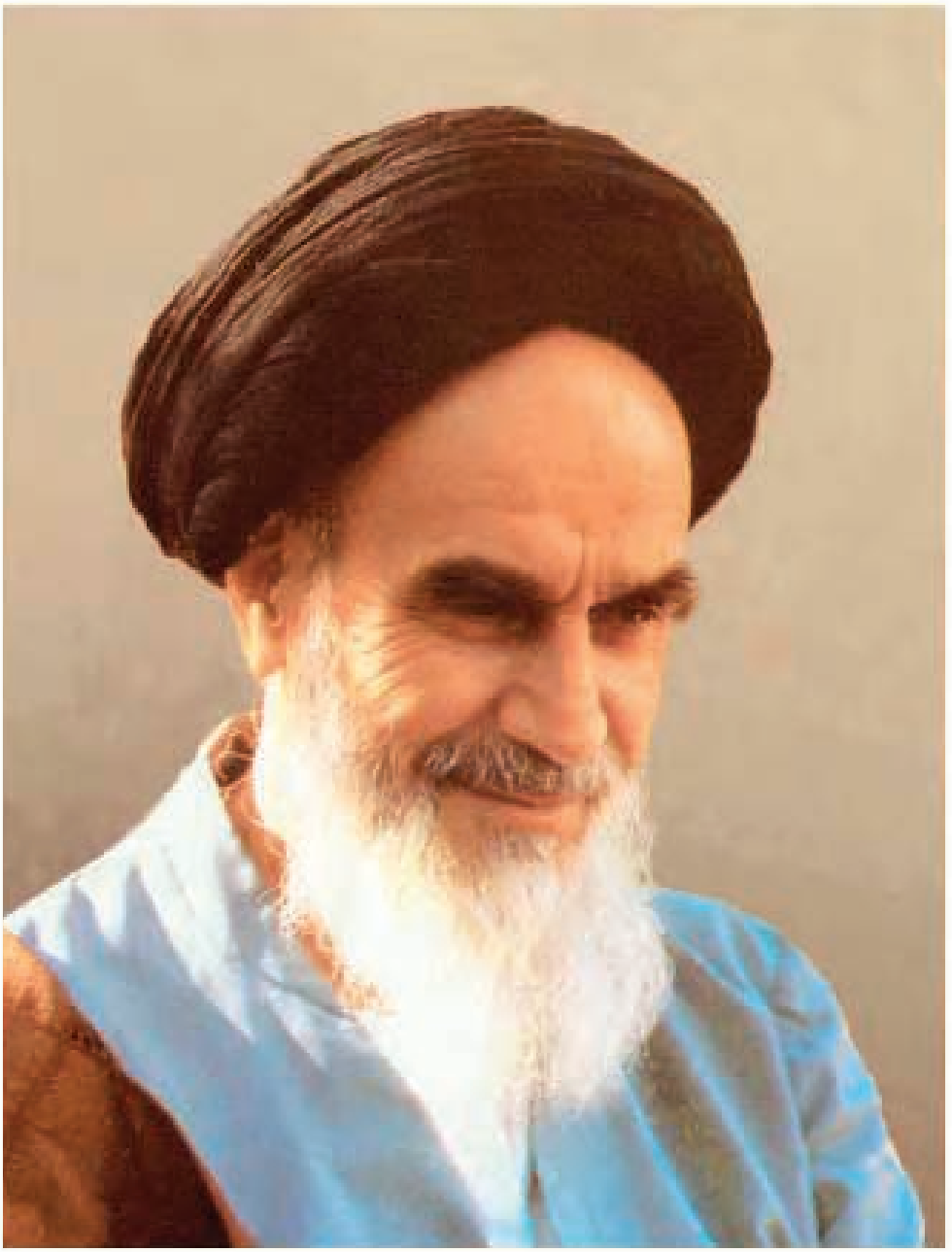
بسم الله الرحمن الرحیم

فیزیک ۲

خلیلی بروجنی، روح‌الله ۱۳۵۰
فیزیک ۲/ تألیف روح الله خلیلی بروجنی، دفتر تألیف کتاب‌های درســی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.ـ تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران،۱۳۹۳.
۱۳۶ ص جدول ، نمودار . ـ (شمارهٔ درس۴۹۸/۸)
فهرست نویسی براساس اطلاعات فیپا.
۱ . فیزیک ۲ . راهنمای آموزش (متوسطه) .
ج . عنوان
۰۴۰۷۶/۳۳۸ ک ۲۷۹

برنامه ریزی محتوا ونظارت برتألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش
نام کتاب: فیزیک ۲
مؤلف: روح‌الله خلیلی بروجنی (khalily@ gmail.com)
نظارت بر چاپ و توزیع: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱،دورنگار:۸۸۳۰۹۲۶۶،کدپستی:۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،
وب‌سایت : www.chap.sch.ir
ویراستار: ناصر مقبلی
مدیر هنری، طراح گرافیک و صفحه‌آرا: حسین وهابی
طراح جلد: امیر نساجی
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج ـ خیابان (داروپخش)
تلفن : ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران « سهامی خاص»
نوبت چاپ: دوم ۱۳۹۳
حق چاپ محفوظ است.



فهرست

۱ اندازه گیری و بردارها ۱۱

۲ حرکت روی خط راست ۲۷

۳ نیرو و قانون های نیو تون ۴۷

۴ کار برد قانون های نیوتون ۶۹

۵ کار و انرژی ۸۵

۶ چگالی و فشار ۱۰۱

به نام آن که تن به جان و جان به فکرت زنده کرد

سخنی با دانش آموزان عزیز

پس از فیزیک ۱ و آزمایشگاه این دومین کتابی است که در آن شما با برخی دیگر از مفاهیم و کاربردهای فیزیک آشنا می‌شوید. در برنامه ریزی و تالیف این کتاب، رشته‌ی تحصیلی، آینده‌ی شغلی و همچنین نیاز شهروندی شما بیش از همه مورد توجه بوده است.

اهمیت فیزیک

مطالعه‌ی فیزیک از آن رو اهمیت دارد که فیزیک یکی از بنیادی‌ترین دانش‌هاست. نظریه های فیزیک را دانشمندان همه‌ی رشته‌ها به کار می‌برند. فیزیک شالوده‌ی تمامی مهندسی و فناوری است. هیچ مهندسی نمی‌توانست بدون آن که نخست قانون‌های اساسی فیزیک را درک کند، یک تلویزیون ال سی دی، یک کاوشگر فضایی، یا حتی یک تله موش بهتر طراحی کند.

اگر هرگز به فکر افتاده‌اید که چرا آسمان آبی است، موج‌هایی رادیویی و تلویزیونی چگونه می‌توانند در فضای تهی و هوا منتشر شوند و به ما برسند، یا یک ماهواره‌ی ارتباطی چگونه در مدار خاصی می‌ماند و دور زمین می چرخد، می‌توانید با به‌کار بردن فیزیک بنیادی به پاسخ‌ها دست یابید. بالاتر از همه، در خواهید یافت که دانش فیزیک دستاوردی رفیع از هوشمندی انسان در جستجو برای درک جهان پیرامون است.

ماهیت فیزیک

فیزیک علمی تجربی است. فیزیکدانان پدیده‌های طبیعت را مشاهده می‌کنند و می‌کوشند طرح‌ها و اصولی را که این پدیده‌ها را به هم مربوط می‌کنند بیابند. این طرح‌ها را نظریه‌های فیزیکی می‌خوانند و هنگامی که کاملاً خوب تثبیت شده باشند و کاربرد وسیعی داشته باشند آن‌ها را اصول یا قانون‌های فیزیکی می‌نامند.

گسترش یک نظریه‌ی فیزیکی در همه‌ی مرحله‌ها مستلزم خلاقیت است. فیزیکدان باید پرسیدن سؤال‌های مناسب را فرا بگیرد، با طرح آزمایش‌هایی بکوشد به آن سؤال‌ها پاسخ دهد، و ازنتایج استنتاج‌های مناسب را به دست آورد.

گسترش نظریه‌های فیزیکی همواره فرایندی دو سویه است که انجام و سرانجام آن مشاهده یا آزمایش است. فیزیک تنها مجموعه‌ای از واقعیت‌ها و اصول نیست؛ بلکه فرایندی نیز هست که توسط آن به اصول عامی می‌رسیم که چگونگی رفتار جهان فیزیکی را توصیف می‌کنند.

هیچ نظریه‌ی فیزیکی تا کنون به عنوان حقیقت پایانی یا غایی در نظر گرفته نشده است. این امکان همواره وجود دارد که مشاهده‌های جدید ایجاب کنند که نظریه‌ای بازنگری یا رد شود. این در ماهیت نظریه‌ی فیزیکی نهفته است که می‌توانیم یک نظریه را درصورت یافتن رفتاری که با آن ناسازگار است رد کنیم، ولی هرگز نمی‌توانیم ثابت کنیم که یک نظریه همواره صحیح است.

یادگیری را بیاموزیم

هر یک از ما شـیوه‌های یادگیری متفاوت و ابزار یادگیری برگزیده‌ی خود را داریم. درک شـیوه‌ی یادگیری خودتان به شـما کمک می‌کند که روی جنبه‌های از فیزیک که می‌توانند برای شـما دشوار باشند تمرکز کنید و آن مؤلفه‌هایی را به کار گیرید که شـما را در غلبه بر مشـکل یاری می‌دهند. روشن است که شما می‌خواهید وقت بیش‌تری را صرف آن جنبه‌هایی کنید که بیش‌ترین زحمت را برای شما فراهم می‌کنند. اگر شما با شنیدن و انجـام آزمایش یاد می‌گیرید، حضور فعال در کلاس‌های درس بسـیار مهم هسـتند. اگر با توضیح دادن یاد می‌گیرید، آن‌گاه علاوه بر حضور فعال در کلاس‌های درس، کار کردن با دانش آموزان دیگر برای شـما بسـیار مهم است. اگر مسئله حل کردن برای شما مشکل است وقت بیش‌تری را صرف یادگیری روش حل مسئله‌ها کنید و همراه با کتاب درسی از کتاب کار نیز استفاده کنید. درک و گسترش شیوه‌های عادتی خوب نیز اهمیت دارد. شاید مهم‌ترین کاری که می‌توانید برای خودتان انجام دهید آن باشد که زمان‌های مطالعه‌ای با برنامه‌ی زمان‌بندی منظم و کافی در محیطی خالی از عامل‌های برهم زننده‌ی تمرکز برای خود در نظر بگیرید.

پرسش‌های زیر را برای خود پاسخ دهید:

- آیا من توانایی به کاربردن مفهوم‌های ریاضی را در فیزیک دارم؟ (اگر پاسخ منفی است به کتاب ریاضیات سال اول خود و همچنین پیوست الف کتاب مراجعه کنید و افزون بر اینها از معلم خود نیز راهنمایی‌های لازم را بخواهید.)
- آسـان‌ترین فعالیت‌ها در فیزیک برای من کدام‌ها بوده‌اند؟ (نخست این فعالیت‌ها را انجام دهید؛ این کار به ایجاد اعتماد به نفس در شما کمک می‌کند.)
- آیا اگر کتاب را پیش از کلاس خوانده باشم مطلب را بهتر می‌فهمم یا پس از آن؟ (ممکن است شما به این روال بهتر یاد بگیرید که نخست مطلب را با ورق زدن کتاب بخوانید، سپس به کلاس درس بروید و پس از آن به خواندن دقیق موضوع بپردازید.)
- آیـا زمانی که صرف مطالعه‌ی فیزیک می‌کنم کافی اسـت؟ (تجربه نشـان می‌دهد که به ازای هر یک ساعت کلاس باید به طور متوسط ۲ ساعت خارج از کلاس به آن اختصاص داده شود. به این معنا که در هفته شما باید بین ۴ تا ۶ ساعت به مطالعه‌ی فیزیک بپردازید.)
- برای من بهترین ساعت روز برای مطالعه‌ی فیزیک کدام است؟ (زمان خاصی از روز را برگزینید و آن را تغییر ندهید. همچنین آن ۴ تا ۶ ساعت را در طول هفته پخش کنید!)
- آیـا در جـای آرامی که بتوانم تمرکز خود را حفظ کنم کار می‌کنم؟ (مزاحمت‌ها روال کار شـما را بر هم می‌زند و موجب می‌شود نکته‌های مهم را از قلم بیندازید.)

کارکردن با دیگران

دانشـمندان و مهندسـان به ندرت در انزوا از یکدیگر کار می‌کنند، بلکه بیش‌تر با یکدیگر همکاری دارند. اگـر با دیگر دوسـتانتان کار کنید هم فیزیـک بیش‌تر یاد خواهید گرفت و هم از ایـن یادگیری بیش‌تر لذت

خواهید برد. امروزه بسیاری از معلمان به این همکاری و مشارکت در یادگیری در کلاس‌های درس رسمیت بخشیده‌اند و افزون بر این زمینه‌ی تشکیل گروه‌های مطالعه را فراهم می‌سازند. گروه مطالعه‌ی شما به هنگام مرور درس‌ها برای آزمون‌ها، پشتوانه‌ی گرانقدری است.

کلاس درس و یادداشت برداری

یک مؤلفه‌ی بسیار مهم در هر درس، حضور در کلاس آن درس است. درخصوص فیزیک کلاس درس اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا معلم فیزیک در فرایند آموزش فعالیت‌هایی را انجام می‌دهد که شما را یاری می‌دهند تا اصل‌های بنیادی فیزیک را بفهمید. در کلاس‌ها حضور فعال داشته باشید و اگر به دلیلی نتوانستید در کلاسی شرکت کنید از دوستی یا یکی از عضوهای گروه مطالعه‌ی خود درخواست کنید که شما را در جریان آن چه گذشته است قرار دهد. یادداشت برداری صرفا برای مثال ها یا تمرین هایی پیشنهاد می شود که در کتاب درسی و یا در کتاب کار شما موجود نیستند و معلم شما برای تفهیم بهتر موضوع آنها را برای شما مطرح می کند.

راه حل مسئله‌های فیزیک

تقریباً همه‌ی دانش آموزان هنگام خواندن درس فیزیک، خود را در این اندیشه می‌یابند که «من مفهوم‌ها را می‌فهمم اما فقط نمی‌توانم مسئله‌ها را حل کنم.» حال آن که در فیزیک درک واقعی یک مفهوم یا اصل، با توانایی در به کار بردن آن اصل در خصوص مسئله‌های مختلف یکی است. فراگیری چگونگی حل مسئله‌ها اهمیت اساسی دارد ؛ شما فیزیک نمی‌دانید ، مگر آن که بتوانید آن را به کار برید.

حل مسئله‌های فیزیک را چگونه فرا بگیرید؟

برای حل انواع مختلف مسئله‌های فیزیک به روش‌های متفاوتی نیاز داریم. صرفنظر از نوع مسئله‌ای که در دست دارید، گام‌های کلیدی مسلمی وجود دارند که باید همواره آن‌ها را مراعات کنید. (همین گام‌ها در حل مسئله‌های ریاضی، مهندسی ، شیمی و بسیاری از زمینه‌های دیگر به همین اندازه سودمندند.)

گام اول:شناسایی مفهوم‌های مرتبط نخست تصمیم بگیرید که چه مفهوم‌های فیزیکی به مسئله مربوط‌اند، اگرچه در این مرحله هیچ محاسبه‌ای وجود ندارد با این وجود گاهی بحث‌انگیزترین بخش راه حل مسئله همین مرحله است. ولی این مرحله را از قلم نیندازید، زیرا انتخاب رهیافت اشتباه در آغاز ، مسئله را از آن چه که هست مشکل‌تر می‌کند و چه بسا به پاسخ نادرست می‌انجامد.

در این مرحله باید متغیر هدف مسئله ـ یعنی کمیتی را که سعی در یافتن مقدار آن دارید– شناسایی کنید. این کمیت می‌تواند سرعت برخورد یک توپ به زمین ، فشار هوا در بالای قله‌ی یک کوه یا اندازه‌ی تصویر حاصل از یک عدسی باشد. متغیر هدف مقصد فرایند حل مسئله است ؛ در حین اجرای راه حل این مقصد را از نظر دور ندارید.

گام دوم: آمادگی برای حل مسئله بر اساس مفهوم‌هایی که در گام اول برگزیده‌اید، معادله‌هایی را که برای حل مسئله نیاز دارید بنویسید و تصمیم بگیرید که آن‌ها را چگونه به کار خواهید برد. اگر لازم می دانید طرحی از وضعیتی را که توسط مسئله توصیف شده است بکشید.

گام سوم: اجرای راه حل در این مرحله ریاضیات مسئله را انجام دهید. پیش از آن که دست به کار محاسبه‌ها شـوید فهرسـتی از همه‌ی متغیرهای معلوم و مجهول تهیه کنید و به متغیرهای هدف توجه داشته باشید. سپس معادله‌ها را حل کنید و مجهول‌ها را به دست آورید.

گام چهارم: ارزیابی پاسـخ شـما مقصود از حل مسئله‌ی فیزیک تنها به دست آوردن یک عدد یا یک فرمول نیست ؛ مقصود آن است که درک بهتری حاصل شود. به این معنا که باید پاسخ را بیازمایید و دریابید که به شما چه می‌گوید. فراموش نکنید که از خود بپرسـید «آیا این پاسـخ با معناسـت؟» اگر متغیر هدف شما شعاع کره‌ی زمین بوده و پاسـخ شـما ۶/۳۸ سانتی‌متر به دست آمده باشد (یا یک عدد منفی باشد!) باید چیزی در فرایند حل مسئله‌ی شما نادرست باشد. بازگردید و کار خود را امتحان و راه حل را بر حسب نیاز اصلاح کنید.

آزمون‌ها

شـرکت در آزمون برای هر کس تنش زاسـت. ولی اگر احساس کنید که به قدر کفایت آمادگی دارید و خوب استراحت کرده باشید تنش شما کاهش خواهد یافت.

آماده شدن برای یک آزمون فرایندی است پیوسته و مداوم که از لحظه‌ای آغاز می‌شود که آزمون قبلی تمام شـده اسـت. شما باید بی‌درنگ آن آزمون را مرور کنید و اشـتباه‌هایی را که مرتکب شده‌اید بفهمید. اگر در حل مسـئله‌ای خطاهای قابل ملاحظه‌ای مرتکب شـده‌اید به این شیوه عمل کنید که یک تکه کاغذ بردارید و آن را با خطی از بالا تا پایین کاغذ، از وسـط به دو بخش تقسـیم کنید. در یک سـتون حل درست مسئله را بنویسید. در سـتون دیگر کارهایی را که خودتان انجام داده‌اید، و اگر می‌دانید که دلیل آن کارها و این که چرا حل شـما نادرست است را بنویسید. اگر مطمئن نیستید که چرا این اشتباه‌ها را کرده‌اید یا این که چگونه از انجام دوباره‌ی آن‌ها اجتناب کنید با معلم خود صحبت کنید. فیزیک به طور پیوسـته بر روی ایده‌های بنیادی ساخته می‌شود و این مهم اسـت که هر بدفهمی را بی‌درنگ تصحیح کنیم. اخطار: در آخرین روز و سـاعت خود را با عجله برای آزمـون آماده کردن ممکن اسـت شـما را در آزمون مورد نظر تا حدی موف گردانـد، ولی مفهوم‌هایی را که فرا گرفته‌اید به قدر کفایت برای استفاده در آزمون بعدی به یاد نخواهید داشت.

مسیر آموزش و یادگیری

دانش‌آموزان عزیز! مسـیر آموزش و یادگیری، مسیری سر راست و مستقیم نیست که بتوان با تلاشی اندک، هدف‌های آن را تحقق بخشید! ابتدا باید به خود باور و ایمان داشته باشید و یقین بدانید که مفاهیمی را که در هر سال تحصیلی می‌خوانید در سطح درک و فهم شما هستند و برای بهبود و ارتقای زندگی فردی و اجتماعی شما فراهم آمده‌اند. در فرایند آموزش جدی و پرتلاش باشید و تا جایی که امکان دارد به طور فعال و با انگیزه در فرایند آموزش مشارکت داشته باشید. چرا که اگر امروز نتوانید دانش، مهارت و نگرش خود را ارتقا دهید و بهبود بخشید به طور حتم فردا دیر است! برای تعامل موثر و سازنده با دنیای پر حجم و پرشتاب امروز، راهی جز «کسب خرد» ندارید و این خرد به تدریج و به تبع باور، تلاش و مشارکت شما در فرایند آموزش به دست می‌آید.

خرد رهنما و خرد رهگشای　　خرد دست گیرد به هر دو سرای

سخنی با همکاران ارجمند

بریان آرنولد، که تجربه‌ای ممتد در آموزش و تالیف کتاب‌های درسی فیزیک دارد، در مقدمه‌ی کتاب درک فیزیک با رویکرد تصویری می‌نویسد: «پس از سال‌ها آموزش به دانش‌آموزانی با قابلیت‌های علمی مختلف، به این نتیجه رسیده‌ام که درک نظریات نهفته در پشت بیش‌تر مفاهیم فیزیک و کاربرد آن‌ها در زندگی برای اغلب دانش‌آموزان میسر است. آنچه در این راه در میزان موفقیت دانش‌آموزان موثر است، شیوه های آموزش ما درکلاس درس است. این شیوه‌ها می‌توانند درهای درک و فهم مفاهیم فیزیک را برای همه‌ی دانش‌آموزان، بدون توجه به توانایی علمی آن‌ها، باز یا بسته کند.»

همان طور که در مقدمه‌ی بالا نیز اشاره شد شیوه‌های آموزش کارآمد کلید موفقیت نسبی هر برنامه‌ی درسی است. بنابراین انتظار می‌رود همکاران ارجمند با تکیه بر تجربه‌ی خود و به کارگیری شیوه‌های آموزشی موثر، بستر مناسبی برای یادگیری و مشارکت دانش‌آموزان در فرایند آموزش و همچنین شوق‌انگیزتر شدن فضای کلاس فراهم نمایند. در این راه توجه به موارد زیر در هر فصل می تواند راهگشا باشد.

فصل اول: در این فصل پس از نگاهی کوتاه به اندازه گیری و یکاهای اصلی مورد استفاده در مکانیک(جرم، طول، و زمان)، آشنایی مقدماتی با بردارها آمده است. همچنین در برایند بردارها، تنها بردارهای هم راستا یا عمود بر هم مورد توجه قرار گرفته است.

فصل دوم: در این فصل فقط حرکت شناسی مقدماتی در یک بعد مورد توجه قرار گرفته است. دانش آموزان پس از آشنایی با حرکت یکنواخت و رسم نمودار مکان- زمان آن ، حرکت با شتاب ثابت و معادله های آن را مورد توجه قرار می دهند. شیوه‌ی یافتن این معادله ها به هیچ وجه نباید مورد ارزشیابی قرار گیرد. نمودار سرعت-زمان در حرکت با شتاب ثابت به صورت یک مثال برای دانش آموزان مطرح شده است و انتظار نمی‌رود ظرایف مختلف نمودارها مورد بررسی و ارزشیابی قرار گیرد. همچنین نمودار مکان-زمان در حرکت با شتاب ثابت به هیچ وجه نباید مورد بحث قرارگیرد. در پایان فصل سقوط آزاد بدون سرعت اولیه و با دوری جدی از پیچیدگی‌های آن بیان شده است. به این ترتیب ضرورت دارد حرکت شناسی روی خط راست حداکثر در سطحی که در کتاب آمده تدریس و ارزشیابی شود. همکاران ارجمند به خوبی می‌دانند که بحث حرکت‌شناسی را می‌توان بسیار تعمیق و گسترش داد که نه در برنامه‌ی درسی این کتاب مورد نظر بوده و نه نیاز و سطح مخاطب این کتاب آن را می‌طلبد.

فصل سوم: در این فصل ابتدا مفهوم نیرو، نه به صورت یک تعریف، بلکه از طریق مصداق‌های آن معرفی شده است تا دانش آموزان براساس آن ها به درک درستی از مفهوم نیرو برسند. سپس قانون‌های حرکت نیوتون و قانون‌های نیرو (وزن، تکیه گاه، و اصطکاک) بررسی شده اند. نیروی اصطکاک تنها به صورت عامل مخالف حرکت معرفی شده و سایر جزییات آن به صورت مطالعه آزاد آمده است. در پایان هم تکانه با ذکر چند مثال ساده معرفی شده است. در این فصل نیز نحوه‌ی یافتن هیچ رابطه‌ای نباید در ارزشیابی ها مطرح شود.

فصل چهارم: در این فصل دانش آموزان با کاربرد آنچه تا کنون خوانده اند آشنا می شوند.لازم است اشاره

شـود که گشـتاور نیرو تنها برای حالت خاصی که نیرو و راستای اثر آن بر یکدیگر عمودند بررسی شده است و بیان حالت کلی آن مورد نظر نبوده است.

فصـل پنجـم: در این فصل قضیـه‌ی کار- انرژی بدون اثبات معرفی شـده و ضـرورت دارد حداکثر در حد مثال‌هایی که در کتاب آمده تدریس و ارزشـیابی شـود. درگیر کردن ذهن دانش آموزان با مثال های پیچیده و دشوار به هیچ رو مورد نظر نبوده است.

فصل ششـم: این فصل نیز به جهت ملموس بودن مباحث آن برای دانش آموزان جذابیت خاصی دارد. ارایه و انجام آزمایش های ساده می تواند فضای بهتری برای درک مفاهیم و شوق انگیز شدن فضای کلاس فراهم کند. در پایان فصل اصل ارشـمیدس و قانون شـناوری به طور بسیار ساده ای معرفی شده اند که تنها در همین حد از دانش آموزان انتظار فهم و دریافت می رود.

قدردانی

اینک که پس از سال آموزش این کتاب، چاپ دوم آن با توجه به نظرات رسیده، جامه‌ی طبع به خود می‌پوشد و صورت انتشـار می‌پذیرد پس از سپاس از **خدای منان**، از همه‌ی عزیزانی که بدون عنایت و اهتمامشان این خدمت خرد صورت تحقق نمی‌پذیرفت سپاس‌گزاری می‌کنم.

روح الله خلیلی بروجنی
اردیبهشت ۱۳۹۰

بسته‌ی جامع آموزشی

دانش آموزان عزیز و معلمان ارجمند:

موجب بسی خرسندی است که به اطلاع شما برسانیم که این برای نخسین بار است که در نظام آموزشی کشورمان و همگام با تحولات آموزشی در کشورهای توسعه یافته، برای یک موضوع درسی دو بسته‌ی آموزشی مجزا، یکی مربوط به دانش آموز و دیگری مربوط به معلم برنامه ریزی و تولید شده است. در تولید این بسته‌های آموزشی تلاش فراوانی شده است تا استانداردهای روز آموزش فیزیک به کار گرفته شود.

محتوای بسته‌ی دانش آموز:

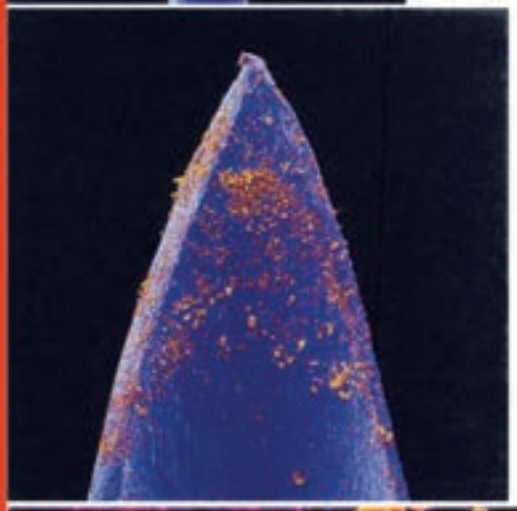
کتاب درسی
کتاب راهنمای مطالعه و کار دانش آموز
نرم افزار تعاملی ضمیمه‌ی کتاب درسی

محتوای بسته‌ی معلم:

کتاب راهنمای تدریس معلم
نرم افزار معلم

فصل ۱

اندازه گیری و بردارها



آیـا می‌توانید اندازه‌ی یـک باکتری را برآورد کنید؟

تصویـری از باکتری‌های میله‌ای روی سر یک سـوزن. بزرگنمایی هر تصویر به ترتیب از بالا به پایین، ۹× ، ۳۶× ، ۸۷۵× و۴۳۷۵× برابر است.

سیمای فصل

۱-۱ دستگاه بین‌المللی یکاهای اندازه‌گیری

۱-۲ استانداردهای زمان، طول و جرم

۱-۳ کمیت‌های فیزیکی

۱-۴ کمیت‌های نرده‌ای و برداری

- پرسش‌های مفهومی
- مسئله‌ها

اندازه‌گیری و بردارها

ما همواره با انواع اندازه‌گیری و مقایسه‌ی ابعاد اجسام با یکدیگر سروکار داریم. برای خرید و فروش برخی اجناس از انواع ترازوها استفاده می‌کنیم. خط‌کش و متر نواری از جمله ابزارهای اصلی خیاط‌ها و پارچه‌فروش‌هاست. هرروز چندین بار به ساعت خود نگاه می‌کنیم تا وقت خود را برای انجام کارهای مختلف مثلاً رسیدن به اتوبوس یا کلاس درس تنظیم کنیم. پزشک‌ها در معاینه‌ی بیمارها از دماسنج و فشارسنج استفاده می‌کنند و اطلاعات لازم از بیمارمثلاً مربوط به ترکیب خون او را از آزمایشگاه‌هایی که کار آن‌ها نیز اندازه‌گیری است به دست می‌آورند.

در این فصل علاوه بر آشنایی با مبحث اندازه‌گیری، به بررسی بردارها و ویژگی آن‌ها نیزخواهیم پرداخت.

بیش تر بدانید

- اندازه‌گیری‌های علمی
- نخستین اقدام برای انتخاب یکاهای جدید

۱-۱ دستگاه بین‌المللی یکاهای اندازه‌گیری

استفاده از یکاهایی که در همه‌ی نقاط کره‌ی زمین به کمک آن‌ها بتوان به راحتی کالاها و خدمات متفاوت را با یکدیگر مبادله کرد یک ضرورت اساسی برای زندگی در دنیای امروز است. به همین جهت در سال ۱۳۵۰ (هـ.ش) مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها هفت کمیت را به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب کرد که اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را تشکیل می‌دهد که با علامت اختصاری SI شناخته شده است.[1] جدول ۱-۱ یکاهای سه کمیت اصلی ـ طول، جرم و زمان ـ را که در ادامه‌ی همین فصل بررسی خواهیم کرد نشان می‌دهد.

۱- علامت اختصاری SI برای نام فرانسوی آن، Le Systeme International d'Unités دستگاه SI یا متریک نامیده می‌شود.

جدول ۱-۱ سه کمیت اصلی SI و یکاهای آن ها

کمیت	نام یکا	نماد یکا
زمان	ثانیه	s
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg

شبیه‌سازی

- حرکت ماه به دور زمین
- شب و روز

بیش‌تر بدانید

- تشکیل فصل‌ها

مطالعه‌ی آزاد*

دو دستگاه یکای دیگر وجود دارد که همچنان با دستگاه SI رقابت می‌کنند. یکی دستگاه گاؤسی است که بسیاری از رابطه‌های فیزیک در سطح‌های بالا بر حسب آن‌ها بیان می‌شود. در کتاب‌های مقدماتی فیزیک از این دستگاه استفاده نمی‌شود. دستگاه دیگر، دستگاه بریتانیایی است که هنوز در انگلستان و کشورهای تابعه‌ی آن و همچنین در ایالات متحده‌ی آمریکا به کار می‌رود. برخی از یکاهای اصلی دستگاه بریتانیایی عبارت‌اند از: طول(فوت)، نیرو(پوند)، و زمان(ثانیه). جالب است بدانید با وجود آن‌که پوند یکای نیروست، غالباً به عنوان یکای جرم نیز به کار می‌رود. به‌طوری که هر پوند را معادل ۰/۴۵۳۶ کیلوگرم می‌گیرند. همچنین هر فوت معادل ۰/۳۰۴۸ متر است.خلبان‌ها هنگام پرواز، ارتفاع هواپیما از سطح زمین را برحسب این یکا بیان‌می‌کنند.

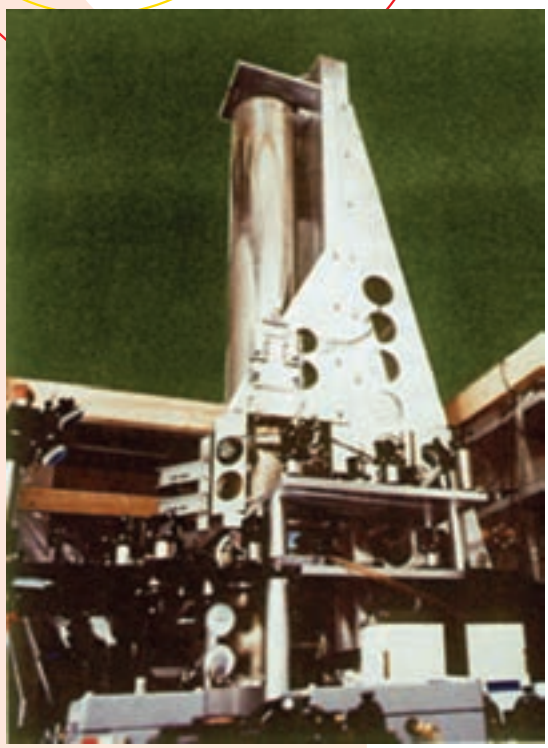
۱-۲ استانداردهای زمان، طول و جرم

زمـان: یکای زمان در SI ثانیه نام دارد که آن را با نماد s نمایش می‌دهند. برای تعیین یکای زمان و نیز ساخت وسیله‌ی اندازه‌گیری زمان همواره از پدیده‌های تکرار شونده استفاده می‌شود. حرکت زمین برای انسان ساعتی طبیعی بوده است. وقتی زمین به دور خورشید می‌چرخد، سال‌ها را می‌شمارد و وقتی به دور خود می‌چرخد (حرکت وضعی)، روزها را شمارش می‌کند. برای مدت طولانی حرکت وضعی زمین مبنایی برای تعیین یکای زمان بود. مطابق این مبنا، هر شبانه‌روز یعنی مدتی که زمین یک بار به دور محورش می‌چرخد به ۲۴ قسمت تقسیم شده و هر قسمت یک ساعت نام گرفته است. هر ساعت به ۶۰ دقیقه و هر دقیقه به ۶۰ قسمت به نام ثانیه تقسیم شده است. به این ترتیب یکای زمان، $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ برابر مدتی که طول می‌کشد تا زمین یک بار به دور محور خود بچرخد، تعریف شد(شکل ۱-۲).

شکل ۱-۲ با چرخش همزمان زمین به دور خودش وخورشید روزها و فصل‌ها پدید می‌آید. شروع هرفصل در نیمکره شمالی در این شکل نشان داده شده است.

* این قسمت‌ها برای مطالعه‌ی بیش‌تر دانش‌آموزان است و نباید مورد ارزشیابی قرار گیرند.

به علت آن‌که مدت زمان یک شبانه‌روز ثابت نیست، کوشش شد تا برای انتخاب یکای استاندارد زمان، مبنای ثابتی تعیین شود. با تعریف دقیق‌تر یکای زمان، که به کمک ساعت‌های اتمی تعیین می‌شود در کتاب‌های پیشرفته‌تر فیزیک می‌توان آشنا شد (شکل ۱-۳). جدول ۱-۲ گستره‌ی برخی از زمان‌های اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳ امروزه ساعت‌های اتمی ساخته شده دقت بسیار بسیار زیادی دارند به طوری که پس از یک میلیون سال تنها یک ثانیه جلو یا عقب می‌افتند.

جدول ۱-۲ برخی از زمان‌های اندازه‌گیری شده‌ی تقریبی

اندازه‌گیری	زمان (s)
سن تقریبی عالم	۵×۱۰^{۱۷}
سن تقریبی زمین	$۱/۴ \times ۱۰^{۱۷}$
سن متوسط انسان	۲×۱۰^{۹}
یک سال	$۳/۱ \times ۱۰^{۷}$
یک شبانه‌روز	$۸/۶ \times ۱۰^{۴}$
زمان متوسط بین دو ضربان قلب سالم	۸×۱۰^{-۱}

فعالیت ۱-۱

در بسیاری موارد به جای دانستن لحظه‌ی شروع یا لحظه‌ی پایان یک رویداد، نیاز به اندازه‌گیری مدت زمان آن رویداد داریم. مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را **بازه‌ی زمانی** می‌نامیم.

همان‌طور که می‌دانید در ۳۱ شهریور ۱۳۵۹ جنگ عراق بر ایران تحمیل و در سوم خرداد ۱۳۶۱ خرمشهر از دست متجاوزان عراقی آزاد شد. حساب کنید این دوره یا بازه‌ی زمانی جنگ تحمیلی چند روز به طول انجامید. این تعداد روز معادل چند ثانیه است؟ (راهنمایی: ابتدا باید ببینید آیا سال ۱۳۵۹ یا ۱۳۶۰ سال کبیسه بوده است یا نه و سپس از جدول ۱-۲ استفاده کنید.)

یادداشت ریاضی

نمادگذاری علمی: از آن‌جایی‌که در برخی از اندازه‌گیری‌ها با عددهای بسیار بزرگ و بسیار کوچک سروکار داریم، لذا برای بیان این عددها، به طوری که خواندن و نوشتن آن‌ها آسان باشد، از نمادگذاری علمی استفاده می‌کنیم. برای مثال شعاع زمین حدود $6400\,km$ یعنی برابر $6400000\,m$ است. یا جرم یک گلبول قرمز برابر $0/000000000009\,kg$ است. بدیهی است نوشتن و خواندن این‌گونه عددها دشوار است و موجب اشتباه نیز می‌شود. در نمادگذاری علمی هر مقدار را به صورت حاصل‌ضرب عددی بین ۱ و ۱۰ و توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسند. برای مثال شعاع زمین به صورت $6/4\times10^{6}\,m$ و جرم یک گلبول قرمز به صورت $9\times10^{-14}\,kg$ نوشته می‌شود. توجه کنید که در مورد عددهای اعشاری به تعداد شماره‌هایی که ممیز به جلو آورده می‌شود، برای ده توان منفی گذاشته می‌شود.

طول: یکای طول در SI متر نام دارد که آن را با نماد m نمایش می‌دهند. بنابر آخرین تعریف مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها در سال ۱۳۶۲ (هـ . ش)، یک متر برابر فاصله‌ای است که نور در بازه‌ی زمانی $\frac{1}{299792458}$ ثانیه، در خلأ می‌پیماید. این تعریف بسیار تخصصی (که لازم نیست آن را از بر کنید!) برای اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق طول به کار می‌رود. شکل ۱-۴ میله‌ی استاندارد طول را نشان می‌دهد.

وقتی طول‌هایی را اندازه می‌گیریم که از یک متر خیلی بزرگ‌تر یا خیلی کوچک‌ترند، معمولاً یکاهایی را به کار می‌بریم که ده‌ها بار از متر بزرگ‌تر یا کوچک‌ترند. برای مثال، ضخامت یک ورقه‌ی کاغذ، اگر بر حسب میلی‌متر بیان شود بسیار مناسب‌تر است تا بر حسب متر. در جدول ۱-۳ برخی از یکاهای بزرگ‌تر و کوچک‌تر از متر آمده است و جدول ۱-۴ گستره‌ی برخی از طول‌های اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۴ میله‌ی استاندارد طول از جنس پلاتین ـ ایریدیم که در موزه ای نزدیک پاریس نگه‌داری می‌شود.

جدول ۱-۳ برخی از یکاهای بزرگ‌تر و کوچک‌تر از متر

یکا	بر حسب متر (m)
۱ کیلومتر (km)	$۱۰^{۳}$ یا ۱۰۰۰
۱ سانتی‌متر (cm)	$۱۰^{-۲}$ یا ۰/۰۱
۱ میلی‌متر(mm)	$۱۰^{-۳}$ یا ۰/۰۰۱
۱ میکرومتر (μm)	$۱۰^{-۶}$ یا ۰/۰۰۰۰۰۱
۱ نانومتر (nm)	$۱۰^{-۹}$ یا ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱

بیش‌تر بدانید

- وسایل اندازه‌گیری

جدول ۱-۴ گستره‌ی برخی از طول‌های اندازه‌گیری شده

اندازه‌گیری	طول (m)
فاصله‌ی منظومه شمسی تا کهکشان امرأةالمسلسله	۲×۱۰^{۲۲}
شعاع کهکشان راه شیری	۶×۱۰^{۱۹}
فاصله تا نزدیک‌ترین ستاره (پروکسیما سنتوری)	۴×۱۰^{۱۶}
شعاع خورشید	۷×۱۰^{۸}
شعاع زمین	۶×۱۰^{۶}
ارتفاع قله‌ی اورست	۹×۱۰^{۳}
ضخامت صفحه‌ی این کتاب	۱×۱۰^{-۴}
اندازه‌ی یک ویروس	۱×۱۰^{-۶}
شعاع اتم هیدروژن	۵×۱۰^{-۱۱}

شبیه‌سازی

- آشنایی با کولیس
- آشنایی با ریز سنج
- آشنایی با عمق‌سنج
- از مقیاس‌های بزرگ تا مقیاس‌های ریز

مثال ۱-۱

میکرومتر (μm) اغلب میکرون نامیده می‌شود. با توجه به جدول‌های ۱-۳ و ۱-۴، اندازه‌ی یک ویروس چند میکرون است؟

حل: با توجه به جدول ۱-۳، هر میکرومتر یا میکرون برابر 10^{-6} m است، بنابراین، با توجه به جدول ۱-۴ اندازه‌ی یک ویروس ۱ μm یا یک میکرون است.

فعالیت ۱-۲

ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. هر ذرع ۱۰۴ cm و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است. حساب کنید قطر زمین تقریباً چند ذرع و چند فرسنگ است؟ قطر متوسط زمین را ۱۲۸۰۰ km بگیرید (شکل ۱-۵).

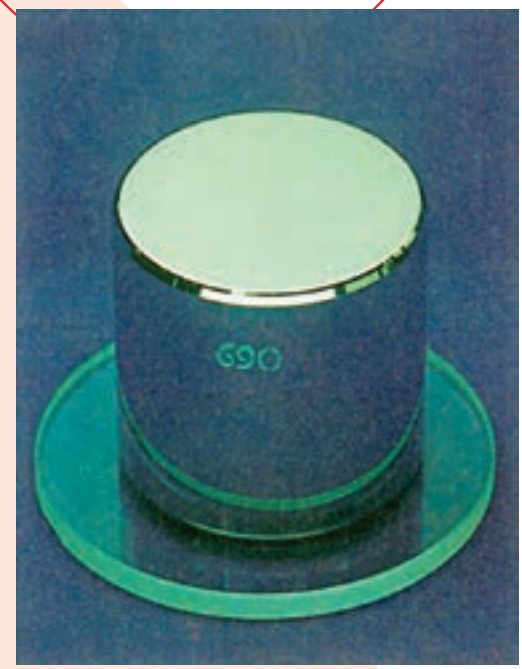
شکل ۱-۵

مطالعه‌ی آزاد

خطا در اندازه‌گیری

در اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف مانند طول، جرم، زمان و غیره هیچ‌گاه نمی‌توان اندازه‌ی واقعی را به دست آورد. زیرا در هنگام اندازه‌گیری دچار خطاهایی می‌شویم. با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری می‌توان مقدار خطا را کاهش داد، اما اندازه‌ی آن به صفر نمی‌رسد.توجه به این نکته ضروری است که در نوشتن یا بیان نتیجه‌های حاصل از اندازه‌گیری باید رقمهایی را که خارج از حدود دقت ابزار اندازه‌گیری است حذف کرد. اگر به کمک خط‌کشی که دقت آن تا میلی‌متر است طول و عرض مستطیلی را به ترتیب a=۳/۶ cm و b =۲/۴ cm اندازه‌گیری شده باشد مساحت مستطیل با توجه به رابطه‌ی A=ab برابر $8/64\ cm^2$ می‌شود. اما با توجه به این‌که دقت ابزار اندازه‌گیری ما، یعنی خط‌کش، تنها تا میلی‌متر بوده است لذا باید گفت مساحت مستطیل $A = 8/6\ cm^2$ است. به عبارت دیگر وقتی مساحت A را برابر $8/64\ cm^2$ گزارش می‌دهیم، نتیجه را با دقتی بیان کرده‌ایم که ابزار اندازه‌گیری ما فاقد آن دقت بوده است.

جـرم: یکای جرم در SI کیلوگرم نام دارد که آن را با نماد kg نمایش می‌دهند. اســتاندارد جرم درSI ،جرم استوانه‌ای از جنس پلاتین- ایریدیم است که در سازمان بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها در نزدیکی پاریس نگه‌داری می‌شــود (شکل ۱-۶). در جدول ۱-۵ گستره‌ی برخی از جرم‌های اندازه‌گیری شده آمده است.



شکل ۱-۶ استوانه‌ی استاندارد جرم از جنس پلاتین _ ایریدیم که در موزه‌ای نزدیک پاریس نگه‌داری می‌شود.

جدول ۱-۵ گستره‌ی برخی از جرم‌های اندازه‌گیری شده

جسم	جرم (kg)
کهکشان راه شیری	۲×۱۰^{۴۱}
خورشید	۲×۱۰^{۳۰}
زمین	۶×۱۰^{۲۴}
ماه	۷×۱۰^{۲۲}
فیل (معمولی)	۵×۱۰^{۳}
انسان (معمولی)	۶×۱۰^{۱}
حبه‌ی انگور	۳×۱۰^{-۳}
ذره‌ی خاک	۷×۱۰^{-۱۰}
ویروس	۱×۱۰^{-۱۵}
پروتون	۲×۱۰^{-۲۷}
الکترون	۹×۱۰^{-۳۱}

فعالیت عملی

- آشــنایی بــا برخــی از وســایل اندازه‌گیری

شبیه‌سازی

- تبدیل یکاها
- از مقیاس‌های بزرگ تا مقیاس‌های کوچک

ترازوی حکمت

ترازوی حکمت یکی از جالب ترین وسایل ساخته شده به وسیله ی دانشمندان اسلامی به شمارمی رود. شواهد نشان می‌دهند که این ترازو در اواخر قرن پنجم یا اوایل قرن ششم هجری قمری توسط عبدالرحمان خازنی ساخته شده است. برخلاف شناخت امروزین ما از ترازو که با شنیدن نام آن، وسیله‌ای با یک یا دو کفه را مجسم می‌نماییم، ترازوی حکمت (میزان الحکمه) از هفت کفه تشکیل شده بوده است. این کفه‌ها در عین آن که پیچیدگی بسیاری به این وسیله می داده اند، باعث می‌شده‌اند دقت وسیله در سنجش اوزان بالا رود به طوری که امروز ثابت شده است با ترازوی حکمت می‌توان جرم اجسام را تا دقت یک دهم گرم تعیین کرد.

فعالیت ۱-۳

خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی است که برای اندازه‌گیری جرم به کار می‌رفته است. این یکاها به صورت زیر با یکدیگر مرتبطاند

۱ خروار= ۱۰۰ من تبریز

۱ من تبریز= ۴۰ سیر= ۶۴۰ مثقال

۱ مثقال= ۲۴ نخود= ۹۶ گندم

با توجه به این‌که هر مثقال معادل ۴/۸۶ گرم است، هر کدام از این یکاها را برحسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

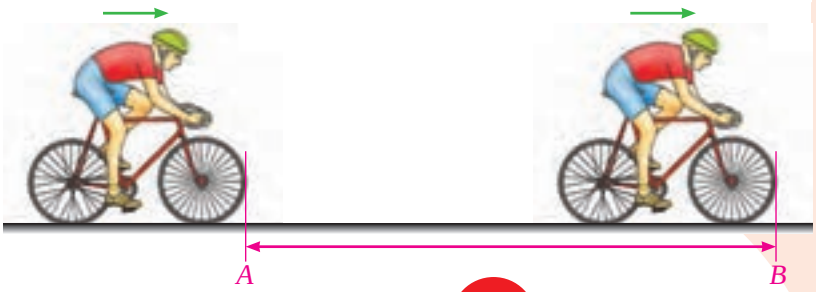
این فعالیت را در خانه و به کمک دیگر اعضای خانواده‌ی خود انجام دهید و گزارشی از آن تهیه کنید و به کلاس درس ارایه دهید.

۱-۳ کمیت‌های فیزیکی

برای بررسی و مطالعه‌ی پدیده‌های فیزیکی به طور کمّی، از یک دسته کمیت‌های فیزیکی استفاده می‌کنیم، به‌طوری‌که علم فیزیک مبتنی بر اندازه‌گیری این کمیت‌هاست.

کمیت‌های اصلی: به کمیت‌هایی که به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری باشند، کمیت‌های اصلی گفته می‌شود. همان‌طور که دیدیم زمان، طول و جرم از جمله کمیت‌های اصلی در SI هستند که می‌توان آن‌ها را به طور مستقیم اندازه گرفت.

کمیت‌های فرعی: برای اندازه‌گیری تعداد بسیار زیادی از کمیت‌ها در فیزیک باید از رابطه‌هایی که بین کمیت‌ها وجود دارد استفاده کنیم و به‌طور غیر مستقیم کمیت موردنظر را اندازه بگیریم. به کمیت‌هایی که روشی مستقیم برای اندازه‌گیری آن‌ها وجود ندارد، کمیت‌های فرعی گفته می‌شود. برای مثال درعلوم دوره‌ی راهنمایی دیدیم اگر بخواهیم سرعت متوسط دوچرخه‌سواری را حساب کنیم(شکل ۱-۷)، باید فاصله‌ی طی شده را بر زمانی که این مسافت طی می‌شود تقسیم کنیم و مقدار سرعت متوسط دوچرخه سوار را به دست



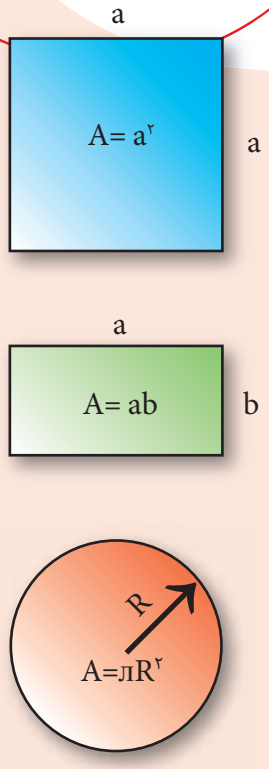
شکل ۱-۷ دوچرخه سوار طی زمان معینی فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی A وB را طی کرده است.

آوریم.به این ترتیب یکای سرعت متوسط از تقسیم دو یکای اصلی به دست می‌آید ودر SI یکای آن متر بر ثانیه (m/s) است. مساحت و حجم از کمیت‌های فرعی دیگری هستند که پیش از این با چگونگی اندازه‌گیری یا محاسبه‌ی آن‌ها آشنا شده‌اید. همان‌طور که به یاد دارید برای محاسبه‌ی مساحت سطح یک جسم که شکل هندسی منظم دارد، می‌توانیم از رابطه‌ی مربوط به مساحت آن سطح استفاده کنیم. مثلاً مساحت مستطیلی به ضلع‌های a و b برابر $A= ab$ و مساحت یک قرص دایره‌ای به شعاع R برابر $A= \pi R^2$ است. اما شکل سطح هرچه باشد، واحد مساحت در SI متر مربع است که به صورت m^2 نوشته می‌شود(شکل ۱-۸). سانتی‌متر مربع cm^2 واحد دیگری برای مساحت است که به صورت زیر با متر مربع رابطه دارد:

$$1m^2=100\,cm\times100\,cm=10^4cm^2$$

همچنین به یاد دارید که حجم یک مکعب مستطیل به ابعاد a و b و c برابر $v=abc$ است. یکای حجم در SI متر مکعب است که به صورت m^3 نوشته می‌شود. یکاهای دسی‌متر مکعب (لیتر) و سانتی متر مکعب، یکاهای کوچک‌تر از متر مکعب‌اند که به صورت زیر با یکدیگر رابطه دارند:

$$1m^3=10^3\,lit=10^6cm^3$$



شکل ۱-۸ مساحت چند شکل منظم

فعالیت ۱-۴

مطابق شکل ۱-۹ قطعه‌ای سنگ به شکل نامنظم در اختیار داریم. آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان حجم این قطعه سنگ را اندازه گرفت.

شکل ۱-۹

۱-۴ کمیت‌های نرده‌ای و برداری

در بخش قبل دیدیم که برخی از کمیت‌های فیزیکی مانند جرم، زمان و طول را که در SI کمیت‌های اصلی نامیده می‌شوند می‌توان به‌طور مستقیم اندازه گرفت. همچنین تعداد بسیاری دیگر از کمیت‌ها مانند حجم، سرعت، نیرو، انرژی، توان و ... را که در SI کمیت‌های فرعی نامیده می‌شوند تنها به‌طور غیرمستقیم قابل اندازه‌گیری هستند. به این ترتیب کمیت‌های فیزیکی با توجه به چگونگی اندازه‌گیری آن‌ها،که می‌تواند مستقیم یا غیرمستقیم باشد، به کمیت‌های اصلی و فرعی رده‌بندی می‌شوند. از سوی دیگر کمیت‌های فیزیکی به دو نوعِ **نرده‌ای** و **برداری** نیز تقسیم می‌شوندکه در ادامه با این تقسیم‌بندی بیش‌تر آشنا خواهیم شد.

کمیت‌های نرده‌ای: کمیت‌هایی مانند جرم یک جسم، تعداد صفحه‌های یک کتاب، حجم یک اســتخر، مساحت حیاط مدرسه‌ی شــما، زمان اذان مغرب در روز معینی از سال در یک محل خاص، طول قد شما و نظایر آن که تنها با یک عدد و یکای مشخص می‌شوند، کمیت‌های نرده‌ای (عددی) نامیده می‌شوند.

جمع، تفریق، تقســیم و دیگر محاسبه‌های ریاضی کمیت‌های نرده‌ای، از قاعده‌های متداول در ریاضی پیروی می‌کنند. به‌طور مثال اگر یک لیتر آب را در ظرفی که دو لیتر آب دارد بریزیم، ســه لیتر آب در ظرف خواهیم داشت:

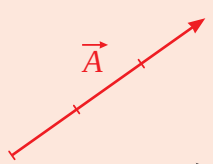
۳ لیتر = ۲ لیتر + ۱ لیتر

شکل ۱-۱۰

کمیت‌های برداری: فرض کنید از دانش‌آموزی پرسیده شود که فاصله‌ی خانه تا مدرسه‌اش چقدر اســت؟ و او بگوید «۱۲۵۰ متر». آیا با این پاســخ می‌توان با پیمودن یک مســیر دلخواه به مســافت ۱۲۵۰ متر از خانه‌ی او به مدرســه‌اش رســید؟ آشکار است که پاســخ منفی است، زیرا نقطه‌های زیادی هســتند که فاصله‌ی آن‌ها از خانه‌ی او ۱۲۵۰ متر است(شــکل ۱-۱۰). بنابراین موقعیت مدرسه نسبت به خانه را نمی‌توان تنها با یک عدد بیان کرد. بلکه باید جهتی را هم، مثلاً جنوب غربی، بر آن عدد اضافه کرد.

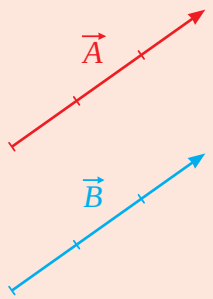
در فیزیــک کمیت‌هایی وجود دارد که افزون بر مقدار یا اندازه، دارای جهت نیز هســتند و جمع آن‌ها نیز از قاعده‌های معینی پیروی می‌کند. به این کمیت‌ها، کمیت‌های برداری گفته می‌شــود. جابه‌جایی، سرعت، شتاب و نیرو از جمله کمیت‌های برداری هستند که در فصل‌های بعدی با آن‌ها بیش‌تر آشنا خواهیم شد.

برای نشان دادن هر بردار دلخواهی مانند بردار $\vec{A}$ ، از خط جهت‌داری استفاده می‌کنیم که طول آن خط، اندازه‌ی بردار و جهت آن، جهت بردار را نشان می‌دهد(شکل ۱-۱۱).



شکل ۱-۱۱ بردار $\vec{A}$ با طول ۳ واحد

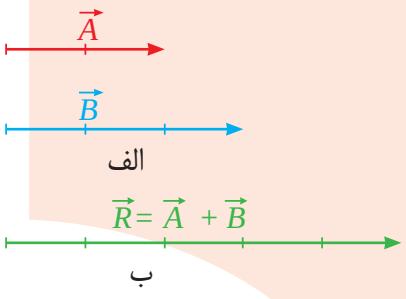
در صورتی که اندازه و جهت دو بردار مطابق شــکل ۱-۱۲ یکســان باشــد، دو بردار را مســاوی می‌نامند و می‌توان نوشت $\vec{A} = \vec{B}$.



شــکل ۱-۱۲ دو بردار مســاوی $\vec{A}$ و $\vec{B}$ که جهت یکسان و بزرگی برابری دارند.

جمــع بردارها: در این‌جا تنها جمع بردارها را برای دو حالت خاص که بردارها هم‌راســتا یا عمود بر هم باشند بررسی خواهیم کرد.

در صورتی که دو بردار در یک راســتا باشــند افزون بر بزرگی آن‌ها، به جهت آن‌ها نیز باید توجه کنیم. شــکل ۱-۱۳ الف دو بردار موازی هم جهت $\vec{A}$ و $\vec{B}$ را نشــان می‌دهــد که بزرگی آن‌ها به ترتیب ۲ و ۳ واحد است. بردار $\vec{R}$ در شکل ۱-۱۳ ب جمع این دو بردار را نشان می‌دهد که بزرگی

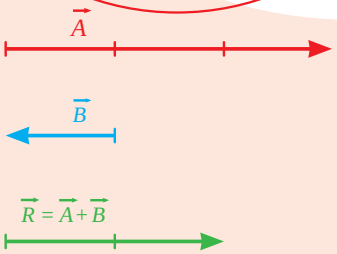


شــکل ۱-۱۳ جمع دو بردار موازی و هم‌جهت از قاعده‌ی جمع معمولی پیروی می‌کند.

آن برابر ۵ واحد و در جهت بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{B}$ است.

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$$

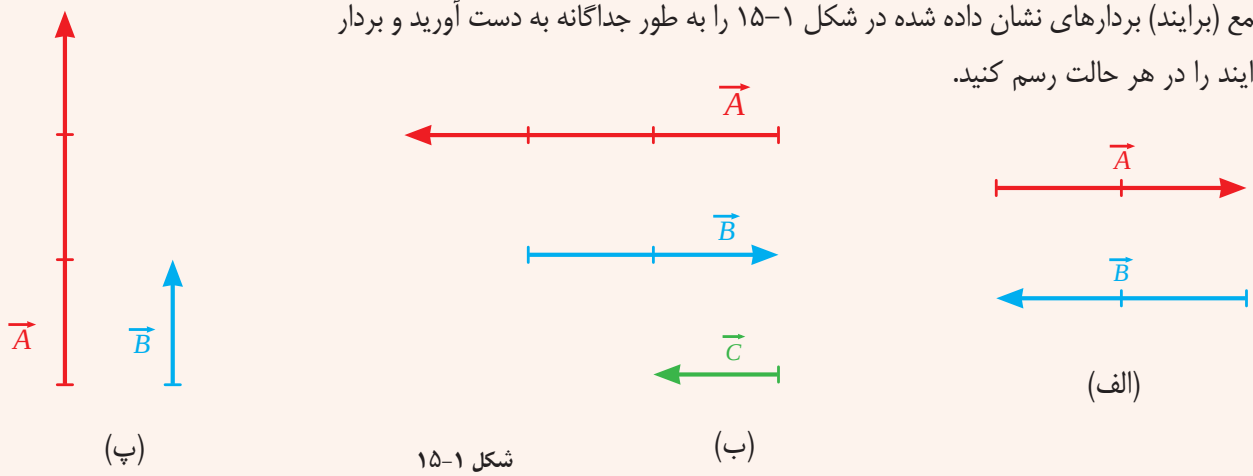
شکل ۱-۱۴ الف دو بردار موازی و غیر هم‌جهت $\vec{A}$ و $\vec{B}$ را نشان می‌دهد که بزرگی آن‌ها به ترتیب ۳ و ۱ واحد است. بردار $\vec{R}$ در شکل ۱-۴ ب، جمع این دو بردار را نشان می‌دهد که بزرگی آن برابر ۲ واحد و در جهت بردار بزرگ‌تر، یعنی بردار $\vec{A}$ است. معمولاً $\vec{R}$ را، بردار برایند $\vec{A}$ و $\vec{B}$ نیز می‌نامند.



شکل ۱-۱۴ جمع دو بردار موازی و غیرهم‌جهت از قاعده‌ی جمع جبری پیروی می‌کند. بزرگی بردا $\vec{R}$ برابر A-B است. علامت منفی نشان می‌دهد که جهت بردار $\vec{B}$ برخلاف جهت بردار $\vec{A}$ است.

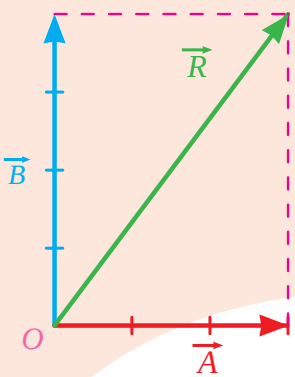
تمرین ۱-۱

جمع (برایند) بردارهای نشان داده شده در شکل ۱-۱۵ را به طور جداگانه به دست آورید و بردار برایند را در هر حالت رسم کنید.



شکل ۱-۱۵

در حالت‌های خاص دیگری که دو بردار $\vec{A}$ و $\vec{B}$ بر هم عمود باشند، اندازه‌ی برایند آن‌ها $\vec{R}$، به سادگی و از طریق محاسبه به دست می‌آید. همان‌طور که در شکل ۱-۱۶ نشان داده شده است برای به دست آوردن برایند دو بردار عمود بر هم $\vec{A}$ و $\vec{B}$، ابتدا آن‌ها را از نقطه‌ی مشترک O رسم کرده و سپس از انتهای دو بردار خط‌چین‌هایی موازی هر بردار رسم می‌کنیم. برداری که از نقطه‌ی O به محل برخورد این دو خط‌چین رسم می‌شود، برایند $\vec{R}$، دو بردار $\vec{A}$ و $\vec{B}$ است. به این ترتیب داریم:



شکل ۱-۱۶

$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$، که اندازه‌ی بردار برایند $\vec{R}$ طبق قضیه‌ی فیثاغورس برابر است با:

$$R^2 = A^2 + B^2 = 3^2 + 4^2 \Rightarrow R = \sqrt{25} = 5 \text{ واحد}$$

مثال ۱-۲

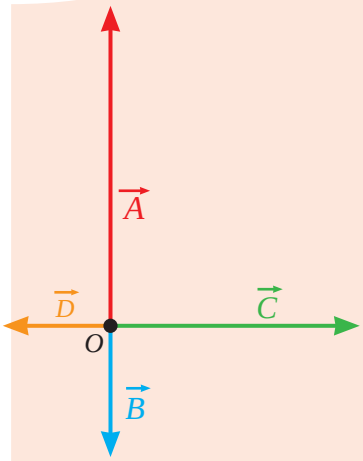
شکل ۱-۱۷ چهار بردار عمود بر هم $\vec{A}$ ، $\vec{B}$ ، $\vec{C}$ ، $\vec{D}$ را نشان می‌دهد که از نقطه‌ی مشترک O رسم شده‌اند. اگر اندازه‌ی این بردارها به ترتیب ۱۳، ۵، ۱۰ و ۴ واحد باشد، اندازه‌ی بردار برایند آن‌ها چند واحد است؟

حل: شکل ۱-۱۸ بردارهای برایند $\vec{R}_1$ و $\vec{R}_2$ را در دو راستای قائم و افقی نشان می‌دهد، به‌طوری که داریم:

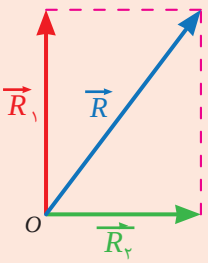
$$\vec{R}_1 = \vec{A} + \vec{B} \quad \text{و} \quad \vec{R}_2 = \vec{C} + \vec{D}$$

با توجه به این که اندازه‌ی بردارهای $\vec{R}_1$ و $\vec{R}_2$ به ترتیب ۸ و ۶ واحد است، خواهیم داشت:

$$R^2 = R_1^2 + R_2^2 = 8^2 + 6^2 \Rightarrow R = \sqrt{100} = 10 \text{ واحد}$$



شکل ۱-۱۷



شکل ۱-۱۸

تمرین ۱-۲

اندازه‌ی برایند دو بردار عمود بر هم $\vec{A}$ و $\vec{B}$ برابر ۲۵ واحد است. اگر طول بردار $\vec{B}$ چهار برابر طول بردار $\vec{A}$ باشد، اندازه‌ی بردار $\vec{B}$ چند واحد است؟

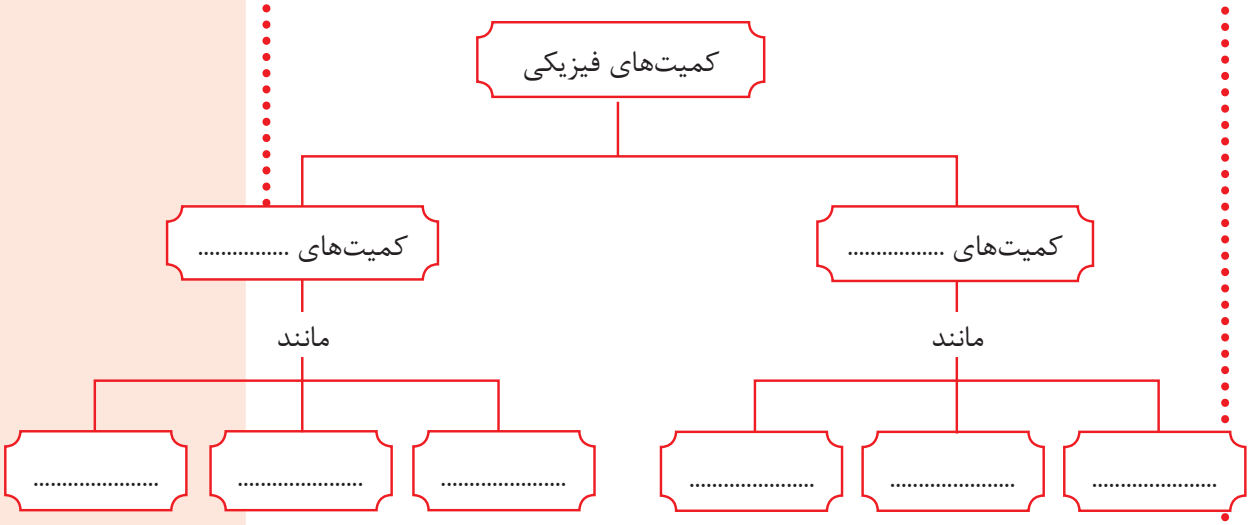
شبیه‌سازی

- جمع برداری
- تفریق برداری

پرسش‌های مفهومی

۱- با استفاده از جعبه‌ی کلمه‌ها، نقشه‌ی مفهومی زیر را کامل کنید.

اصلی، فرعی، زمان، انرژی، طول،سرعت،جرم، نیرو



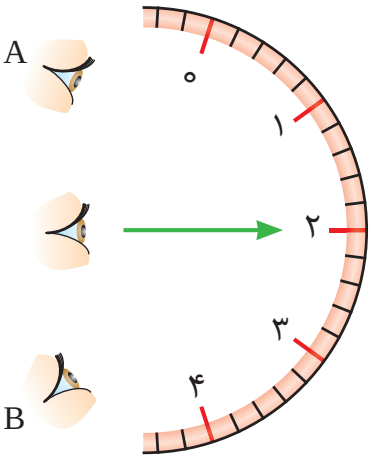
۲- گالیله در برخی از کارهایش از ضربان نبض خود به عنوان زمان‌سنج استفاده کرد. شما نیز چند پدیده‌ی تکراری در طبیعت نام ببرید که می‌توانند به عنوان استانداردهای منطقی زمان به‌کار روند.

۳- سعی کنید به کمک چشم، طول برخی از اجسامی را که در محیط اطرافتان هستند، بر حسب سانتی‌متر یا متر تخمین بزنید. سپس آن‌ها را با خط‌کش یا متر اندازه بگیرید. تخمین‌های شما تا چه حد درست بوده‌اند؟

۴- ساعت‌های مکانیکی (با آونگ) تا قرن هفدهم میلادی هنوز اختراع نشده بودند. تحقیق کنید ایرانی‌هادر زمان‌های قدیم از چه نوع ساعتی برای تعیین زمان استفاده می‌کردند؟

۵- به آدرس http:// www.physics.nist.gov/GenInt/Time/time.html بروید و در خصوص چگونگی اندازه‌گیری زمان از دوران باستان تا عصر حاضر مطالبی به صورت مستند تهیه و آن‌ها را به صورت یک پوستر در کلاس درستان نصب کنید. توصیه می‌شود این فعالیت را به همراه تعدادی از دوستان خود و به صورت گروهی انجام دهید.

۶- در صورتی که از نقطه‌های A و B به عقربه‌ی سنجه‌ی شکل ۱-۱۹ نگاه کنید چه اثری روی دقت اندازه‌گیری شما می‌گذارد؟



شکل ۱-۱۹

مسئله‌ها

۱- یکای مساحت که اغلب برای اندازه‌گیری مساحت زمین به کار می‌رود هکتار است که به صورت $10^4\ m^2$ تعریف شده است . مساحت کره‌ی زمین تقریباً چند هکتار است؟ (شعاع زمین را ۶۴۰۰km بگیرید.)

۲- اگر در هر قدم ۰/۶ m جلو بروید، برای پیمودن 1km چند قدم باید بردارید؟

۳- مناسب‌ترین زمان برای هر جلسه کلاس درس حدود ۵۰ دقیقه است. هر جلسه کلاس درس چند میکروقرن است؟

۴- دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط، یکی از بزرگ‌ترین الماس‌های شناخته‌شده در ایران است. این الماس به رنگ بسیار کمیاب صورتی شفاف است و در سال ۱۱۱۸ هجری شمسی توسط نادرشاه افشار به همراه کوه نور و جواهرات بسیار دیگر از هند به ایران آورده شد و هم‌اکنون در خزانه‌ی جواهرات ملی نگه‌داری می‌شود. کوه نور نیز یکی دیگر از الماس‌های مشهور جهان است که جرمی حدود ۱۰۸ قیراط دارد و هم‌اکنون در برج لندن نگه‌داری می‌شود. با توجه به این‌که هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است، جرم دریای نور و کوه نور بر حسب گرم چقدر است؟

۵- الف) اگر قلب شما در هر دقیقه ۷۰ بار بزند، در سال چند بار می‌زند؟

ب) اگر قلب شما در هر ثانیه $92cm^3$ خون تلمبه کند و حجم کل خون شما ۵/۵ لیتر باشد، چه مدت طول می‌کشد تا این‌که خون شما در دستگاه گردش خون یک دور کامل بزند؟(توجه کنید که: $1lit = 1000cm^3$)

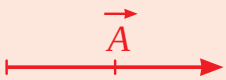
۶- اگر جرم $1cm^3$ آب 1g باشد، جرم $1m^3$ آب را بر حسب کیلوگرم پیدا کنید.

۷- شخصی به این صورت قدم می‌زند: 2/2km به طرف شمال، سپس 1/6km به طرف غرب، و سرانجام 3/4km به طرف جنوب. نمودار برداری حرکت این شخص را رسم کنید.

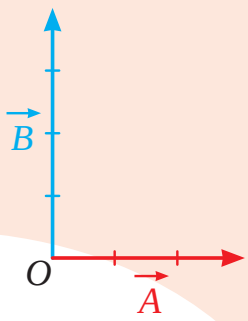
۸- برایند دو بردار عمود بر هم $\vec{A}$ و $\vec{B}$ برابر ۲۰ واحد است. اگر نسبت اندازه‌های بردار $\vec{A}$ به بردار $\vec{B}$ برابر $\frac{3}{4}$ باشد، اندازه‌ی بردار $\vec{A}$ چند واحد است؟

۹- بردار $\vec{A}$ به طول ۲ واحد در شکل ۱-۲۰ رسم شده است. بردار $\vec{A}$ 3/5 را رسم کنید.

۱۰- برای دو بردار عمود بر هم $\vec{A}$ و $\vec{B}$ در شکل ۱-۲۱ داریم A =۳ و B =۴ واحد. بزرگی برایند این دوبردار را پس از رسم، یک‌بار با محاسبه و بار دیگر با خط‌کش به دست آورید.



شکل ۱-۲۰



شکل ۱-۲۱