بتواند جسم را روی زمین حرکت دهد. چگونه می توانیم حرکت این جسم را مدل سازی کنیم؟



پاسخ از ابعاد، اندازه و شکل جسم صرف نظر می کنیم و آن را یک جسم نقطه ای و یا ذره در نظر می گیریم که نیروی دست شخص بر آن وارد می شود. از نیروی اصطکاک وارد بر جسم نمی توانیم صرف نظر کنیم چون در این صورت جسم روی زمین لیز می خورد و به راحتی حرکت می کند. حواستان باشد که نیروی اصطکاک خلاف جهت حرکت به جسم نقطه ای وارد می شود. در شکل مقابل این نیروها را نشان داده ایم.

پرسش صفحه ۶ کتاب درسی

مدل سازی پرتوهای نور را در چگونگی تشکیل تصویر درخت در دوربین عکاسی بیان کنید.



پاسخ پرتوهایی که از فاصله خیلی دور به جسم می رسند، موازی و در مسیری مستقیم مدل سازی شده اند؛ یعنی از یزاکندگی نور و ماهیت موجی بودن آن صرف نظر شده است. از طرفی برای رسم و نشان دادن چگونگی تشکیل تصویر از باریکه نور که از تعداد زیادی پرتو نور تشکیل شده است استفاده می کنیم. در آخر هم عدسی دوربین پرتوهای بازتابیده از درخت را که واگرا هستند جمع می کند و آن ها را روی فیلم عکاسی منتقل می کند که باعث تشکیل تصویر می شود.

تمرین های امتحانی

۱ قانون و نظریه های فیزیکی

دانشمندان علم فیزیک، برای رسیدن به قانون، مدل و نظریه های فیزیکی چه کارهایی انجام می دهند؟

در چه صورت یک مدل یا نظریه فیزیکی بازنگری می شود؟

کدام یک از گزاره های زیر درست است؟

آ) ویژگی آزمون پذیری و اصلاح نظریه های فیزیکی نقطه قوت دانش فیزیک محسوب نمی شود.

ب) آزمایش و مشاهده، بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده است.

پ) مدل ها و نظریه های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند.

۱) «آ» و «ب»

۲) «پ»

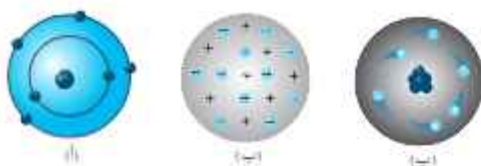
۳) «ب» و «پ»

۴) «آ»

[تهران - نمونه دولتی نظام مانی - ری ۹۹]

[برگرفته از کتاب درسی]

- ۴ اولین و آخرین مدل اتمی به ترتیب، مدل و است که نظریه اتمی دالتون و مدل اتمی شرودینگر هم نام دارد.
 (۱) کیک کشمش، ابر الکترونی (۲) ابر الکترونی، توپ بیلیارد (۳) توپ بیلیارد، ابر الکترونی (۴) توپ بیلیارد، کیک کشمش
 ۵ مدل های اتمی شکل های آ، ب و پ به ترتیب اولویت زمانی، چگونه ارائه شدند؟



- (۱) «آ»، «ب»، «پ»
 (۲) «ب»، «پ»، «آ»
 (۳) «آ»، «پ»، «ب»
 (۴) «پ»، «ب»، «آ»

۲ مدل سازی

- ۶ هنگام مدل سازی یک پدیده فیزیکی باید چه مواردی را رعایت کنیم؟
 ۷ مدل سازی پرتوهای تور را در لیزر مدادی شکل زیر بیان کنید.



- ۸ آیا در مدل سازی افتادن برگ درخت و حرکت آن در هوا، می توان از اثر مقاومت هوا صرف نظر کرد؟
 ۹ مکانیک که شاخه ای از علم فیزیک است به چه موضوعاتی می پردازد؟ و آیا مدل سازی در آن کاربردی دارد؟
 ۱۰ آیا در مدل سازی پرتاب توپ در هوا، می توانیم از نیروی وزن وارد بر توپ صرف نظر کنیم؟



۳ کمیت های نرده ای و برداری

دانشمندان در بررسی پدیده ها و کشف قوانین حاکم بر آن ها نیاز به انجام آزمایش هایی دارند که اساس آن ها اندازه گیری است. در فیزیک به هر چیزی که بتوانیم آن را اندازه بگیریم **کمیت** می گوئیم. به طور مثال طول، جرم، زمان، سرعت، تندی و نیرو همگی کمیت هستند. اما چیزهایی مثل زشتی و زیبایی، مهربانی و ترس، محبت و خشونت کمیت نیستند و نمی توانیم مقدار آن ها را با یک عدد بیان کنیم. چرا که برای بیان نتایج حاصل از اندازه گیری به طور معمول از عدد و یکای مناسب استفاده می شود. به طور مثال می گوئیم زمان کلاس فیزیک ۹۰ دقیقه و یا طول قد شخصی ۱۷۰ سانتی متر است. کمیت هایی که برای بیان آن ها تنها از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده می کنیم، **کمیت نرده ای** (اسکالر) می گوئیم. **طول، جرم، زمان، تندی، مسافت، فشار و جریان الکتریکی** همگی نرده ای هستند.

کلمه بیان یک کمیت فیزیکی بدون ذکر یکای آن در فیزیک معنایی ندارد.

در فیزیک برای بیان برخی دیگر از کمیت ها، علاوه بر عدد و یکای مناسب آن لازم است جهت آن را نیز بیان کنیم. این گونه کمیت ها، **کمیت برداری** نام دارند. در علوم سال نهم با کمیت هایی مثل **سرعت، جابه جایی، شتاب و نیرو** آشنا شدید که همگی برداری هستند. به طور مثال جابه جایی شخصی برای بیمودن مسیر خانه تا محل کار ۲۰ km در جهت شمال و یا سرعت دوچرخه سواری ۲۵ km/h در جهت شرق است.

کلمه بیان یک کمیت فیزیکی برداری بدون ذکر یکا و جهت آن معنایی ندارد.

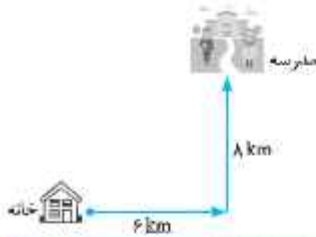
برای نوشتن **کمیت های برداری** مثل نیرو $\vec{F}$ و شتاب $\vec{a}$ از علامت **پیکان** در بالای نماد آن کمیت استفاده می کنیم. اگر علامت پیکان در بالای یک کمیت برداری نباشد، مانند F و a تنها **اندازه** آن کمیت برداری که شامل عدد و یکا است، بیان می شود. آنکه **فواستین بزرگی یک کمیت رو بیان کتین کافییه تمار کمیت رو بنویسین و اون رو مساوی مقدارش قرار بدین. مثلاً بنویسین، $F = 20\text{ N}$ و یا $a = 2\text{ m/s}^2$. فواستون باشه آنه بنویسین $\vec{F} = 20\text{ N}$ یا $\vec{a} = 2\text{ m/s}^2$ غلط نوشتین.** کمیت های نرده ای و برداری را با مثال هایی در شکل های زیر آورده ایم و با هم مقایسه کرده ایم.



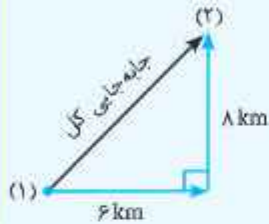
کمیت های نرده ای مثل جرم و زمان از **قاعده جمع و تفريق ساده ریاضی** پیروی می کنند، مثلاً به راحتی می توانیم جرم دو جسم را با هم جمع و یا از هم کم کنیم ولی **کمیت های برداری از قاعده جمع برداری** پیروی می کنند که مثل جمع و تفريق ساده ریاضی نیست. برای درک بهتر این موضوع سؤال زیر را با دقت بخوانید.

سوال

سامان برای رفتن از خانه به مدرسه مسیری مطابق شکل مقابل را می پیماید. مسافت پیموده شده و جابه جایی سامان را در مسیر خانه به مدرسه محاسبه کنید.



پاسخ مسافت پیموده شده مجموع طول مسیرهایی است که سامان طی کرده است. پس کافی است مقادیرهای 6 km و 8 km را با هم جمع کنیم. از آنجا که مسافت پیموده شده یک کمیت نرده ای است به راحتی می توانیم بنویسیم: $6\text{ km} + 8\text{ km} = 14\text{ km}$ مسافت پیموده شده اما جابه جایی یک کمیت برداری است. از آنجا که جابه جایی اول سامان 6 km در جهت شرق و جابه جایی دوم او 8 km به سمت شمال است. پس برای به دست آوردن جابه جایی کل سامان مطابق شکل روبه رو نقطه ۱ را به نقطه ۲ وصل می کنیم و طول آن را از رابطه فیثاغورس به دست می آوریم:



$$\begin{aligned} \text{طول وتر مثلث قائم الزاویه} &= \text{جابه جایی کل سامان} \\ \text{جابه جایی کل سامان} &= \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{36 + 64} \\ \text{جابه جایی کل} &= \sqrt{100} = 10\text{ km} \end{aligned}$$

همان طور که دیدید مسافت پیموده شده توسط سامان 14 km در حالی که جابه جایی سامان 10 km است. برای به دست آوردن پایه پایایی کل کافیست اول اول رو به آخر و آخر رو به اول کنیم.

تمرین های امتحانی

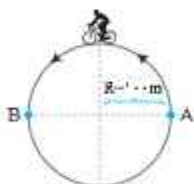
۳ کمیت های نرده ای و برداری

- تفسیر ۱۱ در فیزیک به چه چیزی کمیت گفته می شود؟ یک مثال بیاورید.
 ۱۲ کمیت های نرده ای و برداری هر کدام چه ویژگی هایی دارند؟
 ۱۳ چند گزینگی چه تعداد از گزاره های زیر نادرست است؟

- جریان الکتریکی و سرعت کمیت های برداری هستند.
- برای نشان دادن یک کمیت برداری، کافی است یک علامت بیکان در بالای نماد آن کمیت قرار دهیم.
- بیان یک کمیت فیزیکی بدون ذکر یکای آن معنایی ندارد.
- اگر علامت بیکان در بالای نماد یک کمیت برداری نیاید، تنها مقدار آن کمیت برداری بیان شده است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۴ رضا دور میدان شهر را از نقطه A تا نقطه B مطابق شکل دوچرخه سواری می کند. مسافت پیموده شده و جابه جایی رضا را در این مسیر به دست آورید. ($\pi = 3$)



۱۵ از بین کمیت های مسافت، سرعت، تندی، شتاب، جرم، انرژی و حجم به ترتیب از راست به چپ چه تعداد نرده ای و چه تعداد برداری هستند؟

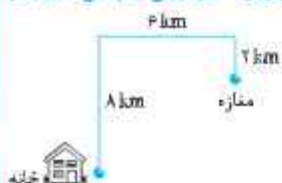
[لغز - استعدادهای درخشان - قرار ۴۰۰]

۱ (۵، ۲) ۲ (۳، ۴) ۳ (۳، ۴) ۴ (۴، ۵)

۱۶ در کدام گزینه کمیت های برداری بیشتر است؟

- (۱) نیرو، فشار، جریان الکتریکی، زمان
 (۲) جریان الکتریکی، مساحت، شتاب، جرم
 (۳) سرعت، جابه جایی، شتاب، جرم
 (۴) جابه جایی، جریان الکتریکی، شتاب، تندی

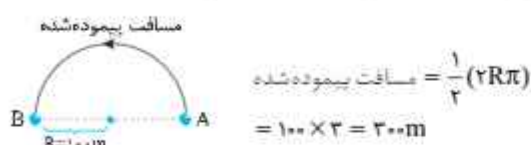
۱۷ علی برای خرید، مسیر خانه تا مغازه را مطابق شکل می پیماید. جابه جایی و مسافت پیموده شده علی به ترتیب از راست به چپ برابر و کیلومتر است.



(۱) $16, 6\sqrt{2}$
 (۲) $6\sqrt{2}, 16$
 (۳) $6\sqrt{2}, 6\sqrt{2}$
 (۴) $16, 16$

عبارت چهارم، درست؛ به طور مثال وقتی می‌نویسیم $a = 2m/s^2$ فقط به مقدار بردار شتاب اشاره شده است و نه به جهت آن.

۱۴) مسافت پیموده شده، طول مسیری است که رضا دوچرخه‌سواری کرده است، پس نصف محیط دایره همان مسافت پیموده شده رضا است.



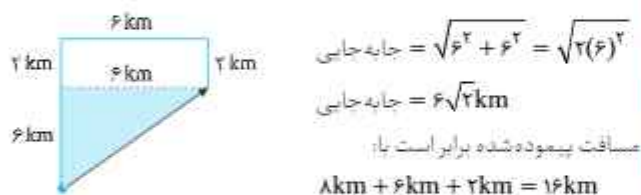
اما جابه‌جایی رضا برابر قطر دایره است. اگر نقطه A را که نقطه شروع حرکت است به نقطه B که نقطه پایان حرکت است وصل کنیم طول بردار جابه‌جایی رضا همان قطر دایره است.



۱۵) گزینه «۴»

۱۶) گزینه «۳»

۱۷) جابه‌جایی علی برابر طول وتر مثلث قائم‌الزاویه در شکل مقابل است که هر ضلع زاویه قائمه آن ۶km است.



۱۸) به دو دسته اصلی و فرعی.

۱۹) خیر؛ تعداد کمیت‌های فیزیکی بسیار زیاد است. از این رو تعیین یکای مستقل برای هر کمیت دشوار است. از آنجایی که کمیت‌های فیزیکی به کمک رابطه‌ها و تعریف‌های فیزیکی به یکدیگر وابسته هستند، این وابستگی کمک می‌کند که هر کمیت یکای مستقلی نداشته باشد. به طور مثال تندی نسبت مسافت پیموده شده به زمان است. پس یکای تندی نیز از تقسیم یکای طول بر یکای زمان به دست می‌آید.

$$m/s = \text{یکای تندی} \Rightarrow \frac{\text{یکای طول}}{\text{یکای زمان}} = \text{یکای تندی} \Rightarrow \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \text{تندی}$$

۲۰) یکای فرعی انرژی $kg \cdot m^2/s^2$ و یکای SI برای آن ژول (J) نام دارد.

جابه‌جایی $\times$ نیرو = انرژی

یکای جابه‌جایی $\times$ یکای نیرو = یکای انرژی

$$kg \cdot m^2/s^2 = \text{یکای انرژی} \Rightarrow \frac{kg \cdot m}{s^2} \times m = \text{یکای انرژی}$$

۲۱) متر؛ یک متر برابر یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال است.

۲۲) گزینه «۳»

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول، درست است.

عبارت دوم، نادرست؛ نیرو، انرژی و مساحت کمیت‌هایی فرعی و دما کمیتی اصلی است.

عبارت سوم، نادرست؛ سال نوری یکای طول است نه زمان.

۱) پدیده‌های طبیعت را بررسی می‌کنند و می‌کوشند الگوها و نظم‌های خاصی را میان آن‌ها بیابند. در بررسی پدیده‌ها از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند و آن‌ها را توسط آزمایش مورد آزمون قرار می‌دهند.

۲) در صورتی که نتایج آزمایش‌های جدید با نظریه یا مدل‌های قبلی سازگاری نداشته باشد، آن نظریه اصلاح و بازنگری می‌شود و یا حتی ممکن است تغییر کند.

۳) گزینه «۲»

بررسی عبارت‌ها:

ا) نادرست؛ آزمون پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیک نقطه قوت دانش فیزیک است. ب) نادرست؛ آزمایش و مشاهده در علم فیزیک اهمیت زیادی دارد ولی آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی است که با آن‌ها مواجه می‌شوند. پ) درست؛ چون ممکن است نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری و یا حتی تغییر و اصلاح نظریه‌های فیزیکی شوند.

۴) گزینه «۲»؛ اولین مدل اتمی، توپ بیلیارد و آخرین مدل اتمی ابر الکترونی توسط دالتون و شرودینگر مطرح شد.

۵) گزینه «۲»؛ (شکل آ) مربوط به مدل اتمی سیاره‌ای است که بعد از مدل هسته‌ای (شکل ب) و مدل یک کاشمش (شکل ج) آمده است.

۶) باید از اثرهای جزئی صرف‌نظر کنیم ولی اثرهای مهم و تعیین‌کننده را در نظر بگیریم.

۷) نور ماهیت موجی دارد ولی در مدل‌سازی آن، از این ماهیت موجی چشم‌پوشی می‌کنیم و انتشار نور را به شکل خط راست نشان می‌دهیم. از طرفی پرتوهای نور که از لیزر خارج شده‌اند همگی موازی رسم شده‌اند در صورتی که پراکندگی‌هایی دارند که از آن‌ها صرف‌نظر شده است و به طور موازی مدل‌سازی شده‌اند.

۸) خیر؛ در هنگام حرکت برگ درخت در هوا نمی‌توانیم از اثر مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم چرا که برگ درختان سبک هستند و جرم کمی دارند و اثر مقاومت هوا بر آن‌ها بیشتر از اجسام سنگین‌تر است.

۹) مکانیک شاخه‌ای از علم فیزیک است که در آن به بررسی حرکت اجسام و نیروهای وارد بر آن‌ها می‌پردازد و مدل‌سازی در آن کاربرد زیادی دارد. خیر؛ زیرا در این صورت تویی که به هوا پرتاب شده در یک مسیر مستقیم به حرکت خود ادامه می‌دهد و دیگر به زمین برنمی‌گردد.

۱۰) در فیزیک به هر چیزی که بتوانیم آن را اندازه‌گیری کنیم، مثل زمان کلاس فیزیک یا جرم اتومبیل، کمیت گفته می‌شود.

۱۱) کمیت‌های نرده‌ای تنها دارای عدد و یکای مناسب هستند و از جمع و تفریق ساده ریاضی پیروی می‌کنند. کمیت‌های برداری علاوه بر عدد و یکای مناسب دارای جهت نیز هستند و از قاعده جمع برداری پیروی می‌کنند.

۱۲) گزینه «۱»

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول؛ نادرست؛ جریان الکتریکی کمیتی نرده‌ای است.

عبارت دوم؛ درست؛ به طور مثال بردار شتاب را با $\vec{a}$ نمایش می‌دهیم.

عبارت سوم؛ درست؛ در فیزیک اعداد به تنهایی معنا ندارند و ذکر عدد به همراه یکا برای هر کمیت لازم و ضروری است.

..... (۳۳) (۴)

$$\frac{\text{یکای انرژی}}{\text{یکای زمان}} = \frac{\text{یکای توان}}{\text{یکای زمان}} \Rightarrow \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}} = \frac{\text{توان}}{\text{زمان}}$$

$$\frac{\text{kg.m}^2}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg.m}^2}{\text{s}^2} = \text{kg.m}^2 / \text{s}^2$$

..... (۳۴) (۴) (آ) به طور مستقل، ب) یکای نجومی

..... (۳۵) (۴) گزینه «۴» زمان، دما، شدت روشنایی و جریان الکتریکی همگی اصلی هستند.

..... (۳۶) (۴) گزینه «۴»

بررسی گزینه‌ها:

در گزینه «۱» تبدی، در گزینه «۲» فشار و در گزینه «۳» نیرو و شتاب فرعی هستند. در حالی که در گزینه «۴» همگی فرعی هستند.

..... (۳۷) (۳) و (۴) گزینه «۳»

بررسی گزینه‌ها:

در گزینه «۱» مساحت، در گزینه «۲» سرعت و فشار و در گزینه «۳» هر سه مورد همگی فرعی هستند. فقط در گزینه «۴» همه کمیت‌ها توده‌ای و اصلی می‌باشند.

..... (۳۸) (۴) گزینه «۴» یکای فرعی توان و انرژی را به دست می‌آوریم:

بررسی گزینه‌ها:

رد گزینه‌های «۱» و «۴»:

$$\frac{\text{یکای انرژی}}{\text{یکای زمان}} = \frac{\text{یکای توان}}{\text{یکای زمان}} \Rightarrow \frac{\text{kg.m}^2}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg.m}^2}{\text{s}^2} = \text{kg.m}^2 / \text{s}^2$$

رد گزینه «۲»:

$$\text{یکای شتاب} \times \text{یکای جرم} = \text{یکای نیرو}$$

..... (۳۹) (۴) گزینه «۳» یکای فرعی نیرو $\text{kg.m} / \text{s}^2$ و یکای فرعی انرژی $\text{kg.m}^2 / \text{s}^2$ است. (رد گزینه‌های «۱» و «۲») یکای فرعی توان $\text{kg.m}^2 / \text{s}^2$ است. (رد گزینه «۴»)

..... (۴۰) (۴) و (۵) ابتدائاً را به کیلوگرم، کیلوگرم را به گرم، گرم را به مثقال، مثقال را به من تبریز و سپس من تبریز را به خروار تبدیل می‌کنیم. یعنی از ۵ ضرب تبدیل استفاده می‌کنیم.

خروار = ? ton

$$1 \text{ ton} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ مثقال}}{4/6 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ من تبریز}}{640 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ خروار}}{100 \text{ من تبریز}} = \frac{1000 \times 1000 \times \text{خروار}}{4/6 \times 640 \times 100}$$

..... (۴۱) (۵)

$$60 \text{ min} \times \frac{1 \text{ ساعت}}{60 \text{ min}} \times \frac{24 \text{ روز}}{1 \text{ ساعت}} \times \frac{365 \text{ روز}}{1 \text{ سال}} \times \frac{100 \text{ میلیارد}}{1 \text{ میلیارد}} \times \frac{1 \text{ میکروفرقند}}{10^6 \text{ فرکانس}} = 2 \times 10^{-6} \text{ میکروفرقند}$$

$$2 \times 10^{-6} \times 10^4 \times 365 \times 24 \times 60 \text{ min} = 105/1 \text{ min}$$

$$\frac{3/7 \text{ m}}{14 \text{ روز}} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} \times \frac{1 \text{ روز}}{86400 \text{ s}} = \frac{3/7}{14 \times 86400 \times 10^{-6}} \mu\text{m} / \text{s}$$

..... (۴۲) (۵)

$$1/0.05 \times 10^4 = 1/0.5 \times 10^{-2} \times 10^4 = 1/0.5 \times 10^2$$

$$\text{ب) } 782000 = 7/82 \times 10^6$$

$$\text{ب) } 52/06 \times 10^{-5} = 5/306 \times 10^{-1} \times 10^{-5} = 5/306 \times 10^{-2}$$

..... (۳۳) (۵) در جدول یسوند یکاها هر سانی برابر 10^{-2} و هر کیلو برابر 10^3 است. حالا به روش زنجیره‌ای تبدیل واحدها را انجام می‌دهیم:

$$63/5 \text{ km} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ min}}{10^{-2} \text{ m}} \times \frac{1 \text{ in}}{2/54 \text{ min}} = 25 \times 10^5 \text{ in}$$

$$63/5 \text{ km} = 2/5 \times 10^5 \text{ in}$$

..... (۳۴) (۵) ابتدا تبدی کشنی را به یکای متر بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

$$22 = \square \text{ km} / \text{h}$$

$$22 \times \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 11 \text{ m} / \text{s}$$

حالا یکای m / s را به km / h تبدیل می‌کنیم:

$$11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1/1 \times 36 \text{ km} / \text{h} = 39/6 \text{ km} / \text{h}$$

..... (۳۵) (۵) ردیف «۱» $\text{kg} - \text{m} - 10^{-2}$

ردیف «۲» میکرو- $\text{M} - 10^6$

ردیف «۳» پیکو- 10^{-12} - ترا- 10^{12}

$$\text{آ) } 70 \times 10^{-7} \text{ m} \times \frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}} = 70 \times 10^{-2} \text{ nm} = 7 \times 10^3 \text{ nm}$$

$$\text{ب) } 70 \times 10^{-7} \text{ m} \times \frac{1 \text{ pm}}{10^{-12} \text{ m}} = 70 \times 10^5 \text{ pm} = 7 \times 10^6 \text{ pm}$$

$$\text{پ) } 0/175 \times 10^{-12} \text{ m} \times \frac{1 \text{ Gm}}{10^9 \text{ m}} = 0/175 \times 10^{-22} \text{ Gm} = 1/75 \times 10^{-22} \text{ Gm}$$

$$\text{ت) } 0/175 \times 10^{-12} \text{ m} \times \frac{1 \text{ Mm}}{10^6 \text{ m}} = 0/175 \times 10^{-18} \text{ Mm} = 1/75 \times 10^{-20} \text{ Mm}$$

$$\text{ث) } 100 \times 10^{-6} \text{ kg} \times \frac{1 \text{ Tg}}{10^{12} \text{ kg}} = 100 \times 10^{-18} \text{ Tg} = 1 \times 10^{-17} \text{ Tg}$$

$$\text{ه) } 100 \times 10^{-6} \text{ kg} \times \frac{1 \text{ cg}}{10^{-2} \text{ kg}} = 100 \times 10^{-4} \text{ cg} = 1 \times 10^{-2} \text{ cg}$$

$$\text{ی) } 1 \times 10^{-9} \text{ s} \times \frac{1 \mu\text{s}}{10^{-6} \text{ s}} = 1 \times 10^{-3} \mu\text{s}$$

$$\text{و) } 1 \times 10^{-9} \text{ s} \times \frac{1 \text{ ms}}{10^{-3} \text{ s}} = 1 \times 10^{-6} \text{ ms}$$

..... (۳۷) (۵) گزینه «۴» در سازگاری یکاها باید یکاهای دو طرف رابطه بر حسب SI

باشند. از طرفی وقتی دو کمیت هم جنس و هم یکا هستند می‌توانند با هم جمع شوند. بنابراین یکای Δx همان یکای $\frac{1}{2} a t^2$ و یکای $v t$ است. پس می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta x \text{ یکای} = a \text{ یکای} \times t^2 \text{ یکای} \Rightarrow m = a \text{ یکای} \times s^2 \Rightarrow a \text{ یکای} = m / s^2$$

$$\Delta x \text{ یکای} = v \text{ یکای} \times t \text{ یکای} \Rightarrow m = v \text{ یکای} \times s \Rightarrow v \text{ یکای} = m / s$$

..... (۳۸) (۵) گزینه «۱» کافی است سازگاری یکاها در دو طرف رابطه برقرار باشد:

$$F \text{ یکای} = k \text{ یکای} \times \frac{q_1 \text{ یکای} \times q_2 \text{ یکای}}{r^2 \text{ یکای}} \Rightarrow N = k \text{ یکای} \times \frac{C \times C}{m^2}$$

$$k \text{ یکای} = N.m^2 / C^2$$

..... (۳۹) (۵) ۱- دقت وسیله اندازه‌گیری، ۲- مهارت شخص آزمایشگر، ۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری

..... (۴۰) (۴) در شکل (آ) بین صفر تا ۲۰۰g به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است.

$$\text{دقت} = \frac{200 \text{ g}}{10} = 20 \text{ g}$$

در شکل (ب) کوچک‌ترین ارزش مکانی عدد ۱۶/۶۷mm برابر ۰/۰۱ میلی‌متر است.

$$\Lambda_A \times v_A = \Lambda_B \times v_B \quad (۰/۲۵) \quad \text{[۱۶]}$$

$$\Rightarrow v_A = \frac{\Lambda_B \times v_B}{\Lambda_A} = \frac{\pi \times r_B^2 \times 12}{\pi \times r_A^2} = \frac{12}{4} \quad (۰/۵) = 3 \text{ m/s} \quad (۰/۲۵)$$

$$W_t = K_f - K_i \Rightarrow F \times d \times \cos \theta = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \quad (۰/۵) \quad \text{[۱۷]}$$

$$\Rightarrow 60 \times 1/5 \times \cos(0) = \frac{1}{2} \times 0.2 \times v^2 \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow v^2 = 600 \Rightarrow v = 24.5 \text{ m/s} \quad (۰/۲۵)$$

$$E_i = E_f \Rightarrow K_i + U_i = K_f + U_f \quad (۰/۲۵) \quad \text{[۱۸]}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times m \times v^2 + m \times 10 \times 2 = \frac{1}{2} \times m \times 16 + m \times 10 \times 3 \quad (۰/۵)$$

$$\Rightarrow v^2 = 36 \Rightarrow v = 6 \text{ m/s} \quad (۰/۲۵)$$

$$\text{بازده} = \frac{W_{\text{مفيد}}}{W_{\text{ج}} \times 100} \quad (۰/۲۵) \quad \text{[۱۹]}$$

$$\text{بازده} = \frac{\frac{1}{2} \times m \times v^2}{1000} \times 100 \quad (۰/۵) \Rightarrow \text{بازده} = \frac{\frac{1}{2} \times 20 \times 18}{1000} = 18\% \quad (۰/۲۵)$$

$$\text{[۲۰]} \quad \text{[۲۱]} \quad \text{[۲۲]} \quad \text{[۲۳]} \quad \text{[۲۴]} \quad \text{[۲۵]} \quad \text{[۲۶]} \quad \text{[۲۷]} \quad \text{[۲۸]} \quad \text{[۲۹]} \quad \text{[۳۰]} \quad \text{[۳۱]} \quad \text{[۳۲]} \quad \text{[۳۳]} \quad \text{[۳۴]} \quad \text{[۳۵]} \quad \text{[۳۶]} \quad \text{[۳۷]} \quad \text{[۳۸]} \quad \text{[۳۹]} \quad \text{[۴۰]}$$

$$V = \pi \times r^2 \times h = 600 \text{ cm}^3 \quad (۰/۵)$$

$$\Delta V = V_i \times (\alpha \times \Delta T)$$

$$\Rightarrow \Delta V = 600 \times (4/5 \times 10^{-5}) \times 50 \quad (۰/۵)$$

$$\Rightarrow \Delta V = 1/25 \text{ cm}^3 \quad (۰/۲۵)$$

$$Q_i + Q_f + Q_r = 0 \quad (۰/۲۵) \quad \text{[۴۱]}$$

$$\Rightarrow m_i c_i \Delta T_i + m_f c_f \Delta T_f + C \Delta T_r = 0 \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow 0.5 \times 4200 \times 5 + 0.4 \times c \times (-50) + 200 \times (5) = 0 \quad (۰/۵)$$

$$\Rightarrow 10500 - 20c + 1000 = 0 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow c = 575 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \quad (۰/۲۵)$$

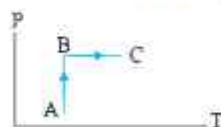
$$\text{[۴۲]} \quad \text{[۴۳]} \quad \text{[۴۴]} \quad \text{[۴۵]} \quad \text{[۴۶]} \quad \text{[۴۷]} \quad \text{[۴۸]} \quad \text{[۴۹]} \quad \text{[۵۰]} \quad \text{[۵۱]} \quad \text{[۵۲]} \quad \text{[۵۳]} \quad \text{[۵۴]} \quad \text{[۵۵]} \quad \text{[۵۶]} \quad \text{[۵۷]} \quad \text{[۵۸]} \quad \text{[۵۹]} \quad \text{[۶۰]}$$

$$\text{[۵۱]} \quad \text{[۵۲]} \quad \text{[۵۳]} \quad \text{[۵۴]} \quad \text{[۵۵]} \quad \text{[۵۶]} \quad \text{[۵۷]} \quad \text{[۵۸]} \quad \text{[۵۹]} \quad \text{[۶۰]} \quad \text{[۶۱]} \quad \text{[۶۲]} \quad \text{[۶۳]} \quad \text{[۶۴]} \quad \text{[۶۵]} \quad \text{[۶۶]} \quad \text{[۶۷]} \quad \text{[۶۸]} \quad \text{[۶۹]} \quad \text{[۷۰]}$$

$$T_i = 273 + \theta_i = 300 \text{ K} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f} \Rightarrow \frac{20}{300} = \frac{25}{T_f} \quad (۰/۵) \Rightarrow T_f = 375 \text{ K} = 102^\circ\text{C} \quad (۰/۲۵)$$

$$\text{[۷۱]} \quad \text{[۷۲]} \quad \text{[۷۳]} \quad \text{[۷۴]} \quad \text{[۷۵]} \quad \text{[۷۶]} \quad \text{[۷۷]} \quad \text{[۷۸]} \quad \text{[۷۹]} \quad \text{[۸۰]} \quad \text{[۸۱]} \quad \text{[۸۲]} \quad \text{[۸۳]} \quad \text{[۸۴]} \quad \text{[۸۵]} \quad \text{[۸۶]} \quad \text{[۸۷]} \quad \text{[۸۸]} \quad \text{[۸۹]} \quad \text{[۹۰]}$$



$$P_i \times V_i = P_f \times V_f \Rightarrow P_f = \frac{P_i V_i}{V_f} = P_{\text{atm}} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow W = -Q \quad (۰/۵)$$

$$S = |W| = 800 \text{ J} \Rightarrow Q = -800 \text{ J} \quad (۰/۲۵)$$

$$\eta = \frac{W}{Q_H} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow 0.4 = \frac{W}{1000} \Rightarrow W = 400 \text{ J} \quad (۰/۲۵)$$

$$Q_H = Q_L + W \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow Q_L = 1000 - 400 = 600 \text{ J} \quad (۰/۲۵)$$

$$\text{[۹۱]} \quad \text{[۹۲]} \quad \text{[۹۳]} \quad \text{[۹۴]} \quad \text{[۹۵]} \quad \text{[۹۶]} \quad \text{[۹۷]} \quad \text{[۹۸]} \quad \text{[۹۹]} \quad \text{[۱۰۰]}$$

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{3 \times V_i}{273 + 273} = \frac{4 \times V_f}{273 + 273} \Rightarrow V_f = \frac{3}{4} V_i \quad (۰/۵)$$

$$V_i - 2 = V_f \Rightarrow V_i - 2 = \frac{3}{4} V_i \Rightarrow \frac{1}{4} V_i = 2 \Rightarrow V_i = 8 \text{ L} \quad (۰/۵)$$

$$\text{[۱۰۱]} \quad \text{[۱۰۲]} \quad \text{[۱۰۳]} \quad \text{[۱۰۴]} \quad \text{[۱۰۵]} \quad \text{[۱۰۶]} \quad \text{[۱۰۷]} \quad \text{[۱۰۸]} \quad \text{[۱۰۹]} \quad \text{[۱۱۰]}$$

$$\text{[۱۱۱]} \quad \text{[۱۱۲]} \quad \text{[۱۱۳]} \quad \text{[۱۱۴]} \quad \text{[۱۱۵]} \quad \text{[۱۱۶]} \quad \text{[۱۱۷]} \quad \text{[۱۱۸]} \quad \text{[۱۱۹]} \quad \text{[۱۲۰]}$$

$$\text{[۱۲۱]} \quad \text{[۱۲۲]} \quad \text{[۱۲۳]} \quad \text{[۱۲۴]} \quad \text{[۱۲۵]} \quad \text{[۱۲۶]} \quad \text{[۱۲۷]} \quad \text{[۱۲۸]} \quad \text{[۱۲۹]} \quad \text{[۱۳۰]}$$

$$\text{[۱۳۱]} \quad \text{[۱۳۲]} \quad \text{[۱۳۳]} \quad \text{[۱۳۴]} \quad \text{[۱۳۵]} \quad \text{[۱۳۶]} \quad \text{[۱۳۷]} \quad \text{[۱۳۸]} \quad \text{[۱۳۹]} \quad \text{[۱۴۰]}$$

$$PV = nRT \quad (۰/۲۵)$$

$$\text{[۱۴۱]} \quad \text{[۱۴۲]} \quad \text{[۱۴۳]} \quad \text{[۱۴۴]} \quad \text{[۱۴۵]} \quad \text{[۱۴۶]} \quad \text{[۱۴۷]} \quad \text{[۱۴۸]} \quad \text{[۱۴۹]} \quad \text{[۱۵۰]}$$

$$\Rightarrow 3 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-2} = 1 \times 8 \times T$$

$$\Rightarrow T = \frac{6 \times 10^7}{8} = 7500 \text{ K} \quad (۰/۵)$$

$$W = S = 5 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-2} = 1500 \text{ J} \quad (۰/۵)$$

$$\text{[۱۵۱]} \quad \text{[۱۵۲]} \quad \text{[۱۵۳]} \quad \text{[۱۵۴]} \quad \text{[۱۵۵]} \quad \text{[۱۵۶]} \quad \text{[۱۵۷]} \quad \text{[۱۵۸]} \quad \text{[۱۵۹]} \quad \text{[۱۶۰]}$$

$$W > 0 \quad \text{چرخه یادساعتگرد}$$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W = -1500 \text{ J} \quad (۰/۵)$$

$$\text{[۱۶۱]} \quad \text{[۱۶۲]} \quad \text{[۱۶۳]} \quad \text{[۱۶۴]} \quad \text{[۱۶۵]} \quad \text{[۱۶۶]} \quad \text{[۱۶۷]} \quad \text{[۱۶۸]} \quad \text{[۱۶۹]} \quad \text{[۱۷۰]}$$

پاسخ آزمون شماره (۶)

$$\text{[۱]} \quad \text{[۲]} \quad \text{[۳]} \quad \text{[۴]} \quad \text{[۵]} \quad \text{[۶]} \quad \text{[۷]} \quad \text{[۸]} \quad \text{[۹]} \quad \text{[۱۰]}$$

$$\text{[۱۱]} \quad \text{[۱۲]} \quad \text{[۱۳]} \quad \text{[۱۴]} \quad \text{[۱۵]} \quad \text{[۱۶]} \quad \text{[۱۷]} \quad \text{[۱۸]} \quad \text{[۱۹]} \quad \text{[۲۰]}$$

$$\text{[۲۱]} \quad \text{[۲۲]} \quad \text{[۲۳]} \quad \text{[۲۴]} \quad \text{[۲۵]} \quad \text{[۲۶]} \quad \text{[۲۷]} \quad \text{[۲۸]} \quad \text{[۲۹]} \quad \text{[۳۰]}$$

$$\text{[۳۱]} \quad \text{[۳۲]} \quad \text{[۳۳]} \quad \text{[۳۴]} \quad \text{[۳۵]} \quad \text{[۳۶]} \quad \text{[۳۷]} \quad \text{[۳۸]} \quad \text{[۳۹]} \quad \text{[۴۰]}$$

$$\text{[۴۱]} \quad \text{[۴۲]} \quad \text{[۴۳]} \quad \text{[۴۴]} \quad \text{[۴۵]} \quad \text{[۴۶]} \quad \text{[۴۷]} \quad \text{[۴۸]} \quad \text{[۴۹]} \quad \text{[۵۰]}$$

$$\text{[۵۱]} \quad \text{[۵۲]} \quad \text{[۵۳]} \quad \text{[۵۴]} \quad \text{[۵۵]} \quad \text{[۵۶]} \quad \text{[۵۷]} \quad \text{[۵۸]} \quad \text{[۵۹]} \quad \text{[۶۰]}$$

$$\text{[۶۱]} \quad \text{[۶۲]} \quad \text{[۶۳]} \quad \text{[۶۴]} \quad \text{[۶۵]} \quad \text{[۶۶]} \quad \text{[۶۷]} \quad \text{[۶۸]} \quad \text{[۶۹]} \quad \text{[۷۰]}$$

$$\text{[۷۱]} \quad \text{[۷۲]} \quad \text{[۷۳]} \quad \text{[۷۴]} \quad \text{[۷۵]} \quad \text{[۷۶]} \quad \text{[۷۷]} \quad \text{[۷۸]} \quad \text{[۷۹]} \quad \text{[۸۰]}$$

$$\text{[۸۱]} \quad \text{[۸۲]} \quad \text{[۸۳]} \quad \text{[۸۴]} \quad \text{[۸۵]} \quad \text{[۸۶]} \quad \text{[۸۷]} \quad \text{[۸۸]} \quad \text{[۸۹]} \quad \text{[۹۰]}$$

$$\text{[۹۱]} \quad \text{[۹۲]} \quad \text{[۹۳]} \quad \text{[۹۴]} \quad \text{[۹۵]} \quad \text{[۹۶]} \quad \text{[۹۷]} \quad \text{[۹۸]} \quad \text{[۹۹]} \quad \text{[۱۰۰]}$$

$$\text{[۱۰۱]} \quad \text{[۱۰۲]} \quad \text{[۱۰۳]} \quad \text{[۱۰۴]} \quad \text{[۱۰۵]} \quad \text{[۱۰۶]} \quad \text{[۱۰۷]} \quad \text{[۱۰۸]} \quad \text{[۱۰۹]} \quad \text{[۱۱۰]}$$

$$\text{[۱۱۱]} \quad \text{[۱۱۲]} \quad \text{[۱۱۳]} \quad \text{[۱۱۴]} \quad \text{[۱۱۵]} \quad \text{[۱۱۶]} \quad \text{[۱۱۷]} \quad \text{[۱۱۸]} \quad \text{[۱۱۹]} \quad \text{[۱۲۰]}$$

$$\text{[۱۲۱]} \quad \text{[۱۲۲]} \quad \text{[۱۲۳]} \quad \text{[۱۲۴]} \quad \text{[۱۲۵]} \quad \text{[۱۲۶]} \quad \text{[۱۲۷]} \quad \text{[۱۲۸]} \quad \text{[۱۲۹]} \quad \text{[۱۳۰]}$$

$$\text{[۱۳۱]} \quad \text{[۱۳۲]} \quad \text{[۱۳۳]} \quad \text{[۱۳۴]} \quad \text{[۱۳۵]} \quad \text{[۱۳۶]} \quad \text{[۱۳۷]} \quad \text{[۱۳۸]} \quad \text{[۱۳۹]} \quad \text{[۱۴۰]}$$

$$\text{[۱۴۱]} \quad \text{[۱۴۲]} \quad \text{[۱۴۳]} \quad \text{[۱۴۴]} \quad \text{[۱۴۵]} \quad \text{[۱۴۶]} \quad \text{[۱۴۷]} \quad \text{[۱۴۸]} \quad \text{[۱۴۹]} \quad \text{[۱۵۰]}$$

$$\text{[۱۵۱]} \quad \text{[۱۵۲]} \quad \text{[۱۵۳]} \quad \text{[۱۵۴]} \quad \text{[۱۵۵]} \quad \text{[۱۵۶]} \quad \text{[۱۵۷]} \quad \text{[۱۵۸]} \quad \text{[۱۵۹]} \quad \text{[۱۶۰]}$$

$$\text{[۱۶۱]} \quad \text{[۱۶۲]} \quad \text{[۱۶۳]} \quad \text{[۱۶۴]} \quad \text{[۱۶۵]} \quad \text{[۱۶۶]} \quad \text{[۱۶۷]} \quad \text{[۱۶۸]} \quad \text{[۱۶۹]} \quad \text{[۱۷۰]}$$

$$\text{[۱۷۱]} \quad \text{[۱۷۲]} \quad \text{[۱۷۳]} \quad \text{[۱۷۴]} \quad \text{[۱۷۵]} \quad \text{[۱۷۶]} \quad \text{[۱۷۷]} \quad \text{[۱۷۸]} \quad \text{[۱۷۹]} \quad \text{[۱۸۰]}$$

$$\text{[۱۸۱]} \quad \text{[۱۸۲]} \quad \text{[۱۸۳]} \quad \text{[۱۸۴]} \quad \text{[۱۸۵]} \quad \text{[۱۸۶]} \quad \text{[۱۸۷]} \quad \text{[۱۸۸]} \quad \text{[۱۸۹]} \quad \text{[۱۹۰]}$$

$$\text{[۱۹۱]} \quad \text{[۱۹۲]} \quad \text{[۱۹۳]} \quad \text{[۱۹۴]} \quad \text{[۱۹۵]} \quad \text{[۱۹۶]} \quad \text{[۱۹۷]} \quad \text{[۱۹۸]} \quad \text{[۱۹۹]} \quad \text{[۲۰۰]}$$

$$\text{[۲۰۱]} \quad \text{[۲۰۲]} \quad \text{[۲۰۳]} \quad \text{[۲۰۴]} \quad \text{[۲۰۵]} \quad \text{[۲۰۶]} \quad \text{[۲۰۷]} \quad \text{[۲۰۸]} \quad \text{[۲۰۹]} \quad \text{[۲۱۰]}$$

$$\text{[۲۱۱]} \quad \text{[۲۱۲]} \quad \text{[۲۱۳]} \quad \text{[۲۱۴]} \quad \text{[۲۱۵]} \quad \text{[۲۱۶]} \quad \text{[۲۱۷]} \quad \text{[۲۱۸]} \quad \text{[۲۱۹]} \quad \text{[۲۲۰]}$$

$$\text{[۲۲۱]} \quad \text{[۲۲۲]} \quad \text{[۲۲۳]} \quad \text{[۲۲۴]} \quad \text{[۲۲۵]} \quad \text{[۲۲۶]} \quad \text{[۲۲۷]} \quad \text{[۲۲۸]} \quad \text{[۲۲۹]} \quad \text{[۲۳۰]}$$

$$\text{[۲۳۱]} \quad \text{[۲۳۲]} \quad \text{[۲۳۳]} \quad \text{[۲۳۴]} \quad \text{[۲۳۵]} \quad \text{[۲۳۶]} \quad \text{[۲۳۷]} \quad \text{[۲۳۸]} \quad \text{[۲۳۹]} \quad \text{[۲۴۰]}$$

$$\text{[۲۴۱]} \quad \text{[۲۴۲]} \quad \text{[۲۴۳]} \quad \text{[۲۴۴]} \quad \text{[۲۴۵]} \quad \text{[۲۴۶]} \quad \text{[۲۴۷]} \quad \text{[۲۴۸]} \quad \text{[۲۴۹]} \quad \text{[۲۵۰]}$$

$$\text{[۲۵۱]} \quad \text{[۲۵۲]} \quad \text{[۲۵۳]} \quad \text{[۲۵۴]} \quad \text{[۲۵۵]} \quad \text{[۲۵۶]} \quad \text{[۲۵۷]} \quad \text{[۲۵۸]} \quad \text{[۲۵۹]} \quad \text{[۲۶۰]}$$

$$\text{[۲۶۱]} \quad \text{[۲۶۲]} \quad \text{[۲۶۳]} \quad \text{[۲۶۴]} \quad \text{[۲۶۵]} \quad \text{[۲۶۶]} \quad \text{[۲۶۷]} \quad \text{[۲۶۸]} \quad \text{[۲۶۹]} \quad \text{[۲۷۰]}$$

$$\text{[۲۷۱]} \quad \text{[۲۷۲]} \quad \text{[۲۷۳]} \quad \text{[۲۷۴]} \quad \text{[۲۷۵]} \quad \text{[۲۷۶]} \quad \text{[۲۷۷]} \quad \text{[۲۷۸]} \quad \text{[۲۷۹]} \quad \text{[۲۸۰]}$$

$$\text{[۲۸۱]} \quad \text{[۲۸۲]} \quad \text{[۲۸۳]} \quad \text{[۲۸۴]} \quad \text{[۲۸۵]} \quad \text{[۲۸۶]} \quad \text{[۲۸۷]} \quad \text{[۲۸۸]} \quad \text{[۲۸۹]} \quad \text{[۲۹۰]}$$

$$\text{[۲۹۱]} \quad \text{[۲۹۲]} \quad \text{[۲۹۳]} \quad \text{[۲۹۴]} \quad \text{[۲۹۵]} \quad \text{[۲۹۶]} \quad \text{[۲۹۷]} \quad \text{[۲۹۸]} \quad \text{[۲۹۹]} \quad \text{[۳۰۰]}$$

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

۱ قانون و نظریه‌های فیزیکی

فیزیک دانان پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و آن‌ها را در قالب مدل، نظریه و قانون فیزیکی بیان می‌کنند. مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییرات شوند؛ مثل مدل اتمی. ویژگی آزمون پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی نقطه قوت دانش فیزیک است. آن چه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی است که با آن‌ها مواجه می‌شوند.

۲ مدل‌سازی

فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی آن قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود. در مدل‌سازی اثرهای جزئی را نادیده می‌گیریم؛ نه اثرهای مهم و تعیین کننده را. مدل‌سازی حرکت توپ بسکتبال در هوا به گونه‌ای است که توپ یک ذره یا جسم نقطه‌ای در نظر گرفته می‌شود. از اثر باد و مقاومت هوا صرف نظر می‌شود و نیروی وزن وارد بر توپ با تغییر فاصله آن از زمین ثابت در نظر گرفته می‌شود.

۳ کمیت‌های نرده‌ای و برداری

به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، کمیت می‌گوییم؛ مثل تندی، طول، جرم و ... برای بیان کمیت‌های نرده‌ای تنها از عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌کنیم؛ مثل طول، جرم، انرژی، تندی، مسافت و ... برای بیان کمیت‌های برداری علاوه بر عدد و یکای مناسب باید جهت آن را نیز بیان کنیم، مثل جابه‌جایی، سرعت، شتاب، نیرو و ...

۴ کمیت‌ها و یکاهای اصلی و فرعی

برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهایی نیاز داریم که تغییر نکنند و دارای قابلیت باز تولید در مکان‌های مختلف باشند. ۷ کمیت که یکای مستقلی دارند و اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را تشکیل می‌دهند، کمیت‌های اصلی هستند و یکاهای آن‌ها را یکاهای اصلی می‌گوییم. طول (متر)، جرم (کیلوگرم)، زمان (ثانیه)، دما (کلوین)، مقدار ماده (مول)، جریان الکتریکی (آمپر) و شدت روشنایی (کندل یا شمع) همگی اصلی هستند. سایر کمیت‌ها به جز ۷ کمیت اصلی، همگی فرعی هستند که یکاهای آن‌ها به کمک رابطه‌ها و معادله‌های فیزیکی به یکاهای اصلی وابسته هستند. مثل مساحت، تندی، فشار، نیرو و ... همگی فرعی هستند. در فیزیک برای برخی از یکاهای پر کاربرد نام مخصوصی قرار داده‌اند؛ مثلاً یکای نیرو (kg m/s^2) را در SI نیوتون می‌گوییم.

۵ تبدیل یکاها و نمادگذاری علمی

در روش تبدیل زنجیره‌ای، برای تبدیل یکاها، عدد به همراه یکای داده شده را در ضرایب تبدیل مورد نیاز ضرب می‌کنیم:

$$36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = ? \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$125 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} = ? \frac{\text{m}^2}{\text{min}}$$

$$125 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} \times \left(\frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right)^2 \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 7500 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{min}}$$

• سازگاری یکاها

در جایگذاری اندازه هر کمیت در رابطه‌ها، باید یکای دو طرف رابطه با هم برابر باشند. پیشوندهای یکاهای زیر را به خاطر بسپارید:

ترا	گیگا	مگا	کیلو	پیکو	نانو	میکرو	میلی	سانتی	پیشوند
(T)	(G)	(M)	(k)	(p)	(n)	(μ)	(m)	(c)	
10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	ضریب

• نمادگذاری علمی

$$160 \times 10^{-15} \mu\text{C} \xrightarrow{\text{نماد علمی}} 1/60 \times 10^2 \times 10^{-15}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{60} \times 10^{-13} \mu\text{C}$$

توان صحیح ۱۰ تا ۱۰۰ عددی بین ۱ تا ۱۰

۶ عوامل مهم در افزایش دقت اندازه‌گیری

دقت وسیله اندازه‌گیری: دقت وسیله اندازه‌گیری مدرج برابر کمینه درجه‌بندی آن ابزار است.

دقت وسیله اندازه‌گیری دیجیتالی: برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند.

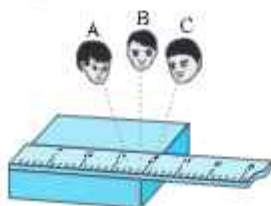
کمینه درجه بندی این خط‌کش، ۱mm است.



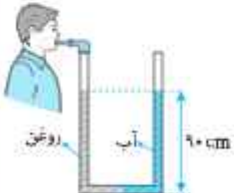
دقت این خط‌کش ۱mm است.



مهارت شخصی آزمایشگر: مهارت در نحوه خواندن نتیجه اندازه‌گیری باعث کاهش خطا و افزایش دقت اندازه‌گیری می‌شود.



تعداد دفعات اندازه‌گیری: اندازه‌گیری‌ها را چند بار تکرار و از بین آن‌ها میانگین‌گیری می‌کنیم. اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشد، در میانگین‌گیری، آن‌ها را به حساب نمی‌آوریم.

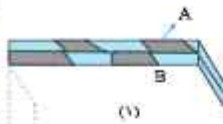
سؤالات آزمون خردادماه: فیزیک (۱)		آزمون شماره (۷)		پایه دهم دوره دوم متوسطه		ساعت شروع: ۱۰:۳۰	
نام و نام خانوادگی:		رشته ریاضی فیزیک		تعداد صفحه: ۲		تاریخ: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲	
نام و نام خانوادگی:		مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه					
دانش آموزان روزانه، بزرگسال، داوطلب آزاد، آموزش از راه دور و ایثارگر داخل و خارج کشور خرداد ۱۴۰۳							
ردیف		سؤالات (پاسخنامه دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.					
نمره							
۱/۲۵	۱	درستی و نادرستی جمله‌های زیر را با نوشتن واژه‌های «درست» و «نادرست» در پاسخ برگ مشخص کنید. الف) شتاب یک کمیت برداری است. ب) هر چه قطر لوله موئین کمتر باشد، ارتفاع ستون آب در آن کمتر است. پ) انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی ندارد. ت) در انتقال گرما به روش رسانش، سهم الکترون‌های آزاد بیشتر از ارتعاشات اتمی است. ث) تمامی دستگاه‌های ترمودینامیکی در نزدیکی حالت تعادل مورد مطالعه قرار می‌گیرند.					
۱	۲	در هر یک از جمله‌های زیر، واژه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید. الف) در مدل سازی حرکت توپ بسکتبال - می‌توانیم (مقاومت هوا - نیروی جاذبه زمین) را نادیده بگیریم. ب) وقتی مایعی را به آهستگی سرد می‌کنیم، اغلب جامد (بلورین - بی شکل) تشکیل می‌شود. پ) افزایش دما باعث (کاهش - افزایش) چگالی اغلب اجسام می‌شود. ت) قانون (اول - دوم) ترمودینامیک بیانگر قانون پایستگی انرژی است.					
۱	۳	هر یک از جمله‌های زیر را با عبارت مناسب کامل کنید. الف) مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید، یک می‌نامند. ب) ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی از تشکیل شده است. پ) اگر تندی جسمی دو برابر شود، انرژی جنبشی آن برابر می‌شود. ت) در دماسنج ترموکوپل، کمیت دماسنجی است.					
۰/۷۵	۴	الف) شکل روبه‌رو یک ریزسج را نشان می‌دهد. دقت این ریزسج چند میلی‌متر است؟ 					
۰/۷۵	۵	ب) چهار دانش آموز طول یک مداد را در آزمایشگاه اندازه‌گیری کرده‌اند و مقادیر زیر را ثبت کرده‌اند. طول این مداد چند سانتی‌متر گزارش می‌شود؟ $15 / 2 \text{ cm}$, $15 / 4 \text{ cm}$, $16 / 1 \text{ cm}$, $15 / 3 \text{ cm}$					
۰/۵	۶	گیاهی در مدت ۱۲ روز، $2 / 6$ متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه را بر حسب میلی‌متر بر ساعت (mm / h) بنویسید.					
۱/۵	۷	چگالی فلزی $15 \text{ g} / \text{cm}^3$ می‌باشد. جرم قطعه‌ای از این فلز به حجم 4 cm^3 چند گرم است؟ به سؤالات زیر پاسخ دهید.					
۱	۸	الف) چرا هنگام شستن ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرفشویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟ ب) چرا توربیلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ پ) چرا نیروی شناوری برای جسمی که در یک شاره قرار دارد، رو به بالاست؟					
۱	۹	در یک عملیات آتش‌نشانی آب با تندی $1 / 5 \text{ m} / \text{s}$ از لوله وارد شیر ورودی به شعاع 10 cm می‌شود. اگر شعاع قسمت خروجی شیر $2 / 5 \text{ cm}$ باشد، تندی خروج آب را بر حسب m / s به دست آورید.					
۱	۱۰	شخصی مطابق شکل درون لوله U شکلی می‌دمد. درون لوله حجم مساوی از آب و روغن در حال تعادل وجود دارد. فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه این شخص چند پاسکال است؟ $(\rho = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3, \rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3, \rho_{\text{روغن}} = 800 \text{ kg} / \text{m}^3, g = 10 \text{ m} / \text{s}^2)$ 					
۱	۱۱	برای آن‌که نیروی خالصی بتواند تندی جسمی را از صفر به v برساند، باید مقدار کار W را روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد تندی این جسم از v به $2v$ افزایش یابد، کاری که روی جسم باید انجام شود، چند برابر W است؟ توبی به جرم 0.5 kg از بالای ساختمانی به ارتفاع 20 m به صورت افقی با تندی $10 \text{ m} / \text{s}$ پرتاب می‌شود. اگر تندی آن در لحظه برخورد به زمین $20 \text{ m} / \text{s}$ باشد، کار نیروی مقاومت هوا بر روی توپ چند ژول است؟ ($g = 10 \text{ m} / \text{s}^2$)					
۱/۲۵							
«ادامه سؤالات در صفحه دوم»							



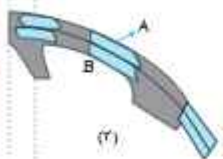
۱۲ هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشرانهای برابر $2/4 \times 10^5 \text{ N}$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه 15 km در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند وات است؟

۱۳ به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه بدهید.

الف، درون دو ظرف کاملاً مشابه که رنگ بخش بیرونی یکی از آن‌ها سفید و دیگری سیاه است، مقدارهای یکسان آب یا دمای 100°C می‌ریزیم. دمای آب در کدام ظرف زودتر به دمای محیط می‌رسد؟ چرا؟



ب، شکل (۱) دو تیغه فلزی از جنس‌های متفاوت که سرتاسر به هم جوش داده شده‌اند را در دمای 20°C و شکل (۲)، همان تیغه‌ها را در دمای صفر درجه سلسیوس نشان می‌دهد. ضریب انبساط طولی کدام فلز بیشتر است؟ چرا؟



۱۴ اگر به جسمی 9000 J گرما داده شود، دمای آن 18°C افزایش می‌یابد. به همان جسم چند ژول گرما داده شود تا دمای آن 18°F افزایش یابد؟ (از اتلاف گرما چشم‌پوشی شود.)

۱۵ ظرفیت گرمایی گرماسنجی 220 J/K است و درون آن 5 kg آب با دمای 20°C در تعادل است. آب با دمای 40°C به آب درون گرماسنج اضافه می‌کنیم. با چشم‌پوشی از اتلاف گرما، دمای تعادل مجموعه چند درجه سلسیوس می‌شود؟ (گرمای ویژه آب 4200 J/kgK است.)

۱۶ در آزمایشی برای تعیین گرمای نهان تبخیر آب، به 2 kg آب با دمای 100°C که درون بشری قرار دارد، با آهنگ ثابت 1250 J/s گرما می‌دهیم و پس از 400 ثانیه، کل آب تبخیر می‌شود. الف) گرمای نهان تبخیر آب چند J/kg است؟

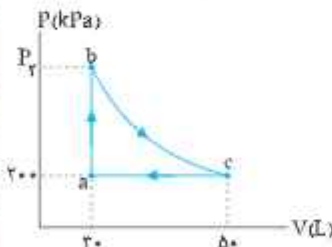
ب) مقدار محاسبه شده برای گرمای نهان تبخیر آب در بخش الف، بیشتر از مقدار واقعی است یا کمتر؟

۱۷ درون محفظه‌ای استوانه‌ای با حجم ثابت، مقداری گاز در دمای 27°C وجود دارد و فشارسنج متصل به استوانه عدد 1 atm را نشان می‌دهد. اگر دمای گاز درون مخزن را به 177°C برسانیم، فشار درون مخزن به چند اتمسفر می‌رسد؟ (فشار هوای محیط را 1 atm فرض کنید.)

۱۸ در جدول زیر، برای هر یک از جمله‌های ستون (۱)، عبارت مناسبی از ستون (۲) انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید. (یک مورد در ستون دوم اضافی است.)

ستون (۱)	ستون (۲)
الف) در این فرآیند، بین دستگاه و محیط گرما مبادله نمی‌شود.	(۱) هم حجم
ب) در این فرآیند، کار دستگاه صفر است.	(۲) هم فشار
پ) در این فرآیند، انرژی درونی دستگاه ثابت است.	(۳) هم دما
	(۴) بی‌دررو

۱۹ گاز داخل یک استوانه، چرخه‌ای مطابق شکل روبه‌رو را می‌پیماید. فرآیند bc یک فرآیند بی‌دررو است و کار دستگاه در این فرآیند 6000 J است. کار انجام شده در این چرخه، چند ژول است؟



۲۰ یازده یک ماشین درون‌سوز 20% درصد است. این ماشین در هر چرخه $2/5 \times 10^3 \text{ J}$ کار انجام می‌دهد. گرمای حاصل از سوخت در هر چرخه چند ژول است؟