

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای هنرآموز

فیزیک

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

۱۳۹۵



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز فیزیک - ۲۱۰۷۶۳

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

افشار بهمنی، مجتبی جهانی فر، مریم رحمانی، نسرين طاهری اصغری، محمدرضا

فرخ نیا و محمد نوروزخانی (اعضای شورای تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری)، فاطمه رئوف پی (صفحه آرا)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج -

خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰

صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ اول ۱۳۹۵

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.

امام خمینی (قَدَّسَ سِرَّه الشَّرِیف)

بخش اول: کلیات ۱۲

مقدمه	۱۲
اهداف حوزه یادگیری علوم	۱۹
شایستگی‌های غیر فنی	۲۲
رویکرد یادگیری	۳۴
راهبردهای یاددهی یادگیری	۳۷
کاربرد نقشه‌های مفهومی در تحقق یادگیری مفهومی در فیزیک	۳۹
ارزشیابی	۴۹

بخش دوم: واحدهای یادگیری ۵۷

فصل اول: فیزیک و اندازه گیری ۵۷

۱-۱ فیزیک چیست؟	۵۹
۱-۱-۱ اهمیت اندازه گیری در علم فیزیک	۶۱
۲-۱ کمیت‌ها و یکاها	۶۳
۱-۲-۱ کمیت‌ها و یکاهای اصلی	۶۵
۲-۲-۱ کمیت‌ها و یکاهای فرعی	۶۷
۳-۲-۱ تبدیل یکاها و پیشوندها	۶۹
۴-۲-۱ نمادگذاری علمی	۷۴
۳-۱ اندازه گیری کمیت‌ها	۷۵
۱-۳-۱ عدد غیر قطعی و ارقام با معنی	۸۰
۲-۳-۱ وسایل اندازه گیری	۸۴
۴-۱ کمیت‌های برداری و نرده‌ای	۸۶
۱-۴-۱ نمایش کمیت‌های برداری	۸۷
۲-۴-۱ قواعد جمع برداری	۸۹
پاسخ پرسش‌های پایان فصل	۹۲

۹۷.....	۱-۲ حرکت
۱۰۰.....	۲-۲ نمودار مسیر حرکت و مفهوم سرعت
۱۰۴.....	۳-۲ تعادل اجسام
۱۰۶.....	۱-۳-۲ قانون اول نیوتن
۱۰۷.....	۲-۳-۲ حرکت یکنواخت
۱۰۹.....	۴-۲ عدم تعادل اجسام
۱۱۲.....	۱-۴-۲ قانون دوم نیوتن
۱۱۵.....	۵-۲ نیروهای کنش و واکنش
۱۱۶.....	۶-۲ معرفی نیروها
۱۱۶.....	۱-۶-۲ نیروی گرانش و نیروی وزن
۱۱۷.....	۲-۶-۲ نیروی عمودی تکیه گاه
۱۱۹.....	۳-۶-۲ نیروی اصطکاک
۱۲۱.....	پاسخ پرسش های پایان فصل

فصل سوم: حالت های ماده و فشار ۱۲۵

۱۲۷	۳-۱ حالت های مختلف ماده.....
۱۳۰	۳-۲ مواد در مقیاس نانو.....
۱۳۶	۳-۳ چگالی.....
۱۴۱	۳-۴ مفهوم فشار.....
۱۴۲	۳-۵ فشار شاره ها.....
۱۴۳	۳-۵-۱ محاسبه اختلاف فشار دو نقطه در مایع ساکن.....
۱۴۴	۳-۵-۲ فشار هوا.....
۱۴۴	۳-۵-۳ آزمایش توریچلی.....
۱۴۶	۳-۵-۴ محاسبه فشار در یک نقطه درون شاره.....
۱۴۷	۳-۵-۵ فشار پیمانه ای.....
۱۵۰	۳-۵-۶ اصل پاسکال.....
۱۵۴	پاسخ پرسش های پایان فصل.....

۱۵۹.....	۱-۴ دما.....
۱۶۰.....	۱-۴-۱ مفهوم دما.....
۱۶۰.....	۱-۴-۲ اندازه گیری دما.....
۱۶۲.....	۱-۴-۳ مقیاس های دما.....
۱۶۴.....	۲-۴ گرما.....
۱۶۵.....	۲-۴-۱ مفهوم گرما.....
۱۶۶.....	۲-۴-۲ محاسبه مقدار گرما.....
۱۷۱.....	۲-۴-۳ انتقال گرما.....
۱۷۲.....	۳-۴-۱ رسانش گرمایی.....
۱۷۳.....	۳-۴-۲ محاسبه آهنگ رسانش گرما.....
۱۷۵.....	۳-۴-۳ همرفت.....
۱۷۷.....	۳-۴-۴ تابش.....
۱۷۷.....	۴-۴ انبساط گرمایی.....
۱۷۸.....	۴-۴-۱ تأثیر گرما بر اندازه مواد.....
۱۸۰.....	۴-۴-۲ محاسبه مقدار انبساط.....
۱۸۱.....	پاسخ پرسش های پایان فصل.....

فصل پنجم: جریان و مدارهای الکتریکی..... ۱۸۳

مقدمه.....	۱۸۵
۱-۵ الکترون آزاد.....	۱۸۷
۲-۵ شدت جریان الکتریکی.....	۱۸۸
۳-۵ مدار الکتریکی.....	۱۹۰
۴-۵ اختلاف پتانسیل (ولتاژ).....	۱۹۳
۵-۵ مقاومت الکتریکی.....	۱۹۷
۱-۵-۵ قانون اهم.....	۱۹۸
۲-۵-۵ عوامل مؤثر بر مقاومت رسانای فلزی در دمای ثابت.....	۲۰۲
۳-۵-۵ انواع مقاومت.....	۲۰۵
۴-۵ انرژی الکتریکی مصرفی.....	۲۱۲
۱-۶-۵ توان مصرفی.....	۲۱۲
۷-۵ به هم بستن مقاومت ها.....	۲۱۶
۱-۷-۵ به هم بستن متوالی.....	۲۱۶
۲-۷-۵ به هم بستن موازی.....	۲۱۹
پاسخ پرسش های پایان فصل.....	۲۲۲

مقدمه

موضوع اولین هدف عملیاتی سند تحول بنیادین آموزش و پرورش مربوط به پرورش تربیت‌یافتگانی است که با درک مفاهیم اقتصادی در چارچوب نظام معیار اسلامی از طریق کار و تلاش و روحیه انقلابی و جهادی، کارآفرینی، قناعت و انضباط مالی، مصرف بهینه و دوری از اسراف و تبذیر و با رعایت وجدان، عدالت و انصاف در روابط با دیگران در فعالیتهای اقتصادی در مقیاس خانوادگی، ملی و جهانی مشارکت می‌نمایند. همچنین سند برنامه ملی درسی جمهوری اسلامی ایران «حوزه تربیت و یادگیری کار و فناوری» به قلمرو و سازماندهی محتوای این آموزش‌ها پرداخته است.

در برنامه‌های درسی فنی و حرفه‌ای علاوه بر اصول دین‌محوری، تقویت هویت ملی، اعتبار نقش یادگیرنده، اعتبار نقش مرجعیت معلم، اعتبار نقش پایه‌ای خانواده، جامعی، توجه به تفاوت‌های فردی، تعادل، یادگیری مادام‌العمر، جلب مشارکت و تعامل، یکپارچگی و فراگیری، اصول تنوع‌بخشی آموزش‌ها، انعطاف‌پذیری، آموزش بر اساس نیاز بازار کار، اخلاق حرفه‌ای، توسعه پایدار و کاهش فقر و تولید ثروت، شکل‌گیری تدریجی هویت حرفه‌ای توجه شده است.

مطالبات اسناد بالادستی، تغییرات فناوری و نیاز بازار کار داخل کشور و تغییر در استانداردها و همچنین توصیه‌های بین‌المللی، موجب شد تا الگوی مناسب که پاسخگوی شرایط مطرح شده باشد طراحی و برنامه‌های درسی بر اساس آن برنامه‌ریزی و تدوین شوند. تعیین سطوح شایستگی و تغییر رویکرد از تحلیل شغل به تحلیل حرفه و توجه به ویژگی‌های شغل و شاغل و توجه به نظام صلاحیت حرفه‌ای ملی، تلفیق شایستگی‌های مشترک و غیرفنی در تدوین برنامه‌ها از ویژگی‌های الگوی مذکور و برنامه‌های درسی است. بر اساس این الگو فرایند برنامه‌ریزی درسی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و مهارتی در دو بخش دنیای کار و دنیای آموزش طراحی شد. بخش دنیای کار شامل ده مرحله و بخش دنیای آموزش شامل پانزده مرحله است. نوع ارتباط و تعامل هر مرحله با مراحل دیگر فرایند به‌صورت طولی و عرضی است. با این توضیح که طراحی و تدوین هر مرحله متأثر از اعمال موارد اصلاحی مربوط به نتایج اعتباربخشی آن مرحله یا مراحل دیگر می‌باشد.

توصیه سند تحول بنیادین و برنامه درسی ملی بر تدوین اجزای بسته آموزشی

جهت تسهیل و تعمیق فعالیت‌های یاددهی - یادگیری، کارشناسان و مؤلفان را بر آن داشت تا محتواهای آموزشی مورد نظر را در شبکه‌ای از اجزای یادگیری با تأکید بر برنامه درسی رشته، برنامه‌ریزی و تدوین نمایند. کتاب راهنمای هنرآموز از اجزای شاخص بسته آموزشی است و هدف اصلی آن توجیه و تبیین برنامه‌های درسی تهیه شده با توجه به چرخش‌های تحولی در آموزش فنی و حرفه‌ای و توصیه‌هایی برای اجرای مطلوب آن می‌باشد.

کتاب راهنمای هنرآموز در دو بخش تدوین شده است.

بخش نخست مربوط به تبیین جهت‌گیری‌ها و رویکردهای کلان برنامه درسی است که کلیات تبیین منطق برنامه درسی، چگونگی انتخاب و سازماندهی محتوا، مفاهیم و مهارت‌های اساسی و چگونگی توسعه آن در دوره، جدول مواد و منابع آموزشی را شامل می‌شود.

بخش دوم مربوط به طراحی واحدهای یادگیری است و تبیین منطق واحد یادگیری، پیامدهای یادگیری، ایده‌های کلیدی، طرح پرسش‌های اساسی، سازماندهی محتوا و تعیین تکالیف یادگیری و عملکردی با استفاده از راهبردهای مختلف و در آخر تعیین روش‌های ارزشیابی را شامل می‌شود.

همچنین در قسمت‌های مختلف کتاب راهنمای هنرآموز با توجه به اهمیت آموزش شایستگی‌های غیرفنی به آموزش مدیریت منابع، ایمنی و بهداشت، یادگیری مادام‌العمر و مسئولیت‌پذیری تأکید شده است.

مسلماً اجرای مطلوب برنامه‌های درسی، نیازمند مساعدت و توجه ویژه هنرآموزان عزیز و بهره‌مندی از صلاحیت‌ها و شایستگی‌های حرفه‌ای و تخصصی مناسب ایشان می‌باشد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

بخش اول

کلیات

مقدمه

برنامه درسی فیزیک فنی و حرفه‌ای تحت سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴.

راهنمای برنامه درسی فیزیک سندی مشتمل بر اهداف، رویکرد و منطق حاکم بر برنامه درسی، اهداف ماده درسی، تنظیم محتوا، ارائه روش‌های یاددهی یادگیری مناسب و ارائه شیوه‌های ارزشیابی و اشاعه آن است. این سند در واقع راهنمای عمل تولیدکنندگان مواد آموزشی است. با توجه به تغییرات سریع فناوری، اجتماعی و اقتصادی، پیچیدگی‌های دنیای کار به همراه ظهور چالش‌ها و مفاهیمی از قبیل توسعه پایدار، آموزش مادام‌العمر، آموزش برای همه، شایستگی و کار شایسته، جهانی سازی، به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات و رسیدن به شاخص‌ها و استانداردهای توسعه به‌ویژه سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴، افراد کشور باید در زندگی اجتماعی و حرفه‌ای خود پیوسته دانش، مهارت و نگرش خود را گسترش دهند. آموزش علمی و مهارت آموزی سبب پیشرفت فردی، افزایش بهره‌وری و در نتیجه افزایش درآمد و کاهش فقر می‌گردد. محصول این آموزش‌ها دانش و مهارت، موتورهای رشد اقتصادی و توسعه اجتماعی می‌باشد و سرمایه‌گذاری در این آموزش‌ها، سرمایه‌گذاری برای آینده تلقی می‌شود. درس فیزیک و آزمایشگاه ۱، که به‌صورت مشترک در پایه دهم برای تمام رشته‌های فنی و حرفه‌ای ارائه می‌گردد به دنبال توسعه درک هنرجویان و به‌کارگیری آن دسته مفاهیم اساسی فیزیک است که در ارتباط با رشته‌های فنی هستند. در الگوی هدف‌گذاری سند تحول بنیادین، پنج عنصر: تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق و چهار عرصه ارتباط هنرجو با خود، خدا، خلق و خلقت به‌صورت به‌هم‌پیوسته و با محوریت ارتباط با خدا تبیین و تدوین می‌شوند. عناصر پنج‌گانه در شبکه‌ای مفهومی، مرتبط و به‌هم تنیده تبیین می‌شوند و در فرایند عملی تربیت، هرکدام از این عناصر، متناسب با نیازها و شرایط هنرجو می‌توانند سرآغاز سیر تربیتی وی باشند و سایر عناصر را تقویت و تعمیق نمایند. در میان عناصر پنج‌گانه، عنصر تعقل جنبه محوری دارد و سایر عناصر پیرامون آن تعریف و تبیین می‌شوند که هرکدام از آنها نیز دارای مراتب معینی است.

اهداف و آرمان‌هایی که در سند تحول بنیادین وجود دارند و برای پرورش افرادی با حیات طیبه مورد نظر قرار گرفته‌اند، لازم است با استانداردهای آموزش علوم و همچنین یادگیری‌های ضروری در این درس ارتباط داده شوند. استانداردهای عملکردی (شایستگی‌های پایه غیرفنی) برای این طراحی شده‌اند تا هنرجویان را با دانش و مهارت‌های پایه در علم مجهز سازند. در این استانداردها، تزریق تکنولوژی به برنامه درسی، ارتباط علوم با محیط و زندگی روزمره حیاتی هستند. با توجه به این استانداردها، خطوط راهنمایی برای آموزش قابل استخراج می‌گردند: از جمله اینکه دست‌ورزی، رویکردهای مبتنی بر کاوشگری، و هنرجو محور بودن آموزش در این استانداردها مورد تأکید هستند، همچنین از میان آنها این نکته قابل برداشت است که برنامه درسی علوم باید پاسخگوی نیازهای هنرجویان باشد. طبیعت دست‌ورزانه بودن علوم، نیاز هنرآموزان به استفاده از اقدامات مناسب در حیطه آزمایشگاهی را می‌رساند. علوم شامل روش و سبک فکر کردن درباره شاکله دانش درباره جهان طبیعی است؛ بنابراین هنرجویان برای کسب سواد علوم باید هم ویژگی‌های علوم و هم ویژگی‌های محتوای علوم یعنی جهان طبیعی اطرافشان را بدانند؛ بنابراین برنامه درسی فیزیک باید طوری طراحی شود که اینها را با هم مدنظر قرار دهد. در ادامه اهداف یادگیری ضروری یا همان شایستگی‌های پایه که به‌طور خاص برای درس فیزیک طرح شده‌اند، بیان می‌شوند. انتظار می‌رود هنرجویان طی دوره تحصیلی فیزیک^۱، در مجموعه عناصر پنج‌گانه الگوی هدف‌گذاری، به مرتبه‌ای از شایستگی‌های پایه دست یابند. این شایستگی‌ها بیان تفصیل یافته‌ای از هدف‌های کلی صفحه بعد هستند.

عرصه ها عناصر	رابطه با خویشین (روح، روان و جسم)	رابطه با خدا (صفات خدا، آیات تکوینی، تشریعی، انبیا و اوبای الهی)	رابطه با خلق (خانواده، دوستان، همسایگان، محلّه، شهر، استان و جهان)	رابطه با خلقت (۱. طبیعت: زمین، آب، فضا، محیط زیست و... ۲. ماوراءطبیعت: حیات ابدی، جهان آخرت، ملائکه و ...)
تغفل تفکر و اندیشه ورزی)	۱. درک توانایی خود برای پرسیدن و بین فرضیه مناسب برای مشکلات شناخته شده با استفاده از دانش علمی قبلی برای کمک به طراحی و پیاده سازی یک کوش علمی. ۲. استنباط منطقی بر اساس داده های جمع آوری شده. ۳. کنجکاوی در قبال پدیده های مشاهده شده و تفکر و جستجو در جهت فهم آنها. ۴. رضایت مندی از انجام صحیح روش های کسب دانش و پژوهش. ۵. توجه و تفکر نسبت به علائق شخصی نیست به مباحث مختلف فیزیک مرتبط با رشته تحصیلی.	۱. تفکر درباره حکمت خداوند پیرامون علت اصلی جهان هستی با شروع از روابط علت و معلولی موجود در فیزیک. ۲. پژوهش در آیات قرآن و احادیث و تفکر درباره بیانات علمی آنها. ۳. تأمل در اصل آفرینش انسان و جهان بر اساس قدرت خداوند. ۴. تفکر درباره دگرگونی و تحول جهان طبیعت و مقصد نهایی آن. ۵. تفکر در یکپارچگی جهان و نظم عالم هستی و مقصد آفرینش.	۱. درک متقابل میان علم، فناوری، و فعالیت های انسانی و اینکه چگونه می توانند جهان را تحت تأثیر قرار دهند. ۲. تفکر درباره ثبات و تغییر در جوامع انسانی با کمک درک ثبات و تغییر ماده و انرژی در گروه ۳. تحلیل وظایف و کارها در گروه کاری. ۴. تدبیر در راهکارهای مناسب جهت کاهش هزینه های انرژی و منابع مصرفی خانواده و مدرسه. ۵. توانایی انجام تحقیق در مورد مسائل و مشکلات خانه، محلّه، مدرسه و برخورد خلاقانه با این مسائل.	۱. تفکر درباره جهان مادی و جهان معنوی به طور توانمند ۲. ارزیابی تأثیر فیزیک بر مسائل اجتماعی و زیست محیطی مانند تولید برق و گرما. ۳. توجه به مواد آلاینده و خلق ایده در جهت حفظ و پاکیزگی محیط زیست، توجه به منابع و ظرفیت های طبیعی موجود در کشور. ۴. تدبیر در نظام بندی و هدف دار بودن نظام آفرینش و تأثیر پذیری از آن. ۵. درک چگونگی تأثیر دیدگاه های فرهنگی بر دانش و استفاده از اشکال مختلف انرژی.
	۱. درک توانایی خود برای پرسیدن و بین فرضیه مناسب برای مشکلات شناخته شده با استفاده از دانش علمی قبلی برای کمک به طراحی و پیاده سازی یک کوش علمی. ۲. استنباط منطقی بر اساس داده های جمع آوری شده. ۳. کنجکاوی در قبال پدیده های مشاهده شده و تفکر و جستجو در جهت فهم آنها. ۴. رضایت مندی از انجام صحیح روش های کسب دانش و پژوهش. ۵. توجه و تفکر نسبت به علائق شخصی نیست به مباحث مختلف فیزیک مرتبط با رشته تحصیلی.	۱. تفکر درباره حکمت خداوند پیرامون علت اصلی جهان هستی با شروع از روابط علت و معلولی موجود در فیزیک. ۲. پژوهش در آیات قرآن و احادیث و تفکر درباره بیانات علمی آنها. ۳. تأمل در اصل آفرینش انسان و جهان بر اساس قدرت خداوند. ۴. تفکر درباره دگرگونی و تحول جهان طبیعت و مقصد نهایی آن. ۵. تفکر در یکپارچگی جهان و نظم عالم هستی و مقصد آفرینش.	۱. درک متقابل میان علم، فناوری، و فعالیت های انسانی و اینکه چگونه می توانند جهان را تحت تأثیر قرار دهند. ۲. تفکر درباره ثبات و تغییر در جوامع انسانی با کمک درک ثبات و تغییر ماده و انرژی در گروه ۳. تحلیل وظایف و کارها در گروه کاری. ۴. تدبیر در راهکارهای مناسب جهت کاهش هزینه های انرژی و منابع مصرفی خانواده و مدرسه. ۵. توانایی انجام تحقیق در مورد مسائل و مشکلات خانه، محلّه، مدرسه و برخورد خلاقانه با این مسائل.	۱. تفکر درباره جهان مادی و جهان معنوی به طور توانمند ۲. ارزیابی تأثیر فیزیک بر مسائل اجتماعی و زیست محیطی مانند تولید برق و گرما. ۳. توجه به مواد آلاینده و خلق ایده در جهت حفظ و پاکیزگی محیط زیست، توجه به منابع و ظرفیت های طبیعی موجود در کشور. ۴. تدبیر در نظام بندی و هدف دار بودن نظام آفرینش و تأثیر پذیری از آن. ۵. درک چگونگی تأثیر دیدگاه های فرهنگی بر دانش و استفاده از اشکال مختلف انرژی.

B ^۴	B ^۳	B ^۲	B ^۱	
<p>۱. باور به زیبایی نهفته در قوانین طبیعت</p> <p>۲. ارزش‌گذاری به ویژگی مؤمن بودن در حفظ محیط زیست</p> <p>۳. باور به امانت دانستن مواد طبیعی، منابع و تجهیزات</p> <p>۴. باور به جستجوی حقیقت در جهان غیب و آخرت</p> <p>۵. باور به اینکه جهان مادی و معنوی از یکدیگر جدا نبوده و ارتباط تنگاتنگ و قانونمند با یکدیگر دارند.</p>	<p>۱. باور داشتن به اینکه آرمودن، تجدید نظر، و گاهی اوقات رد نظریه‌های جدید و قدیمی توسط افراد جدید هرگز به پایان نمی‌رسند.</p> <p>۲. التزام قلبی به شناسایی نیازهای آموزشی و تربیتی هم‌کلاس‌ان و ارائه آموزش لازم به آنها</p> <p>۳. ایمان به تأثیر استفاده از تجربیات دیگران در فرایند تولید علم و باور به توانایی هم‌کلاس‌ان در کارهای جمعی</p> <p>۴. التزام قلبی به کاربرد فناوری‌های نوین در بهبود وضعیت رفاهی افراد</p> <p>۵. باور به توانایی ملی در زمینه‌های علمی و فناوری</p>	<p>۱. ایمان به اینکه ماهیت علم توسط خدا خلق شده و توسط انسان کشف شده است.</p> <p>۲. باور قلبی به اینکه تحقیقات علوم انعکاس‌دهنده نظم خلق شده توسط خداوند هستند...</p> <p>۳. ایمان به احکام و دستورات الهی و داشتن مبنای علمی کشف نشده برای برخی از آنها</p> <p>۴. ایمان به اینکه علم به مثابه کشف فعل خدا، دینی است.</p> <p>۵. ایمان به وجود غیب و جهان معنوی در کنار جهان طبیعی</p> <p>به عنوان فعل الهی</p>	<p>۱. خودیادوری در جهت فهم و درک مسائل...</p> <p>۲. التزام قلبی به یادگیری مادام‌العمر...</p> <p>۳. باور به نقش درسیکاری و کسب صحیح دانش از طریق تلاش و کوشش...</p> <p>۴. پذیرش اینکه علم در عین ثبات (از منظر معلوم)، دارای ویژگی پویایی (از منظر عالم) است.</p> <p>۵. باور داشتن به اینکه انسان می‌تواند زمینه کمال خود را فراهم کند و مسئول تربیت خویش است.</p>	<p>ایمان^۱ (باور به ربوبیت)</p>

۱- Beilief

K ^۱	K ^۲	K ^۳	K ^۴
<p>۱. کسب معرفت نسبت به چگونگی جمع‌آوری، سازماندهی و ثبت اطلاعات مناسب برای پدیده مورد مطالعه</p> <p>۲. ارتقای میزان توانایی خویش برای شناسایی منابع اصلی خطا یا عدم قطعیت در تحقیقات</p> <p>۳. افزایش آگاهی از نیازها، ظرفیت‌ها، نقاط قوت و ضعف خود در بررسیگری، فرضیه‌سازی، پژوهش و آزمایش.</p> <p>۴. بصیرت نسبت به اینکه علم شامل یک روش خاص دانستن و درک موضوعات مشترک در میان رشته‌های علمی است.</p> <p>۵. کسب معلومات علمی در مراقبت از خود</p>	<p>۱. توصیف به‌صفت عدالت‌خواهی در انجام تمام فعالیت‌های علمی</p> <p>۲. آگاهی پیدا کردن از صفت عالم بودن خداوند در گذر از علم انسانی</p> <p>۳. بصیرت نسبت به اینکه جهان یک نظام گسترده است که اصول اساسی در همه جای آن یکسان است.</p> <p>۴. شناخت ویژگی‌های یا خالق کل مخلوق و یا صانع کل مصنوع خداوند از طریق علوم</p> <p>۵. شناخت اهمیت کسب علم و معرفت و تفکر در خلقت طبیعت از نگاه قرآن</p>	<p>۱. شناخت شیوه‌هایی مانند بررسی دقیق و انتشار تحقیقات برای تقویت یکپارچگی فعالیت‌های علمی</p> <p>۲. آگاهی ارتباط مؤثر و کار تیمی در پیشبرد فعالیت‌های علمی</p> <p>۳. کسب شناخت نسبت به هزینه‌های مالی و زمانی برای انجام هر فعالیت علمی</p> <p>۴. آگاهی از تأثیر به‌کارگیری اصول علمی و پیشرفت علمی در توسعه جامعه</p> <p>۵. فهمیدن اینکه علم در عین کشف واقع (از منظر معلوم)، محصول ابداع (از منظر عالم) است.</p>	<p>۱. آگاهی از اصول بهره‌برداری بهینه از مواد طبیعی و انرژی و جلوگیری از ورود مواد آلاینده به محیط زیست</p> <p>۲. شناسایی پدیده‌های طبیعی و ایده و الگو گرفتن از آنها</p> <p>۳. توضیح اثرات مخرب زیست‌محیطی ناشی از عدم آگاهی افراد</p> <p>۴. مطالعه تغییرات و تحولات در عالم خلقت</p> <p>۵. کسب اطلاعات شغلی مرتبط با استانداردهای محیط زیست</p>

علم^۱
(کسب معرفت،
شناخت،
بصیرت و آگاهی)

A ^۴ .	A ^۳ .	A ^۲ .	A ^۱ .	
<p>۱. رعایت اصول حفظ محیط زیست در فعالیت‌های کلاسی</p> <p>۲. آگاه‌سازی دیگران از دانسته‌های علمی مربوط به حفظ محیط زیست و ترغیب آنها در نگهداری از محیط زیست</p> <p>۳. انجام اقدامات لازم برای کاهش مصرف سوخت و انرژی برق مدرسه و هدررفت گرما</p> <p>۴. کشف قابلیت‌های طبیعت و بهره‌برداری عاقلانه و مسئولانه از منابع و مواهب طبیعی کشور</p> <p>۵. توانایی مشاهده دقیق علمی در مطالعه پدیده‌ها</p>	<p>۱. به کارگیری روش‌های خردورانه برای کاهش هزینه‌های مصرف انرژی و منابع خانه و مدرسه</p> <p>۲. همکاری و مشارکت فعال داشتن در انجام آزمایش‌های فیزیک و پروژه‌های محوله برای انجام کار تیمی</p> <p>۳. بیان قوانین حاکم بر رفتار ماده در اثر گرما، قوانین حرکت و فشار، و به کار بردن آنها در زندگی روزمره خود و همبوعان</p> <p>۴. استفاده از اصول اندازه‌گیری علمی در اندازه‌گیری‌های مربوطه به رشته تخصصی فنی</p> <p>۵. پاس داشت از خدمات و فعالیت شخصیت‌های مؤثر در عرصه‌های علمی و فناوری در تمدن ایران و اسلام</p>	<p>۱. به کارگیری رفتار پرهیزکارانه و خداجویانه در محیط مدرسه و اجتماع</p> <p>۲. پرهیز از اسراف کاری در مصرف انرژی مطابق دستورات الهی</p> <p>۳. تقوایی در انجام کار علمی و ناظر دانستن خداوند بر تمام مراحل کار</p> <p>۴. قدردانی از مواهب الهی در طبیعت و خلقت جهان</p> <p>۵. الگو گرفتن از زندگی پیامبر و ائمه اطهار نسبت به کسب دانش</p>	<p>۱. کسب مهارت در به کارگیری قوانین فیزیکی در فناوری‌های مربوط به رشته</p> <p>۲. افزایش مهارت‌های خود برای مقایسه و تجزیه و تحلیل داده‌های گرافیکی و امر خلاصه</p> <p>۳. کسب مهارت برای کنترل شرایط آزمایش‌های علمی به منظور تولید اطلاعات بالارزش</p> <p>۴. تلاش برای استفاده از ابزارهای علمی و واحدهای اندازه‌گیری مناسب و دقیق</p> <p>۵. مسئولیت‌پذیری در حفظ و نگهداری تجهیزات و ابزار آزمایشگاه</p>	<p>عمل^۱ (کار، تلاش، اطاعت، عبادت، مجاهدت، کارآفرینی، مهارت و...)</p>

۱- Act

.M ^۴	.M ^۳	.M ^۲	.M ^۱	اخلاق ^۱ (ترکیه، عاطفه و ملکات نفسانی)
<p>۱. مسئولیت‌پذیری در قبال هدف نهایی علم به‌عنوان راهی برای بهبود درک از جهان طبیعی عاری از تعصبات</p> <p>۲. پرهیز از مصرف گرایی در انجام پروژه‌های علمی محوله</p> <p>۳. مسئولیت‌پذیری در قبال محیط‌زیست</p> <p>۴. ارزش‌گذاری به خلاقیت در انتخاب روش‌های کاری حافظ محیط‌زیست</p> <p>۵. متعهد بودن به ایمنی و بهداشت محیطی در کار</p>	<p>۱. مسئولیت‌پذیری و تعهد نسبت به وظیفه خویشین در سیستم اجتماعی، خانوادگی و کاری با استفاده از درک مفهوم، اجرا و عملکرد سیستم‌های گرمایی و الکتریکی</p> <p>۲. ارزش‌گذاری به نظرات و پیشنهادات دیگران در حل مسئله و تحقیق علمی</p> <p>۳. نقد محترمانه از کار خویشین و دیگران (هم‌کلاسی‌ها و آثار منتشر شده) برای ارزیابی استدلال علمی، طراحی روش‌ها، و اعتبار نتیجه‌گیری.</p> <p>۴. حضور منظم و به موقع در محیط کلاس و وقت‌شناسی در انجام کارهای محول‌شده</p> <p>۵. رعایت حقوق دیگران در دستیابی به حل مسائل و حق نشر اثر یا ایده</p>	<p>۱. التزام به اینکه اگر چه علم می‌تواند به امکانات جدید منجر شود، اما پیامدهای اخلاقی و انسانی آن باید با توجه به قانون خدا بررسی شوند.</p> <p>۲. رعایت تقوای الهی و اخلاق اسلامی در انجام کارهای علمی محوله</p> <p>۳. شکرگزاری از خداوند به‌خاطر خلقت طبیعت و قوانین آن</p> <p>۴. تلقی کار و فعالیت علمی به عنوان عبادت</p> <p>۵. توکل به خداوند در انجام کارها</p>	<p>۱. افزایش مسئولیت‌پذیری خود برای دنبال کردن روش‌های درست و ایمن هنگام استفاده از وسایل علمی و آزمون فرضیه</p> <p>۲. پایبندی به اهمیت کنجکاوی، صداقت، صراحت، و شک و تردید در علم</p> <p>۳. تلاش برای حسن انجام کار در فرایند کسب دانش، حل مسئله و انجام تحقیق و پروژه</p> <p>۴. ارزش‌دهی به تلاش و کوشش مستمر در کار علمی</p> <p>۵. ارتقای پایبندی به رفتار به اقتضای شأن انسانی در انجام فعالیت‌های علمی</p>	

اهداف حوزه یادگیری علوم

علوم شامل روش و سبک فکر کردن درباره شاکله دانش درباره جهان طبیعی است. بنابراین هنرجویان برای کسب سواد علوم باید هم ویژگی‌های علوم و هم ویژگی‌های محتوای علوم یعنی جهان طبیعی اطراف خود را بدانند؛ بنابراین برنامه درسی فیزیک باید طوری طراحی شود که این موارد را با هم مدنظر قرار دهد. در ادامه اهداف یادگیری ضروری یا همان اهداف حوزه یادگیری ذکر شده در برنامه درسی ملی که به طور خاص برای درس فیزیک طرح شده‌اند بیان می‌شود. به طور کلی هدف‌های آموزش فیزیک را می‌توان در سه حیطه زیر تعریف کرد:

حیطه	هدف از تحقق	کد مربوطه
۱. نگرش (ارزش) ^۱	۱. پی بردن به اهمیت و نقش علم فیزیک در شناخت و عظمت آفرینش	A ^۱
	۲. تقویت حس کنجکاوی نسبت به توجیه پدیده‌های فیزیکی	A ^۲
	۳. ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطه بین علت و معلول در پدیده‌های فیزیکی	A ^۳
	۴. تقویت دید انتقادی در مورد نظریه‌های فیزیکی	A ^۴
	۵. پی بردن به وجود یک خالق و نظم‌دهنده یکتا با توجه به مشاهده نظام‌مند بودن پدیده‌های طبیعی	A ^۵
	۶- توجه به اهمیت کار دانشمندان در سیر تکوینی نظریه‌ها و قانون‌های فیزیک	A ^۶
	۷- تقویت روحیه ارزش‌گذاری به منابع طبیعی و حفاظت از محیط‌زیست و استفاده بهینه از منابع طبیعی	A ^۷
	۸- تقویت روحیه صرفه‌جویی و رعایت اعتدال در زندگی	A ^۸
	۹- تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه‌های متفاوت و پذیرفتن منطق در گفت‌وگو	A ^۹
	۱۰- تقویت روحیه انعطاف‌پذیری	A ^{۱۰}
	۱۱. پرورش و تقویت حس احترام و اعتماد به خود و دیگران	A ^{۱۱}
	۱۲. پرورش و تقویت روحیه احترام به نظم و قانون در عمل و مسئولیت‌پذیری در زندگی فردی و اجتماعی	A ^{۱۲}
	۱۳. پرورش و تقویت روحیه قدرشناسی نسبت به دانش و دانشمندان و جلوه‌های مختلف هستی	A ^{۱۳}

^۱ - Attitude

۱،۲ ذهنی	۱. کسب توانایی جهت طراحی برخی از آزمایش‌ها و نتیجه‌گیری از آزمایش‌های انجام‌شده S۱،۱	مهارت ^۱ ۲
	۲. کسب توانایی لازم برای فرضیه‌سازی S۱،۲	
	۳. کسب توانایی لازم برای پیش‌بینی رویدادها براساس تجربه‌هایی که انجام گرفته است S۱،۳	
	۴. کسب توانایی برای تعمیم قانون‌ها و مفاهیم فیزیک آموخته شده در مسئله‌های مشابه S۱،۴	
	۵. کسب توانایی‌های لازم برای کشف و پرورش استعدادها و شخصی به منظور تجزیه و تحلیل مسئله‌های فیزیکی S۱،۵	
	۶. کسب توانایی در انتخاب مواد آموزشی مناسب S۱،۶	
۲،۲ عملی	۱. کسب توانایی لازم برای انجام برخی آزمایش‌های فیزیکی و جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها S۲،۱	
	۲. کسب توانایی لازم در اندازه‌گیری و محاسبه پاره‌ای از کمیت‌ها S۲،۲	
	۳. کسب توانایی لازم برای ساختن برخی ابزارهای ساده که در آزمایش‌های فیزیکی به کار می‌روند S۲،۳	
	۴. کسب توانایی لازم در به کارگیری مهارت‌هایی همچون (مشاهده، اندازه‌گیری، تفسیر یافته‌ها، طراحی تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات و ...) و پاره‌ای از مفاهیم فیزیک در زندگی S۲،۴	
	۵. کسب توانایی به کارگیری مواد آموزشی مختلف به خصوص مبتنی بر رایانه S۲،۵	
	۶. پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیت‌های گروهی و جمعی S۲،۶	

K ^۱	۱. مفهوم آشنایی با برخی مبانی، قوانین و نظریه‌های فیزیک	۳. دانش ^۱
K ^۲	۲. آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌ها در ساخت و استفاده از بعضی ابزارهای موردنیاز در زندگی روزانه	
K ^۳	۳. آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌های دانش فیزیک در توجیه پدیده‌ها و ارتباط آنها با دانشهای دیگر	
K ^۴	۴. کسب آمادگی لازم برای زندگی در جهان پیچیده و فناورانه امروز	
K ^۵	۵. کسب توانایی لازم برای یادگیری مستمر و هماهنگ با دانشهای روز	
K ^۶	۶. کسب توانایی لازم در انتخاب راه‌حل بهتر و مناسب‌تر در حل مسئله‌ها	
K ^۷	۷. توجه به اینکه در علوم پایه برخی از پدیده‌های طبیعی مورد بحث قرار می‌گیرند و قوانین و نظریه‌ها تا زمانی مورد پذیرشند که با تجربه سازگار باشند و نیز امکان بسط و گسترش و دخل و تصرف آگاهانه در آنها وجود دارد.	
K ^۸	۸. آشنایی با روش مطالعه و تحقیق و تحلیل‌های دانشمندان برای پیشرفت فیزیک و ساخت ابزار جدید	
K ^۹	۹. کسب آمادگی لازم برای ادامه تحصیل	

با ملاحظه تعاریف مختلف محتوای برنامه درسی ذکر این نکته مهم است که محتوا تنها همان چیزی نیست که توسط برنامه‌ریزان این درس طراحی و به وسیله مؤلفان انتخاب و سازماندهی شده است؛ زیرا در فرایند آموزش آنچه معلم برای تدریس تدارک دیده و آنچه خود او نیز پیش‌بینی کرده؛ در ضمن تدریس بروز و جلوه می‌کند؛ همچنین آنچه از تعامل هنرجویان با یکدیگر حاصل می‌شود، همه بخشی از محتوا را تشکیل می‌دهد؛ یعنی علاوه بر مفاهیم، مهارت‌ها و نگرش‌هایی که تهیه‌کنندگان این برنامه انتخاب کرده‌اند، رابطه معلم با هنرجویان و همچنین رابطه هنرجویان با یکدیگر نیز منشأ دیگر محتواست. در نتیجه برنامه درسی پیش رو و جدول محتوایی آن صرفاً به بیان محتوا و اهداف قابل پیش‌بینی در برنامه درسی موردنظر می‌پردازد. ولی بسیاری از اهداف سطح بالای پیشنهادی در جدول اهداف تفصیلی قابل تحقق در برنامه درسی اجرا شده خواهند بود؛ در حالی که تعیین محتوا برای آن اهداف در برنامه درسی حاضر، امکان‌ناپذیر است.

همان‌طور که اشاره شد، اهداف تفصیلی باید در قالب شایستگی‌هایی در هنرجو باید سنجیده شود که آنها را شایستگی‌های غیرفنی می‌نامند. دستیابی به تمام این شایستگی‌ها از طریق کتاب درسی میسر نیست و بسیاری از آنها در حین تدریس و تعامل معلم و دانش‌آموز و نظام آموزشی قابل دستیابی هستند؛ لذا معلمان در امر آموزش باید به این شایستگی‌ها توجه ویژه داشته باشند. لازم به ذکر است، با توجه به جدول اهداف تفصیلی و اهداف محتوایی در ۵ فصل کتاب، در هر قسمت اهداف و شایستگی‌های مدنظر مربوط به آن بخش به صورت جداگانه استخراج شده‌اند. شایستگی‌های غیرفنی مورد هدف به شرح ذیل است:

^۱ - Knowledge

آموزش شایستگی‌های غیر فنی به صورت تلفیقی:

در جدول ۱ فهرست شایستگی‌های غیر فنی و در جدول ۲ سطوح آنها آورده شده است.

جدول ۱- فهرست شایستگی‌های غیر فنی مورد استفاده

شایستگی‌های جزء								شایستگی‌های کلی
			تفکر خلاق (N۱۵)	تفکر انتقادی (N۱۴)	حل مسئله (N۱۳)	تصمیم‌گیری (N۱۲)	استدلال (N۱۱)	شایستگی‌های تفکر (N۱)
					بهبود عملکردهای سیستم (N۲۳)	تنظیم و اصلاح عملکردهای سیستم (N۲۲)	داشتن درک درست از سازمانی (N۲۱)	نگرش سیستمی (N۲)
	مستند سازی (N۳۷)	توسعه شایستگی و دانش (N۳۶)	یادگیری (N۳۵)	کاربرد فناوری اطلاعات (N۳۴)	تفسیر اطلاعات (N۳۳)	سازمان‌دهی اطلاعات (N۳۲)	جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات (N۳۱)	یادگیری مادام‌العمر و کسب اطلاعات (N۳)
					نگهداری فناوری‌های مناسب به کارگرفته شده (N۴۳)	به کارگیری فناوری‌های مناسب (N۴۲)	انتخاب و به کارگیری فناوری‌های مناسب (N۴۱)	کاربرد فناوری (N۴)
مذاکره (N۵۸)	آموزش دیگران (N۵۷)	احترام گذاشتن بر ارزش‌های دیگران (N۵۶)	نمایش قدرت رهبری افراد (N۵۵)	شرکت در اجتماعات و فعالیت‌ها (N۵۴)	ایفای نقش در تیم (N۵۳)	مهارت گوش کردن خوب شنیدن (N۵۲)	اجتماعی بودن مردمی بودن (N۵۱)	ارتباط مؤثر و کار تیمی (N۵)
	مدیریت منابع انسانی (N۶۷)	مدیریت مواد و تجهیزات (N۶۶)	مدیریت منابع مالی (N۶۵)	مدیریت زمان (N۶۴)	مدیریت کیفیت (N۶۳)	مدیریت پروژه‌ها (N۶۲)	خودمدیریتی (N۶۱)	مدیریت (N۶)
					درستکاری (N۷۳)	مسئولیت پذیری (N۷۲)	تعالی فردی (N۷۱)	ویژگی‌های شخصیتی (N۷)
							کارآفرینی (N۸۱)	کارآفرینی (N۸)
							محاسبه و ریاضی (N۹۲)	محاسبه و ریاضی (N۹)

تفکر منطقی	(N۱۱) استدلال	(N۱۲) تصمیم گیری	(N۱۳) حل مسئله
سطح ۱	شناسایی واقعیت، حقایق و اصول - شناسایی مسئله - به کارگیری قوانین / اصول در فرایند / مراحل کار - استخراج اطلاعات / داده ها - استفاده از علم منطق جهت نتیجه گیری	داشتن درک درست از فرایند تصمیم گیری بازخوانی اصول و روش های پایه - تشخیص اهداف و محدودیت ها - به کارگیری روش ها و اصول در شرایط جدید - جمع آوری اطلاعات	شناسایی مسئله فهم مشکلات / تناقض ها و شکایات توجه مناسب به شکایات، مشکلات و تناقض ها
سطح ۲	تجزیه و تحلیل منطق های قوانین / مفاهیم بررسی اطلاعات و داده ها برای سنجش تناسب و دقت کار	تجزیه و تحلیل موقعیت / اطلاعات در نظر گیری خطرات / استلزامات گردآوری نقطه نظرهای متفاوت	بررسی و آزمون اطلاعات / داده ها - تجزیه و تحلیل دلایل و علت های احتمالی - پیشنهاد طرح عملیاتی
سطح ۳	خلق و توسعه قوانین و مفاهیم جدید تنظیم قوانین و مفاهیم برای کاربردهای جدید اعتبار بخشی اصول / قوانین - قضاوت در مورد قوانین منطقی و سازگاری قانونی	تولید راه حل های چندگانه - ارزیابی راه حل های چندگانه - تنظیم طرح عمل - پیش بینی خروجی ها و نتایج احتمالی مبتنی بر تجارب و دانش قبلی - قضاوت در مورد انسجام، تقدم و تأخر - قضاوت در مورد اهداف / نتایج - تعیین پارامترهای تصمیم گیری	تولید / ارزیابی راه حل ها ساختن / اجرای طرح های عملیاتی - ارزیابی / تنظیم طرح های عملیاتی - قضاوت اثر بخشی / کارایی راه حل ها

تفکر انتقادی	(N۱۴) تفکر انتقادی
سطح ۱	تعریف تفکر انتقادی - نقش تفکر انتقادی در بهبود مداوم عملکرد-مزایای استفاده از تفکر انتقادی- تعیین بهترین تجربه‌های کاری-گام‌هایی برای یک متفکر انتقادی شدن
سطح ۲	بهره‌برداری و استفاده از تفکر انتقادی- کاربرد تفکر انتقادی در محیط و شرایط گوناگون کاری
سطح ۳	ارزشیابی و قضاوت در مورد مهارت تفکر انتقادی دیگران- ارائه الگوهای جدید در روش‌های تفکر انتقادی

تفکر سیستمی	(N۲۱) داشتن درک درست از سیستم سازمانی	تنظیم و اصلاح عملکردهای سیستم (N۲۲)	بهبود عملکردهای سیستم (N۲۳)
سطح ۱	تشخیص سیستم‌های سازمانی، فناوری، اجتماعی- فهم اصول / اصطلاحات سیستم درک سلسله‌مراتب سازمانی- درک از ارتباط بین اجزاء- پیگیری فرایندها / مراحل کار - پاسخ به درخواست‌های سیستم	جمع‌آوری داده‌ها شناسایی مغایرت‌های سیستم تنظیم فعالیت‌های سیستم نظارت بر عملکرد سیستم عیب‌یابی مشکلات و نقصان سیستم	فهم بهبود مداوم سیستم شناسایی بهبودهای سیستماتیک ارائه پیشنهاد برای اصلاح / بهبود سیستم تعیین مؤلفه‌هایی که باید مورد اصلاح و یا بهبود قرار گیرند.
سطح ۲	تجزیه و تحلیل ساختار / پایایی سیستم تشخیص نقاط قوت و محدودیت سیستم	تجزیه و تحلیل فعالیت‌های سیستم - تشخیص مسیر حرکت عملکردی - شناسایی انحرافات عملکردی	تجزیه و تحلیل اهداف / موانع سیستم آزمون کردن بهبودها / اصلاحات و پیشنهادها داده شده
سطح ۳	ارزشیابی ساختار پایایی سیستم ارزشیابی فرایند مراحل کار قضاوت اثر بخشی کارایی سیستم تنظیم ساختار سازمان سیستم	ارزشیابی عملکرد سیستم- ابداع طرح برای نظارت / درستی کار سیستم- اصلاح (تعدیل) فرایند / مراحل کار - بررسی فعالیت‌های سیستم - قضاوت در مورد کیفیت خدمات / تولیدات	توسعه طرح‌های سیستمی / سیستم چندگانه / سیستم جدید- ایجاد چالش برای رسیدن به تعادل سیستمی- تنظیم اصلاح سیستم- اطمینان از کنترل کیفیت

خلاقیت	(N۱۵) تفکر خلاق
سطح ۱	برقراری ارتباط بین پدیده‌های قدیم و جدید-تشخیص الگوها و روابط - پارگراف‌بندی خلاصه سازی ایده‌ها - به نمایش گذاردن فرایند تفکر خلاق در هنگام حل مسئله - استفاده نمودن از تکنیک‌های بارش مغزی- استفاده نمودن از تکنیک‌های خلق ایده
سطح ۲	تولید راه‌حل‌های خلاق- به کارگیری راه‌حل‌های خلاق برای موقعیت‌های جدید
سطح ۳	تولید راه‌حل‌های کم نظیر و بی نظیر- فرمول بندی کردن طرح‌ها، ایده‌ها و رویکردهای جدید سازمان‌دهی فرایندها و روش‌های جدید-قضاوت و ارزش‌گذاری خلاقیت - پیگیری فعال در بیان خلاق

یادگیری مادام‌العمر	(N۳۵) یادگیری	(N۳۶) توسعه شایستگی و دانش
سطح ۱	درک فرایند یادگیری، بازخوانی قوانین مفاهیم و اصول پایه دریافت مبتنی بر تجارب و دانش قبلی، شناسایی روش‌ها و سبک‌های یادگیری خود - انتخاب / به کارگیری ابزارهای یادگیری، تفسیر و به کارگیری تجربه و دانش جدید - تفسیر نمادها، نمودارها و نمودارهای تصویری	سؤال نمودن- تشخیص کمبودها جست‌وجو دانش برطرف نمودن کمبودها شیوه‌های توسعه شایستگی - روش‌های پژوهش
سطح ۲	تجزیه و تحلیل کاربرد ابزارهای یادگیری جست‌وجوی تکنیک‌های ابزارهای یادگیری، جدید - دستکاری ابزارهای یادگیری	مطالعه مستقل - انجام پژوهش - خود ارزیابی - موافقت با ارزشیابی خارجی - شناسایی دقیق کمبودهای شایستگی- به کارگیری پژوهش‌ها
سطح ۳	تنظیم / سازگار نمودن استراتژی یادگیری ترکیب کردن روش‌ها و تکنیک‌های یادگیری- ایجاد (توسعه) / ارزیابی روش‌ها و تکنیک‌های یادگیری جدید، اعتباربخشی فرایند یادگیری	اشتیاق زیاد در یادگیری - پیگیری فعال در کسب فرصت‌های یادگیری - مطالعه نقادانه - ارزشیابی و قضاوت رشد و توسعه یادگیری دیگران و خود

سواد اطلاعاتی	جمع آوری و گردآوری اطلاعات (N۳۱)	سازمان دهی اطلاعات (N۳۲) فارسی - انگلیسی	تفسیر اطلاعات (N۳۳) فارسی - انگلیسی	کاربرد فناوری اطلاعات (N۳۴) فارسی - انگلیسی
سطح ۱	انتخاب / به دست آوردن داده ها / اطلاعات مربوط به کار - شناسایی داده های مورد نیاز - شناسایی اطلاعات / داده ها - پیش بینی نتایج و پیامدها	شناسایی فرایندها انتخاب طبقه بندی های مناسب اطلاعاتی - تفسیر اطلاعات - به کار بردن فرایندهای جدید برای اطلاعات جدید	درک اطلاعات تشخیص دقت اطلاعات - ایجاد ارتباط دقیق بین اطلاعات موجود - تفسیر اطلاعات - آماده نمودن خلاصه های پایه - آماده نمودن گزارش های پایه - انتخاب روش های تبادل اطلاعات	درک صحیح استفاده از رایانه وارد کردن اطلاعات پایه به رایانه به کارگیری نرم افزارهای چندگانه / یکپارچه قراردهی اطلاعات - بازیابی اطلاعات ذخیره شده
سطح ۲	تجزیه و تحلیل داده ها - تلفیق داده های چندگانه هم سنجی داده های متناقض	تجزیه و تحلیل سازمان اطلاعات انتقال اطلاعات بین فرمت ها (قالب های گوناگون)	خلاصه کردن / تلفیق اطلاعات تجزیه و تحلیل اطلاعات طراحی نمودارها / چارت ها	پردازش اطلاعات - تفسیر داده ها یکپارچه کردن پایگاه های چندگانه - به کارگیری شبکه ها تعدیل / ویرایش اطلاعات
سطح ۳	جست و جو و پژوهش منابع اطلاعاتی جدید - تدوین فرایند جمع آوری داده ها - اعتبار بخشی تناسب داده ها / اطلاعات - قضاوت در خصوص پیامدها / نتایج ارزیابی، دقت داده ها ارزیابی تناسب بین داده ها	باز آرای سیستم های اطلاعاتی پیشنهاد / فرموله نمودن فرایندهای جدید طراحی سیستم های سازمانی جدید - ارزشیابی اثر بخشی فرایندها - ارزیابی و تخمین طراحی سیستم اطلاعات - قضاوت در مورد روش های توزیع اطلاعات	سازمان دهی گزارش های فنی ترکیب روش های چند ارتباطی تنظیم پروپوزال ها / پیشنهادها آماده سازی چند رسانه ای جهت ارائه ارزشیابی تحلیل نیازها ارزشیابی دقت اطلاعات ارزشیابی گزارش ها	سازمان دهی اطلاعات و گزارش ها تبدیل قالب اطلاعات به قالب های جدید - تهیه چند رسانه ای در ارائه مطالب - تحلیل مسایل عملیاتی - بررسی دقت داده ها - طراحی برنامه ها / شبکه ها / گرافیک ها - ارزشیابی نحوه به کارگیری رایانه - قضاوت در مورد دقت اطلاعات

کاربرد فناوری	انتخاب فناوری های مناسب (N۴۱)	به کارگیری فناوری های مناسب (N۴۲)	نگهداری فناوری های به کار گرفته شده (N۴۳)
سطح ۱	شناخت فناوری های موجود شناسایی فناوری های مناسب فهم نیازمندی های کار فهم نتایج تکنولوژیکی فناوریانه	درک کاربردهای فناوریانه-پیگیری مراحل صحیح اجرای کار - داشتن درک درست از عملکرد/ تعامل فناوری - کارکردن با فناوری برای به دست آوردن نتایج مورد انتظار	برنامه ریزی برای نگهداری مراحل کار اجرای روش های مشخص نگهداری شناسایی نشانه ها (نقاط آزمایش) برای نگهداری - شناسایی و اصلاح در اشکالات/ نقصان ها - عیب یابی و رفع عیب نقص ها
سطح ۲	تجزیه و تحلیل رابطه بین کار/ فناوری ارائه پیشنهادهای راه حل های فناوریانه ساده	تجزیه و تحلیل نتایج فناوری سنجیدن و آزمون رابطه بین کار / فناوری	ارزشیابی عملکردهای فناوریانه تجزیه و تحلیل نقص ها
سطح ۳	پیشنهاد کاربری برای فناوری های جدید - تلفیق سیستم ها با فناوری - پیش بینی نتایج به کارگیری فناوری - همسان سازی فناوری برای کاربردهای پیچیده چندانگانه - طراحی فناوری های جدید - ارزشیابی کاربردهای فناوریانه	تلفیق سیستم های فناوریانه تفسیر / ارزشیابی داده های به دست آمده اجرای ارتقا یا تغییر فناوری ایجاد راه حل های فناوریانه	توسعه / تغییرات فناوریانه تولید راه حل های فناوریانه اطمینان از کنترل کیفیت قضاوت کاربردهای فناوریانه

محاسبه	شایستگی محاسبه و ریاضی (N۹۲)
سطح ۱	به کار بردن علم ریاضی - تکنیک ها ، فرمول ها و فرایندها - ثبت نتایج حاصله - خلاصه کردن داده ها (اطلاعات ریاضی) - ترجمه اطلاعات ریاضی
سطح ۲	مهارت انجام و حل مسائل ریاضی با استفاده از تکنیک ها، فرمول ها و فرایندها - ترجمه مفاهیم و اطلاعات ریاضی
سطح ۳	سازمان دهی اطلاعات ریاضی- مشخص کردن متغیرها و ثابت های ریاضی - خلق دستورالعمل های جدید ریاضی - پیش بینی پاسخ های احتمالی در ریاضیات - ارزشیابی اطلاعات و کاربردهای علم ریاضی

ارتباط مؤثر	اجتماعی بودن (مردمی بودن) (N۵۱)	مهارت گوش کردن خوب شنیدن (N۵۲)	مذاکره (N۵۸)
سطح ۱	پاسخ / واکنش مناسب به دیگران - کمک داوطلبانه و مشتاقانه به دیگران - توجه فعال برای مساعدت به دیگران - ایجاد رابطه دوستانه با دیگر کارگران و مشتریان	با دقت گوش کردن - آگاهی از ارتباطات غیر کلامی (غیر گفتاری) - پاسخگویی به ارتباطات کلامی و غیر کلامی (غیر گفتاری) - تأیید اطلاعات	فهم فرایند مذاکره - بازیابی قوانین و اصول مذاکره - میانه روی در بحث ها - تعیین تعارض ها - تعیین نگرانی ها و شکایات
سطح ۲	اصلاح رفتار متناسب با اقتضائات محیطی نمایش فهم و همدردی با دیگران - اعتقاد داشتن و متعهد بودن به توسعه اجتماعی	تفسیر (ترجمه) ارتباطات و مکالمات مشخص کردن ارتباطات کلامی ارتباطات کلامی تأثیر گذار	تحلیل پویایی گروه - تعیین موضوعات اساسی - تمایز بین واقعیت ها و استنتاج ها - ارائه مذاکره مؤثر
سطح ۳	کار فعال برای شناسایی و رفع موانع اجتماعی داشتن شوق مشارکت / مذاکره - ابراز آگاهی / مسئولیت پذیری اجتماعی - ارزش نهادن به رأی و عقاید دیگران	مقایسه نقطه نظرهای متفاوت - بازگویی ارتباط نیات به نتایج مورد نظر - تجزیه و تحلیل ارتباطات کلامی - تعیین کیفیت اطلاعات دریافتی - ارزش گذاری به عقاید مختلف جهت ابراز عقاید	خلاصه نمودن مسائل دوطرف - تحلیل موضوعات اساسی - حل موضوعات فنی - ارزیابی پیامدهای مذاکره

کار تیمی	نقش در تیم (N۵۳)	شرکت در اجتماعات و فعالیت ها (N۵۴)	نمایش قدرت رهبری افراد (N۵۵)	احترام گذاشتن بر ارزش های دیگران (N۵۶)
سطح ۱	ایفای کامل نقش به عنوان عضو تیم	شناسایی مثبت به وسیله تیم حضوری فعال در فعالیت های تیمی انجام کارها و وظایف محوله اطاعت از قوانین تیمی - شرکت فعال در فعالیت های تیمی - داوطلب شدن برای انجام وظایف خاص - کمک به اعضای تیم	فهم استانداردها رعایت استانداردها تشویق دیگران برای پذیرش مفاهیم جدید - تعهد به خردورزی و تعالی هدایت به وسیله ارائه مثال تفسیر موقعیت های جدید	تشخیص تفاوت ها / اصول ها فهم جنبه های قانونی تبعیض ابراز حساسیت به ترس / نگرانی ها / تنوع کاری - احترام به حقوق دیگران ابراز آگاهی از تنوع کاری ترجیح هدف تیم بر هدف خود
سطح ۲	ایفای کامل نقش به عنوان سازنده تیم	ابراز تعهد و مسئولیت های فردی تلاش برای بهبود مهارت های تیمی تشویق / حمایت اعضای تیم	تشویق دیگران برای توسعه ظرفیت های فردی اشتیاق / نگرش های مثبت تولید ایده های کوچک و بزرگ	تشخیص ارزش تنوع کاری - تشویق / حمایت فردی - حمایت و تشویق فرایند کاری صحیح و درست - مبارزه مسئولانه با تبعیض در فعالیت یا عملیات ها
سطح ۳	ایفای کامل نقش به عنوان رهبر تیم	مسئولیت پذیر بودن جهت انجام اهداف تیمی - داشتن درک درست از توانایی ها / محدودیت ها - حل مشکلات و مصائب مسئولیت پذیری در قبال چالش ها و سیاست ها - ایجاد تحرک در سایر افراد تیم - ارزشیابی فعالیت های تیمی	ترغیب دیگران برای برگرداندن ایده ها / رفتارهای منفی - توسعه نقاط قوت و کم کردن ضعف ها - یکی کردن موقعیت ها / نقطه نظرات متفاوت - قدرتمند کردن افراد / تیم ها برای به دست آوردن بهترین ها - قضاوت در مورد سبک های رهبری - تنظیم خط مشی / سیاست ها	ایجاد چالش برای شناسایی / رفع موانع ارزیابی / اصلاح خط مشی / مراحل کار قضاوت در مورد تبعیض و رفتارهای ناروا

ویژگی شخصیتی / اخلاق	تعالی فردی (N۷۱)	مسئولیت پذیری (N۷۲)	درستکاری و کسب حلال (N۷۳)
سطح ۱	شناسایی مسائل اخلاق حرفه‌ای - مفهوم اخلاق حرفه‌ای - شناسایی ارزش‌های اجتماعی و فردی در کار - ابزار صداقت - نمایش وفاداری و حسن نیت - پذیرش مسئولیت در ارتباط با رفتارهای فردی	حضور منظم - به نمایش گذاشتن و اثبات حضور به موقع و وقت‌شناسی - انجام وظایف و کارهای محوله - پیروی از قوانین / خط مشی / مراحل - نمایش و به‌کارگیری سطح خوبی از تمرکز ذهنی - داوطلب شدن برای فعالیت‌های جدید و خاص - انجام صحیح کارها با حداقل نظارت - توجه به جزئیات کار - به نمایش گذاشتن اشتیاق / خوش بینی / ابتکار - مفهوم وجدان کاری	تعیین الزامات کسب حلال - تعیین آثار و نتایج درستکاری - تعیین آثار کسب حلال - تعیین نیازهای مشتری
سطح ۲	نمایش تعهد به توسعه فردی (شخصی) اجتماعی - تجزیه و تحلیل مجموعه‌ای از رفتارها و تصمیم‌های اخلاقی در محیط کار - توصیه و تأکید بر مجموعه‌ای از رفتارهای اخلاقی و عملکردی - حل مسائل اخلاق حرفه‌ای	کنترل و پایش استانداردهای عملکردی پیگیری وظایف محوله - ابراز تعهد به سازمان متبوع - به نمایش گذاشتن تلاش و پشتکار قابل توجه - اطمینان از کیفیت کار انجام شده وجدان کاری	انجام کارهای شغلی به‌طور احسن، کامل و بر مبنای درستکاری - پایبندی به بهبود و ارتقای خود و دیگران - برآوردن نمودن نیازهای مشتری
سطح ۳	برخورد مسئولانه با فعالیت‌ها / تصمیم‌های غیر اخلاقی - تنظیم و طبقه بندی مجموعه‌ای از رفتارهای اخلاقی در کار - قضاوت در خصوص تصمیم‌گیری و رفتارهای عملکردی - به نمایش گذاری مراقبت‌ها و مسئولیت‌های اجتماعی - پایبندی کامل به اخلاق حرفه‌ای	قضاوت و ارزشیابی در مورد مسئولیت‌پذیری خود و دیگران	قضاوت و ارزشیابی درستکاری خود و دیگران - حل مسائل مربوط به عدم رضایت مشتری

آموزش دیگران	آموزش و کمک به فراگیری دیگران (N۵۷)
سطح ۱	شناسایی عملکردها / نگرش های ضعیف -ارائه مدل های جدید در نگرش ها/ عملکردها - داشتن مدرکی درست درمواد آموزشی تدریس شده - شناسایی نیازهای آموزشی و تربیتی - هدایت وظایف خاص تربیتی و آموزشی - هدایت و سرپرستی سایر افراد برای به کارگیری مهارت های مربوطه
سطح ۲	آموزش دیگران - فراهم آوردن بازخوردهای تقویتی سازنده
سطح ۳	توسعه مناسب مراحل آموزش-تشویق فراگیران برای یادگیری مستقل - قضاوت درمورد متغیرهای آموزشی - تسهیل فرایندهای آموزش تشویق همه افراد برای فراگیری بیشتر

مستند سازی	مستند سازی (N۴۷)
سطح ۱	گزارش نویسی فعالیت های روزانه، مستندسازی فعالیت و برنامه های روزانه، ایجاد سوابق، تکمیل فرم ها و جداول با توجه به دستورالعمل های کاری، پایبندی به مستندسازی در نظام کنترل کیفیت (به صورت دیجیتالی یا غیر از آن)
سطح ۲	گزارش نویسی فعالیت های روزانه، مستندسازی فعالیت و برنامه های روزانه، ایجاد سوابق، تکمیل فرم ها و جداول با توجه به دستورالعمل های کاری، پایبندی به مستندسازی در نظام کنترل کیفیت (به صورت دیجیتالی یا غیر از آن)
سطح ۳	مستندسازی نظام کیفیت با توجه به سطوح نظام نامه، روش های اجرایی- استقرار نظام مستندسازی با توجه به نظام نامه کیفیت شامل بازنگری، تجدید نظر و تأیید مدارک و سوابق (به صورت دیجیتالی یا غیر از آن) - ارزیابی انسجام نوشته و قضاوت در مورد آنها

مدیریت منابع	مدیریت زمان (N۶۴)	مدیریت منابع مالی (N۶۵)	مدیریت مواد و تجهیزات (N۶۶)	مدیریت منابع انسانی (N۶۷)
سطح ۱	شروع به کار به موقع پیروی از جدول زمان بندی انجام مجموعه وظایف محوه - مدیریت مؤثر زمان تنظیم جدول های زمانی مورد نیاز مسئول بخش	دریافت و پرداخت پول ها به صورت کاملاً دقیق تطبیق رسیده ها با پرداخت های روزانه - ثبت دقیق پرداخت ها و دریافت ها	استفاده از مواد و تجهیزات با روش های صحیح و ایمن نگهداری از تجهیزات و منابع مورد نیاز برای اجرای کار خاص به دست آوردن تدارکات و تجهیزات توزیع تدارکات و تجهیزات	تشخیص وظایف و کارهای شغلی توزیع وظایف کاری - تطبیق استعدادها با موقعیت های شغلی - تجزیه و تحلیل وظایف شغلی - واگذاری مسئولیت ها
سطح ۲	اولویت بندی کردن وظایف و کارهای روزانه - آماده کردن جدول های زمان بندی کار - نظارت / تنظیم (مراحل انجام کار وظایف)	نگهداری و تعادل بین درآمدها و هزینه ها (حساب ها) - تطبیق حساب ها و هزینه ها - تنظیم و پیش بینی هزینه های کارهای ساده	سفارش و نگهداری از لیست (سیاهه) تجهیزات (فهرست اموال) پایش و نظارت بر به کارگیری صحیح و ایمن مواد و تجهیزات	ارزیابی دانش / مهارت های شخصی - تعیین کیفیت و کمیت نوع کار (حجم کار) - پایش عملکرد
سطح ۳	آماده نمودن و سازمان دهی جداول چندگانه زمان بندی کار - مدیریت جدول زمانی و خطوط زمان بندی کار - توصیه به اجرا و تنظیم جدول های زمان بندی کار - ارزشیابی چارچوب زمان بندی پروژه ها - اصلاح و تنظیم چارچوب زمانی انجام پروژه ها	تهیه جدول چگونگی و پیشنهاد بودجه ها (پروپوزال) - نظارت بر حساب های چندگانه - ارائه توصیه برای تنظیم بودجه ها - پیش بینی هزینه های پروژه یا دپارتمان - ارزیابی / بازنگری بودجه های سازمانی - پیش بینی منابع و هزینه های مالی - حسابرسی حساب ها	شناسایی مواد و تجهیزات مورد نیاز برای آینده - ارزیابی نیاز / کیفیت / اثر بخشی / ایمنی مواد و تجهیزات - هماهنگی در تهیه، توزیع و ذخیره مواد و تجهیزات - تخمین نیازها و تسهیلات لازم برای اجرای پروژه ها - آماده نمودن درخواست های مناقصه	پیشنهاد - تعدیل اخراج / تغییر شغل / جایگزین کارکنان - پیشنهاد طرح توسعه / کاهش / جایگزینی / صرفه جویی (بهینه سازی اوقات کار) - پیش بینی حجم کارهای آینده - ارائه طرح های ارتقای کارکنان - ارزشیابی اجرای (عملکرد)

مدیریت کار و کیفیت	خودمدیریتی (N۶۱)	مدیریت کارها و پروژه‌ها (N۶۲)	مدیریت کیفیت (N۶۳)
سطح ۱	شناسایی نقاط قوت / ضعف فردی - شناسایی نیاز برای بهبود فردی - آمادگی فردی برای خود کنترلی - پذیرش مسئولیت برای رفتارهای فردی - پذیرش نقدهای سازنده	تعریف دامنه کارها و پروژه‌ها، انواع برنامه‌ریزی - تعیین ذی‌النفعان، تصمیم‌گیرندگان، رویه‌های تعدیل قیمت، تهیه فهرست کارها، تخمین زمان مورد نیاز	شناخت مفهوم فرایند گرایشی، شناخت مفهوم مشتری مداری - شناخت مراحل اجرایی مدیریت کیفیت - کسب دانش و مهارت - آگاهی از مزایای یک سیستم مدیریت کیفیت
سطح ۲	تدوین صحیح اهداف واقعی / اهداف معین و مشخص - به نمایش گذاردن ابزار تعهد به بهبود فردی - به کارگیری مهارت‌های خود مدیریتی / مدیریت فردی - تجزیه و تحلیل و سازگارسازی اهداف با یکدیگر	تهیه گانت / پرت چارت، تعیین بودجه و منابع مورد نیاز - ارزیابی الزامات پروژه - تعیین ارزیابی ریسک - تعیین طرح احتمالات - تعیین وابستگی‌ها - برنامه‌ریزی کارها	برنامه‌ریزی بلندمدت - برنامه‌ریزی تفصیلی و کوتاه مدت - اجرای مدیریت کیفیت (جامع) در محیط کار - پایش شاخص‌های کیفیت
سطح ۳	تعدیل و اصلاح مناسب اهداف پیگیری شدید برای دستیابی و حصول به اهداف - ارزیابی تکوینی و مداوم خود جست‌وجوی فعالانه برای کسب موقعیت‌های جدید در راستای توسعه شخصی	تعیین مسیرهای بحرانی - مدیریت فرایند کنترل تغییر - ارزیابی پروژه - ارزیابی گزارش وضعیت پروژه - ارزشیابی پیشنهادها یا صلاحی - مدیریت راهبردی	ارزشیابی از برنامه مدیریت کیفیت در محیط کار ارائه پیشنهادها یا صلاحی از مدیریت کیفیت (جامع)

کارآفرینی	کارآفرینی (N۸۱)
سطح ۱	شناخت ویژگی‌های کارآفرینی - شناخت مراحل کارآفرینی - شناخت مشاغل مرتبط با رشته شغلی - شناخت محصولات تولیدی - ارائه راه‌حل‌های مناسب - انتخاب بنگاه کسب و کار - ارائه طرح تحلیلی در راستای اهمیت و ضرورت کارآفرینی - برقراری ارتباطات اثربخش در جهت ارتقای ویژگی‌ها کارآفرینانه
سطح ۲	جست‌وجوی شغلی - انتخاب مسیر شغلی کارآفرینانه - خلق ایده‌های کسب و کار - توانایی سازماندهی بنگاه‌های کسب و کار
سطح ۳	توانایی مدیریت بنگاه‌های کسب و کار - توانایی آماده‌سازی و به‌روزرسانی منابع جهت راه‌اندازی بنگاه کوچک کسب و کار - توانایی تهیه طرح کسب و کار - نیازسنجی از بازار کار

سازنده‌گرایی رویکردی است که در سال‌های اخیر بسیار به آن توجه شده است و در آموزش و پرورش نیز نقش بسزایی دارد. یادگیری در این رویکرد از طریقهٔ تجربهٔ مستقل هنرجویان حاصل می‌شود؛ لذا برای فعالیت و تجربهٔ شخصی هنرجویان اهمیتی خاص قائل است؛ یعنی به جای اینکه هنرجو فقط بشنود یا بخواند و به حل تمرین‌های تکراری بپردازد، باید بتواند بحث کند، فرضیه بسازد، تحقیق و طراحی کند و دیدگاه‌های دیگران را دریافت نماید. در این رویکرد، دانش و مفاهیم به‌صورت اجتماعی و همراه با دیگران محقق می‌شود. به همین دلیل، دانش و مفاهیم تا حد زیادی اجتماعی هستند و نمی‌توان آنها را به‌طور انفرادی بنا کرد؛ درواقع، هنرجویان از طریق گفتگو با دیگران به مفاهیم دست می‌یابند. خلق کردن یا دوباره پدید آوردن مفاهیم و دانش‌ها باید توسط هنرجویان انجام شود، به این ترتیب که معلم آنها را هدایت می‌کند تا نظریه‌های علوم را دوباره کشف کنند. در رویکرد ساخت‌گرایی، نقش فعال هنرجو موضوع اصلی است و در عمل، جنبه‌های اجتماعی و خلاقانه، با این نقش همراه‌اند. معلم می‌تواند تجربیات یادگیری را به روشی فعال سازمان‌دهی کند که مستلزم درگیر شدن هنرجو در یادگیری مفاهیم به‌صورت اجتماعی و خلق و نوآوری نظریه‌ها و دیدگاه‌ها باشد. ساخت‌گرایان بر آموزش و عملکرد تأکید نمی‌کنند؛ بلکه بخش اعظم مسئولیت تصمیم‌گیری برای یادگیری مطالب و نحوهٔ یادگیری آن، به هنرجو واگذار می‌شود. نقش معلم یا نظام آموزشی آنست که از آنچه هنرجو قصد دارد بیاموزد، پشتیبانی کند.

رویکرد کاوشگری نه تنها از منظر فرایند آن، بلکه از منظر امکان دستیابی به شایستگی‌های پایه‌موجود در سند تحول از طریق این رویکرد قابل توجه است. مهارت‌های کندوکاو نظیر مشاهده، طبقه‌بندی، فرضیه‌سازی، آزمودن فرضیه، جمع‌آوری اطلاعات و نتیجه‌گیری محور اصلی یادگیری فیزیک محسوب می‌شود. وقتی هنرجو مشغول یادگیری یک مفهوم علمی می‌شود، ابتدا با مشاهدهٔ وقایع و اجسام شروع کرده و سپس سؤال طرح می‌کند، توضیح ارائه می‌دهد، فرضیه می‌سازد، آن را تست می‌کند، با دانش موجود اطلاعات به‌دست‌آمده را مقایسه می‌کند، با دیگران مشاوه می‌نماید و درنهایت با برقراری ارتباط مؤثر با دیگر هنرجویان کار خود را ادامه می‌دهد. با تفکر انتقادی و منطقی و با درنظر گرفتن راه‌حل‌های متعدد برای یک مسئله و بررسی و پژوهش متوجه می‌شویم که فعالیت علمی و یادگیری فیزیک همواره ادامه دارد و متوقف نمی‌شود. هنرجو ادراک خود را از مفاهیم علمی پیدا می‌کند و ذره ذره به عمق و گسترهٔ دانش و درک خود می‌افزاید. اهمیت کاوشگری بر آن نیست که همهٔ مدرسان باید فقط یک روش تدریس، مثلاً روش کاوشگری را دنبال کنند؛ بلکه به همان دلیل که کاوشگری اشکال گوناگون و منحصر به‌فرد برای خود فراگیرنده دارد، تدریس نیز می‌تواند و باید با روش‌ها و اشکال مختلف پیگیری شود و این مطلب در استانداردها بارها تأکید شده است.

رویکرد سازنده‌گرایی برای برنامه‌درسی فیزیک با روش کاوشگری قابل دستیابی خواهد بود. در این روش مهارت‌ها به پنج گروه تقسیم می‌شوند:

۱. مهارت‌های جمع‌آوری اطلاعات اولیه
 ۲. مهارت‌های تشکیل مفاهیم
 ۳. مهارت‌های پژوهش و بازنگری
 ۴. مهارت‌های حل مسئله
 ۵. مهارت‌های ایجاد ارتباط و گزارشگری
- یک دانشمند قبل از اینکه بتواند آزمایش یا پژوهش کند، باید در مورد مسئله مربوط اطلاعات داشته باشد. اطلاعات ساده و در دسترس اولیه حتی قبل از اینکه برای خودش یک سؤال علمی مطرح کند می‌تواند این کارهای اولیه و آسان را انجام دهد این مهارت‌ها یعنی مهارت‌های کاوشگری I به شرح زیر است:

مشاهده	روشن ساختن تعاریف	اندازه‌گیری
به کارگیری ابزار	جمع‌آوری اطلاعات	بررسی دانسته‌های قبلی

پس از جمع‌آوری اطلاعات و تنظیم اولیه آنها و طرح سؤال پژوهشی، یک دانشمند باید مفاهیم علمی سؤال را درک کرده تا بتواند پژوهش و بازنگری کند. مهارت‌های یادگیری مفهوم یا کاوشگری گروه ۲ به این شرح است:

مقوله‌بندی	طبقه‌بندی	استنباط
استدلال	حدس زدن علمی	طرح سؤال کاوشی

در مرحله سوم، یک دانشمند به پژوهش و کنترل و بازنگری می‌پردازد. دانشمند قبل از نتیجه‌گیری و اعلام کسب دانش، باید از کارهای خود مطمئن شود؛ بنابراین لازم است فرضیه‌های خود را بیازماید، داده‌ها را تجزیه و تحلیل کرده و با نظر انتقادی مطالب را دنبال کند.

مهارت‌های کاوشگری گروه ۳ عبارت‌اند از:

ساخت فرضیه‌های عملی	آزمودن فرضیه‌های عملی	تجزیه و تحلیل داده‌ها
پیشنهاد جواب علمی	دوباره آزمودن بازنگری	ساخت فرضیه‌های نظری
آزمودن فرضیه‌های نظری	طرح آزمایش ساده	برنامه‌ریزی پژوهشی

درنهایت پس از آزمودن فرضیه‌ها و تشکیل مفاهیم، دانشمند باید به حل مثال‌های طبیعی و حل مسائل واقعی و فرضی برای اثبات قوانین و اصول علمی بپردازد. مهارت حل مسئله شاید برای بسیاری از فراگیرنده‌ها مشکل‌ترین مهارت کاوشگری باشد. این مهارت‌ها از شناخت مفروضات شروع و به تنظیم جواب مسئله ختم می‌شوند. ما مهارت‌های کاوشگری گروه ۴ را به شرح زیر تعریف می‌کنیم:

شناخت مفروضات مسئله	شناخت مجهولات مسئله	مشخص کردن راهکارها
ساده کردن مسئله	استفاده از سمبول‌ها	مدل‌سازی
مشخص کردن نتایج (جواب مسئله)	نقش فراشناخت در حل مسئله	

حیطه مهارت‌های گزارشگری و برقراری ارتباط علمی با دیگران، به اصطلاح برقراری گفتمان فنی و علمی، مانند دیگر مهارت‌ها مهم بوده و هر دانشمندی پس از انجام یک کار پژوهشی علاقه‌مند است آن را با دیگران در میان بگذارد؛ البته ارتباط علمی و پژوهشی الزاماً در پایان پژوهش اتفاق نمی‌افتد. از همان لحظه نخست کار، یک هنرجو یا دانشجو یا استاد یا دانشمند، افکار خود را با دیگران در میان می‌گذارد. تبادل نظر و کارگروهی از همان ابتدای کار

علمی صورت می‌گیرد. علم یک مؤسسه فردی نیست. علم مؤسسه‌ای بزرگ و وسیع و گروهی است. دانش بشری انفرادی به‌دست نمی‌آید و در انحصار یک فرد یا یک گروه یا یک کشور نیز قرار نمی‌گیرد و نباید چنین باشد. این حیطه شامل مهارت‌های جزئی زیر، مهارت کاوشگری گروه ۵ گزارشگری و ایجاد ارتباط با دیگران است:

ارائه توضیح و توجیه عملی	تمایز بین حقیقت، عقیده و ارزش	تنظیم گزارش علمی
انتشار مطالب علمی	برقراری ارتباط با دیگران	ارتباط بین داده‌ها و مفاهیم

هر کدام از این مهارت‌های کاوشگری که در واقع مهارت‌های ساخت‌گرایی دانش نیز هستند، تعریف خاص خود را دارند و معلم یا دبیر باید طریقه فراخوانی این فعالیت یادگیری را بداند و آن را در کلاس یا آزمایشگاه اجرا کند.

راهنمای یاددهی یادگیری (روش تدریس)

در این درس راهنمای مختلف با هدف‌های متفاوت مدنظر هستند:

۱. تأکید بر مشارکت هنجریان، تقویت اعتماد به نفس، قدرت استدلال و اظهارنظر در یادگیرنده، افزایش قدرت بیان اندیشه منظم و صحبت کردن در جمع

– با استفاده از روش پرسش و پاسخ در مورد مباحث کتاب و موارد فکر کنید، پرسش‌ها و تمرین کنید

۲. ایجاد علاقه و تقویت تفکر خلاق

– استفاده از روش تدریس‌های بارش فکری، کاوشگری، بدیعه‌پردازی و روش تدریس‌های مبتنی بر ساخت‌گرایی

۳. افزایش انگیزه فعالیت، مطالعه و تحقیق

– با پاسخگویی به موارد تجربه‌کننده و فکر کنید
– در انجام آزمایش‌های متن کتاب

– انجام تحقیق‌های موردی در مورد کاربرد فیزیک در رشته تحصیلی

۴. سهیم شدن افراد در عقاید و تجربیات دیگران و آشنایی با نوع تفکر یکدیگر

- با ایجاد بحث‌های گروهی در پاسخگویی به فکر کنید و تمرین کنید

۵. تقویت همکاری و احساس دوستی و ارتقای روابط اجتماعی در بین هنرجویان

- تکیه بر کار گروهی در آزمایشگاه

- تکیه بر ساختار مشوق مشارکتی در حل مسئله و کار گروهی

۶. افزایش قدرت مدیریت و رهبری هنرجویان

- ایجاد فرصت برای هنرجویان به منظور مدیریت کلاس یا آزمایشگاه

- ایجاد فرصت برای هنرجویان برای ارائهٔ قسمتی از متن درس به‌عنوان معلم

۷. یادگیری باثبات‌تر و مؤثرتر

- با تکیه بر انجام آزمایش‌ها

- با انجام بحث گروهی

- استفاده از روش کندو کاو در مورد یافتن پاسخ‌ها

- مبتنی بر استفاده از فناوری‌های نوین

۸. تعامل هنرجویان با معلم، هم‌سالان و محیط‌های یادگیری

- ارائهٔ کنفرانس در ارتباط با هریک از مباحث کتاب

- بحث و گفتگو در مورد کاربرد مطالب آموخته‌شده در رشتهٔ تحصیلی خود

۹. استفاده از فناوری‌های نوین

- استفاده از نرم‌افزارها، فیلم‌ها و شبیه‌سازی‌ها برای آموزش مطالب درسی

۱۰. درک و تفسیر پدیده‌ها در موقعیت‌های واقعی زندگی

- ارائهٔ پروژه‌هایی در پایان هر فصل متناسب با محتوای همان فصل و مربوط به

زندگی واقعی

- قرار دادن تصاویری کاملاً مرتبط با زندگی روزمره در آغاز هر فصل و به دنبال

پاسخ بودن در متن درس

۱۱. امکان درک روابط علت و معلولی و قوانین کلی

- یافتن فرمول‌ها و نسبت‌های بین کمیت‌های مختلف با انجام آزمایش‌ها و یا

ترسیم نمودارها

- ارائهٔ روش‌هایی برای افزایش دقت اندازه‌گیری در آزمایش‌ها

- ارائه راه‌حل‌هایی برای از بین بردن تناقض بین تجربه و نظریه

۱۲. مرور و بازنگری در شایستگی‌ها

- برگزاری مسابقات علمی

- برگزاری مسابقات آزمایشگاهی

۱۳. تلفیق نظر و عمل

- استفاده از روش پرسش و پاسخ به منظور ایجاد تفکر نقادانه به هنگام انجام دادن آزمایش

۱۴. ایجاد انگیزه در هنرجویان

- بازدید از مراکز صنعتی مرتبط با درس، مثلاً نیروگاه‌های تولید برق

۱۵. در کمترین زمان بیشترین بازدهی

- آشنایی با روش‌های مختلف تدریس

۱۶. ایجاد شوق آموختن و فهمیدن

- استفاده از روش تدریس مناسب

- ایجاد فضای آموزشی پر تحرک و شاد و هیجان‌انگیز

- برگزاری کلاس درس در آزمایشگاه و یا محیط خارج از مدرسه

۱۷. تشویق تفکر سطح عالی، تفکر انتقادی، تحلیل و ترکیب

- با پرسیدن سؤال‌های متعدد و دریافت پاسخ از یادگیرندگان

- تشویق به مذاکره و گفت‌وگو با یکدیگر و یا خود

- تشویق هنرجویان به تجربه فرضیاتشان و بحث نحوه تفسیر درباره آن خصوص

کاربرد نقشه‌های مفهومی^۱ در تحقق یادگیری مفهومی در فیزیک

پژوهش‌ها در آموزش فیزیک مؤید این موضوع هستند که بسیاری از هنرجویان، فیزیک را درسی دشوار می‌دانند؛ زیرا باید با بازنمایی‌های مختلفی، همچون نمودارها، فرمول‌ها، آزمایش‌ها، محاسبات و توضیحات مفهومی به جدال بپردازند و از همه مهم‌تر آنکه مجبور هستند بین این بازنمایی‌ها ارتباط برقرار کرده و مفاهیم مرتبط را از میان آنها بازشناسی کنند. ردیش^۲ (۱۹۹۴) علت آنکه هنرجویان فیزیک را درسی دشوار تلقی می‌کنند، این‌گونه توضیح می‌دهد:

علم فیزیک نیازمند آن است که فراگیران راهکارها و شیوه‌های متنوعی را برای

1-Concept Map

2- Redish

فهم آن به کارگیرند تا بتوانند میان بازنمای‌های مختلف - جداول، فرمول‌ها، نمودارها، ... - رابطه منطقی برقرار کنند. علم فیزیک نیازمند توانایی استفاده از جبر و هندسه و همچنین توانایی جابه‌جایی از جزء به کل و عکس آن است. این مسائل است که یادگیری فیزیک را به‌خصوص برای بسیاری از هنرجویان دشوار و سخت می‌کند.

ردیش در تشبیهی جالب در همان مقاله و در توصیف چگونگی یادگیری این علم توسط فراگیران به مدل برگ‌های مرده^۱ اشاره می‌کند:

بر اساس این مدل اگر فیزیک را علمی شامل مجموعه‌ای از مفاهیم و روابط بدانیم که روی برگ‌های مرده (خزان‌دیده) یک درخت نوشته شده است (برای مثال روی یک برگ رابطه $x = \frac{1}{2}at^2 + v.t$ و روی دیگری $F=ma$ ، ...)، تنها چیزی که شخص (هنرجو) نیاز دارد این است که هنگام حل مسئله یک‌به‌یک این برگ‌ها را بررسی کرده تا بتواند رابطه مناسب را شناسایی کند!

درواقع می‌توان این‌گونه گفت که ناتوانی‌ها و مشکلات هنرجویان در درک فیزیک از یک‌سو برآمده از مفاهیم بسیار موجود در این علم است و از سوی دیگر، نحوه تدریس آن و همچنین مسائل بسیار مبهمی است که گاهی در آن طرح و بررسی می‌شود. ردیش معتقد است: ما بسیاری از هنرجویان را درک نمی‌کنیم و آنها نیز ما را نمی‌فهمند درواقع به این موضوع اشاره دارد که گویی هنرآموزان و فراگیران در دو دنیای متفاوت سیر می‌کنند.

در پژوهشی (اورنک و همکاران^۲، ۲۰۰۸) به منظور واکاوی علل ناتوانی فراگیران در یادگیری درس فیزیک با تکیه بر عوامل ذاتی و درونی این علم، دریافتند که بیشترین تعداد از هنرجویانی که مورد مصاحبه و پرسش قرار گرفته بوده‌اند، علت ناتوانی خود را در درک مفاهیم فیزیکی، این موضوع می‌دانستند که به نظر آنها فیزیک علمی تجمعی و انباشته (از مفاهیم) است؛ علمی که اگر در آن یک مفهوم را فراموش کرده یا از دست بدهیم، یادگیری مفهوم دیگر مرتبط با آن دچار مشکل خواهد شد. درواقع این نتیجه با گفته جونز و مونی^۳ (۱۹۸۱) نیز همخوانی بسیار دارد که می‌گویند، بسیاری از هنرجویان نمی‌توانند مفاهیم را به درستی و با اولویت صحیح پشت سر هم و یا در کنار هم قرار دهند. درواقع علت

۱- The dead leaves model

۲- Ornek et al.

۳- Jones & Mooney

به وجود آمدن این مشکل این است که دانش و فهم هنرجویان از فیزیک اغلب به صورت تکه تکه و جزیی شده است و آنها به ندرت یک موضوع را به صورت واحد و یکپارچه (شامل مفاهیم مرتبط با یکدیگر) درک می کنند.

با در نظر گرفتن توضیحات داده شده متوجه این موضوع خواهیم شد که شیوه آموزش فیزیک در کلاس درس و نحوه ارائه مفاهیم بر درک و یادگیری فراگیران و همچنین بر ایجاد انگیزه آنها برای یادگیری تأثیر بسزایی خواهد گذاشت. دیگر زمان استفاده از روش های سنتی آموزش فیزیک به سر رسیده است. در واقع هنرآموزانی که هنوز از شیوه های سنتی استفاده می کنند، تنها به این موضوع اعتقاد دارند که باید یک سری از محتواها را به طور مستقیم و بدون مشارکت فراگیر در کلاس درس به او منتقل کنیم. شیوه های سنتی آموزش علوم همواره مورد نکوهش آزوبل^۱ بوده اند، به طوری که در کتاب خود از آنها به عنوان آموزش توضیحی^۲ یاد می کند و تأکید دارد که این گونه آموزش هنوز هم در بسیاری از مدارس رایج است (آزوبل، ۲۰۰۰). به نظر وی در این گونه آموزش ها، معلم از تکنیک های کلامی خالص^۳ خیلی زود استفاده کرده و اطلاعات را اغلب به صورت خودسرانه و بدون آگاهی از اینکه آیا فراگیران آمادگی شناختی لازم را برای یادگیری دارند و یا می توانند یادگیری معنی داری داشته باشند، ارائه می دهد. باید در نظر داشت که تغییر این رویه و روش تدریس ناممکن است، مگر آنکه بتوان تغییرات اساسی در دیدگاه معرفت شناسانه این گونه هنرآموزان در مورد اینکه چگونه دانش علمی ساخته می شود، ایجاد کرد. در واقع دیدگاه و رویکرد هنرآموزان به آموزش هنگامی دستخوش تغییر می شود که به ایده های متصل و مرتبط با نظریه های یادگیری سازنده گرایی شناختی که در کار افرادی چون ویگوتسکی^۴، آزوبل، نوواک^۵ و گوین^۶ به چشم می خورد، احترام گذاشته و آنها را در عرصه عمل مورد استفاده قرار دهند. به بیان دیگر دانش به مثابه قرصی از واقعیت های کشف شده نیست که به هنرجو خوراندن شود تا به اندوخته های او اضافه گردد. هر فراگیر دانش را به گونه ای کاملاً شخصی و ویژه یاد می گیرد؛

۱- Ausubel

۲- expository teaching

۳- Pure verbal techniques

۴- Vygotsky

۵- Novak

۶- Gowin

حتی اگر این فرایند به شدت تحت تأثیر تعاملات اجتماعی میان فراگیران باشد. همان گونه که نوواک و گوین (۱۹۸۴) گفته اند:

یادگیری معنای یک جزء از دانش، نیازمند گفتگو، تبادل، به اشتراک گذاری و برخی اوقات مصالحه کردن است.

البته لازم به ذکر است که منظور از به اشتراک گذاری، اشتراک گذاشتن روندهای یادگیری است؛ زیرا این دو معتقدند فرایند یادگیری، فعالیتی است که قابل به اشتراک گذاری، درحالی که معانی حاصل از یادگیری را می توان به اشتراک و مورد بحث قرار داد. در نتیجه یادگیری فرایند ساخت و ساز شخصی است که عوامل فرهنگی بسیاری بر آن تأثیر گذارند.

با این مقدمه باید متذکر شد آموزش علوم به خصوص فیزیک یکی از پربارترین و فعال ترین حوزه های پژوهشی و نظری در روانشناسی تربیتی است. امروزه عقیده صاحب نظران تعلیم و تربیت بر این است که درک عمیق مفاهیم علمی، رکن اصلی یادگیری در علوم است. چنین امری موجب تشکیل بنیان علمی جامع و سازمان یافته از محتوای علم می شود (تسای و همکاران^۱، ۲۰۰۱). همان طور که در ابتدا توضیح داده شد، مفاهیم علمی (خصوصاً فیزیک)، غیر خطی و شبکه ای هستند. در نتیجه این مفاهیم بایستی به صورت شبکه های سازمان یافته و اطلاعات مرتبط به هم یاد گرفته شوند، نه صرفاً به صورت فهرستی از حقایق مستقل از هم (فیلوز^۲، ۱۹۹۴). به بیان دیگر استفاد از آن دسته راهبردهای یادگیری - یاددهی که بتواند چنین شبکه های منسجمی از دانش را شکل داده یا تقویت کند. موجب بهبود نتایج یادگیری در فراگیران خواهد شد.

یکی از این راهبردهای آموزشی که ارتباط نزدیکی با دیدگاه سازنده گرایی شناختی دارد، نقشه مفهومی است (مارنگوس^۳، ۲۰۰۰؛ سان^۴، ۲۰۰۴). نقشه های مفهومی ابزاری برای نمایش روابط میان مفاهیم به طریقی منسجم و سازمان یافته هستند (چارلوت و دباکر^۵، ۲۰۰۳).

نقشه مفهومی اولین بار توسط نوواک در سال ۱۹۷۲. در جریان برنامه پژوهشی

۱- Tsai et al.

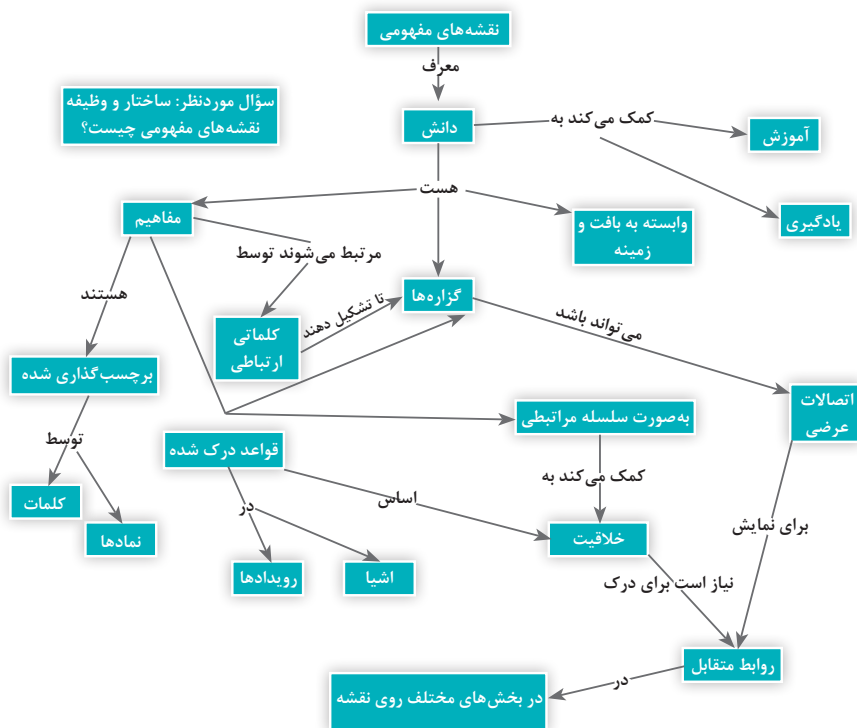
۲- Fellows

۳- Marangos

۴- Sun

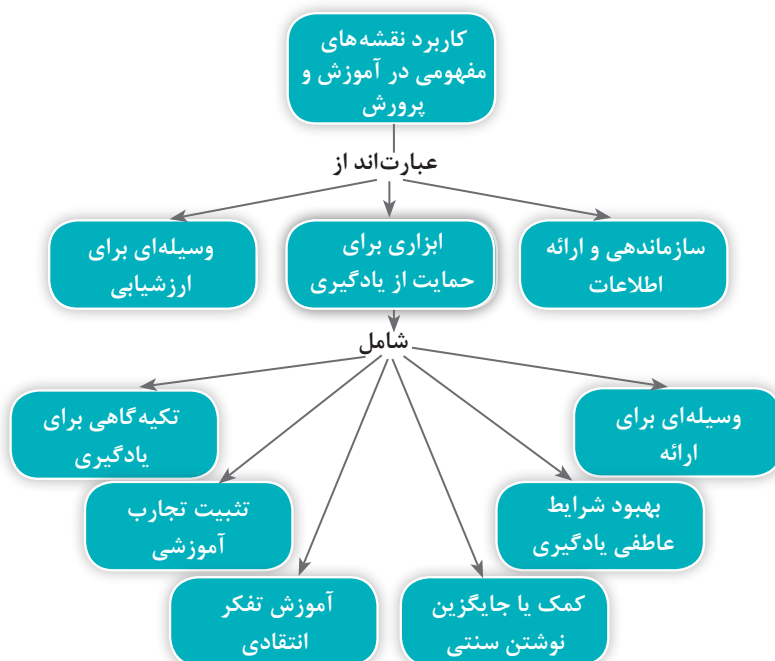
۵- Chullarut & DeBacker

نواک در دانشگاه کرنل خلق شد (نواک و موسوندا^۱، ۱۹۹۱). این ایده براساس روان‌شناسی دیوید آزوبل طراحی شده بود. بر اساس نظریه یادگیری معنی‌دار دیوید آزوبل، یادگیری با برقراری ارتباط بین مفاهیم و موضوعات جدید و مفاهیم موجود نگهداری شده در ساختار مفهومی یادگیرنده، اتفاق می‌افتد (آزوبل، ۱۹۶۳، ۱۹۶۸، ۱۹۷۸). از این‌رو، ضرورت یافتن یک راه بهتر جهت ارائه درک ذهنی بچه‌ها، ایده ارائه دانش فراگیران به شکل نقشه‌های مفهومی را پدیدار کرد، به‌طوری‌که یک ابزار جدید، نه تنها برای استفاده در تحقیق، بلکه برای بسیاری از استفاده‌های دیگر در آینده متولد شد (شکل ۱).



شکل ۱. تصویری از یک نقشه مفهومی برای تشریح ساختار و وظیفه نقشه‌های مفهومی

محققان از نقشه‌های مفهومی در تمام مراحل فرایند آموزش، اعم از یاددهی-یادگیری، طراحی برنامه درسی و ارزیابی درک هنرجویان از مفاهیم مختلف درسی استفاده کرده‌اند (شکل ۲). در بعد ارزیابی، آموزشگران دریافتند نقشه‌های مفهومی برای ارزیابی دانش قبلی هنرجویان، تشخیص کج‌فهمی‌های هنرجویان و کمک به هنرآموزان در تشخیص مفاهیم کلیدی برای تدریس خود نیز ابزار مفیدی هستند و میزان و کیفیت ارتباطات جدیدی را که هنرجویان قادرند پس از آموزش برقرار کنند؛ را تعیین می‌کنند (ماسون^۱، ۱۹۹۲ به نقل مقاله استودارت و همکاران^۲، ۲۰۰۰). همچنین تحقیقات نشان می‌دهد از هنرجویان در فرایند توسعه ساخت‌شناختی ذهن خود مجبورند بین مفاهیم ارتباط ایجاد کنند تا از این طریق، فهم آنها از علم ارتقا یابد و علم را به‌عنوان مجموعه‌ای از مفاهیم منسجم (و نه مجزا) درک کنند (بارتلز^۳، ۱۹۹۵). (شکل ۲).



شکل ۲. کاربردهای نقشه‌های مفهومی در آموزش و پرورش

۱- Mason

۲- Stoddart & et al.

۳- Bartels

باید قبول کرد ناکارآمدی نظام آموزشی کنونی در آموزش فیزیک خصوصاً در مقطع دبیرستان و روی آوردن هنرجویان به یادگیری طوطی وار مفاهیم فیزیکی و عدم تحقق اهداف پیش‌بینی شده در آموزش علوم در برنامه درسی وزارت آموزش و پرورش ایران، گواه مشکلات و موانعی در شیوه‌های موجود آموزش فیزیک در کلاس‌های درس است. به همین دلیل دور از ذهن نیست که باید علل و ریشه‌های این عدم موفقیت را در رویکردهای سنتی آموزش فیزیک دانست و به جهت رفع این مشکلات و تحقق یادگیری مفهومی و با استفاده از قابلیت‌ها و پتانسیل‌های بی‌شمار نقشه مفهومی، الگویی مطلوب برای رفع این مشکلات و موانع و آموزش مفهومی فیزیک در این مقطع شناسایی کرده و پیشنهاد داد.

الف. استفاده از نقشه‌های مفهومی

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌کنید، از نقشه‌های مفهومی در قسمت‌های مختلف یک آموزش می‌توان استفاده کرد. در ادامه به‌طور مختصر به برخی از مهم‌ترین کاربردهای این ابزار در آموزش اشاره می‌شود.

۱. شناسایی دانش پیشین فراگیران

از مهم‌ترین کاربردهای این نقشه می‌توان به شناسایی دانش پیشین فراگیران در ابتدای تدریس اشاره کرد. در واقع هنرآموزان می‌توانند پس از اطمینان از توانایی فراگیران در ترسیم این نقشه‌ها، در ابتدا و یا در پایان هر جلسه آموزشی از آنها بخواهند دانش پیشین خود را در رابطه با موضوع مورد آموزش ترسیم کرده و به کلاس بیاورند. این نقشه‌ها در واقع نقطه شروع تدریس را برای هنرآموزان مشخص می‌کنند. براساس یادگیری معنی‌دار آزوبل، آموزشی منتهی به یادگیری معنی‌دار خواهد شد که با تکیه بر دانش پیشین فراگیران در آن حوزه ارائه شود؛ البته کاربرد مهم نقشه‌های مفهومی در این قسمت، شناسایی کج‌فهمی‌ها و یا بدفهمی‌های فراگیران در رابطه با آن موضوع خاص نیز هست که باید قبل از آموزش مطالب جدید، آنها را برطرف کرد.

۲. ابزاری برای ارائه و سازماندهی اطلاعات در حین آموزش

همان‌طور که در قسمت قبل اشاره گردید از نقشه‌های مفهومی می‌توان در حین آموزش نیز استفاده کرد. شما می‌توانید با چاپ نقشه مفهومی انتهای هر فصل و قرار دادن آن کنار تابلو روبروی هنرجویان، براساس روند تدریس خود، جمع‌بندی‌های مناسبی در پایان هر جلسه داشته باشید و یا در آغاز هر جلسه با رجوع به این نقشه می‌توانید مکان کنونی هنرجویان را به لحاظ دانشی در رابطه با آن موضوع درسی مشخص کنید. در واقع این نقشه‌ها همانند نقشه جغرافیایی، مکان فعلی هنرجویان و مقصد نهایی آنها را مشخص می‌کند. از سوی دیگر استفاده از این نقشه‌ها به جهت جمع‌بندی مطالب در پایان هر جلسه، نقش روابط به‌وجود آمده میان مفاهیم در ذهن هنرجویان پررنگ‌تر کرده و باعث به‌وجود آمدن این امیدواری می‌شود که این مفاهیم و ارتباط‌سازی‌ها تا جلسه آینده نیز در ذهن آنها باقی خواهد ماند.

۳. ابزاری برای ارزشیابی مستمر و پایانی

یکی از قابلیت‌های مهم این نقشه‌ها در نقش ابزاری به‌عنوان ارزشیابی ظاهر می‌شود. در واقع شما می‌توانید ارزشیابی مستمر و یا پایانی مناسبی را در مدت زمان کوتاهی به جهت اطلاع از یادگیری مفهومی هنرجویان از موضوع تدریس شده توسط این ابزار انجام دهید. بسیاری از پژوهش‌ها بر نقش ارزشیابانه این نقشه‌ها در آموزش تأکید داشته‌اند. شما به چند روش می‌توانید از این نقشه‌ها به‌عنوان ابزار ارزشیابی استفاده کنید:

۱. راحت‌ترین راه خالی کردن برخی از خانه‌های موجود در نقشه مفهومی پایان فصل است. شما می‌توانید برخی از خانه‌ها و یا ارتباط‌های میان مفاهیم را خالی گذاشته و با در اختیار قرار دادن برخی مفاهیم و گزاره‌های پیشنهادی از هنرجویان بخواهید نقشه مفهومی را کامل کنند. البته اگر بخواهید کمی فرایند ارزشیابی را سخت‌گیرانه‌تر کنید می‌توانید انتخاب مفاهیم و گزاره‌ها را نیز در اختیار هنرجویان قرار دهید.

۲. دومین راه استفاده از این نقشه‌ها به‌عنوان ابزار ارزشیابی، این است که از هنرجویان بخواهید خود نقشه مفهومی مورد نظر را رسم کنند. البته این روش به دلیل وابستگی زیاد به مهارت ترسیم هنرجویان ممکن است به زمان و تسلط

زیادی نیاز داشته باشد اما بیشتر از روش اول بازخوردهای تصحیحی مناسب را در رابطه با میزان درک و فهم هنرجو از موضوع تدریس شده در اختیار شما قرار می‌دهد. همچنین در این روش امکان شناسایی کج‌فهمی‌های هنرجو نسبت به روش قبل بیشتر خواهد بود.

ب. چطور یک نقشه مفهومی بسازیم؟

شما می‌توانید برای آموختن نحوه ترسیم نقشه مفهومی به فیلم آموزشی مرتبط با این موضوع در لوح فشرده همراه این کتاب مراجعه کنید. همچنین اگر تمایل به ترسیم این نقشه‌ها در رایانه دارید، کافیس از نرم‌افزار Cmap Tools که در لوح فشرده است استفاده کنید^۱. اگر بخواهیم قدم‌های کلی ترسیم یک نقشه مفهومی را مختصراً توضیح دهیم، به موارد زیر خواهیم رسید:

۱. یک سؤال اصلی پیدا کنید که به یک مشکل، مسئله، یا حوزه علمی می‌پردازد و دوست دارید نقشه آن را ترسیم کنید. با توجه به این سؤال، ۱۰ الی ۲۰ مفهوم را که مرتبط با سؤال هستند شناسایی کرده و آنها را فهرست کنید. برخی دوست دارند برچسب‌های مفاهیم را روی کارت‌های جداگانه یا روی برگه یادداشت‌های چسبی بنویسند تا بتوانند آنها را جابه‌جا کنند. اگر از نرم‌افزار کامپیوتری برای ترسیم نقشه استفاده می‌کنید، فهرستی از مفاهیم را روی کامپیوتر خود ایجاد کنید. برچسب‌های مفاهیم باید تک کلمه‌ای یا نهایتاً دو یا سه کلمه‌ای باشند.

۲. مفاهیم را با قرار دادن کلی‌ترین ایده‌ها در بالای نقشه رتبه‌بندی کنید. برخی اوقات تشخیص کلی‌ترین مفهوم دشوار است. در این شرایط، تمرکز کردن روی سؤال اصلی می‌تواند به شما در رتبه‌بندی مفاهیم کمک کند. برخی اوقات این فرایند منجر به انجام اصلاحاتی در سؤال اصلی یا حتی نوشتن یک سؤال اصلی جدید می‌شود.

۳. فهرست را تا پایین ادامه داده و در صورت لزوم مفاهیم بیشتری را به آن بیفزایید.

۴. با قرار دادن کلی‌ترین و عام‌ترین مفهوم یا مفاهیم در بالای نقشه، کار ترسیم را شروع کنید. معمولاً در بالای نقشه یک، دو یا سه مفهوم کلی‌تر از سایر مفاهیم وجود دارد.

۱- نحوه کار با این نرم‌افزار نیز به تفصیل در این لوح فشرده موجود است.

۵. سپس دو یا سه یا چهار مفهوم فرعی را زیر هر کدام از مفاهیم کلی قرار دهید. از قرار دادن بیش از سه یا چهار مفهوم زیر مفاهیم دیگر اجتناب کنید. اگر می‌بینید شش یا هشت مفهوم به یک مفهوم اصلی یا مفهوم فرعی مربوط می‌شوند، می‌توان یک مفهوم مناسب با کلیت بینابینی پیدا کرد و بدین صورت یک سطح دیگر در سلسله مراتب نقشه ایجاد کرد.

۶. مفاهیم را با خط به یکدیگر متصل کنید. خطوط را با یک یا چند حرف ربطی مشخص کنید. حروف ربطی باید معرف رابطه میان دو مفهوم باشند به طوری که یک گزاره یا قضیه معتبر از آن خوانده شود. این اتصال باعث خلق معنی می‌شود. وقتی که تعداد زیادی از ایده‌های مرتبط را به صورت سلسله‌مراتبی با یکدیگر متصل می‌سازید، می‌توانید ساختار معنی حوزه موضوعی مفروض را درک کنید.

۷. ساختار نقشه خود را مرور کنید. این کار می‌تواند شامل اضافه کردن، حذف کردن، یا تغییر دادن مفاهیم اصلی باشد. شاید نیاز باشد این کار را چندین بار انجام دهید و در حقیقت همان‌طور که دانش و بینش‌های جدید به دست می‌آورد، این فرایند می‌تواند تا بی‌نهایت ادامه پیدا کند. اینجاست که برگه یادداشت‌های چسبی یا حتی بهتر از آن، نرم‌افزارهای کامپیوتری سودمند هستند.

۸. به دنبال اتصالات عرضی میان مفاهیم در بخش‌های مختلف نقشه بگردید و آن خطوط را نام‌گذاری کنید. اتصالات عرضی اغلب در نشان دادن روابط جدید و خلاقانه در حوزه دانش کمک می‌کنند.

۹. مثال‌های مشخص از مفاهیم را می‌توان به برچسب‌های آنها الصاق کرد (مثلاً سگ شکاری طلایی یک مثال مشخص از یک نژاد سگ است).

۱۰. نقشه‌های مفهومی را می‌توان با اشکال و صورت‌های مختلف برای یک مجموعه واحد از مفاهیم ترسیم کرد. هیچ راه و روش واحدی برای ترسیم نقشه وجود ندارد. با تغییر درک شما از روابط میان مفاهیم، نقشه‌های شما نیز تغییر می‌کنند.

ج) تلفیق تمام اشکال تجارب یادگیری

باید قبول کرد تجربه آموزش و یادگیری تجربه‌ای تک‌بعدی نبوده و هدف از معرفی نقشه‌های مفهومی در این کتاب نیز این موضوع نیست که اکثر وقت کلاس به ساخت نقشه‌های مفهومی اختصاص یابد. درواقع باید به این موضوع اشاره کرد که در یک تجربه آموزشی موفق تمامی شیوه‌های خوب آموزشی

مورد استفاده قرار گیرد و طبق پژوهش‌های انجام گرفته ۱۵ الی ۲۰ درصد وقت کلاس باید واقع در برای ساخت نقشه‌های مفهومی صرف شود. در کتاب فیزیک فنی و حرفه‌ای و کار دانش نیز با در نظر گرفتن این رویکرد در آموزش تلاش شده است با قرار دادن تجارب مختلف یادگیری شامل نقشه مفهومی در پایان هر فصل، ویدئوهای آموزشی مربوط به هر موضوع، نرم‌افزارها و شبیه‌ساز برای مرتبط با مسائل و ... تجربه یک یادگیری همه‌جانبه را برای فراگیران فراهم آوریم. در این میان هنرآموزان و فرهیختگان عزیز نقش مهم و کلیدی را در ترغیب هنرجویان به استفاده از این ابزارها ایفا می‌کنند. تمامی مواد آموزشی مورد نیاز در قالب یک لوح فشرده در اختیار هنرجویان قرار گرفته است تا آنها بتوانند با استفاده از پیامدهای مثبت یادگیری موقعیتی در هر لحظه و در هر موقعیتی از بهترین منابع آموزشی مرتبط با موضوع مورد مطالعه استفاده کنند. باید قبول کرد نسل حاضر که از آنها به عنوان بومی‌های دیجیتالی یاد می‌شود، نسلی علاقه‌مند به تکنولوژی و فناوری‌های به‌روز بوده و چه خوب است که از این علاقه‌مندی در جهت آموزش و یادگیری دروس چالش‌برانگیزی همچون فیزیک استفاده کرد.

مارک پرنسکی: «چه‌های ما بسیار خوب می‌دانند که سرگرمی یعنی چه بیرون از مدرسه، آنها کاملاً با زندگی دیجیتالی قرن بیست و یکم خود سرگرم هستند. در نتیجه اگر ما نیز در کلاس‌های درس و در مدارس خود نتوانیم آنها را سرگرم کنیم، بی‌شک آنها را از درس فراری خواهیم داد.»

ارزشیابی

آخرین حلقه از زنجیره فعالیت‌های آموزشی معلم، سنجش یادگیری است، فرایند سنجش یادگیری تکمیل‌کننده سایر فعالیت‌های معلم به حساب می‌آید و او در این مرحله از کار خود، با روش‌ها و فنون مختلف، به سنجش فرایندها و فرآورده‌های یادگیری هنرجویان اقدام می‌کند و با نتایج حاصل درباره کم‌وکیف پیشرفت آنان در یادگیری و توفیق خود در آموزش به داوری می‌پردازد. پس بی‌راه نیست اگر بگوییم همان‌قدر که یک مطلب ارزش آموزش و یادگیری را دارد، ارزش سنجش و داوری را نیز خواهد داشت و اهمیت کار اندازه‌گیری و سنجش کم از آموزش نیست.

روش‌های سنتی (دیرمان) یا مرسوم سنجش یادگیری که عمدتاً در ارتباط با هدف‌های حوزه‌ی شناختی به کار می‌روند، به روش‌های مداد و کاغذی یا کتبی شهرت دارند که ضمن داشتن مزایا و نکات مثبت، همواره مورد بحث و بررسی منتقدان چه به لحاظ روایی و چه به لحاظ محتوایی بوده و هستند. به همین دانشمندان تعلیم و تربیت به فکر ایجاد روش‌های جدید سنجش افتاده‌اند که به روش‌های سنجش جایگزین شهرت دارند. در روش‌های سنجش جایگزین، بیشتر به موقعیت‌ها و فرایندها توجه شده تا به فراورده‌ها و جواب‌ها. در آموزش فیزیک نیز چند سالی هست که به روش‌های سنجش جایگزین اهمیت ویژه‌ای داده شده و همواره سعی بر آن بوده است که با استفاده از امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و فناوری‌های روز یادگیرندگان را در موقعیت‌های اصیل و واقعی قرار داده و از آنها سنجش به عمل آید. در آموزش فیزیک روش‌های سنجش جدید و قدیم برای سنجش یادگیری وجود دارد. از آزمون‌های معلم‌ساخته گرفته تا آزمون‌های کتبی استاندارد شده و جهانی همچون CSEM، MMCE تا آزمون‌های بر خط و الکترونیکی که توسط مراکزی همچون انجمن هنرآموزان فیزیک آمریکا و گروه تحقیقات آموزش فیزیک دانشگاه کالیفرنیا صورت می‌گیرد. در این بخش بر آن هستیم که ضمن ارائه تعاریف و مفاهیم مورد استفاده در روش‌های سنجش جدید، پیشنهادهایی برای سنجش بخش‌های مختلف کتاب نیز ارائه دهیم.

الف. تعاریف، روش‌ها

در این قسمت به تعریف و توضیح چند واژه و روش خواهیم پرداخت که در ادامه کار به آنها نیاز خواهیم داشت، واژه‌هایی مثل سنجش سنتی و سنجش جایگزین.

۱. سنجش یادگیری

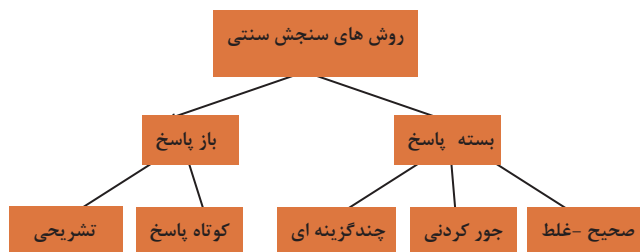
می‌توان سنجش^۱ را به عنوان کاربست فعالیت‌های مربوط به گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری درباره یادگیری هنرجویان تعریف کرد. سنجش به فرایند درک آنچه هنرجویان یاد گرفته‌اند، گفته می‌شود (اسمیت، ۲۰۰۷، ص ۴۲۸). از جمله اقدامات و ابزارهای سنجش یادگیری، می‌توان به آزمون، پرسش‌نامه، فهرست واری، مقیاس درجه‌بندی، کار آزمایشگاهی، پروژه تحقیقی، تکالیف درسی، امتحان شفاهی، مصاحبه، مشاهده و جز اینها اشاره

۱- Assessment

کرد. نتایج سنجش می‌تواند جنبه کمی و یا کیفی داشته باشد، مانند نتیجه یک آزمون که با نمره نشان داده شده و یا مشاهده رفتار یادگیرنده که به صورت مطلوب و یا نامطلوب گزارش می‌شود. (سیف، ۱۳۸۶، ص ۳۴). آنچنان که از تعاریف بالا برمی‌آید سنجش اصطلاحی کلی‌تر از آزمودن و اندازه‌گیری است، زیرا سنجش در برگیرنده همه راه‌های نمونه‌گیری و مشاهده مهارت‌ها، دانش و توانایی‌های هنرجویان است، سنجش هم می‌تواند به صورت رسمی و طی یک آزمون و هم به صورت غیر رسمی، مانند مشاهده رفتار صورت پذیرد.

۲. روش‌های سنتی سنجش یادگیری

روش‌های مرسوم و معمول را که بیشتر به صورت آزمون‌های کتبی^۱ و کاغذ و قلم^۲ برای سنجش یادگیری انجام می‌شوند روش‌های دیرمان یا سنتی سنجش می‌نامند. که با توجه به هدف مورد سنجش و نوع برگزاری آزمون به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند؛ اما دو دسته کلی از این نوع آزمون‌ها وجود دارد که به آزمون‌های بسته (پاسخ‌گزين) و باز (پاسخ‌ساز) تقسیم می‌شوند. شکل ۳. انواع آزمون‌های سنجش سنتی را نمایش می‌دهد.



شکل ۳. دسته‌بندی روش‌های کتبی یا مداد کاغذی سنجش

۳. روش‌های سنجش جایگزین^۳

روش‌هایی را که به جای روش‌های سنتی سنجش، به‌ویژه روش‌های بسته، پیشنهاد شده‌اند، روش‌های سنجش جایگزین می‌نامند. سنجش جایگزین یک اصطلاح عام است که به روش‌های متفاوت با روش‌های سنتی گفته می‌شود.

^۱- Written

^۲- paper-and-pencil

^۳- Alternative assessment

نام دیگر این روش، سنجش واقعی (سنجش اصیل)^۱ است. سنجش واقعی نیازمند خلق آن دسته از تکالیف سنجش است که تا حد امکان به موقعیت‌های خارج از کلاس درس شبیه‌اند و هنرجویان برای انجام دادن آنها دانش و مهارت‌هایی را که آموخته‌اند به کار می‌بندند.

روش‌های سنجش جایگزین از نظریه‌های جدید یادگیری، به‌ویژه نظریهٔ سازنده‌گرایی سرچشمه می‌گیرند و رویکردهای تازه روانشناسی بر این باور هستند که روش‌ها و ابزار سنجش به گونه‌ای تهیه و به کار بسته شوند که درک و فهم، حل مسئله، استدلال، تفکر و کاربرد آموخته‌ها را در شرایط زندگی واقعی بسنجند. در زیر چند روش را که در آموزش فیزیک هم به کار گرفته شده‌اند، به‌عنوان مثال می‌آوریم:

روش سنجش عملکردی

در این نوع سنجش، فرایند و فراورده یادگیری به‌طور مستقیم سنجش می‌شود. با این روش می‌توان به سنجش یادگیری‌های شناختی پیچیده با موضوع‌های مختلفی مانند علوم، مطالعات اجتماعی و ریاضیات پرداخت. ویژگی‌های این گونه آزمون‌ها را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد:

۱. تأکید بر کاربست: آیا هنرجویان قادر به، به کارگیری دانش آموخته شده هستند؟
 ۲. تأکید بر سنجش مستقیم: سنجش هدف آموزشی به‌طور مستقیم
 ۳. استفاده از مسائل واقعی: استفاده از مسائلی که در زندگی واقعی رخ می‌دهد یا مسائلی شبیه به آنها
 ۴. ترغیب و تشویق تفکر باز: هدایت هنرجویان به سمت راه حل‌های مختلف
- گرانلاند (۱۹۸۸) این گونه آزمون‌ها را به چهار دسته تقسیم کرده که در شکل ۴ به خوبی نشان داده شده است:

۱- آزمون‌های کتبی عملکردی: این گونه آزمون‌ها با وجود کتبی بودن عمدتاً به کار بست دانش و مهارت در موقعیت‌های عملی تکیه دارند.	۲- آزمون شناسایی: منظور از این گونه آزمون‌ها روشی است که برای سنجش توانایی یادگیرنده در تشخیص ویژگی‌ها و محاسن و معایب و موارد استفاده امور مختلف به کار می‌رود.
۳- آزمون عملکردی در موقعیت‌های شبیه‌سازی شده: از آزمون شونده تقاضا می‌شود که در یک موقعیت مجازی یا شبیه‌سازی شده همان اعمالی را انجام دهد که در موقعیت‌های واقعی انجام خواهد داد.	۴- نمونه کار: از یادگیرنده خواسته می‌شود اعمالی را انجام دهد تا معرف عملکرد واقعی مورد سنجش باشد.

شکل ۴. انواع آزمون‌های عملکردی از دیدگاه گرانلاند (۱۹۸۸)

^۱- Authentic assessment

آزمون‌های عملکردی از دیدگاه گرانلاند

۱. آزمون‌های کتبی عملکردی: این گونه آزمون‌ها با وجود کتبی بودن عمدتاً به کاریست دانش و مهارت در موقعیت‌های عملی تکیه دارند. (مثال: از یک هنرجو کلاس فیزیک بخواهید که نیروهای وارد بر نردبان را درحالی که به دیوار تکیه داده شده است رسم کند).

۲. آزمون شناسایی: منظور از این گونه آزمون‌ها روشی است که برای سنجش توانایی یادگیرنده در تشخیص ویژگی‌ها و محاسن و معایب و موارد استفادهٔ امور مختلف به کار می‌رود. (مثال: بیشتر آزمون‌های آزمایشگاه فیزیک آزمون عملکردی از نوع شناسایی هستند، شناخت وسایل و نحوهٔ کار هر کدام از وسایل روی میز آزمایش)

۳. آزمون عملکرد در موقعیت‌های شبیه‌سازی شده: از آزمون‌شونده تقاضا می‌شود که در یک موقعیت مجازی یا شبیه‌سازی شده همان اعمالی را انجام دهد که در موقعیت‌های واقعی انجام خواهد داد. (مثال: کار با نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مثل Interactive Physics)

۴. نمونه کار: از یادگیرنده خواسته می‌شود اعمالی را انجام دهد تا معرف عملکرد واقعی مورد سنجش باشد. (مثال: کار با بیشتر وسایل آزمایشگاهی فیزیک و به‌دست آوردن اعداد و ارقام و ثابت‌های فیزیکی)

البته در سال ۲۰۰۱ نیتکو از روش‌ها و فنون سنجش عملکردی تقسیم‌بندی دیگری به‌صورت زیر ارائه داد:

۱) سنجش ساختارمند یا کنترل شده، ۲) سنجش در موقعیت‌های طبیعی، ۳) پروژه‌های طولانی‌مدت ۴) کار پوشه

روش‌های سنجش کارپوشه، سنجش مشاهده‌ای و روش‌های جدید سنجش به‌وسیلهٔ شبکه‌های رایانه‌ای و نرم‌افزارها از انواع جدیدتر سنجش‌های جایگزین هستند. در ادامه نحوهٔ ارزشیابی از بخش‌های مختلف کتاب، مانند فکر کنید، تمرین کنید و پروژه‌های پایانی فصل را به‌طور مختصر شرح خواهیم داد. شما می‌توانید از هر یک از روش‌های سنجش که در بالا به آنها اشاره شد برای سنجش هنرجو استفاده کنید ولی هنگام ارزشیابی و قضاوت در مورد میزان یادگیری وی می‌توانید از فرم‌هایی که در ادامه برای همین منظور طراحی شده‌اند استفاده کنید.

۴. ارزشیابی از قسمت‌های مختلف کتاب

همان‌گونه که در بخش‌های مختلف کتاب ملاحظه می‌کنید، دیگر اثری از عنوان

فعالیت وجود ندارد. کتاب به بخش‌های متعددی تقسیم شده که شامل تجربه کنید، تحقیق کنید، فکر کنید، تمرین کنید و ... است. هدف از این بخش‌بندی توجه به مؤلفه‌های مختلف کاوشگری است که در متن کتاب و ارائه مطالب به چشم می‌خورد. هدف از هر بخش در ادامه همین کتاب راهنما در قسمت و بخش مربوط خواهد آمد و مؤلفان اهداف آموزشی و یادگیری خود را به طور مبسوط در این کتاب کار و در فصل مربوط ارائه خواهند داد، شما همکار گرامی با مطالعه بخش‌های مختلف کتاب و همچنین کتاب راهنما، ضمن آشنایی دقیق‌تر با اهداف کتاب

فرم شماره ۱. فرم پیشنهادی برای ارزشیابی مستمر از بخش‌های مختلف کتاب

اهداف نگرشی که مدنظر شماست و باید برآورده شوند		نمره از ۱ تا ۲,۰	نمره نهایی هر هدف
اهداف نگرشی			میانگین نمره‌های اهداف نگرشی با ضرب ۳
اهداف مهارتی			میانگین نمره‌های اهداف مهارتی با ضرب ۴
اهداف دانشی			میانگین نمره‌های اهداف دانشی با ضرب ۲
نمره مستمر این بخش	مجموع نمره‌ها تقسیم بر ۹		

می‌توانید در ارزشیابی‌های خود از قسمت‌های مختلف هنگام سنجش‌های تکوینی از فرم‌هایی که در زیر طراحی شده‌اند استفاده کنید، فرم‌های طراحی شده به منظور استفاده همکاران محترم در ارزشیابی مستمر هنجریان طراحی شده است. شما می‌توانید بخش‌های مختلف کتاب را طبق این فرم‌ها ارزشیابی کرده و نمره‌ای را تحت عنوان نمره مستمر در کاربرگ خود اعمال کنید. همچنین هر فصل دارای مسائل و تمرین‌های متعدد است که برای ارزشیابی نهایی می‌توانید از آنها بهره‌مند شوید. فرم ارزشیابی شماره ۱. مربوط به ارزشیابی مستمر بخش‌های مختلف کتاب مانند تجربه کنید، تحقیق کنید، فکر کنید، تمرین کنید و ... است. هر فعالیت شامل اهداف نگرشی، مهارتی و دانشی است، ابتدا برای هر فعالیت اهداف را مشخص کرده و یا از طریق کتاب راهنما آنها را بازنویسی کنید. سپس در ارزشیابی تکوینی برآورده شدن این اهداف دقت کنید، و به هر قسمت نمره مربوط را اختصاص دهید. همچنین در پایان هر فصل با پروژه پایانی روبه‌رو می‌شویم. هدف از این پروژه‌ها کاربردی کردن آموخته‌هایی است که هنجرو طی فصل آموخته و به‌همین منظور برای ارزشیابی از آن فرم جداگانه‌ای بهره خواهیم برد. شما می‌توانید برای ارزشیابی از کار هنجرو از فرم ارزشیابی زیر استفاده کنید. همانند فرم شماره ۱. از قبل روی کتاب راهنمای معلم و تجربه خودتان، اهداف دانشی و مهارتی را برای این پروژه از قبل بازنویسی کنید و سپس از فرم شماره ۲. برای ارزشیابی بهره برد. در این فرم به دو هدف بیشتر توجه شده است: هدف دانشی و هدف مهارتی. در این بخش هنجرو باید بتواند با استفاده از آموخته‌هایی که در فصل با آن روبرو شده، استفاده عملی کرده و مهارتی را به‌دست آورد و شما طی انجام یک فرایند تحت‌عنوان پروژه پایانی هنجرو را ارزشیابی می‌کنید.

جدول واحدهای یادگیری کتاب فیزیک سال دهم رشته‌های فنی و حرفه‌ای		
عنوان فصل	واحد یادگیری	عناوین واحد یادگیری
فیزیک و اندازه‌گیری	۱	
	۲	
	۳	
	۴	
مکانیک	۱	
	۲	
	۳	
	۴	
حالت‌های ماده و فشار	۱	
	۲	
	۳	
	۴	
دما و گرما	۱	
	۲	
	۳	
	۴	
جریان و مدارهای الکتریکی	۱	
	۲	
	۳	
	۴	

بخش دوم: واحدهای یادگیری

فصل ۱

فیزیک و اندازه گیری

خلاصه فصل

فصل پیش رو را می توان در حالت کلی به سه بخش، تقسیم کرد که هر کدام از آنها از اهمیت به سزایی در کل کتاب برخوردارند. در بخش نخست هنرجویان با علم فیزیک و اهمیت آن در زندگی خود آشنایی بیشتری پیدا خواهند کرد و این بخش با اشاره به برخی از کاربردهای آن در حوزه های مختلف صنعت ادامه می یابد. بخش دوم شامل اشاره های کوتاه به اهمیت علم اندازه گیری بخصوص در فیزیک است که این موضوع با بیان اهمیت تعیین یکا و استاندارد مناسب و همچنین یک دستگاه یکای عمومی و جهان شمول ادامه می یابد. در این بخش دستگاه یکاهای بین المللی یا همان SI به همراه کمیت های اصلی و فرعی به هنرجویان معرفی می شود. در نهایت و در بخش سوم این فصل، هنرجویان با تقسیم بندی دیگری برای کمیت های فیزیکی آشنا می شوند. در این بخش کمیت ها به دو دسته کمیت های نرده ای و برداری تقسیم می شوند و در ادامه می کوشیم آنها را با برخی از ویژگی های مهم کمیت های برداری و قواعد جمع برداری آشنا کنیم

دانسته های پیشین

همواره به جهت تحقق یادگیری معنی دار توجه به دانسته های قبلی فراگیران، اهمیت بسیار دارد. همان طور که در خلاصه فصل آمده، در این فصل قرار است هنرجویان با اهمیت اندازه گیری در فیزیک آشنا شوند. به همین جهت باید در نظر داشت که در فصل ۲ علوم هفتم، تمامی هنرجویان قدری با این اهمیت آشنا شده اند. همچنین در این فصل (فصل ۲ علوم هفتم) با برخی از مهم ترین کمیت ها (جرم، طول، حجم، چگالی و زمان) و برخی از ابزارهای اندازه گیری آشنا شده اند. باید در نظر داشت هنرجویان پایه دهم با گذر از درس های مختلفی از جمله علوم و کاروفناوری به خوبی با مفهوم اندازه گیری و انواع کمیت ها در علم آشنا هستند. در نتیجه پیشنهاد می شود با نگاهی گذرا به این درس ها نقطه مناسبی را برای شروع کار انتخاب کنید.

واحد یادگیری	اجزای واحد یادگیری	مدت تدریس پیشنهادی
۱	۱-۱ فیزیک چیست؟ ۱-۱-۱ اهمیت اندازه گیری در علم فیزیک ۲-۱ کمیت ها و یکاها ۱-۲-۱ کمیت ها و یکاهای اصلی ۲-۲-۱ کمیت ها و یکاهای فرعی	۸۰ دقیقه
۲	۳-۲-۱ تبدیل یکاها و پیشوندها ۴-۲-۱ نمادگذاری علمی	۸۰ دقیقه
۳	۳-۱ اندازه گیری کمیت ها ۱-۳-۱ ارقام بامعنی و عدد غیرقطعی ۲-۳-۱ وسایل اندازه گیری	۸۰ دقیقه
۴	۴-۱ کمیت های برداری و نرده ای ۱-۴-۱ نمایش کمیت های برداری ۲-۴-۱ قواعد جمع برداری	۸۰ دقیقه
۵	پاسخ پرسش ها و مسئله های پایان فصل	۸۰ دقیقه

اهداف فصل در حوزه یادگیری علوم

نگرش (ارزش)	مهارت	دانش
<p>- پی بردن به اهمیت و نقش علم فیزیک در شناخت و عظمت آفرینش (به عنوان مثال: گستره طولی در جهان)</p> <p>- تقویت حس کنجکاو نسبت به توجیه پدیده‌های فیزیکی</p> <p>- ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطه بین علت و معلول در پدیده‌های فیزیکی (به عنوان مثال: برانگیختن حس کاوشگری در کشف قوانین برداری حاکم بر حرکت هواپیما)</p> <p>- تقویت دید انتقادی در مورد نظریه‌های فیزیکی (به عنوان مثال: ابزارهای اندازه گیری با قدرت تفکیک بالاتر به عنوان عاملی برای بهبود، اثبات و یا رد نظریه‌ها)</p> <p>- پی بردن به وجود یک خالق و نظم دهنده یکتا با توجه به مشاهده نظام مند بودن پدیده‌های طبیعی</p> <p>- توجه به اهمیت کار دانشمندان در سیر تکوینی نظریه‌ها و قوانین فیزیک (به عنوان مثال: کشف ابزارهای اندازه گیری با حساسیت و وضوح بالا)</p> <p>- تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه‌های متفاوت و پذیرفتن منطق در گفت‌وگو (به عنوان مثال: انجام مشارکتی بخش تجربه کنید‌ها و یا پاسخ مشارکتی به فکر کنید‌ها)</p>	<p>- کسب توانایی جهت طراحی برخی از آزمایش‌ها و نتیجه گیری از آزمایش‌های انجام شده (به عنوان مثال: آزمایش کنید صفحه ۳۰ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی لازم برای فرضیه سازی (به عنوان مثال: فکر کنید صفحه ۱۹ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی لازم برای پیش بینی رویدادها بر اساس تجربه‌هایی که انجام گرفته است (به عنوان مثال: فکر کنید صفحه ۱۶ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی برای تعمیم قوانین و مفاهیم فیزیک آموخته شده در مسئله‌های مشابه (به عنوان مثال: فکر کنید صفحه ۱۸ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی در انتخاب مواد آموزشی مناسب (به عنوان مثال: تجربه کنید صفحه ۲۱ کتاب درسی)</p> <p>- و یا استفاده هدفمند از نرم افزارها و شبیه سازی‌های مربوط در پاسخ به تمرین‌ها)</p> <p>- کسب توانایی لازم در اندازه گیری و محاسبه پارامترهای کمیته‌ها (به عنوان مثال: آزمایش کنید صفحه ۳۰ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی لازم در به کارگیری مهارت‌هایی همچون (مشاهده، اندازه گیری، تفسیر یافته‌ها، طراحی تحقیق، جمع آوری اطلاعات و ...) و پاره‌ای از مفاهیم فیزیک در زندگی (به عنوان مثال: تجربه کنید صفحه ۲۹ کتاب درسی یا فکر کنید صفحه ۳۶ کتاب درسی)</p> <p>- پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیت‌های گروهی و جمعی</p>	<p>- آشنایی با برخی مبانی، مفاهیم، قوانین و نظریه‌های فیزیکی (به عنوان مثال: مفهوم کمیت یا یکا و یا قواعد جمع برداری)</p> <p>- آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌های دانش فیزیک در توجیه پدیده‌ها و ارتباط آنها با دانش‌های دیگر (به عنوان مثال: کاربرد قواعد جمع برداری در توجیه حرکت هواپیما در حضور باد)</p> <p>- کسب آمادگی لازم برای زندگی در جهان پیچیده و فناورانه امروز (به عنوان مثال: آشنایی با ابزارهایی نظیر گولیس و ریزسنج با قدرت تفکیک بالاتر نسبت به خط کش)</p> <p>- کسب توانایی لازم برای یادگیری مستمر و هماهنگ با دانش‌های روز (به عنوان مثال: آشنایی با جدیدترین دستاوردهای فناوریانه در علم اندازه گیری)</p> <p>- کسب توانایی لازم در انتخاب راه حل بهتر و مناسب تر در حل مسئله‌ها</p> <p>- آشنایی با روش مطالعه و تحقیق و تحلیل‌های دانشمندان برای پیشرفت فیزیک و ساخت ابزار جدید</p>

ایجاد انگیزه



در ابتدای فصل و برای ایجاد انگیزه، تصویری از یک کارگاه نجاری آورده شده است. در گوشه این تصویر سؤالی از هنرجویان پرسیده شده که می‌تواند نقطه شروع بحث باشد. هنرجویان می‌توانند در گروه‌های ۳ تا ۵ نفره به مدت ۱ الی ۲ دقیقه روی پاسخ این سؤال فکر کرده و نتیجه را به کلاس اعلام کنند. هدف اصلی این تصویر بیان اهمیت یکای مناسب در اندازه‌گیری‌ها است. البته شما می‌توانید با طرح سؤالاتی (نظیر سؤالات زیر) هنرجویان را برای ورود به بحث آماده کرده و انگیزه کافی را برای درگیری آنها با موضوع فراهم آورید:

۱. از هنرجویان بخواهید برخی از کاربردهای علم فیزیک در زندگی روزمره خود را بیان کنند.
۲. از هنرجویان بخواهید در رابطه با پاسخ این سؤال که چرا در علم (فیزیک، شیمی، ریاضی) موضوع اندازه‌گیری از اهمیت بسیاری برخوردار است، با یکدیگر بحث کرده و نتیجه را به کلاس اعلام کنند.

۳. از هنرجویان بخواهید تا با تشکیل گروه‌های ۳ الی ۵ نفره (یا حتی به صورت انفرادی) در رابطه با تفاوت اعداد گزارش شده در علم فیزیک و علم ریاضی بحث کرده و نتیجه را به کلاس اعلام کنند.

۴. از هنرجویان بخواهید تا با در نظر گرفتن دانش پیشین خود، برخی از کمیت‌های فیزیکی را که در سال‌های پیش با آنها آشنا شده‌اند، نام ببرند.

۱-۱ فیزیک چیست؟

● هدف

- آشنایی هنرجویان با علم فیزیک و ریشه کلمه آن
- آشنایی هنرجویان با کاربردهای علم فیزیک در زندگی
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف یادگیری مادام‌العمر و همچنین تفکر منطقی

● دانش پیش نیاز

تمامی هنرجویان با کاربردهای علم فیزیک در درس علوم و کاروفناوری متوسط اول آشنا گردیده‌اند که اشاره به آنها در ابتدای بحث می‌تواند نقطه شروع مناسبی برای تدریس این بخش باشد.

● اشتباهات رایج هنرجویان

برای جلوگیری از به‌وجود آمدن کج‌فهمی در رابطه با مفهوم فیزیک مکانیک و مکانیک (به معنی شخصی که تعمیرات خودرو انجام می‌دهد) خوب است به ریشه لاتین هر دو اشاره کنید.



در لاتین فیزیک مکانیک برآمده از ترجمه کلمه Mechanics است و شاخه‌ای از علم است که در رابطه با اجسام در حال حرکت و همچنین نیروهایی که باعث حرکت یا تغییر وضعیت حرکت آن اجسام می‌شوند، صحبت می‌کند. از سوی دیگر، کلمه مکانیک به معنای شخص ماهر در سرویس و تعمیرات خودرو، برآمده از ترجمه کلمه Mechanic است.

● راهنمای تدریس

برای تدریس این بخش خوب است با در نظر گرفتن اهداف موردنظر، سؤالاتی را برای درگیری بیشتر فراگیران با موضوع مطرح کنید. همچنین در بخش معرفی علم فیزیک، خوب است توضیح مختصری در رابطه با ریشه لاتین آن Physica که به معنی مطالعه طبیعت است، داده شود. باید توجه داشت که کلمه Physics مبنایی برای کلمه انگلیسی Physique به معنای ساختمان بدن و هیکل نیز است.

باید در نظر داشت که در ابتدای تدریس این بخش هنرجویان باید از طریق بارش فکری و طرح سؤالات هدفمند، درک و نگرش خود را نسبت به علم فیزیک ابراز کنند. آنها در این بخش باید علم کاربردی را درک نمایند؛ علمی که در ساخت و تولید فناوری‌های مختلف پیرامون آنها به کار رفته است (اشاره به تصویر خودرو و کاربردهای مختلف علم فیزیک در آن). همچنین باید در پایان این بخش به درک کاملی از کاربردهای علوم پایه به خصوص علم فیزیک در تبیین و توضیح پدیده‌های پیرامون خود برسند. خوب است برای درگیری بیشتر هنرجویان، سؤالات زیر را ابتدای بحث برای بیان اهمیت علم فیزیک و بررسی میزان آشنایی فراگیران با این علم مطرح کنید:

۱. برخی از عبارات و کلماتی را که در علم فیزیک مطرح می‌شوند فهرست کنید. (احتمالاً به برخی مفاهیم که در علوم متوسطه با آنها آشنا شده‌اند (همچون مکانیک، نیرو، فشار، موج و ...) اشاره کنند.

۲. از هنرجویان بخواهید در گروه‌های ۳ الی ۵ نفره (یا به صورت انفرادی) معنی علمی و همچنین معنی متداول آنها را در زندگی روزمره بیان کنند.

۳. از هنرجویان بخواهید، لیستی از شغل‌های مورد علاقه خود در آینده را تهیه کنند. همچنین بخواهید تا توضیح دهند به نظر آنها چگونه دانش پیشین آنها از فیزیک می‌تواند در میزان موفقیت آنها در این شغل‌ها مؤثر باشد.

همچنین در تدریس این بخش می‌توانید شکل ۱-۱ را محوریت بحث‌های خود قرار داده و هر حوزه از علم فیزیک را متناسب با کاربرد آن در خودرو به هنرجویان معرفی کنید.

تحقیق کنید پیشنهادی

شایستگی غیر فنی:

۱. سطح یک کاربرد فناوری اطلاعات ۲. سطح یک انتخاب و به کارگیری فناوری مناسب
از هنرجویان بخواهید تصویری مطابق با شکل ۱-۱ در رابطه با یکی از ابزارها یا وسایل مورد استفاده آنها در زندگی تهیه کرده و آنها را به صورت یک فایل الکترونیکی (pdf) یا در قالب پاورپوینت به کلاس ارائه دهند. در صورت در دسترس نبودن ابزارهای نمایش رایانه‌ای از آنها بخواهید تصویر مورد نظر را رسامی و نقاشی کرده و به صورت یک پوستر و یا کاغذ دیواری در کلاس نصب کنند.

فکر کنید

هدف: فراخوانی دانش پیشین هنرجویان در رابطه با مفاهیم فیزیکی مطرح شده در دوره اول متوسطه و همچنین تقسیم بندی آنها بر اساس جدول ۱-۱

۱-۱-۱ اهمیت اندازه گیری در علم فیزیک

● هدف

- آشنایی هنرجویان با اهمیت اندازه گیری در علم فیزیک
- آشنایی هنرجویان با تعریف اندازه گیری و کاربرد آن در زندگی
- آشنایی هنرجویان با یکاهای اندازه گیری مرسوم طول در قدیم
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف موجود در تفکر انتقادی

مانند تصمیم گیری

● دانش پیش نیاز

همانطور که در بخش ۱-۱ اشاره شد، هنرجویان در فصل ۲ علوم هفتم به طور خاص با مفهوم اندازه گیری و برخی وسایل اندازه گیری آشنا شده‌اند که فراخوانی این اطلاعات و اتصال آنها به مفاهیم جدید مطرح شده در این فصل می تواند عامل به وجود آمدن یادگیری معنی دار باشد.

● راهنمای تدریس

همان گونه که در قسمت اهداف آمده است، اولین هدف مطرح شده در این بخش، درک اهمیت اندازه گیری و تعریف آن توسط هنرجویان است. همچنین هنرجویان باید میان اندازه گیری های عددی و اعداد گزارش شده در کلاس ریاضی تفاوت قائل شوند. از این رو، می توانید با رجوع به تصویر اول فصل، این تفاوت را به بهترین شکل به آنها نشان دهید.



در قسمت بعد برای آشنایی فراگیران با کاربردهای مختلف اندازه‌گیری در علم فیزیک و به‌طور کلی‌تر اندازه‌گیری‌های عددی در زندگی روزمره، پیشنهاد می‌شود سؤالات زیر را مطرح کنید:

۱. به نظر شما چقدر اندازه‌گیری عددی در زندگی شما نقش دارد؟
 ۲. چند مورد از اندازه‌گیری‌های عددی را که در طول روز انجام می‌دهید، نام ببرید. همچنین تعیین کنید هر یک از این اندازه‌گیری‌ها توسط چه وسیله‌ای و برای سنجش کدام کمیت فیزیکی انجام گرفته است؟
- یکی از مهم‌ترین بخش‌های این قسمت، آشنایی فراگیران با یکاهای اندازه‌گیری مرسوم طول در قدیم است. لازم است پس از معرفی نکات مهم در اندازه‌گیری یک کمیت، توجه هنرجویان را به شکل ۴-۱ جلب کنید.

تجربه کنید پیشنهادی

شایستگی غیر فنی: تحقق تفکر انتقادی و سازماندهی اطلاعات برای بیان علت از هنرجویان بخواهید، طول برخی از اجسام پیرامون خود در کلاس درسی را بر اساس یکاهای مرسوم در قدیم (براساس شکل ۴-۱) به‌دست آورند. همچنین بخواهید تا چند هنرجو طول یک وسیله یکسان را با یکی از یکاهای قدیمی اندازه‌گیری کرده و عددهای به‌دست آمده را با یکدیگر مقایسه کنند. سپس از آنها بخواهید در رابطه با علت اختلاف احتمالی اعداد گزارش شده، توضیح دهند.

فکر کنید

هدف :

- درک مشکلات اندازه‌گیری با اعضای بدن در زمان قدیم
 - شایستگی غیر فنی ۱: تحقق تفکر انتقادی و سازماندهی اطلاعات برای بیان علت
 - شایستگی غیر فنی ۲: بهبود مهارت‌های ارتباط مؤثر مانند اجتماعی بودن، مهارت گوش کردن و مذاکره و انجام کار تیمی
- پاسخ: انتظار می‌رود فراگیران به این موضوع اشاره کنند که اندازه‌های اعضای بدن برای افراد مختلف متفاوت است در نتیجه امکان دارد اندازه‌گیری طول یک وسیله با دو نفر، اعداد متفاوتی گزارش شود. در این صورت اعداد گزارش شده برای یک وسیله برابر نبوده و قابل استناد در سراسر جهان نیست.

تدریس پیشنهادی

● هدف

اهمیت تناسب ابزارهای اندازه‌گیری با کمیت مورد اندازه‌گیری

روش کار:

نام یا تصویر تعدادی از ابزارهای اندازه‌گیری را در اختیار هنرجویان بگذارید. از آنها بخواهید توضیح دهند کدام یک از ابزارهای معرفی شده برای اندازه‌گیری مشخصات اجسام موجود در کلاس درس، مناسب هستند.

۱-۲ کمیت‌ها و یکاها

● هدف

- آشنایی هنرجویان با مفهوم کمیت و تفاوت آن با کیفیت
- آشنایی هنرجویان با مفهوم یکا و استاندارد تعیین شده برای یکاها
- آشنایی هنرجویان با تقسیم‌بندی یکاها به دو دسته کلی اصلی و فرعی
- شایستگی غیر فنی: سطح ۱ یادگیری در یادگیری مادام‌العمر، سطح ۱ سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● دانش پیش نیاز

- هنرجویان برای ورود به این بحث نیازمند دانش‌های زیر هستند:
- اندازه سرعت متوسط از علوم نهم
- کمیت‌های فیزیکی که در علوم و کار و فناوری اول متوسطه با آنها آشنا شده‌اند.

● راهنمای تدریس

- با توجه به اینکه هنرجویان در دوره اول متوسطه با انواع مختلفی از کمیت‌های فیزیکی در درس علوم و کاروفناوری آشنا شده‌اند، خوب است در ابتدای بحث با طرح پرسشی، برخی از کمیت‌ها را توسط فراگیران یادآوری کنید.
- همان‌طور که در قسمت اهداف این بخش آمده است، یکی از هدف‌های مهم معرفی تقسیم‌بندی یکاها به دو دسته کلی اصلی و فرعی است. به این منظور خوب است توجه آنها را به تفاوت میان کمیت طول (مسافت) و سرعت متوسط جلب کنید. همچنین می‌توانید پرسش‌های زیر را مطرح کنید:
۱. شما در ریاضیات و همچنین علوم دوره اول متوسطه با مفهوم حجم و نحوه محاسبه آن آشنا شده‌اید. به نظر شما یکای این کمیت فیزیکی را چگونه می‌توان به دست آورد؟
 ۲. در فصل ۲ علوم هفتم با نحوه محاسبه چگالی یک ماده آشنا شده‌اید. یکای این کمیت فیزیکی را چگونه می‌توان به وسیله رابطه آن به دست آورد؟



● دانش‌افزایی

استانداردهای تعیین شده برای یکاهای اصلی (جرم، طول و زمان) استاندارد طول

در سال ۱۱۲۰ قبل از میلاد مسیح، پادشاه انگلستان اعلام کرد فاصله نوک بینی تا نوک دست خود در حال کشیده را استاندارد طول در نظر گرفته و آن را یک یارد نامید. به همین شکل استاندارد اولیه تعریف شده برای یک فوت، معادل طول پای لویی ۱۴ در فرانسه بود که این استاندارد تا ۱۷۹۹ میلادی و تا قبل از روی کار آمدن استاندارد متر در فرانسه استفاده می‌شد. در این سال یکای جدیدی برای طول در فرانسه معرفی گردید که استاندارد تعریف شد. بر این اساس ۱ متر معادل $\frac{1}{1000000}$ فاصله میان قطب شمال و خط استوا هنگام عبور از یک طول جغرافیایی که از شهر پاریس عبور می‌کرد، در نظر گرفته شده بود. این استاندارد طول تا اوایل ۱۹۶۰ میلادی در تمام جهان علم و در سرتاسر دنیا مورد استفاده قرار گرفت تا اینکه در این سال استاندارد جدید برای یکای متر معرفی کردند. براساس این استاندارد جدید، ۱ متر فاصله میان دو خط نشانه‌گذاری شده بر روی یک میله از جنس پلاتین-ایریدیوم بود که در شرایط کنترل‌شده‌ای در فرانسه نگهداری می‌شد. خیلی زود این استاندارد نیز به‌دلایلی که عمده آنها وجود خطا و دقت ناکافی در اندازه‌گیری فاصله میان آن دو خط بود، کنار گذاشته شد تا در دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی استاندارد جدیدی برای متر تعریف شد که تاکنون این استاندارد به قوت خود باقی است. براساس این استاندارد ۱ متر مسافتی است که نور در شرایط خلأ در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه می‌پیماید.

استاندارد جرم

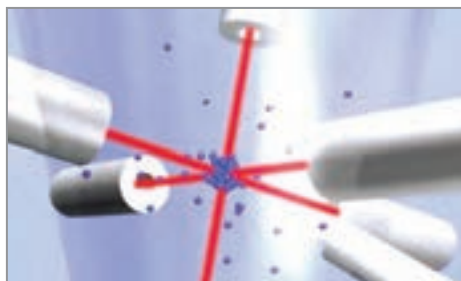
یکای اصلی جرم در SI کیلوگرم است. در ۱۸۸۷ میلادی ۱ کیلوگرم را معادل جرم استوانه‌ای فلزی از جنس پلاتین-ایریدیوم تعریف کردند که در شرایط کاملاً کنترل شده‌ای در موزه سور فرانسه نگهداری می‌شود. جالب است بدانید استاندارد کیلوگرم تنها یک مورد از هفت استاندارد تعریف شده برای یکاهای اصلی اندازه‌گیری است که از زمان تعریف آن در قرن نوزدهم تاکنون بدون تغییر مانده است. این استاندارد سالی یک بار تحت تدابیر شدید امنیتی مورد بازبینی قرار می‌گیرد؛ اما تغییر وزن ایجاد شده در این قطعه از ابتدا تاکنون نشان‌دهنده این موضوع است که دیگر زمان کنار گذاشتن این استاندارد برای انجام اندازه‌گیری‌ها فرا رسیده است و دانشمندان به دنبال یافتن روشی برای تعریف استاندارد کیلوگرم بر حسب ثابت‌های طبیعت هستند (همانند استاندارد طول).



استاندارد زمان

استانداردهای متفاوتی برای یکای زمان تعیین شده است؛ ولی در ۱۹۶۷ میلادی در بررسی‌هایی برای یافتن استاندارد دقیق برای یکای زمان، ساعتی اتمی ساخته شد که می‌توانستند در آن فرکانس یک گذار اتمی خاص را با دقت بسیار بالایی اندازه‌گیری کنند. خطای اندازه‌گیری در این وسیله در حدی معادل ۱ ثانیه در هر ۳۰۰۰۰ سال بود؛ بنابراین در ۱۹۶۷ میلادی استاندارد یکای زمان را بر اساس فرکانس تابشی نمونه‌ای از اتم سزیم در نظر گرفتند. بر این اساس ۱ ثانیه را معادل $9/192/631/770$ برابر دوره تناوب تابش الکترومغناطیسی مربوط به گذار الکترون میان دو تراز بسیار ظریف اتم سزیم ۱۳۳ در نظر گرفتند.

دانشمندان مؤسسه ملی فناوری و استانداردهای آمریکا (NIST) دقیق‌ترین ساعت اتمی جدید موسوم به F2-NIST را ساخته‌اند. این ساعت طی ۳۰۰ میلیون سال هیچ ثانیه‌ای جلو نخواهد رفت و هیچ ثانیه‌ای را نیز از دست نخواهد داد و این موضوع آن را حدود سه برابر دقیق‌تر از F1-NIST می‌کند که از سال ۱۹۹۹ تاکنون به‌عنوان استاندارد عمل کرده است. ساعت F2-NIST آخرین نمونه در مجموعه ساعت‌های اتمی سزیم محور است که از دهه ۱۹۵۰ تاکنون توسط NIST طراحی شده‌اند. این موسسه در تلاش برای پیشرفت دادن زمان اتمی که بخشی از زیرساخت اساسی یک کشور پیشرفته به‌شمار می‌آید، است. بسیاری از فناوری‌های روزانه، مانند تلفن‌های همراه، ماهواره‌های گیرنده سیستم مکان‌یابی جهانی (جی پی اس) و شبکه برق الکتریکی بر دقت بالای ساعت‌های اتمی متکی‌اند.



۱-۲-۱ کمیت‌ها و یکاهای اصلی

● هدف

- آشنایی هنرجویان با کمیت‌های اصلی
- آشنایی هنرجویان با یکاهای اصلی
- آشنایی هنرجویان با دستگاه‌های مرسوم یکاهای اندازه‌گیری مخصوصاً SI
- شایستگی غیر فنی: یادگیری مادام‌العمر، سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● اشتباهات رایج

۱. اکثر هنرجویان در مورد حرف مربوط به یکا و نماد یک کمیت فیزیکی دچار اشتباه می‌شوند. به عنوان مثال M نماد کمیت فیزیکی جرم بوده، در حالی که m حرف مربوط به یکای طول به معنای متر می‌باشد.
۲. اکثر هنرجویان هنگام قرار دادن مقدار عددی کمیت‌ها در روابط فیزیکی به موضوع یکسان بودن دستگاه یکای مورد استفاده برای تمامی کمیت‌ها دقت نمی‌کنند. در نتیجه خوب است پس از معرفی دستگاه یکاهای مرسوم، بر این موضوع بصورت خاص همراه با یک مثال تأکید شود.

● راهنمای تدریس

این قسمت را با در نظر گرفتن سطح موضوعات مطرح شده در کتاب درسی آموزش دهید. در نظر داشته باشید که تقسیم بندی اصلی مربوط به یکاها است. یعنی یکاها در علم و در کلی ترین حالت به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. در نتیجه کمیت‌های مرتبط با یکاهای اصلی را کمیت‌های اصلی و کمیت‌های مرتبط با یکاهای فرعی را کمیت‌های فرعی می‌نامند.

فکر کنید

هدف:

- آشنایی با مشکلات عدم وجود استاندارد یکسان در اندازه‌گیری یک کمیت
- شایستگی غیر فنی ۱: بهبود تفکر منطقی، انتقادی و سیستمی
- شایستگی غیر فنی ۲: بهبود مهارت‌های ارتباط مؤثر، مانند اجتماعی بودن، مهارت گوش کردن و مذاکره و انجام کار تیمی

پس از پاسخ هنرجویان به فکر کنید صفحه ۱۹ و پی بردن به اهمیت تعیین استانداردهای مناسب و جهان شمول برای یکاهای اصلی، بهتر است به معرفی دستگاه‌های رایج تعیین یکا بپردازید که دو نمونه مرسوم آن در قالب یک نمودار درختی در این قسمت آمده است و می‌توانید با رجوع به آن بحث دستگاه‌های تعیین یکا را آغاز کنید.

تدریس پیشنهادی

هدف:

ایجاد آمادگی در فراگیران برای ورود به بحث دستگاه‌های اندازه‌گیری یکاهای روش کار:

برای آنکه بتوانید هنرجویان را برای ورود به بحث انواع دستگاه‌ها و اهمیت آنها آماده کنید، خوب است به این موضوع اشاره شود که برای محاسبه مقدار یک کمیت بر حسب یکای دلخواه از یک رابطه فیزیکی، نیاز به هماهنگی یکاهای پارامترهای مختلف در آن رابطه است. سپس می‌توانید با اشاره به رابطه قانون دوم نیوتن در علوم نهم این موضوع را با ذکر یک مثال روشن کنید: یکی از یکاهای مرسوم نیرو، نیوتن است. رابطه فیزیکی محاسبه نیرو به صورت زیر است:

$$F=ma$$

این رابطه دارای دو پارامتر جرم و شتاب است و فقط در صورتی که جرم بر حسب کیلوگرم و شتاب بر حسب متر بر مجذور ثانیه باشد، یکای نیرو برحسب این رابطه نیوتن به دست خواهد آمد. بر این اساس یکاهای اندازه گیری کمیت‌های مختلف در مجموعه‌هایی به نام دستگاه یکاهای اندازه گیری به صورت هماهنگ با هم تعریف می‌شوند.



۱-۲-۲- کمیت‌ها و یکاهای فرعی

● هدف

- آشنایی هنرجویان با مفهوم یکاهای فرعی
- آشنایی هنرجویان با مفهوم کمیت‌های فرعی
- **شایستگی غیر فنی :** تحقق مهارت‌های یادگیری مادام العمر و مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● دانش پیش نیاز

یادآوری روابط فیزیکی چون رابطه محاسبه نیرو (قانون دوم نیوتن)، سرعت متوسط، چگالی و ... که در علوم دوره اول متوسطه با آنها آشنا شده‌اند، برای رجوع به آنها در ابتدا و یا تدریس این قسمت مهم است.

● راهنمای تدریس

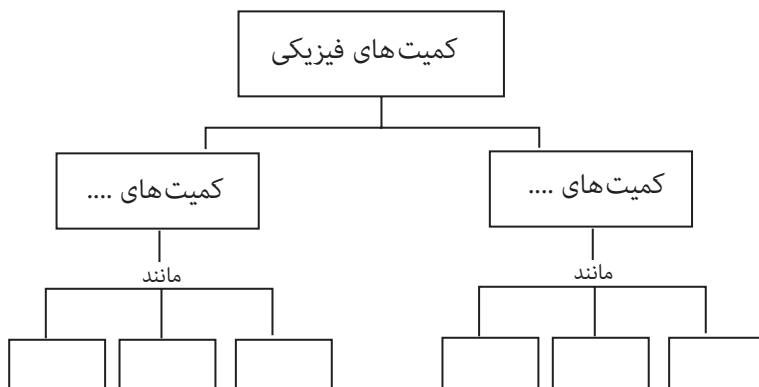
در این قسمت هنرجویان باید با مفاهیم مهمی همچون یکاها و کمیت‌های فرعی آشنا شوند و دریابند که بخش اعظم کمیت‌ها در فیزیک در این تقسیم‌بندی قرار می‌گیرند، در نتیجه نحوه یافتن یکای این کمیت‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. به این منظور و برای آشنایی بیشتر آنها با تعاریف آمده در این بخش، پیشنهاد می‌شود با ارجاع هنرجویان به دانش پیشین خود در علوم دوره اول متوسطه، مثال صفحه ۲۱ کتاب درسی را پس از تعریف یکا و کمیت‌های فرعی در کلاس حل کنید.

تمرین پیشنهادی

● هدف

- تشخیص کمیت‌های فرعی براساس آشنایی با کمیت‌های اصلی (بر طبق جدول ۲-۱ کتاب)

- تحقق مهارت‌های سواد اطلاعاتی همچون جمع‌آوری و سازماندهی با استفاده از کلمه‌های داده شده، نمودار درختی زیر را کامل کنید.
اصلی، فرعی، سرعت، نیرو، طول، شتاب، زمان، جرم



تدریس پیشنهادی

● هدف

آشنایی هنرجویان با کمیت‌های مرسوم فیزیکی و یکاهای مربوط به آنها در دستگاه‌های معرفی شده
روش کار: تا به اینجا هنرجویان با تقسیم‌بندی کمیت‌ها در فیزیک به دو دسته اصلی و فرعی و دستگاه‌های یکاهای اندازه‌گیری مرتبط با آنها آشنا شده‌اند. در نتیجه می‌توان در قالب طراحی یک جدول از آنها بخواهیم برای کمیت‌های مختلف و براساس رابطه فیزیکی داده شده در جدول، یکای مناسب آنها را در دستگاه متریک و انگلیسی به دست آورند. برای این منظور می‌توانید از جدولی مشابه روبه‌رو استفاده کرده و آن را به صورت یک تکلیف خانگی و یا کلاسی همراه با نمره تشویقی به هنرجویان تحویل دهید (البته با حذف خانه‌هایی که انتظار دارید هنرجویان خود، آنها را تکمیل کنند).

ردیف	نام کمیت	نام واحد	نماد	فرمول	توضیحات
۱	طول	متر	m		
۲	زمان	ثانیه	s		
۳	جرم	کیلوگرم	kg		
۴	سرعت	متر بر ثانیه	m/s		
۵	تسارع	متر بر ثانیه مربع	m/s ²		
۶	نیروی	نیوتن	N		
۷	انرژی	ژول	J		
۸	توان	وات	W		
۹	فشار	پاسکال	Pa		
۱۰	دما	گراد سلسیوس	°C		
۱۱	توان	کیلووات	kW		
۱۲	توان	مگاوات	MW		
۱۳	توان	گیگاوات	GW		
۱۴	توان	تریگاوات	TW		
۱۵	توان	پتاوات	PW		
۱۶	توان	ایکساوات	EW		
۱۷	توان	زتاوات	ZW		
۱۸	توان	یوتاوات	YW		
۱۹	توان	سپتاوات	SW		
۲۰	توان	کواوات	KW		
۲۱	توان	مگاوات	MW		
۲۲	توان	گیگاوات	GW		
۲۳	توان	تریگاوات	TW		
۲۴	توان	پتاوات	PW		
۲۵	توان	ایکساوات	EW		
۲۶	توان	زتاوات	ZW		
۲۷	توان	یوتاوات	YW		
۲۸	توان	سپتاوات	SW		
۲۹	توان	کواوات	KW		
۳۰	توان	مگاوات	MW		
۳۱	توان	گیگاوات	GW		
۳۲	توان	تریگاوات	TW		
۳۳	توان	پتاوات	PW		
۳۴	توان	ایکساوات	EW		
۳۵	توان	زتاوات	ZW		
۳۶	توان	یوتاوات	YW		
۳۷	توان	سپتاوات	SW		
۳۸	توان	کواوات	KW		
۳۹	توان	مگاوات	MW		
۴۰	توان	گیگاوات	GW		
۴۱	توان	تریگاوات	TW		
۴۲	توان	پتاوات	PW		
۴۳	توان	ایکساوات	EW		
۴۴	توان	زتاوات	ZW		
۴۵	توان	یوتاوات	YW		
۴۶	توان	سپتاوات	SW		
۴۷	توان	کواوات	KW		
۴۸	توان	مگاوات	MW		
۴۹	توان	گیگاوات	GW		
۵۰	توان	تریگاوات	TW		

با انجام این کار در حین تدریس و یا تا جلسه بعد، هنرجویان به خوبی به اهداف مهم زیر دست خواهند یافت:

۱. درک کامل تفاوت میان کمیت‌های اصلی و فرعی
۲. نحوه یافتن یکاهای فرعی براساس رابطه فیزیکی و یکاهای اصلی
۳. استفاده از یک دستگاه یکای اندازه‌گیری یکسان برای همه پارامترهای موجود در هر رابطه فیزیکی برای به دست آوردن یکای مورد نظر در همان دستگاه

۱-۲-۳ تبدیل یکاها و پیشوندها

● هدف

- آشنایی هنرجویان با پیشوندها و ضرایب تبدیل آنها
- آشنایی هنرجویان با نحوه تبدیل یکاها
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف مربوط به مهارت‌های محاسبه و کاربرد علم ریاضیات در فیزیک



● دانش پیش نیاز

مهم‌ترین دانش پیش‌نیاز این بخش، دانش ریاضی مرتبط با ضرب و تقسیم اعداد توان‌دار است. در نتیجه خوب است قبل از ورود کامل به بحث تبدیل یکاها از وجود این دانش از طریق طرح یک مثال عددی مطمئن شده و در صورت وجود مشکل، آن را برطرف کنید.

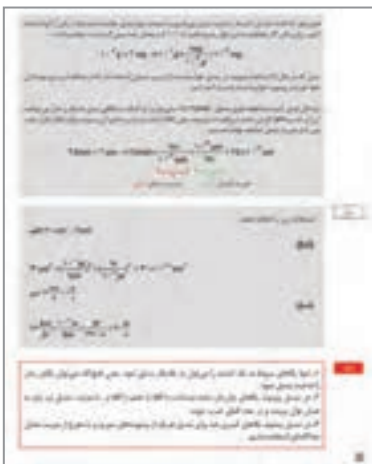
● اشتباهات رایج

اکثریت هنرجویان پیشوند یکاها را با خود یکا اشتباه می‌گیرند و هنگامی که از آنها می‌خواهیم بگویند یکای جرم چیست، آن را کیلو در نظر می‌گیرند یا برعکس تصور می‌کنند باید در هر حالتی یکاها را بدون پیشوند استفاده کرد؛ برای مثال یکای جرم در SI کیلوگرم است و تصور می‌کنند باید پیشوند کیلو را حذف کرد. بهتر است در حین تدریس با ذکر دلیل اهمیت وجود این پیشوندها و زمان تبدیل آنها را به هنرجویان متذکر شویم.

● راهنمای تدریس

همان‌طور که در قسمت اهداف این قسمت آمده است، مهم‌ترین مقصود این بخش آشنایی هنرجویان با تعریف و اهمیت پیشوندها و نحوه تبدیل آنها به یکدیگر است. به این منظور و برای درک صحیح آنها از مفهوم پیشوندها خوب است پس از تعریف پیشوندهای کوچک‌کننده و بزرگ‌کننده، در ابتدا توجه هنرجویان را به شکل ۸-۱ جلب کرده و نحوه کوچک‌سازی یکای طول را با استفاده از پیشوندهای کوچک‌کننده به صورت کاملاً شهودی به آنها آموزش دهید. سپس می‌توانید با جلب توجه آنها به شکل ۹-۱ گستره طولی که در زندگی روزمره با آن در ارتباط هستند و پیشوندهای مربوط به آن را متذکر شوید. در نهایت با اطمینان از این موضوع که هنرجویان درک صحیحی از مفهوم پیشوندها پیدا کرده‌اند، جدول و پیشوندهای مرسوم را به آنها معرفی می‌کنید.

در ادامه بحث همین جلسه به دومین هدف این قسمت، یعنی تبدیل یکاها می‌رسید که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لازم به ذکر است تکنیک‌های بسیاری برای تبدیل یکا در عمل استفاده می‌شود؛ ولی در کتاب‌های مرجع فیزیک، اصلی‌ترین و علمی‌ترین راه تبدیل یکا به جهت آشنایی فراگیران با مفهوم خط خوردن پیشوندها و جایگزین شدن آنها با پیشوندهای جدید، استفاده از ضرایب تبدیل است. در نتیجه شما می‌توانید در ابتدای موضوع به جهت پیروی از استانداردهای جهانی از این طریق تبدیل یکاها را آموزش داده (با حل مثال صفحه ۲۳ کتاب درسی) و سپس آن را به سمت تکنیک دوم آموزش داده شده در همین کتاب سوق دهید.



ارزشیابی پیشنهادی

در هنگام ارزشیابی می‌توانید هنرجویان را محدود به استفاده از تکنیک ضرایب تبدیل برای سؤال‌های ساده‌تر کرده و در سؤال‌های دشوار آنها را در انتخاب شیوه حل سؤال آزاد بگذارید.

تدریس پیشنهادی

● هدف

آموزش تبدیل یکا به روش نردبانی (شیوه دیگر آموزش استفاده از ضرایب تبدیل)

روش کار

در این جلسه می‌خواهیم نحوه تبدیل یکاهای مختلف به روش نردبانی را آموزش دهیم. فرض کنیم می‌خواهیم تبدیل یکای زیر را انجام دهیم:

$$36\text{mg}=?\text{g}$$

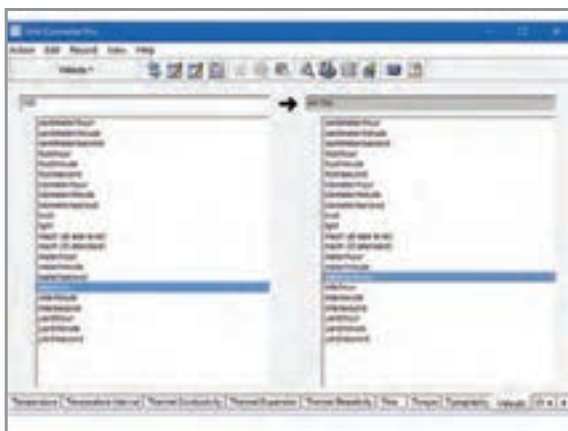
شکل ۱- تکنیک نردبانی

برای استفاده از این روش خطی افقی به نشانه خط کسری رسم می‌کنیم. داده‌های مسئله به صورت کسر روی خط مذکور قرار داده می‌شود. در نتیجه همه قوانین کسرها در مورد کسر ($\frac{36\text{mg}}{1000}$) صادق خواهد بود (مانند ساده‌سازی صورت و مخرج، ...). حال باید دید یکای جدید مورد نظر چیست؟ آن را نیز در صورت کسر در خانه مقابل می‌نویسیم؛ در این مثال، g در صورت و یکایی که باید حذف شود در پایین کسرنوشته می‌شود.

(مطابق شکل ۱) حال رابطه این دو یکا، یعنی یکای جدید و قدیم جلوی آنها نوشته می‌شود. این رابطه جزو محفوظات ما است که با رجوع به جدول ۱-۳ می‌توان آنها را مشاهده کرد. در این صورت با علم به این موضوع که $1\text{g}=1000\text{mg}$ است، در نهایت کسری مطابق با شکل ۲ خواهیم داشت. حال با اعمال ریاضی دو کسر را در هم ضرب کرده تا یکای جدید حاصل شود (مطابق شکل ۲).

$$\frac{36\cancel{\text{mg}}}{1000\cancel{\text{mg}}} \times \frac{1\text{g}}{1000} = \frac{36 \times 1}{1000} = 0.036\text{g} \leftarrow$$

شکل ۲- تکنیک نردبانی در تبدیل یکا



می‌توانید هنرجویان را به استفاده از این نرم افزار Unit Converter Pro که در لوح فشرده در اختیارشان قرار گرفته است، ارجاع دهید.

مثال پیشنهادی

تبدیل یکاهای زیر را به روش نردبانی و به کمک جدول ۱-۳ انجام دهید.

$$57/5 \frac{\text{lbm}^1}{\text{ft}^3} = ? \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{57/5 \cancel{\text{lbm}^1}}{\cancel{\text{ft}^3}} \quad \left| \quad \frac{1 \text{ kg}}{2/2 \cancel{\text{lbm}}} \quad \right| \quad \frac{(3/2808)^3 \cancel{\text{ft}^3}}{1^3 \text{ m}^3} = 922/96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$60 \frac{\text{mile}}{\text{min}} = ? \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\frac{60 \cancel{\text{mile}}}{\cancel{\text{min}}} \quad \left| \quad \frac{1/61 \times 10^3 \cancel{\text{mi}}}{1 \cancel{\text{mile}}} \quad \right| \quad \frac{1 \text{ km}}{10^3 \cancel{\text{mi}}} \quad \left| \quad \frac{60 \cancel{\text{min}}}{1 \text{ h}} \right| = 5796 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$12500 \frac{\text{gal}}{\text{h}} = ? \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\frac{12500 \cancel{\text{gal}}}{\cancel{\text{h}}} \quad \left| \quad \frac{1 \text{ m}^3}{2/264 \cancel{\text{gal}}} \quad \right| \quad \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} = \frac{12500}{264/2 \times 3600} = 0/013 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$20 \cdot \text{ft}^3 = ? \text{ lit}$$

$$\frac{200 \cancel{\text{ft}^3}}{1 \cancel{\text{ft}^3}} \quad \left| \quad \frac{28/32 \text{ lit}}{1 \cancel{\text{ft}^3}} \right| = \left(\frac{200 \times 28/32}{1} \right) = 5664 \text{ lit}$$

$$1000000 \text{ ns} = ? \text{ h}$$

$$\frac{1000000 \cancel{\text{ns}}}{10^9 \cancel{\text{ns}}} \quad \left| \quad \frac{1 \cancel{\text{s}}}{3600 \cancel{\text{s}}} \quad \right| \quad \frac{10^5}{10^9 \times 3600} = 2/78 \times 10^{-8} \text{ h}$$

۱ lbm یکای جرم در سیستم انگلیسی است و lbf یکای نیرو در آن سیستم به حساب می آید.

نکته

اگر یکای قدیمی که باید حذف شود در مخرج قرار داشته باشد، در آن صورت ضرب تبدیل در کسر بعد می‌باید به صورت $\left(\frac{\text{یکای قدیم}}{\text{یکای جدید}}\right)$ در نردبان قرار گیرد.

• دانش‌افزایی

یکاهای ضربی

به‌طور کلی یکایی که چند برابر یک یکای اصلی یا کسری از آن یکا باشد، ضرب آن یکا خوانده می‌شود؛ برای مثال g و lbm یکاهای جرم هستند که نسبت به یکای اصلی جرم kg، یکای ضربی محسوب می‌شوند، زیرا ضربی از kg هستند. به این ترتیب یکاهایی چون میلی گرم، میکروگرم، تن، من و ... ضربی از یکای kg هستند. یکاهای ضربی به دو صورت کلی ساخته می‌شوند:

الف) با استفاده از پیشوندها

همان‌طور که از اسم آنها برمی‌آید، پیشوندها همواره قبل از یکای اصلی قرار می‌گیرند. در نتیجه کیلومتر یک یکای ضربی است، در حالی که کیلوپاسکال یکای ضربی نیست، زیرا پاسکال یکای اصلی نبوده و یک یکای فرعی به حساب می‌آید.

ب) با اسامی جدیدی مطرح می‌شوند.

در این حالت نسبت آنها با یکای اصلی، اعداد ده دهی نیست؛ برای مثال یکای زمان، دقیقه، ساعت و روز و... یکاهای ضربی برای ثانیه به‌شمار می‌روند.

تمرین کنید

هدف:

آشنایی هنرجویان با دستگاه یکای اندازه‌گیری انگلیسی – آمریکایی برای تبدیل یکاها
شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف مربوط به مهارت‌های محاسبه و کاربرد علم ریاضیات
در فیزیک

پاسخ:

$$۱) \frac{۱۵ / \circ \text{ft}}{۱} \times \frac{\circ / ۳۰۴ \text{m}}{۱ / \circ \circ \text{ft}} \times \frac{۱ \circ \circ \text{cm}}{۱ / \circ \circ \text{m}} \cong ۴۵۶ \text{cm}$$

$$۲) \frac{۵۰ / \circ \text{g}}{۱} \times \frac{۱ / \circ \circ \text{lb}}{۴۵۳ \text{g}} \cong \circ / ۱۱ \circ \text{lb}$$

$$۳) \frac{۱۲ / \circ \text{lb}}{۱ / \circ \circ \text{ft}^۲} \times \frac{\circ / ۴۵۳ \text{kg}}{۱ / \circ \circ \text{lb}} \times \frac{۱ / \circ \circ \text{ft}^۲}{\circ / ۳۰۴^۲ \text{m}^۲} \cong ۵۸ / ۸ \frac{\text{kg}}{\text{m}^۲}$$

در تبدیل یکا، نباید تعداد ارقام با معنی عدد تغییر کند.^۱

● دانش‌افزایی

- هر عدد غیر صفر در اندازه‌گیری یک رقم با معناست:
۳/۱۴: سه رقم معنادار دارد و عدد ۴ در مرتبهٔ صدم به‌عنوان رقم غیر قطعی آن است.
- دو رقم معنادار دارد و عدد ۴ در مرتبهٔ یکان آن به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- صفرهای میان رقم‌های غیر صفر معنادار هستند.
- ۲۰۲: سه رقم معنادار دارد و عدد ۲ در مرتبهٔ یکان آن به‌عنوان رقم غیر قطعی است.

کار با رقم با معنی در محاسبات		
نوع محاسبه	قاعده	مثال
جمع یا تفریق	تعداد اعداد در پاسخ نهایی می‌بایست با کمترین تعداد اعداد استفاده شده در محاسبات جمع یا تفریق برابر باشد.	مثال $\begin{array}{r} 12.3 \text{ cm} \\ + 6.28 \text{ cm} \\ \hline 18.6 \text{ cm} \end{array}$ <p>یا</p> $\begin{array}{r} 782.45 \text{ cm} \\ - 3.5328 \text{ cm} \\ \hline 778.9172 \text{ cm} \end{array}$ <p>گرد می‌شود $778.9172 \text{ cm} \approx 778.92 \text{ cm}$</p>
حرب و تقسیم	تعداد ارقام با معنی پاسخ نهایی باید با کمترین تعداد ارقام با معنی در محاسبات استفاده شده برابر باشد.	مثال $\begin{array}{r} 12.3 \text{ cm} \times 18.225 \text{ cm} \\ = 224.1675 \text{ cm} \\ \approx 224.2 \text{ cm} \end{array}$
فراوانی گرد کردن رقم با معنی (مثلاً تا رقم با معنی در مرتبهٔ دهم)		
چه کاری کنیم	مثال	
به طرف پایین گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر به نظر آید)	اگر رقم بعد از آخرین رقم با معنی یکی از اعداد ۰، ۱، ۲، ۳ یا ۴ باشد.	مثال $12.12 \text{ g} \approx 12.1 \text{ g}$ <p>یا</p> $76.341 \text{ ms} \approx 76.3 \text{ ms}$
به طرف بالا گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر به نظر آید)	اگر آخرین رقم با معنی زوج باشد و بعد از آن عدد ۵ به تنهایی و یا همراه با صفر قرار گیرد.	مثال $25.85 \text{ mm} \approx 25.9 \text{ mm}$ <p>یا</p> $11.45000 \text{ kg} \approx 11.4 \text{ kg}$
به طرف بالا گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر به نظر آید)	اگر رقم بعد از آخرین رقم با معنی یکی از اعداد ۵، ۶، ۷، ۸ یا ۹ باشد.	مثال $87.49 \text{ ml} \approx 87.5 \text{ ml}$ <p>یا</p> $22.57 \text{ nm} \approx 22.6 \text{ nm}$
به طرف بالا گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر به نظر آید)	اگر رقم بعد از آخرین رقم با معنی عدد ۵ باشد به شرط آنکه رقم ۵ یا بعد از آن عدد غیر صفر همراه باشد.	مثال $8.7516 \text{ s} \approx 8.8 \text{ s}$ <p>یا</p> $23.8532 \text{ mg} \approx 23.9 \text{ mg}$
به طرف بالا گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر به نظر آید)	اگر آخرین رقم با معنی فرد باشد و بعد از آن عدد ۵ به تنهایی و یا همراه با صفر قرار گیرد.	مثال $54.75 \text{ cm} \approx 54.8 \text{ cm}$ <p>یا</p> $4.3500 \text{ s} \approx 4.4 \text{ s}$

- ۱۲/۰۴۵: پنج رقم معنادار دارد و عدد ۵ در مرتبهٔ هزارم آن به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- صفرهای سمت چپ اولین عدد غیر صفر معنی‌دار نیستند. ما آنها را استفاده می‌کنیم تا جای اعداد را مشخص کنیم.
- ۲۰۰: یک رقم معنادار دارد، زیرا آن را می‌توان به‌صورت 2×10^2 نوشت که در این صورت رقم ۲ در مرتبهٔ یکان به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- ۰/۰۰۰۲۰۵: سه رقم با معنا دارد، زیرا آن را می‌توان به‌صورت $2/05 \times 10^{-4}$ نوشت که در این صورت رقم ۵ در مرتبهٔ صدم به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- در اعداد بزرگ‌تر از یک همهٔ صفرهای نوشته شده بعد از ممیز اعشاری به‌عنوان رقم با معنی محسوب می‌شود.
- ۱۰/۰: سه رقم با معنا دارد و ۰ در مرتبهٔ دهم آن به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- ۲/۲۰۱: چهار رقم با معنا دارد و رقم ۱ در مرتبهٔ هزارم به‌عنوان رقم غیر قطعی آن است.

۱-۲-۴ نمادگذاری علمی

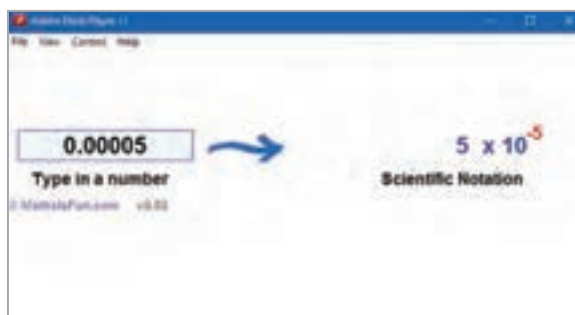
● هدف

- آشنایی با اهمیت و شیوهٔ نمادگذاری علمی
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف مربوط به مهارت‌های محاسبه و کاربرد علم ریاضیات در فیزیک
- دانش پیش‌نیاز
- ۱. آشنایی با مفهوم اعداد
- ۲. آشنایی با مفهوم توان منفی و مثبت در اعداد

۱- این نکته صرفاً جهت اطلاعات عمومی بوده و بیان آن در کلاس درس جنبهٔ اختیاری دارد

● راهنمای تدریس

در این قسمت کافی است با توجه به متن کتاب به اهمیت نمادگذاری علمی اشاره کرده و براساس قاعده موجود چند عدد را به صورت نماد علمی درآورید. سپس از هنرجویان بخواهید این کار را برای چند عدد مختلف انجام دهند. می‌توانید در کلاس از این نرم افزار فلش کوچک برای نمایش اعداد اعشاری به صورت نمادگذاری علمی استفاده نمایید.



۱-۳ اندازه‌گیری کمیت‌ها

● هدف

- آشنایی با مفهوم خطا در اندازه‌گیری و عوامل مؤثر بر آن
- آشنایی با مفهوم دقت و صحت و اهمیت آنها در اندازه‌گیری
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و همچنین مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● اشتباهات رایج

به‌طور معمول و براساس دانش پیشین هنرجویان در علوم پایه هفتم هنرجویان ممکن است مفهوم تفکیک‌پذیری یا رزولوشن یک وسیله را با مفهوم دقت اندازه‌گیری اشتباه بگیرند. درواقع (براساس کتاب‌های مرجع جدید و تغییر تعریف مفهوم دقت) دقت اندازه‌گیری را نزدیکی مقادیر گزارش شده در یک اندازه‌گیری می‌گویند؛ در حالی که رزولوشن یا تفکیک‌پذیری کوچک‌ترین درجه‌بندی یک وسیله اندازه‌گیری است. برای آشنایی با این مفهوم و مفاهیم وابسته پیشنهاد می‌شود دانش‌افزایی این قسمت و قسمت بعد را به دقت مطالعه کنید.



● راهنمای تدریس

در تدریس این قسمت، یادآوری بحث اهمیت اندازه‌گیری در علم و به‌خصوص علم فیزیک می‌تواند راه گشا باشد. در واقع شما می‌توانید با ارجاع هنرجویان به زندگی روزمره خود و حتی رشته تحصیلی آنها، با طرح سؤالاتی آنها را برای ورود به بحث آماده کنید. مهم‌ترین موضوع مطرح شده در این بخش، بحث خطا و عوامل مؤثر بر اندازه‌گیری توسط یک وسیله اندازه‌گیری است که به‌طور مختصر باید به آن اشاره شود. پیشنهاد می‌شود برای درک مفهوم خطا در اندازه‌گیری و عوامل مؤثر بر آن، سؤالاتی نظیر سؤالات زیر را مطرح کرده و در کلاس روی آن بحث کنید:

۱. به نظر شما آیا می‌توان طول کلاس را با یک خط کش ۲۰ سانتی متری اندازه‌گیری کرد؟

۲. تا به حال ترازوهای مورد استفاده در طلافروشی‌ها (ادویه فروشی‌ها) را دیده‌اید؟ به نظر شما چرا نمی‌توان از ترازوهای دوکفه‌ای (مخصوص میوه‌فروشی‌ها) در این محل‌ها استفاده کرد؟

پیشنهاد می‌شود برای تشریح موضوع خطا در اندازه‌گیری و عوامل مؤثر بر آن و همچنین تعاریف مهم در علم اندازه‌گیری، دانش‌افزایی زیر را به‌دقت مطالعه کنید.

● دانش‌افزایی

اصولاً هنگامی که آزمایشگری در محل آزمایشگاه به بررسی فرضیه از طریق انجام آزمایش و اندازه‌گیری کمیت‌ها می‌پردازد، عواملی وجود دارد که مانع از رسیدن او به مقدار واقعی آن کمیت می‌شود. این عوامل را در اصطلاح عوامل خطا می‌نامند. البته باید در نظر داشت که براساس محدودیت‌های حاکم بر بشر و همچنین ابزارهای تولید شده توسط او، مقدار واقعی هیچ کمیتی به‌طور دقیق معلوم نیست و در علم اندازه‌گیری منظور از مقدار واقعی یک کمیت، مقداری است که از دقیق‌ترین آزمایش انجام شده برای اندازه‌گیری آن کمیت تاکنون گزارش شده است و یا مقدار تئوری که برای آن کمیت در نظر می‌گیریم.

خطای مطلق

همواره قدرمطلق اختلاف میان مقدار اندازه‌گیری شده و کمیت در یک آزمایش و یا مقدار به‌دست آمده ناشی از محاسبه آن با مقدار واقعی آن کمیت را خطای مطلق می‌گویند. توجه داشته باشید، خطای مطلق دارای یکا و بعد است.

$$| \text{نتیجه آزمایش} - \text{مقدار واقعی} | = \text{خطای مطلق}$$

خطای نسبی

حاصل تقسیم خطای مطلق بر مقدار واقعی یک کمیت را که معمولاً بر حسب درصد نیز گزارش می‌کنند، خطای نسبی آن اندازه‌گیری می‌نامند. این خطا بدون بعد و یکا است.

$$\% ۱۰۰ \times \frac{| \text{نتیجه آزمایش} - \text{مقدار واقعی} |}{\text{مقدار واقعی}} = \text{درصد خطای نسبی}$$

مقدار واقعی

به طور کلی در علم اندازه‌گیری، خطاها به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شوند که با آشنایی با آنها می‌توان تا حد امکان باعث کاهش خطا در اندازه‌گیری یک کمیت شد.

الف) خطای تصادفی یا کاتوره‌ای^۱

این نوع خطا همان گونه که از اسم آن برمی‌آید حاصل تأثیر پدیده شانس روی اندازه‌گیری پدیده‌های مختلف است. در این نوع خطاها احتمال مثبت یا منفی بودن آن مساوی است؛ یعنی برای مثال هنگام اندازه‌گیری جرم یک جسم توسط ترازو به همان اندازه که احتمال می‌رود مقدار گزارش شده از مقدار واقعی کمتر باشد، به همان اندازه نیز این احتمال می‌رود که عدد گزارش شده بیشتر از مقدار واقعی جرم جسم باشد. در نتیجه معقول به نظر می‌رسد که میانگین اعداد به دست آمده تقریب خوبی از مقدار واقعی کمیت باشد و هر چه تعداد اندازه‌گیری‌ها را افزایش دهیم، مقدار میانگین به مقدار واقعی نزدیک‌تر خواهد شد.

ب) خطای سیستماتیک یا ذاتی

خطاهای سیستماتیک معمولاً زمانی پیش می‌آیند که واقعیت آزمایش از مفروضات نظری تعدی می‌کند و از ضریب تصحیحی که این تفاوت را اعمال کند، چشم‌پوشی می‌شود؛ برای مثال:

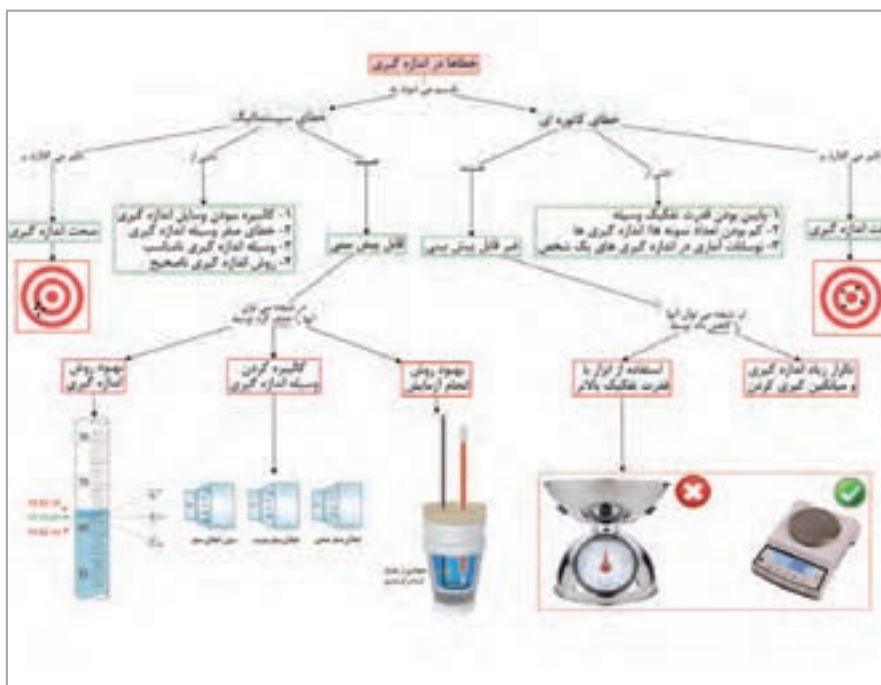
۱. معیوب بودن وسیله اندازه‌گیری:

ساده‌ترین نوع آن خطای صفر است و دستگاه کالیبره نیست (شایع در میکرومترها) و یا کرنومتری که کمی کند کار می‌کند یا ولت سنجی که محور عقربه آن دقیقاً در مرکز صفحه مدرجش نباشد.

۲. اندازه‌گیری ارتفاع یک مایع در لوله وقتی از یک وسیله متصل به لوله استفاده می‌کنیم و لوله دقیقاً قائم نیست. در این حالت خطای ذاتی مثبت وجود دارد و با افزایش ارتفاع بیشتر خواهد شد.

۳. اندازه‌گیری شتاب جاذبه زمین به وسیله یک سطح شیبدار که دارای اصطکاک است ولی وجود آن فرض نشده و مقدار نهایی حتی بعد از چند بار اندازه‌گیری و میانگین‌گیری از مقدار واقعی کمتر خواهد شد. برای درک تفاوت این دو خطا به نقشه مفهومی شکل ۳ توجه کنید.

۱- آن را خطای استاتیکی نیز می‌نامند.



شکل ۳- نقشه مفهومی انواع خطا در اندازه گیری

به طور کلی برخی از مهم ترین عوامل مؤثر در ایجاد خطا در اندازه گیری عبارت اند از:

۱- عامل انسانی

در بسیاری از مواقع خطای تصادفی ناشی از خطا در انسان به عنوان جزئی از فرایند اندازه گیری است. برای مثال تصور کنید زمان تناوب یک آونگ را چندین بار با یک کرنومتر اندازه گیری می کنیم. خطاهای ناشی از بکار انداختن کرنومتر و یا توقف آن توسط شخص اندازه گیرنده باعث می شود در هر مورد مقادیر مختلفی گزارش شود ولی براساس ویژگی این نوع خطا، هرچه تعداد اندازه گیری بیشتر شود، میانگین مقادیر به دست آمده به مقدار واقعی نزدیک تر خواهد شد.

۲- عوامل ناشی از ابزار اندازه گیری

به طور معمول عوامل ناشی از ابزار اندازه گیری دومین عامل مؤثر بر میزان خطا در اندازه گیری شناخته شده اند. در واقع ابزارهای اندازه گیری رابطی میان شخص آزمایشگر و کمیت مورد اندازه گیری هستند در نتیجه حتی اگر آزمایشگر نهایت دقت خود را در اندازه گیری یک کمیت به کار بندد، اما از یک وسیله اندازه گیری با حساسیت و یا قدرت

تفکیک‌پذیری پایین استفاده کند، بی‌شک گزارش نهایی او با مقداری خطا ناشی از کمبود حساسیت و یا تفکیک‌پذیری ابزار همراه خواهد شد. این عامل را می‌توان با افزایش حساسیت، تفکیک‌پذیری، سرعت پاسخ، کالیبراسیون و ... ابزار کاهش داد.

۳- محیط آزمایشگاه

عوامل محیطی تأثیرگذار شامل دما، فشار هوا، رطوبت، نور، نویز، ارتعاشات ناشی از عوامل داخلی و خارجی (تردد ماشین‌ها مثل کامیون و...)، نوسانات برق و ... هستند و باید در شرایط ایده‌آل تأثیرات این عوامل را به حداقل ممکن رساند؛ برای مثال برای آزمایشگاه‌های دقیق اندازه‌گیری جهت کنترل دما، رطوبت، فشار هوا از دستگاه‌های تهویه مطبوع استفاده می‌شود که خواص فیلتراسیون مناسب داشته باشند. همچنین با تنظیم یک فشار مثبت در داخل از ورود ذرات گرد و غبار و سایر آلاینده‌های معلق در هوا به داخل جلوگیری می‌شود.

۴- عوامل ناشی از تغییرپذیر بودن کمیت مورد اندازه‌گیری

در برخی از موارد با کمیت‌هایی روبه‌رو می‌شویم که در شرایط مختلف محیطی و یا بیولوژیکی مقدار آنها تغییر می‌کند؛ برای مثال در اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی مربوط به خون همچون قند خون، کلسترول و یا هورمون امکان دارد در چند اندازه‌گیری متوالی مقادیر آنها در خون تغییر کند زیرا ذاتاً سطح ثابتی در بدن و مایعات بدن نداشته و در هر لحظه از زمان مقادیر متفاوتی خواهند داشت. شما می‌توانید با استفاده از دانش‌افزایی بالا به برخی از عوامل ایجاد خطا و نحوه برطرف کردن آن در آزمایشگاه اشاره کنید و بحث را آماده ورود به موضوع مهم این قسمت، یعنی دو مفهوم دقت^۱ و صحت^۲ کنید.

تدریس پیشنهادی

● هدف

آموزش مفهوم دقت و صحت و ارتباط آن با انواع خطا

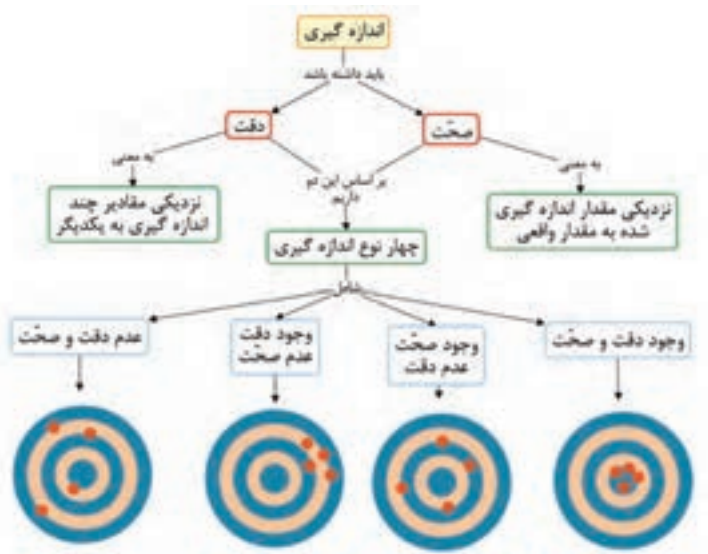
روش کار

با توجه به رویکرد جدید حاکم بر این کتاب پیشنهاد می‌شود برای آموزش مفهوم دقت و صحت و اهمیت آن در اندازه‌گیری یک کمیت و همچنین ارتباط آنها با انواع خطاهای تصادفی و سیستماتیک از نقشه مفهومی صفحه بعد استفاده کنید. نحوه استفاده از این نقشه این گونه است که شما براساس این نقشه پس از ارائه تعریفی از اندازه‌گیری و اهمیت آن، شروع به ترسیم نقشه بر روی تابلو یا نمایش قسمت ابتدایی نقشه مفهومی که در اینجا آمده است، می‌کنید. در این مرحله شما در زیر مفهوم اندازه‌گیری خواهید نوشت نتیجه هیچ اندازه‌گیری ۱۰۰ درصد نخواهد بود. در نتیجه شما با ۴ نوع اندازه‌گیری متفاوت و همچنین دو دسته‌بندی کلی برای خطا (که هر دو این مفاهیم در سطح سوم نقشه مفهومی وارد می‌شوند)

۱-Precision

۲-Accuracy

روبرو خواهید شد. سپس آموزش را با معرفی مفهوم دقت و صحت و نمایش و یا ترسیم نقشه مفهومی مورد نظر تا پایان و روی تابلو ادامه می‌دهید تا در نهایت تصویر کاملی از نقشه را در پایان درس در اختیار فراگیران قرار دهید. برای راحتی و سرعت عمل پیشنهاد می‌شود تصویر نقشه مفهومی مورد نظر را به کمک پروژکتور و یا تابلوهای هوشمند به صورت تدریجی و با پیشبرد درس به هنرجویان نمایش دهید.



پیشنهاد می‌شود که در پایان درس مثال صفحه ۲۷ را به کمک هنرجویان حل کنید و برای جا انداختن موضوع اجازه دهید هنرجویان روی پاسخ‌ها بحث کنند.

۱-۳-۱ عدد غیرقطعی و ارقام با معنی

● هدف

- آشنایی با مفهوم ارقام با معنی در یک اندازه‌گیری
- آشنایی با مفهوم عدد غیرقطعی در عدد گزارش شده توسط یک اندازه‌گیری
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و همچنین مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● راهنمای تدریس

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های این فصل مربوط به معرفی ارقام با معنی و عدد غیرقطعی است. پیشنهاد می‌شود برای تدریس این قسمت توجه هنرجویان را به شکل ۱-۱ کتاب درسی جلب کرده و از آنها بخواهید حجم مایع را براساس این شکل حدس بزنند. سپس روی پاسخ‌ها بحث کرده تا آنها را آماده ورود به تعریف ارقام با معنی و عدد مشکوک و یا غیرقطعی کنید. در این بحث، ابزار اندازه‌گیری و مشخصات آنها از اهمیت

بسزایی برخوردار است، خوب است قبل از آموزش این قسمت برای فهم بهتر مطلب، دانش‌افزایی زیر مطالعه کنید.

● دانش‌افزایی

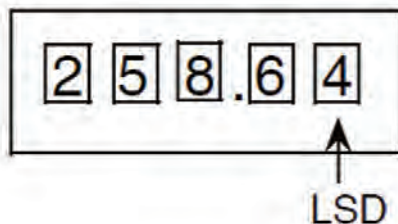
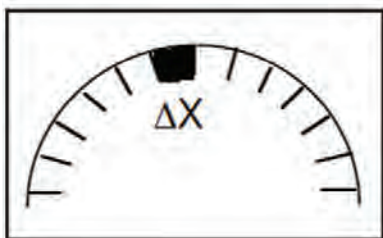
در ارتباط با هر وسیله یا دستگاه اندازه‌گیری با مفاهیم مختلفی روبه‌رو می‌شویم که در ادامه به آنها اشاره می‌کنیم:

دامنهٔ اندازه‌گیری^۱: حد فاصل بین حداقل اندازه تا حداکثر اندازه‌ای که با وسیلهٔ اندازه‌گیری می‌توان اندازه‌گیری گرفت دامنهٔ اندازه‌گیری می‌نامیم. برای مثال دامنهٔ اندازه‌گیری یک خط‌کش ۲۰ سانتی‌متری، ۲۰ سانتی‌متر است، یعنی حداکثر طول قابل اندازه‌گیری با آن ۲۰ سانتی‌متر است

رنج^۲ (گستره): حداقل و حداکثر اندازه‌ای را که یک ابزار می‌تواند اندازه‌گیری کند که به‌طور معمول روی آن درج می‌شود، در اصطلاح رنج اندازه‌گیری آن وسیله می‌گویند، برای مثال به‌طور معمول روی خط‌کش‌های ۲۰ سانتی‌متری ۰-۲۰ cm درج می‌شود.

قابلیت تفکیک^۳ (ریزننگری، تفکیک‌پذیری، قدرت تفکیک و...):

حداقل تغییراتی را که در ورودی یک ابزار یا یک دستگاه می‌توان اعمال کرد تا یک خروجی قابل قرائت بتوان به‌دست آورد؛ قابلیت تفکیک آن ابزار یا دستگاه می‌نامند. به‌طور معمول کوچک‌ترین مقدار قابل خواندن توسط ابزار (بدون حدس یا تقریب) را قابلیت تفکیک می‌گویند. برای مثال قابلیت تفکیک کولیس‌ها ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۲ میلی‌متر است و یا قابلیت تفکیک یک خط‌کش میلی‌متری معادل ۱ میلی‌متر است. در دستگاه‌های آنالوگ قابلیت تفکیک عموماً کمترین فاصله میان دو درجه‌بندی بوده و در دستگاه‌های دیجیتال عموماً مرتبهٔ آخرین عدد معنادار^۴ گزارش شده با آن دستگاه است.



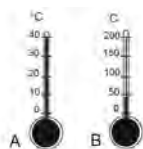
۱- Span

۲- Range

۳- Resolution

۴- Last Significant Digit (LSD)

حساسیت^۱: معنای توانایی دستگاه در پاسخ به تغییرات جزئی در کمیت مورد اندازه‌گیری است. حساسیت، کمترین مقدار تغییر در کمیت ورودی دستگاه اندازه‌گیری است که می‌تواند قطعات آن را به مقداری مؤثر حرکت دهد. این میزان حرکت در بسیاری موارد به اندازه‌ای کم است که با چشم قابل دیدن نیست. داشتن ضریب حساسیت، به‌ویژه برای دستگاه‌های کنترل‌کننده ضروری است. به‌طور کلی حساسیت و تفکیک‌پذیری وسیله اندازه‌گیری به یکدیگر وابسته‌اند، برای مثال در ابزارهای آنالوگ همواره حساسیت را عکس تفکیک‌پذیری می‌دانند. در نتیجه هرچه قدرت تفکیک‌پذیری بالاتر باشد، آن وسیله نسبت به تغییرات کوچک‌تری حساس‌تر خواهد بود. برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر توجه کنید:



در این شکل دو دماسنج جیوه‌ای نمایش داده شده است. می‌دانیم اساس کار دماسنج‌های جیوه‌ای انبساط مایع درون دماسنج است، در نتیجه براساس ارتفاع مایع درون لوله و مقیاس‌بندی صورت گرفته می‌توان دما را اندازه‌گیری کرد. اگر به‌طور کلی تغییرات کمیت ورودی را در هر وسیله اندازه‌گیری $x\Delta$ و تغییرات کمیت خروجی را $Z\Delta$ بنامیم، در دماسنج‌ها تغییرات کمیت ورودی همان تغییرات دما ($x=\Delta\theta$) و خروجی دستگاه تغییرات ارتفاع مایع ($Z=\Delta h$) خواهد بود. بر این اساس و بر اساس تعریف حساسیت ($\frac{\Delta Z}{\Delta X}$) می‌توان دریافت که حساسیت دماسنج A بیشتر است؛ زیرا برای این دماسنج مقدار $\frac{\Delta h}{\Delta \theta}$ پنج برابر دماسنج B است. در نتیجه به‌ازای تغییرات دمایی یکسان در هر دو دماسنج، تغییرات ارتفاع در دماسنج A، ۵ برابر B خواهد بود.

زمان پاسخ^۲: مدت زمانی است که طول می‌کشد تا بعد از تغییر ناگهانی ورودی یک وسیله اندازه‌گیری، عقربه آن به حالت پایدار جدید خود بازگردد و کاملاً به حالت سکون درآید.

سرعت پاسخ: عبارتست از سرعتی که وسیله اندازه‌گیری نسبت به تغییر در ورودی، عکس‌العمل نشان می‌دهد؛ یعنی اگر وسیله اندازه‌گیری عقربه‌اش سریع‌تر حرکت کند، سرعت پاسخش بیشتر است.

پرش اضافه: با توجه به اینکه عقربه وسیله اندازه‌گیری دارای جرم است بنابراین پس از حرکت و سرعت گرفتن از حاصل‌ضرب جرم در سرعت تکانه ایجاد شده باعث می‌شود عقربه به نقاط دورتر از نقطه پایدار خود کشانده شود و پس از چند نوسان در محل پایدار خود متوقف شود که این پدیده را پرش اضافه گویند؛ بنابراین می‌توان گفت پرش اضافه وسیله اندازه‌گیری برابر است با بیشترین مقداری که عقربه از محل نقطه پایدار خود دور می‌شود.

۱- Sensitivity

۲- Response

تکرارپذیری^۱: یکی از ویژگی‌های مهم هر وسیله اندازه‌گیری تکرارپذیری نتایج اندازه‌گیری آن است؛ بدین معنا که اگر یک آزمایش در زمان‌های مختلف با ورودی‌های یکسان تکرار شود، نتایج یکسان به‌دست آید. اکثر وسیله‌ها به مرور زمان قابلیت تکرار خود را از دست می‌دهند. معمولاً در وسایل اندازه‌گیری مکانیکی به علت افزایش لقی بین قطعات لغزنده و در دستگاه‌های الکتریکی به علت درجه حرارت یا عوامل ناخواسته^۲ این پدیده به وجود می‌آید.

نکته

۱. هرچه تفکیک‌پذیری وسیله بالاتر باشد، دقت اندازه‌گیری بالاتر رفته و در نتیجه مقادیر گزارش شده در هر مرحله به یکدیگر نزدیک‌تر خواهند شد. در نتیجه تفکیک‌پذیری وسیله باعث کاهش خطای تصادفی در اندازه‌گیری می‌شود.
۲. براساس قاعده و با توجه به فاصله بین درجات در وسایل اندازه‌گیری عقربه‌ای، می‌توان تا یک دهم یا یک پنجم و یا یک دوم تفکیک‌پذیری آن وسیله حدس زد. برای مثال اینکه در شکل ۱-۱۱ تفکیک‌پذیری استوانهٔ مدرج ۱ میلی‌لیتر بود، ما توانستیم تا یک دهم میلی‌لیتر، مقدار نهایی را حدس بزنیم. در نتیجه تعداد ارقام بامعنی در نهایت یکی بیشتر از تعداد رقم‌های تفکیک‌پذیری آن وسیله است.
۳. هرچه تفکیک‌پذیری وسیلهٔ اندازه‌گیری بیشتر باشد، تعداد رقم‌های با معنی و دقت اندازه‌گیری بالاتر خواهد بود؛ اما صحت اندازه‌گیری الزاماً بیشتر نخواهد شد و موضوع صحت به عوامل دیگری، چون شرایط محیطی و خود آزمایشگر نیز بستگی دارد.
۴. اعداد حاصل شمارش و یا اعداد ثابت درون رابطه‌ها و یا اعدادی مشابه با این مثال که در هر دقیقه ۶۰ ثانیه است و ... دارای بی‌نهایت رقم معنی‌دار هستند. در نتیجه در عملیات‌های ریاضی که شامل این اعداد هستند، تعداد رقم با معنی این اعداد در نظر گرفته نمی‌شود. برای مثال در تجربه کنید صفحه ۲۹ کتاب درسی اگر ارتفاع ۱۰۰ برگ A۴ در یک اندازه‌گیری با یک خط‌کش میلی‌متری mm ۵/۴ باشد، در این صورت ضخامت هر برگ از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{ضخامت هر برگ} = \frac{5/4 \text{ mm}}{100} = 5/4 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

- چون خط‌کش تا دو رقم معنی‌دار را نشان می‌دهد، عدد آخر حاصل از تقسیم بر یک عدد دقیق نیز باید تا دو رقم معنی‌دار گزارش شود.
- در مواردی که یک کمیت از طریق اندازه‌گیری و محاسبه هم‌زمان به‌دست می‌آید، امکان دارد افراد مختلف اعداد با تعداد ارقام معنی‌دار متفاوتی را گزارش دهند، ولی هیچ‌گاه در اندازه‌گیری مستقیم و در شرایط یکسان توسط چند نفر امکان ندارد تعداد ارقام بامعنی تغییر کند.

۱- Repeatability

۲- Noise

هدف

استفاده از مفهوم ارقام با معنی و رقم غیرقطعی در اندازه‌گیری یک کمیت
پاسخ: با رجوع به تصویر انتظار می‌رود هنرجو مقدار $23/5 \text{ psi}$ را گزارش کند که بر این
اساس ۳ رقم با معنی خواهیم داشت که رقم آخر آن رقم غیرقطعی خواهد بود.

نکته پیشنهادی

یکی از مهم‌ترین کاربردهای نمادگذاری علمی، در رابطه با مشخص کردن تعداد ارقام با معنی یک اندازه‌گیری است. برای مثال اگر طول یک قطعه 230 سانتی‌متر باشد و ما بخواهیم آن را تا سه رقم با معنی گزارش دهیم، خواهیم داشت:
 $2 \times 10^2 \text{ cm}$ و $2/3 \times 10^2 \text{ cm}$ و اگر بخواهیم آن را تا دو رقم با معنی گزارش دهیم $2 \times 10^2 \text{ cm}$ خواهد بود. در واقع قسمت عددی نمایش اعداد به صورت نمادگذاری علمی بیانگر تعداد ارقام با معنی آن اندازه‌گیری است. این موضوع بخصوص در رابطه با برخورد با عدد صفر در اندازه‌گیری کاربردی است؛ مثلاً:

• نتیجه یک اندازه‌گیری برابر 15 cm است، در آن صورت تعداد ارقام با معنی این اندازه‌گیری را مشخص کنید.
پاسخ: چون این عدد را می‌توان به صورت $1 \times 10^1 \text{ cm}$ نوشت، بر اساس نکته تنها ۲ رقم با معنی دارد!

۱-۳-۲ وسایل اندازه‌گیری

● هدف

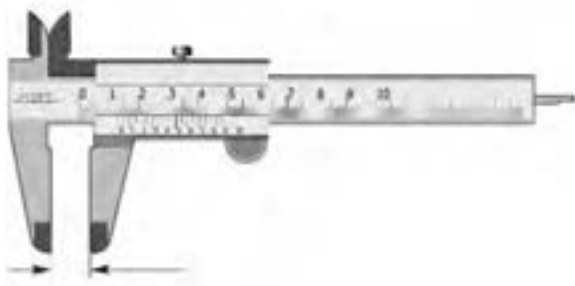
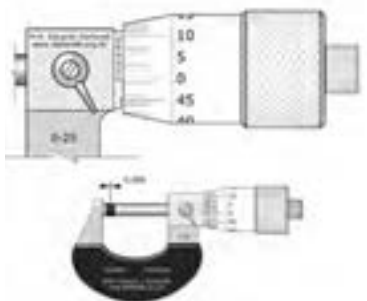
- آشنایی با نحوه اندازه‌گیری به وسیله کولیس
- آشنایی با نحوه اندازه‌گیری با ریزسنج یا میکرومتر
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های کاربرد فناوری در استفاده از ابزارهایی نظیر ریزسنج و کولیس
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های سواد اطلاعاتی به خصوص کاربرد فناوری اطلاعات در هنگام استفاده از فیلم، انیمیشن و شبیه‌سازی در یادگیری
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف مدیریت منابع، نظیر مدیریت مواد و تجهیزات



● راهنمای تدریس

در این قسمت انتظار می‌رود هنرجویان پس از آشنایی با ارقام معنی‌دار و اهمیت آنها در اندازه‌گیری به اهمیت استفاده از ابزارهایی با تفکیک پذیری بالاتر پی ببرند؛ زیرا برای داشتن یک اندازه‌گیری دقیق و صحیح نیاز است که در کنار برآورده شدن شرایط ایده‌آل محیطی و افزایش دقت آزمایشگر هنگام اندازه‌گیری، از ابزاری با قدرت تفکیک و به تناسب آن حساسیت بالاتری استفاده کرد. یکی از مهم‌ترین این موارد که هنرجویان در کارهای عملی به خصوص در کارگاه‌های فنی از آنها استفاده می‌کنند کولیس و ریزسنج است.

با توجه به رویکرد کتاب، برای تدریس این قسمت می‌توانید از هنرجویان بخواهید کلیپ‌های آموزشی مرتبط با موضوع این قسمت را که در لوح فشرده‌ای در اختیار آنها قرار گرفته است، قبل از ورود به کلاس مشاهده کرده و آماده ورود به کلاس شوند. همچنین در هنگام تدریس این قسمت پیشنهاد می‌شود یک کولیس و ریزسنج را به کلاس بیاورید و یا در صورت وجود امکانات از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی این قسمت که در لوح فشرده شما قرار دارد، برای تدریس استفاده کنید (شکل ۴ و ۵).



شکل ۴- تصویری از نرم‌افزار شبیه‌سازی ریزسنج

شکل ۵- تصویری از شبیه‌سازی کولیس

هدف

– یافتن درک مناسبی از تناسب وسیله اندازه گیری و کمیت مورد نظر
 – شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف کاربرد فناوری و بکارگیری فناوری های مناسب
 پاسخ: انتظار می رود هنرجو تعداد دلخواهی صفحه A4 را روی هم قرار داده و با خط کش ضخامت آنها را اندازه گیری کند، سپس ضخامت هر ورقه از تقسیم ضخامت کل به تعداد ورقه ها به دست خواهد آمد.

۱-۴ کمیت های برداری و نرده ای

● هدف

– آشنایی با کمیت های نرده ای و برداری
 – آشنایی با قواعد جمع و تفریق برداری
 – شایستگی های غیر فنی: تحقق مهارت های یادگیری مادام العمر و همچنین مهارت های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی و همچنین شایستگی های محاسبه و ریاضیات

● دانش پیش نیاز

هنرجویان در دوره متوسطه در ریاضیات با مفهوم بردار و قواعد جمع آنها آشنا شده اند. در نتیجه وجود این دانش به عنوان پیش نیاز برای این قسمت از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

● اشتباهات رایج

در بحث کمیت های برداری، تأکید بر تعیین جهت ممکن است باعث به وجود آمدن این اشتباه شود که هر کمیت جهت داری، یک بردار است در حالی که کمیتی همچون جریان الکتریکی کمیتی جهت دار اما نرده ای است زیرا از قواعد جمع جبری پیروی می کند.

● راهنمای تدریس

پیشنهاد می شود این قسمت را براساس متن آمده، تدریس کنید. ضمناً می توانید برای جلب توجه و انگیزه هنرجویان با رجوع به شکل ۱-۱۳ از آنها بخواهید نظر خود را در رابطه با شکل اعلام کنند.





تدریس پیشنهادی

● **هدف:** مشخص کردن اهمیت تعیین جهت در کمیت‌های

برداری

روش کار: برای آنکه هنرجویان بتوانند با مشخصه تعیین جهت در کمیت‌های برداری آشنا شوند، می‌توانید از دو هنرجو بخواهید در انجام این فعالیت با شما همکاری کنند. یکی از هنرجویان در گوشه‌ای از کلاس ایستاده، و چشمانش را با یک پارچه ببندید. هنرجوی دیگری در نقطه دلخواهی از کلاس بایستد. سپس از هنرجوی دوم بخواهید هنرجوی اول را طوری راهنمایی کند تا به وی برسد. آنها خواهند دید برای این موضوع مجبور هستند از کلمات مرتبط با تعیین جهت همچون به جلو حرکت کن، اکنون به سمت چپ ۵ قدم بردار و ... استفاده کنند.

فکر کنید

هدف: آشنایی با تفاوت کمیت‌های برداری و نرده‌ای

پاسخ: انتظار می‌رود هنرجویان تشخیص دهند منظور از اعداد، در این فکر کنید تندی حرکت اتمبیل‌هاست زیرا در بیان آنها تنها از مقدار و یکای مناسب استفاده کرده و بحثی از جهت نکرده است.

تجربه کنید

هدف

- فراخوانی دانش هنرجویان از بحث‌های مطرح شده در این فصل و همچنین دانش پیشین خود در علوم دوره اول متوسطه
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف تفکر سیستمی و همچنین سواد اطلاعاتی در جمع‌آوری و سازماندهی اطلاعات

۱-۴-۱ نمایش کمیت‌های برداری

● **هدف**

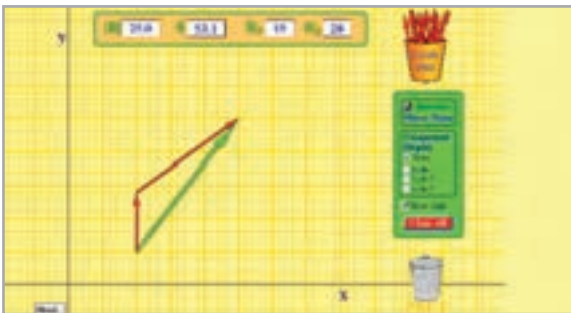
- آشنایی با نحوه نمایش کمیت‌های برداری
- آشنایی با قواعد تعیین جهت کمیت‌های برداری
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و همچنین مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی.

● دانش پیش نیاز

هنرجویان در دوره متوسطه در ریاضیات با مفهوم بردار و قواعد جمع بردارها در ریاضیات آشنا شده‌اند. در نتیجه وجود این دانش به‌عنوان پیش‌نیاز برای این قسمت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

● راهنمای تدریس

پیشنهاد می‌شود این قسمت را با فراخوانی دانش پیشین هنرجویان در رابطه با بردارها و نحوه نمایش آن در سال‌های قبل به‌خصوص در درس ریاضیات آغاز کنید. همچنین پیشنهاد می‌شود پس از حل مثال صفحه ۳۳ کتاب درسی و بیان قواعد موجود برای بیان جهت یک بردار، تمرین ۳۳ و مثال صفحه ۳۴ را در کلاس حل کنید. در حل مسائل این بخش تأکید می‌شود هنرجویان قواعد تعیین جهت را براساس شکل جهتیابی کنار مسئله که ۴ جهت اصلی را نشان می‌دهد، استفاده کنند.



پیشنهاد می‌شود برای تدریس این قسمت، خصوصاً بحث قواعد جمع برداری از این نرم‌افزار شبیه‌سازی برای تدریس استفاده نمایید.

تمرین کنید

هدف: استفاده از قواعد مربوط به تعیین جهت بردارها

پاسخ:

الف) شمال

ب) ۶۰ درجه در جهت شمال شرق

ج) ۴۰ درجه در جهت غرب جنوب

۱-۴-۲ قواعد جمع برداری

● هدف

- آشنایی با قواعد هندسی جمع برداری
- تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و شایستگی‌های محاسبه و ریاضیات
- تحقق اهداف کار تیمی با شرکت کردن در آموزش مفهوم کمیت‌های برداری با مثال قدم برداشتن و....



● دانش پیش نیاز

هنرجویان در دوره متوسطه در ریاضیات با مفهوم بردار و قواعد جمع بردارها آشنا شده‌اند. در نتیجه وجود این دانش به‌عنوان پیش‌نیاز برای این قسمت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

● راهنمای تدریس

مهم‌ترین نکته‌ای که باید در تدریس این قسمت در نظر گرفته شود، این است که هدف این قسمت تنها آموزش قواعد جمع برداری به روش هندسی و ترسیم می‌باشد. در نتیجه توصیه‌ای که می‌شود از طرح سؤالاتی که به شیوه تجزیه بردارها و با استفاده از دانش مثلثات حل خواهد شد، خودداری کنید. برای تدریس این قسمت پیشنهاد می‌شود از مثال‌های آورده شده در متن (قدم برداشتن با کمک یک هنرجو و یا توسط خود شما) استفاده کنید.

تجربه کنید

هدف

– درک مفهوم برداری و تفاوت آن با مفهوم جمع در ریاضیات
– تحقق اهداف مربوط به شایستگی‌های محاسبه و ریاضی
پاسخ: در پاسخ به این سؤال انتظار می‌رود هنرجویان با رجوع به دانش و یا تجربه پیشین خود و یا تجربه‌ای که شما در مدرسه ترتیب داده‌اید، به این نکته دست یابند که اندازه بردار (جمع) برداری دو نیروی مخالف که به یک نقطه اثر می‌کنند، از تفاضل اندازه هر یک از آنها به دست می‌آید و در این مسابقه بردار نیروی برآیند در جهت نیروی بزرگ‌تر (تیمی که نیروی بیشتری اعمال کرده است) خواهد بود.

تمرین کنید

هدف: استفاده از قواعد جمع برداری

پاسخ: انتظار می‌رود هنرجو در پاسخ به این سؤال و در نظر گرفتن قواعد جمع برداری تعیین کند اندازه جابه‌جایی کل برابر ۸ متر است؛ درحالی‌که شخص در کل ۱۲ متر مسافت پیموده است.



تمرین کنید

هدف: استفاده از قواعد هندسی جمع دو بردار

پاسخ: انتظار می‌رود هنرجو با استفاده از کاغذ شطرنجی و نقاله و با در نظر گرفتن یک مقیاس مناسب، اندازه بردار برآیند را ۵ کیلومتر و در جهت ۵۳ درجه شمال شرق به دست آورد.

پیشنهاد می‌شود از هنرجویان بخواهید تا برای این جلسه کاغذ شطرنجی و یک نقاله به همراه داشته باشند تا پس از حل مثال صفحه ۳۴ و ۳۵ در کلاس از آنها بخواهید خود تمرین‌های صفحه ۳۶ و ۳۷ کتاب درسی را به کمک کاغذ شطرنجی و نقاله حل کنند.

تمرین کنید

هدف:

استفاده از دانش ریاضیات در محاسبه طول بردار برابند
- شایستگی غیر فنی: تحقق شایستگی محاسبه و ریاضی
پاسخ: همه هنرجویان با روش فیثاغورث در درس ریاضی آشنا هستند. در نتیجه انتظار می‌رود بتوانند در پاسخ به تمرین صفحه ۶۳ کتاب درسی، اندازه بردار برابند را با استفاده از این روش محاسبه کنند.



لازم به ذکر است شما می‌توانید برخی از حالات خاص بردارها را به عنوان جمع بندی در پایان فصل مطابق زیر تحت عنوان نکته در کلاس به هنرجویان پیشنهاد دهید.

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

چند حالت خاص برای بردار برابند:

۱- دو بردار هم جهت باشند:

$$|\vec{R}| = |\vec{B}| - |\vec{A}|$$

۲- دو بردار خلاف جهت باشند:

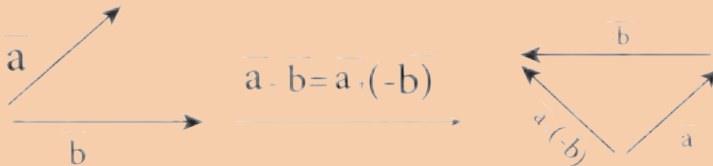
$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2}$$

۳- دو بردار عمود باشند.

تمرین کنید

هدف: به کارگیری توأم هر دو روش جمع هندسی دو بردار
پاسخ: در پایان بحث انتظار می‌رود هنرجویان با در نظر گرفتن قواعد جمع برداری به روش هندسی و ترسیم شکلی مشابه شکل روبه‌رو، دریابند که این دو روش معادل با یکدیگر می‌باشند.

هدف: یادآوری دانش پیشین هنرجویان در درس ریاضی و استفاده از آن برای یافتن قاعده‌ای برای تفاضل دو بردار
پاسخ: هنرجویان در درس ریاضی پایه هشتم با مفهوم بردار قرینه آشنا هستند در نتیجه انتظار می‌رود پس از بحث گروهی به نتیجه‌ای مشابه شکل زیر برسند:



پاسخ پرسش‌های پایان فصل

- ۱- یکای حجم در SI، متر مکعب (m^3) است. براساس رابطه پیشنهادی یکای حجم m^4 به دست خواهد آمد. بنابراین این رابطه نمی‌تواند صحیح باشد.
- ۲- خیر. این ادعا همواره صحیح نیست؛ برای مثال اگر کسی ادعا کند حجم یک استوانه از رابطه $V = \pi r h^2$ به دست می‌آید، براساس این رابطه یکای حجم منطبق با یکای SI آن خواهد بود اما این رابطه به لحاظ ریاضی صحیح نیست!
- ۳- این تابلوها که به‌طور معمول در کنار جاده‌های بیرون شهری و اتوبان‌ها نصب می‌شود بیانگر شماره بزرگراه و جهت حرکت در آن بزرگراه است. به‌طور مثال ۲ شرق یعنی اینکه بزرگراه شماره ۲ که با ورود به آن به طرف شرق حرکت خواهید نمود.
- ۴- برای حل این سؤال همه اعداد باید یکای یکسانی داشته باشند در نتیجه:

$$0.032 \text{ kg} = 3/2 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$15 \text{ g} = 1/5 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$2/7 \text{ mg} = 2/7 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$4/1 \times 10^{-8} \text{ Gg} = 4/1 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$2/7 \times 10^4 \mu\text{g} = 2/7 \times 10^{-1} \text{ kg}$$

بر این اساس بزرگ‌ترین عدد $2/7 \times 10^4 \mu\text{g}$ است و کوچک‌ترین $2/7 \text{ mg}$ خواهد بود.

-۵



- ۶- خیر، امکان ندارد. در پاسخ به سؤال دوم باید گفت بله، می‌شود. در صورتی که براینند دو بردار، هم اندازه با بردار سوم و در خلاف آن باشد.
۷. هنگامی که دو بردار هم جهت و هم راستا باشند.

حل مسئله‌ها

-۱

$$\frac{7/2 \text{ kg}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \times \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 7/2 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{25 \cdot \text{ft}}{\text{s}} \times \frac{0/304}{1 \text{ ft}} \equiv 76/0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{10/0 \text{ inch}}{1} \times \frac{0/0524 \text{ m}}{1 \text{ inch}} \times \frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 25/4 \text{ cm}$$

$$\frac{2 \text{ TB}}{1} \times \frac{10^{12} \text{ B}}{1 \text{ TB}} \times \frac{1 \text{ GB}}{10^9 \text{ B}} = 2 \times 10^3 \text{ GB}$$

-۲

$$\frac{1 \text{ gal}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{3/78 \text{ lit}}{1 \text{ gal}} = 1/05 \times 10^{-1} \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

-۳

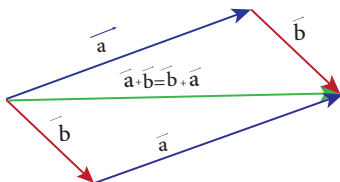
$$V = Ah \rightarrow h = \frac{V}{A} = \frac{7/5 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{25 \text{ m}^2} = 3/0 \times 10^{-4} \text{ m} = 3/0 \times 10^{-2} \text{ cm}$$

$$۲۰۰IU = ۲۰۰ \times ۰/۰۲۵mg = ۵mg$$

-۴

$$n = \frac{۱۵mg}{۵mg} = ۳$$

-۵



۶- با رسم بر روی کاغذ شطرنجی و انتخاب مقیاسی مناسب می توان طول بردار را به دست آورد.

۷- الف) اندازه سرعت هواپیما ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت خواهد شد و خلبان باید قدرت موتور هواپیما را افزایش دهد تا اندازه سرعت به ۱۵۰ کیلومتر بر ساعت برسد.
ب) اندازه سرعت هواپیما ۱۸۰ کیلومتر بر ساعت خواهد شد و خلبان باید با کاهش قدرت موتورهای هواپیما، اندازه سرعت را به ۱۵۰ کیلومتر بر ساعت برساند.
ج) به دلیل وزش باد به سمت شرق، برای آنکه هواپیما بتواند در همان راستای اولیه و با همان سرعت پرواز کند، خلبان باید مسیر پرواز خود را در راستای تقریبی ۱۱ درجه شمال غرب و با سرعت ۱۴۷ کیلومتر بر ساعت منحرف کند.

$$۱۵۰ = \sqrt{x^2 + ۳۰^2} \rightarrow x = ۱۴۷ \frac{km}{h}$$



فصل ۲

مکانیک

خلاصه فصل

در این فصل ضمن مرور آموخته‌های قبلی هنرجو در سال‌های اول متوسطه، مطالب گسترش و عمق بیشتری داشته و هنرجو علاوه بر مرور مفاهیمی همچون: بردار مکان، بردار جابجایی، سرعت و شتاب با قوانین نیوتن برای حرکت، حرکت بر روی خط راست و حرکت‌های شتاب‌دار با رویکردی تلفیقی آشنا خواهد شد، به گونه‌ای که مباحث حرکت‌شناسی و نیروشناسی هر دو در یک قالب ارائه خواهند شد.

دانسته‌های پیشین

هنرجو طی درس علوم سال‌های اول متوسطه، به خصوص علوم نهم با مفاهیم اولیه این فصل از جمله: جابجایی، مسافت، سرعت متوسط و سرعت لحظه‌ای، شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای و قوانین حرکت آشنایی اولیه پیدا کرده است. در کتاب علوم نهم به بیان مفاهیم و ارائه فرمول، آن هم نه به صورت روابط ریاضی، بلکه با بیانی ساده بسنده شده است. برای تدریس بهتر این فصل می‌توانید به فصل چهارم و پنجم کتاب علوم پایه نهم مراجعه کنید.

واحد یادگیری	اجزای واحد یادگیری	مدت تدریس پیشنهادی
۱	۱-۲ حرکت	۲۰ دقیقه
۲	۲-۲ نمودار مسیر حرکت	۶۰ دقیقه
۳	۳-۲ تعادل اجسام	۸۰ دقیقه (یک جلسه)
۴	۴-۲ عدم تعادل اجسام	۱۶۰ دقیقه (دو جلسه)
۵	۵-۲ نیروهای کنش و واکنش	۸۰ دقیقه (یک جلسه)
۶	۶-۲ نیروی وزن	۴۰ دقیقه
۷	۶-۲ نیروی عمودی تکیه گاه	۴۰ دقیقه
۸	۶-۲ نیروی اصطکاک	۸۰ دقیقه (یک جلسه)
۹	پرسش‌ها و مسائل فصل	۸۰ دقیقه (یک جلسه)

اهداف فصل در حوزه یادگیری علوم

نگرش (ارزش)	مهارت	دانش
<ul style="list-style-type: none"> - ارج نهادن به کار دانشمندان در زمینه مکانیک - تقویت حس کنجکاوی نسبت به توجیه پدیده‌های مرتبط با مکانیک - ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطه بین علت و معلول در پدیده‌های فیزیکی - پی بردن به وجود یک خالق و نظم دهنده یکتا با توجه به مشاهده نظام‌مند بودن پدیده‌های طبیعی - تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه‌های متفاوت و پذیرفتن منطق در گفتگو - پرورش و تقویت روحیه احترام به نظم و قانون در عمل و مسئولیت پذیری در کار گروهی 	<ul style="list-style-type: none"> - آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌ها در ساخت و استفاده از ابزارهای مورد نیاز در زندگی روزانه. - کسب توانایی لازم برای انجام برخی آزمایش‌های مکانیک و جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها - کسب توانایی به کارگیری مواد آموزشی مختلف - پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیت‌های گروهی و جمعی - توجه به تجارب روزانه زندگی از نظر مبنای علمی آن پدیده‌ها و مشاهده علمی آنها - تقویت مهارت پرسشگری در زمینه تجارب روزانه و شغلی - قوانین موجود در این فصل (مثلاً قانون لختی) را در حل مسائل مربوط به حوزه شغلی خود به کار ببرد. 	<ul style="list-style-type: none"> - آشنایی با برخی مبانی، مفاهیم، قوانین و نظریه‌های فیزیکی در حوزه مکانیک - با تعریف سینماتیک و دینامیک آشنا شود. - با مفاهیم جابجایی و نمودار مسیر حرکت آشنا شود. - با مفاهیمی مانند سرعت شتاب و نیرو آشنا شود. - با روش مطالعه و تحقیق و تحلیل‌های دانشمندان برای پیشرفت فیزیک و ساخت ابزار جدید آشنا شود. - با قوانین نیوتن برای حرکت اجسام آشنایی پیدا کند. - آشنایی با انواع نیروها - استفاده از قوانین نیوتن برای حل مسایل حرکت - آشنایی با انواع حرکت از قبیل یکنواخت و شتاب دار

ایجاد انگیزه



هدف از انتخاب این تصویر برای شروع فصل جلب توجه هنرجو به دو مفهوم حرکت و حرکت روی خط راست و نیروشناسی است. انتخاب این تصویر اهداف زیر را دنبال می‌کند:

- توجه به حرکت یکنواخت روی خط راست ماشین مسابقه
 - حرکت کندشونده ماشین مسابقه هنگام ترمز گرفتن
 - وجود نیروی مقاومت برای کند کردن حرکت ماشین مسابقه
 - هم‌جهت بودن شتاب و برآیند نیروها
 - خلاف جهت بودن شتاب و سرعت در حرکت کندشونده
- تصاویر پیشنهادی که در زیر ملاحظه می‌کنید نیز برای شروع تدریس مناسب به نظر می‌رسند. از ویدئوهای موجود در لوح فشرده همراه با کتاب نیز برای نمایش حرکت اجسام استفاده کنید.



۱-۲ حرکت

● هدف

هدف از ارائه این بخش نشان دادن انواع حرکت به هنرجویان است، هر چند به طور مستقیم به انواع حرکت اشاره نکرده‌ایم؛ اما هدف از آوردن مثال‌ها، القای این مفهوم بوده که حرکت‌ها می‌توانند به سادگی حرکت روی یک خط راست تا پیچیدگی حرکت برگ‌ریزان پاییز باشند.

● دانش پیش‌نیاز

هنرجو در پایه نهم با بسیاری از مفاهیم حرکت به طور ساده آشنایی پیدا کرده است. قبل از شروع با استفاده از چند یادآوری و پرسش میزان آگاهی آنها را از مفاهیم حرکت بسنجید. توصیه می‌شود قبل از تدریس، فصل چهارم کتاب علوم تجربی پایه نهم را مطالعه کنید.

● راهنمای تدریس

از هنرآموز محترم تقاضا می‌شود در ابتدای تدریس به انواع حرکت به لحاظ یک‌بعدی، دوبعدی و سه‌بعدی بودن آن اشاراتی داشته باشد. از مثال‌های فراوان در اطراف هنرجویان برای توضیح و تشریح حرکت استفاده کند، ولی در نهایت چنین بیان کنند که برای توصیف و تشریح حرکت اجسام از حرکت‌های ساده آغاز خواهیم کرد و برای فهم حرکت‌های پیچیده‌تر از حرکت‌های ساده مثل حرکت روی خط راست بهره می‌بریم. برای هر نوع حرکت ضمن اینکه مثال‌ها و تشبیهاتی ارائه می‌دهید، از هنرجویان بخواهید از مواردی که در اطراف خود سراغ دارند، مثال بزنند. به زیبایی‌های خلقت و طبیعت نیز اشاره کرده و هنرجو را متوجه این موضوع کنید که حرکات واقعی و طبیعی پیچیده و در عین حال زیبا هستند که نشان از خالق توانمند و حکیمی دارند. در پایان این بخش به این موضوع اشاره شود که بررسی حرکات اجسام در طبیعت با بررسی حرکت‌های ساده شروع می‌شود و شناخت همهٔ حرکت‌ها احتیاج به علوم و دانایی‌ای بیشتر از سطح این کتاب دارد.



سایت کلاس «درس فیزیک» مجموعه‌ای از درس‌نامه‌های مختلف است. برای راهنمایی بیشتر و بهتر درباره موضوع حرکت به این سایت اینترنتی مراجعه کنید

www.physicsclassroom.com





شکل ۱-۲ پرتاب در ورزش بسکتبال مثالی خوب از حرکت دو بعدی



● منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر

هر قسمت کتاب دوره درسی فیزیک توسط دانشمند متخصصی نوشته شده و ویژگی آن این است که از حداقل فرمول‌ها و محاسبات ریاضی در آن استفاده شده است. همچنین کوشش‌های بسیاری شده است تا ماهیت پدیده‌های فیزیک و ارتباط آنها به روشنی بیان شود. ویژگی دیگر این دوره در این است که شمار زیادی از کاربردهای فنی قوانین فیزیک را شرح می‌دهد و از این نظر در میان سایر کتاب‌های درسی فیزیک که در این سطح در دنیا نوشته شده‌اند، بی‌همتاست. این دوره طیف گسترده‌ای از خوانندگان را در نظر دارد: دانش‌آموزان دبیرستان‌ها، دانشجویان مدارس حرفه‌ای، دانشجویان علوم فنی. کتاب **طرح فیزیک هاروارد** که در شش واحد منتشر شده است، یک دوره کتاب درسی برای کسانی است که علاقمندند فیزیک را بهتر بفهمند، شیوه پژوهش در فیزیک را بشناسند و خود را برای تحصیل در این رشته دانشگاهی آماده کنند. این دوره کتاب برای کسانی تألیف شده که تحصیلات آنها به مرز دانشگاهی رسیده است. در پدید آوردن طرح مقدماتی این دوره کتاب، ده‌ها فیزیک‌دان و کارشناس آموزش و پرورش و هنرمند، نزدیک به هشت سال همکاری داشته‌اند و دستاوردهای خود را در بیش از صد دبیرستان با هزاران دانش‌آموز آزموده‌اند. کتاب‌های دوره درسی فیزیک و طرح فیزیک را در شکل می بینید.

منابع مناسب برای مطالعه بیشتر درباره مفهوم حرکت

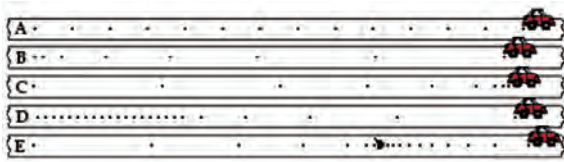
۲-۲ نمودار مسیر حرکت و مفهوم سرعت

● هدف

مفهوم نمودار مسیر حرکت برای فهم بهتر حرکت در این بخش با توضیح آورده شده است. نمودار مسیر حرکت در واقع موقعیت حرکت جسم را در نقاط مختلف نشان می‌دهد. این موقعیت می‌تواند به صورت شکل واقعی جسم و یا به صورت یک نقطه نمایش داده شود. در سراسر این فصل از مفهوم نمودار مسیر حرکت برای توضیح مفاهیم مختلف حرکت شناسی استفاده شده است.

● راهنمای تدریس

سعی کنید در ابتدای فصل نحوه ساخت نمودار مسیر حرکت را به هنرجویان آموزش دهید. در ادامه فصل برای تفهیم شتاب و حرکت یکنواخت از نمودار مسیر حرکت بیشتر بهره خواهیم برد. البته به دلیل نبودن امکانات عکاسی پیشرفته برای رسم نمودار مسیر حرکت می‌توان از رد پای افراد و حیوانات، رد تایر اتومبیل و سایر نشانه‌های طبیعی که اجسام در حرکت به جای می‌گذارند، نیز بهره برد. نمایش نقطه‌ای ساده‌ترین نوع نمودار مسیر حرکت است.



شکل ۲-۲ انواع نمودارهای مسیر حرکت برای خودرو



نرم افزار motion shot را از سایت‌های اینترنتی و فروشگاه‌های معروف آندروید و گوگل دریافت کنید



● تدریس پیشنهادی

فروشگاه آندروید گوگل^۱ و فروشگاه ایرانی آندروید (بازار) یک نرم افزار رایگان تحت عنوان Motion Shot ارائه کرده اند که قادر به تبدیل فیلم به نمودار مسیر حرکت است؛ به این صورت که از قسمتی از مسیر حرکت فیلم تهیه کرده و با استفاده از این نرم افزار نمودار مسیر حرکت تشکیل می شود. این کار در سه گام ساده انجام می شود. برای کسب اطلاعات بیشتر و تهیه این نرم افزار به فروشگاه آندروید گوگل و یا بازار مراجعه کنید.



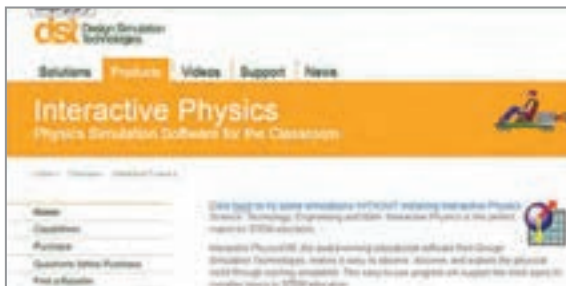
شکل ۲-۳ نمونه ای از خروجی های نرم افزار motionshot

آشنایی با نرم افزار Interactive Physics

همان طور که می دانید نرم افزارهای علمی یا کمپیاب هستند یا اینکه فقط به صورت تجاری قابل استفاده بوده و باید مبلغ زیادی را برای آنها پرداخت کنید. می خواهیم یک نرم افزار مفید و واقعا کاربردی را به شما معرفی کنیم. اسم کامل این نرم افزار Interactive Physics می باشد که به مخفف IP نوشته می شود. از این نرم افزار در مدارس و دانشگاه ها هم استفاده می شود و کاربرد اصلی آن تست و آزمایش قوانین فیزیکی به صورت عملی و مجازیست؛ به طوری که شما می توانید با آن، انواع اجسام را رسم کرده و آزمایش هایی مانند تعادل، جاذبه، عکس العمل، جابجایی توسط نیروها و غیره را انجام دهید و آنها را به صورت مجازی مشاهده کنید. این برنامه توسط بسیاری از مؤسسات و سایت های مهم مورد تأیید قرار گرفته و اکثر مردم آن را برای آزمایش های فیزیک ترجیح می دهند. دلیل موفقیت این نرم افزار سادگی آن در عین دقت و قدرت آن است که تمام کاربران، چه ساده و چه حرفه ای می توانند از آن استفاده کنند. این برنامه را می توان از روی لوح فشرده همراه با کتاب نصب کرد.



شکل ۲-۴ مواردی از کار نرم افزار IP

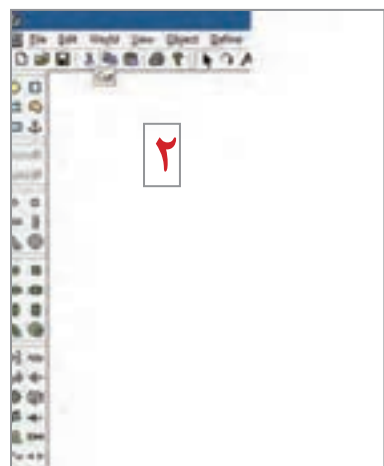
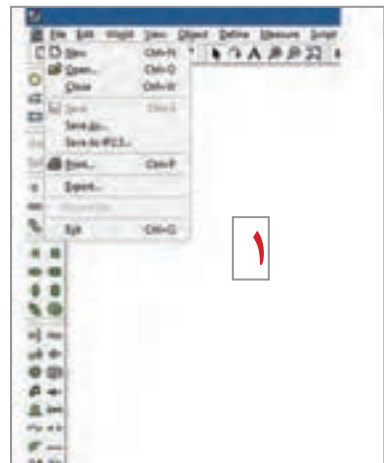


آدرس سایت شرکت سازنده نرم افزار

<http://www.designsinulation.com>

برای شروع، کارهای زیر را انجام دهید:

۱. بعد از باز شدن پنجره نرم افزار روی File کلیک کنید و New را انتخاب کنید تا محیط کار مهیا شود. ما در این قسمت از آموزش از قسمت Body استفاده می کنیم که آن را می توانید در سمت چپ صفحه پیدا کنید.
۲. حال برای ایجاد یک زمین در سمت چپ و در قسمت Body گزینه Rectangle یا همان مستطیل را انتخاب کنید و شکلی را مانند عکس زیر رسم کنید.
۳. بعد از رسم شکل باید در قسمت Body آیکونی را که شبیه لنگر و اسم آن Anchor است انتخاب کنید و روی شکل قبلی که رسم کرده اید، کلیک کنید تا زمین شما از جای خود تکان نخورد. حال زمین شما آماده است و می توانید یک آزمایش کوچک فیزیک را انجام دهید. ما برای مثال آزمایش نیروی جاذبه و جابجایی اجسام را امتحان می کنیم.
۴. برای این آزمایش ابتدا روی Circle یا دایره که در قسمت Body وجود دارد، کلیک کنید و بعد در بالای زمینی که در مرحله قبل رسم کرده اید، یک دایره بکشید.
۵. حال برای امتحان آزمایش، روی Run که یک فلش سبز رنگ در کنار آن قرار دارد، کلیک کنید تا آزمایش شما عملی شود. پس از کلیک می بینید که توپ شما به زمین نزدیک می شود. این نرم افزار امکانات دیگری مانند اجرای اسکریپت دارد که می توانید اسکریپت های آماده خود در این برنامه اجرا و ویرایش و ذخیره کنید. همچنین می توانید مدل های آماده را از اینترنت دانلود کنید و بر روی این نرم افزار اجرا و آزمایش کنید؛ البته باید یادتان باشد که فرمت این مدل ها باید IP باشد. برای دانلود و آشنایی ابتدایی این نرم افزار به این آدرس بروید.



<http://www.gooyait.com/۱۳۸۹/۰۲/۰۹/scientific-software-ip.html>

سرعت

● هدف

در این بخش برخلاف علوم نهم، تنها به واژه سرعت که دربرگیرنده جنبه نرده‌ای بودن سرعت و نیز جنبه برداری بودن آن است، اشاره شده است. در این بخش با معرفی مفهوم سرعت متوسط و لحظه‌ای پا را از علوم نهم فراتر گذاشته و مفهوم شیب نمودار مکان-زمان را نیز وارد تحلیل کرده‌ایم. در این قسمت تأکید بیشتری بر تحلیل سرعت از روی نمودار مکان-زمان داریم. در کتاب فیزیک هالیدی ویرایش دهم به خوبی تفاوت بین این دو واژه مشخص و توضیح داده شده است. البته ویرایش هشتم این کتاب به زبان فارسی ترجمه شده و ویرایش دهم تاکنون ترجمه نشده است.

● دانش پیش نیاز

در فصل چهارم کتاب علوم نهم مباحثی مانند سرعت و تندی به طور مختصر مطرح شده‌اند، و هنرجویان آشنایی کلی با این موضوع دارند. این کتاب با رویکردی متفاوت جنبه اسکالر بودن و برداری بودن کمیت سرعت را به طور جداگانه مورد بررسی قرار داده است از واژه تندی برای بیان مقدار سرعت و از واژه سرعت برای بیان برداری بودن این کمیت بهره گرفته شده است. در این کتاب تنها از یک واژه آن هم از واژه سرعت استفاده شده است.

برنامه سرعت را از فروشگاه اندروید گوگل دانلود کنید. این نرم‌افزار می‌تواند با استفاده از فناوری سنسچس از دور، سرعت حرکت شما را با دقت خوبی نمایش دهد.

شکل ۲-۵. قسمت‌هایی از کتاب علوم نهم با موضوع جابه‌جایی

معرفی دانشنامه: برای بررسی بسیاری از مفاهیم مطرح‌شده در این فصل می‌توانید از بخش فارسی دانشنامه آزاد ویکی‌پدیا بهره بگیرید.



شکل ۲-۵ قسمت‌هایی از کتاب علوم نهم
با موضوع جابه‌جایی

برنامه سرعت را از فروشگاه‌های معروف اندروید می‌توانید دریافت کنید. این نرم‌افزار با استفاده از فناوری سنسچس از دور، سرعت حرکت شما را با دقت خوبی نمایش دهد.

ویکی‌پدیا دانشنامه‌ای است همگانی و آزاد؛ بدین معنی که همه می‌توانند به نوشتن و ویرایش مطالب موجود در آن بپردازند. البته این نوشتارها و ویرایش‌ها باید مطابق با اساسنامه ویکی‌پدیا باشد؛ یعنی مطالب، بی‌طرفانه و بدون پایمال کردن حق نشر دیگران نوشته شده باشد. مدیریت بررسی نوشتارها توسط خود کاربران انجام می‌شود. کسانی که در امر تکمیل این پروژه بی‌پایان مشارکت می‌کنند، به هم‌زبانان خود یاری می‌رسانند تا در امر گردآوری بی‌همتاترین دانشنامه جهانی سهمی داشته باشند. دانشنامه ویکی‌پدیا همزمان به بسیاری از زبان‌ها نوشته می‌شود و همکاران آن، افرادی از سراسر جهانند و هرکسی می‌تواند به رشد آن کمک کند. این دانشنامه از زمان تولد تاکنون رشد بسیار سریعی داشته و بزرگ‌ترین وب‌گاه دانشنامه‌ای با بیش از ۸۰ میلیون بازدیدکننده در ماه است و بیش از ۹۰,۰۰۰ کاربر فعال دارد که بر روی بیش از ۱۸,۰۰۰,۰۰۰ مقاله به ۲۷۰ زبان کار می‌کنند. در ویکی‌پدیای فارسی تا این لحظه ۴۸۴,۹۹۴ مقاله وجود دارد و هر روز هزاران کاربر از این دانشنامه بازدید می‌کنند.



۲-۳ تعادل اجسام

● هدف

در این بخش هدف اصلی یادآوری مفاهیمی است که پیش از این هنرجو از نیرو آموخته است. مفاهیمی مثل نیرو، نیروسنج، واحد اندازه‌گیری نیرو و آثار نیرو در این بخش تکرار و عمق‌بخشی خواهند شد.

● دانش پیش نیاز

هنرجو با نیرو و مفاهیم مربوط به آن ناآشنا نیست؛ هم به دلیل ماهیت شاخه در حال تحصیل و هم به دلیل ملموس بودن مفهوم نیرو و هم اشاراتی که در کتاب نهم به این مفهوم شده است، می‌توان چنین گفت که پیش‌دانسته‌های لازم برای مفهوم نیرو در هنرجو وجود دارد. مفاهیمی مانند شتاب، جرم، هل‌دادن، کشیدن، برش و خم کردن و امثال اینها واژه‌هایی آشنایی برای هنرجو است. در کتاب علوم نهم به طور مختصر به برخی از مفاهیم نیرو اشاره شده است.





انواع دینامومتر (نیروسنج)



از بسته FORCE در نرم افزار PHET برای بررسی مفهوم تعادل استفاده کنید.



خلاصه‌ای از مطالب مربوط به قوانین حرکت در سایت رشد موجود است.

● راهنمای تدریس

برای تدریس این بخش و شروع فصل نیرو سعی نکنید تعریف خاصی از مفهوم نیرو ارائه دهید. چرا برای فهماندن مفهوم نیرو از تعریف استفاده کنیم؟ تشبیه و مثال بهترین راه برای فهماندن مفهوم نیروست. از هل دادن تا کشیدن اجسام گرفته تا برش و خم کردن آنها و شتاب دادن و کند کردن اجسام متحرک، همگی با اعمال نیرو امکان پذیر هستند. ابتدا مثال بیاورید و پس از آن از آثار نیرو بحث کنید؛ آثاری مانند تغییر در وضعیت ظاهر اجسام و یا وضعیت حرکت آنها. در پایان روی این موضوع تکیه کنید که در این فصل ما بر اثر نیرو روی حرکت اجسام تکیه خواهیم کرد.

به این موضوع تکیه کنید که در این فصل ما بر اثر نیرو روی حرکت اجسام تکیه خواهیم کرد.

● دانش افزایی

آشنایی با دینامومتر (نیروسنج) در صنعت: به طور کلی هر وسیله مکانیکی که بتواند کمیت‌هایی مثل نیرو را اندازه‌گیری کند، دینامومتر یا نیروسنج نامیده می‌شود. گشتاور و توان تولیدی موتور از مشخصه‌های مهم در بررسی یک موتور هستند. دینامومتر وسیله‌ای برای تست کردن دستگاه از لحاظ قدرت، گشتاور، مصرف انرژی و همچنین کنترل و تست استقامت است. قطعات دینامومتر رایج مورد استفاده در صنعت، دینامومتر موتور است که آن را به میل لنگ موتور وصل می‌کنند. دینامومتر پس از آن در سرعت زاویه‌ای متفاوت به موتور اعمال مقاومت و یا بار می‌کند. در این سیستم، دینامومتر به وسیله کوپلینگ به موتور اتصال پیدا می‌کند و موتور دینامومتر را به چرخش درمی‌آورد. این چرخش به یک اندازه‌گیر نیرو مقیاس متصل شده است.

● دانش افزایی

تعادل اجسام صلب: دید کلی درباره مفهوم واژه «تعادل» در میان عامه مردم با آنچه که در فیزیک مرسوم است، بی‌ارتباط نیست. در میان عامه مردم موقعیت هر چیز را که پایدار باشد، حالت تعادل گفته می‌شود. حتی در مورد رفتارهای انسان نیز این واژه استعمال می‌شود؛ مثلاً زمانی که فردی عصبانی و خشمگین می‌شود، اصطلاحاً می‌گویند فرد تعادل روحی خود را از دست داده است. در فیزیک نیز تقریباً تعادل به همین معنی اطلاق می‌شود؛ اما تعادل فیزیکی با شرایط خاصی احراز می‌شود و چون جسم صلب عمومی‌ترین شکل از اجسام می‌تواند باشد، لذا برای تشریح تعادل در حالت کلی تعادل جسم صلب مورد بحث قرار می‌گیرد.

جسم صلب: در حالت ایده‌آل واژه «صلب» بر جسمی اطلاق می‌شود که فاصله ذرات آن از یکدیگر ثابت باشد. هرچند این تعریف در مورد جسم صلب ایده‌آل، است، اما با تقریب در مورد تمام موارد عملی جسم صلب نیز به کار می‌رود.

شرایط تعادل جسم صلب: هر جسم صلب در صورتی در حال تعادل مکانیکی است که اگر از یک چارچوب مرجع لخت مشاهده شود، شتاب خطی و شتاب زاویه‌ای مرکز جرم آن نسبت به هر محور ثابتی در این چارچوب مرجع، صفر باشد. در اینجا لزومی ندارد جسم نسبت به ناظر در حالت سکون باشد، بلکه باید شتاب نداشته باشد. برای مثال مرکز جرم می‌تواند با سرعت ثابت حرکت کند و جسم حول یک محور ثابت با سرعت زاویه‌ای ثابت ω بچرخد. اگر چنانچه جسم واقعاً در حال سکون باشد، یعنی سرعت زاویه‌ای و سرعت خطی مرکز جرم آن صفر باشد، می‌گوییم جسم در حال تعادل ایستا است. البته لازم به ذکر است که محدودیت‌های مربوط به نیروها و گشتاور نیروها (صفر شدن شتاب زاویه‌ای و شتاب خطی)، چه تعادل ایستا باشد و چه نباشد، یکسان هستند.

۲-۳-۱ قانون اول نیوتن



● راهنمای تدریس

برای شروع تشریح قوانین نیوتن، عجله نکنید؛ از تاریخ و فلسفه علم کمک بگیرید، کمی از فلسفه ارسطو و آزمایش‌های گالیله صحبت کنید. این کار باعث طی شدن روند تاریخی می‌شود که موجب تدوین قوانین نیوتن شده است. قبل از شروع تدریس توصیه اکید می‌کنیم قدری درباره زندگی نامۀ نابغه فیزیک (ایزاک نیوتن) برای هنرجویان صحبت کنید. موارد جالبی در زندگی نیوتن هست که می‌تواند برای هنرجویان جذاب باشد. در دانشنامۀ ویکی‌پدیا به طور مفصل از این مرد بزرگ سخن گفته شده است. توضیحات خود را با لختی شروع کنید. درباره لختی و جرم و تفاوت آنها از هنرجویان نظرخواهی کنید. سپس به تشریح قانون اول نیوتن بپردازید. فعالیت‌های مناسبی در کتاب درسی طراحی شده است. از این فعالیت‌ها در فرایند تدریس بهره‌گیرید.

علت پرت شدن شما هنگام ترمز ناگهانی، لختی شماست. جسم شما همچنان مایل است به حرکت یکنواخت خود روی خط راست ادامه دهد. علت پرتاب ناگهانی شما به سمت عقب نیز لختی شماست.

فکر کنید

۲-۳-۲ حرکت یکنواخت

● هدف

ساده‌ترین حرکتی که می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد، حرکتی است که اندازه و جهت سرعت در آن تغییری پیدا نمی‌کند. در این بخش ضمن تعریف حرکت یکنواخت به بررسی معادله مکان-زمان آشنای آن یعنی خط راست می‌پردازیم.

● دانش پیش نیاز

آشنایی با معادله خط راست، شیب معادله خط راست، عرض از مبدأ و نمودار معادله خط راست برای یادگیری حرکت یکنواخت لازم است. هم دانشنامه رشد و هم کتاب‌های سال‌های متوسطه اول برای یادگیری بهتر این موضوع مناسب هستند. هنرجویان را به مطالعه مجدد این موضوع ترغیب کنید.

● راهنمای تدریس

به هنرآموزان محترم توصیه می‌شود شش حالت زیر را برای حرکت یکنواخت در نظر گرفته و برای هر شش حالت، نمودار مسیر حرکت و نمودار مکان-زمان را به طور کیفی رسم کنند، در این صورت تمام حالت‌های ممکن برای بررسی حرکت یکنواخت را در نظر گرفته‌اید. برای مطالعه بیشتر به کتاب سروی مراجعه کنید.

نرم‌افزار **Phet** در لوح فشرده همراه با کتاب موجود است، نسخه‌های به روز شده آن را از سایت زیر دانلود کنید:
[http:// www.phet.colorado.edu/fa](http://www.phet.colorado.edu/fa)



جهت کسب اطلاعات بیشتر به کتاب فیزیک دانشگاهی سروی مراجعه کنید.

۱. متحرک از مبدأ شروع به حرکت کرده و با سرعت ثابت به سمت راست حرکت می‌کند:

$$x_0 = 0, v > 0$$

۲. متحرک از مبدأ شروع به حرکت کرده و با سرعت ثابت به سمت چپ حرکت می‌کند:

$$x_0 = 0, v < 0$$

۳. متحرک از جایی سمت راست مبدأ شروع به حرکت می‌کند و به سمت راست می‌رود:

$$x_0 > 0, v > 0$$

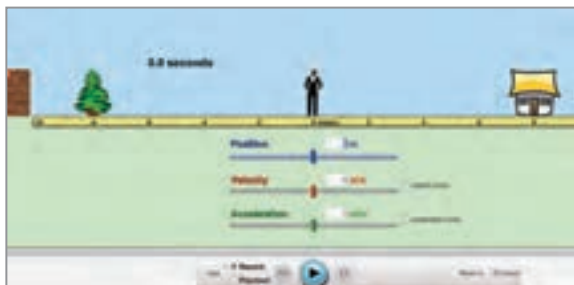
۴. متحرک از جایی در سمت راست مبدأ شروع به حرکت می‌کند و به سمت چپ می‌رود:

$$x_0 > 0, v < 0$$

۵. متحرک از جایی در سمت چپ مبدأ شروع به حرکت می‌کند و به سمت راست می‌رود:

$$x_0 < 0, v > 0$$

۶. متحرک در جایی سمت چپ مبدأ شروع به حرکت می‌کند و به سمت چپ می‌رود:



شکل ۲-۶ نرم افزار شبیه ساز تعاملی Phet



● تدریس پیشنهادی

آشنایی با نرم افزار **Phet**: شبیه سازی تعاملی Phet (شبیه ساز رشته های علوم پایه) ابزارهای تعاملی هستند برای ارائه مجموعه گسترده ای از شبیه سازی ها تا به کمک آنها بتوان نحوه تدریس و یادگیری دروس علوم پایه نظیر فیزیک، شیمی، زیست شناسی، زمین شناسی و ریاضی را بهبود بخشید. برای کمک به هنرجویان در درک بصری این مفاهیم علمی، شبیه سازی Phet با استفاده از شکل های گرافیکی و روش های کنترل شهودی مانند کلیک کردن و جابه جاکردن، جدول ها و دکمه های رادیویی، آنچه را که با چشم نمی توان مشاهده کرد به شکل متحرک شبیه سازی می کند. تمام شبیه سازی های Phet به رایگان از طریق تارنمای Phet در دسترس و به آسانی قابل استفاده بوده و می توانند در کلاس درس مورد استفاده قرار گیرند.

آنها در جاوا و فلش طراحی شده و با مرورگری که فلش و جاوا روی آن نصب شده قابل اجرا هستند. این نرم افزار نسخه فارسی هم دارد.

تصویر حرکت یکنواختی را نشان می دهد که به وسیله نرم افزار motion shot تهیه شده است.



شکل ۲-۷ حرکت یکنواخت هنرجو

تمرین کنید

هنرجویان نحوه تشکیل معادله خط راست را می‌دانند. کافی است با در دست داشتن مختصات دو نقطه از نمودار، معادله خط را که همان معادله مکان-زمان نیز هست بدست آورند.

$$\left. \begin{matrix} A(0, 125) \\ B(5, 0) \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{X - X_1}{t_r - t_1} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow \frac{X - 125}{t - 0} = \frac{0 - 125}{5 - 0}$$

با حل معادله بالا به صورت X بر حسب t ، معادله مکان-زمان بدست می‌آید:
 $X = -25t + 125$
 با جاگذاری مقدار $t = 8s$ روی خط کرسی در معادله مکان زمان مقدار مکان برابر 75 - متر بدست خواهد آمد.

فکر کنید

شیب منفی خط به معنی منفی بودن علامت سرعت و حرکت متحرک به سمت چپ است.
 شیب مثبت خط به معنی مثبت بودن علامت سرعت و حرکت متحرک به سمت راست است.

۲-۴ عدم تعادل اجسام

● هدف

همان‌طور که گفته شد، مفهوم شتاب برای هنرجو ناآشنا نیست. در این بخش، ضمن یادآوری مفاهیم آموخته شده، سعی شده است با استفاده از نمودار مسیر حرکت، تمایز دقیقی بین اجسام ساکن، اجسام با حرکت یکنواخت و حرکت شتاب‌دار صورت گیرد. نمودار مسیر حرکت ابزار مناسبی برای نشان دادن این تمایز است.

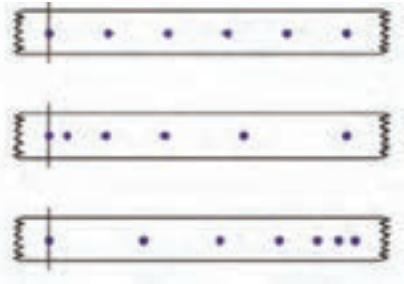
● دانش پیش نیاز

دانستن مفاهیمی همچون سرعت و تغییر یک متغیر، برای درک شتاب لازم است. هنرجو به طور مختصر در کتاب علوم نهم با این مفهوم آشنایی پیدا کرده است. حرکت‌های شتاب‌دار در اطراف هنرجو کم نیستند. مطالعه مجدد فصل چهارم کتاب علوم نهم توصیه می‌شود.



● راهنمای تدریس

مثال هایی از حرکت های تندشونده و کندشونده اجسام آماده کنید. توصیه می شود ابتدا نمودار مسیر حرکت را برای انواع مختلف حرکت روی تابلو رسم کنید: حرکت یکنواخت، حرکت شتاب دار تندشونده و حرکت شتاب دار کندشونده.



شکل ۲-۸ نمایش نقطه ای مسیر حرکت



از بسته **motion man** در نرم افزار **Phet** استفاده کنید و با تغییر اهرم های شتاب و سرعت، حرکت های شتاب دار مختلف را شبیه سازی کنید.

در صورت تمایل می توانید با بردن هنرجویان به حیاط هنرستان و استفاده از نرم افزار **motion shot** انواع حرکت را به کمک آنها خلق کرده و سپس تفاوت ها را در تصاویر به آنها نشان دهید یا اینکه از نمایش نقطه ای برای نشان دادن انواع حرکت استفاده کنید. البته در کتاب درسی نمایش نمودار مسیر حرکت وجود دارد. در تصویر انواع نمودارهای مسیر حرکت را می بینید. تصویر، حرکت تندشونده ای که به وسیله نرم افزار **motion shot** تهیه شده است را نمایش می دهد.

از بسته **motion man** در نرم افزار **Phet** استفاده کنید و با تغییر اهرم های شتاب و سرعت، حرکت های شتاب دار مختلف را شبیه سازی کنید.



شکل ۲-۹ حرکت تندشونده



برنامه شتاب‌سنج را از فروشگاه‌های معروف اندروید دریافت کنید

برای ایجاد حرکت‌های کندشونده و یا تندشونده می‌توانید از حرکت عمودی توپ به سمت پایین و یا به سمت بالا فیلم تهیه کنید. این کار را با توپ‌های تنیس انجام دهید، و در ارتفاع بیشتر از دو متر توپ را رها کنید تا تصویر تهیه‌شده کامل‌تر و واضح‌تر باشد.

شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای

هدف: در این قسمت مفهوم شتاب متوسط و لحظه‌ای مجدداً شرح داده می‌شود؛ ضمن اینکه با استفاده از نمودار مسیر حرکت، به تشریح شرایط سرعت و شتاب در حرکت‌های تندشونده و کندشونده می‌پردازیم.

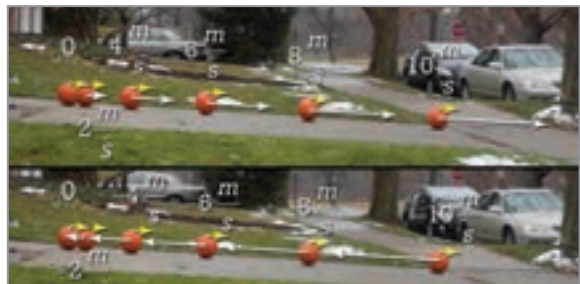
● دانش پیش نیاز

برای فهم بیشتر مفهوم شتاب لحظه‌ای و شتاب متوسط، آشنایی با نمودارهای سرعت-زمان و همچنین مفهوم سرعت کافی است. هنرجویان در سال نهم با شتاب متوسط و لحظه‌ای به طور ابتدایی آشنا شده‌اند، ولی به دلیل عدم آشنایی با نمودارهای مسیر حرکت به تندشونده و کندشونده بودن حرکت‌ها آشنایی زیادی ندارند.

برنامه شتاب‌سنج را از فروشگاه اندروید گوگل دریافت کنید.

● راهنمای تدریس

توصیه می‌شود در ابتدای این بخش که با قسمت‌های قبل هم پیوستگی دارد، مثال‌هایی از حرکت‌های تندشونده و کندشونده برای هنرجویان آماده کنید. از مفهوم نمودار مسیر حرکت برای نشان دادن تندشونده و یا کندشونده بودن حرکت استفاده کنید. هنرجویان در فصل اول با جمع و تفریق بردارها به خوبی آشنا شده‌اند. برای بدست آوردن جهت تغییر سرعت که با شتاب هم جهت است، از تفاضل بردارها بهره ببرید.



شکل ۲-۱۰ حرکت تندشونده و کند شونده

در شکل، حرکت اول تندشونده است، و مقدار بردار سرعت در حال افزایش است و تغییر سرعت با سرعت هم جهت بوده، و حرکت تندشونده است. حرکت دوم، کندشونده است و تغییرات سرعت با سرعت هم جهت نیست. بردارهای سفیدرنگ بردارهای سرعت هستند. بردارهای زردرنگ بردارهای تغییر سرعت بوده که با شتاب هم جهت هستند. توصیه می شود بیشتر وقت تدریس خود را در این بخش به تشریح همین نمودارهای مسیر حرکت اختصاص دهید. گوشی های هوشمند دارای شتاب سنج های قوی هستند. این گوشی ها هم قدرت تشخیص موقعیت و هم شتاب و سرعت دارند. نرم افزارهای متنوعی هم برای اندازه گیری سرعت و شتاب روی آنها نصب می شود. برای تعیین سرعت و شتاب خود، هنرجو و یا هر جسم دیگر از این گوشی های هوشمند و برنامه های موجود در آنها بهره ببرید.



۲-۴-۱ قانون دوم نیوتون

شاید مشهورترین رابطه در علوم پایه و مهندسی همین رابطه مشهور قانون دوم نیوتن باشد که شاهکار آیزاک نیوتن در توصیف طبیعت است. بهتر است برای تدریس این قانون، ابتدا به برداری بودن این رابطه اشاره کنید و اینکه F در این رابطه بردار برآیند نیروهای وارد بر جسم یا همان نیروی خالص است، و نیرو و شتاب همواره هم جهت هستند، زیرا مقدار جرم در مکانیک کلاسیک همواره مثبت است فهم این رابطه به مراتب بسیار مهم، کار سختی نیست؛ البته با دیدگاه دیگری هم می توانید نگاه کنید، همان گونه که در کتاب نوشته شده است.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

و این رابطه را نه با تأکید بر نیروی برآیند، بلکه با تأکید بر شتاب وارد بر جسم تشریح کنید.

حرکت با شتاب ثابت

هدف: یکی از انواع حرکت که هنرجویان در طبیعت اطراف خود بیشتر مواقع با آن سروکار دارند، حرکت هایی است که با شتاب ثابت رخ می دهد. در این بخش سعی شده ضمن معرفی این حرکت به روابط آن هم اشاره شده و هنرجو را با نحوه کار با آنها بیشتر آشنا کند. جهت کسب اطلاعات تکمیلی در خصوص حرکت با شتاب ثابت به کتاب فیزیک اوهانیان مراجعه کنید.



منبع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر



● دانش پیش نیاز

برای یادگیری بهتر این بخش، آشنایی کلی با چندجمله‌ای‌ها، نمودارهای خط راست، رابطه بین متغیرها در چندجمله‌ای، به مفهوم سرعت لحظه‌ای و متوسط، شتاب لحظه‌ای و متوسط، نمودار سرعت زمان و مکان-زمان الزامی به نظر می‌رسد. هنرجویان مهارت‌های ریاضی لازم برای کار با روابط شتاب ثابت را در دوره متوسطه اول به خوبی آموخته، و مفاهیم فیزیک را نیز در بخش‌های قبل یاد گرفته‌اند.

● راهنمای تدریس

پیشنهاد می‌شود تدریس خود درباره شتاب ثابت را به دو بخش تقسیم کنید. بخش اول تفهیم حرکت‌های شتاب ثابت تندشونده و کند شونده، مانند تشریح حرکت اتومبیل زمان شروع حرکت و افزایش سرعت و سپس حرکت کندشونده آن هنگام ترمز کردن. پس از درک کامل شرایط حرکت، به معرفی بخش دوم، یعنی روابط و شرایط استفاده از آن بپردازید. در این کار افراط نکنید. تمرکز زیاد روی این موضوع و حل مسئله از طریق روابط ضمن خستگی، باعث می‌شود هنرجو نوع حرکت و شرایط فیزیکی آن را فراموش کند. تنها روی روابط تکیه نکنید. سعی کنید بین مفاهیم و روابط تعادل ایجاد کنید. از مفهوم نمودار مسیر حرکت برای تشریح حالت‌های مختلف مثل شتاب گرفتن و ترمز کردن بهره ببرید. کتاب فیزیک مفهومی شامل مثال‌های خوبی برای تدریس بهتر این موضوع است.

● معرفی منبع برای تمرین بیشتر

فیزیک‌دان معروف، ریچارد فاینمن، در کتاب حتماً شوخی می‌کنید آقای فاینمن در بخش مربوط به تجربه‌های تدریس خود در برزیل می‌نویسد: «چیزی که در ابتدا باعث تعجب من شد این بود که متوجه شدم گرچه بچه‌ها از سال‌های اولیه تحصیل خود در مدرسه فیزیک می‌خوانند؛ این کشور تاکنون فیزیکدان برجسته‌ای نداشته است. ضمن تدریس متوجه شدم بچه‌ها مطالب فیزیک را حفظ می‌کنند، بدون اینکه معنی واقعی آن را بفهمند». اکنون در روش‌های آموزش پیشرفته، تأکید فراوانی بر آموزش مفهومی می‌شود. از دانش‌آموز می‌خواهند به جای حفظ کردن فرمول‌ها و عددگذاری در آنها، بیشتر به مفهوم مطالب درس و ارتباط آنها با محیط اطراف، توجه کند. ویراست دهم کتاب فیزیک مفهومی تألیف پل هیوئیت بدین منظور تدوین شده است. این کتاب از بخش‌های مکانیک، ویژگی‌های مواد، گرما، صوت، الکتریسته و مغناطیس، نور، فیزیک اتمی و هسته‌ای تشکیل شده است. علاوه بر مطالب درسی، کتاب دارای جعبه‌ها و مطالب کوتاهی درباره موضوعاتی نظیر کارت‌های اعتباری و قطارهایی است که به صورت مغناطیسی حرکت می‌کنند. همین‌طور جعبه‌هایی نیز در مورد



شبه علم، توان بلور، اثر دارونما، جستجوی آب با عصای جادویی، مغناطیس درمانی، امواج مغناطیسی اطراف خط‌های انتقال برق و هراس از پرتودهی به غذاها و انرژی هسته‌ای دارد. در پایان هر فصل کتاب، خلاصه اصطلاح‌ها، پرسش‌ها، محاسبه‌های یک مرحله‌ای، پروژه‌ها و تمرین‌ها آمده است.

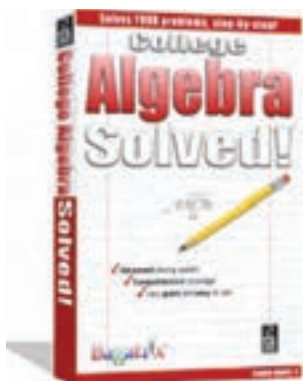


شکل ۲-۱۱ از درس نامه سایت کلاس فیزیک هم برای تدریس بهتر می‌توانید بهره ببرید

● دانش افزایی

توصیه می‌شود از نرم افزار Algebra Solved برای حل معادلات و رسم نمودارهایی که هنرجویان در حل و کشیدن آن ضعف دارند، استفاده کنید. این نرم افزار قادر است برخی مسائل جبری را حل کرده و بسیاری از نمودارها را رسم کند. کار با آن ساده است. این نرم افزار یک بسته آموزش ریاضی و محصول شرکت باگاتریکس است. این نرم افزار یک ماشین حساب جبری با ویژگی‌های جالب بوده و قادر به حل بسیاری از مسائل جبری از قبیل چهار عمل اصلی، کسرها، اعداد اعشاری و مثلثات، حل معادلات چند جمله‌ای، حل معادلات مثلثاتی و چندمعادله و چند مجهول است. استفاده از این نرم افزار برخلاف نرم افزارهای مشابه احتیاج به دانش برنامه نویسی ندارد و همانند نوشتن معادلات در دفتر مشق هنرجویان عمل می‌کند. محیط جذاب و سه بعدی و تعاملی آن از برجستگی‌های آن است. برای دانلود این نرم افزار به سایت زیر مراجعه کنید..

<http://college-algebra-solved.software.informer.com/download>



۲-۵ نیروهای کنش و واکنش

در نهایت قانون سوم نیوتن است که به قانون عمل و عکس‌العمل مشهور است. توصیه می‌شود هنگام تدریس این موضوع مواظب گفته‌های خود باشید. قانون سوم همواره با کج‌فهمی همراه است که در اینجا به دو مورد آن اشاره می‌کنیم:

الف) در برخی موارد مشاهده شده که هنجویان هر دو نیروی عمل و عکس‌العمل را بر یک جسم وارد می‌کنند و برآیند آن دو را صفر در نظر می‌گیرند. برای تشخیص این کج‌فهمی و رفع آن، مثال کشیدن کالسکه توسط اسب را مطرح کنید. ما این موضوع را در مسائل آخر فصل مطرح کرده‌ایم.

ب) در برخی موارد هنجویان به اشتباه فکر می‌کنند این دو نیرو باهم برابر نیستند؛ مثلاً نیرویی که زمین بر توپ در حال سقوط وارد می‌کند و یا تصادف یک خودرو با جرم زیاد (کامیون) با خودرو دیگر با جرم کم (سواری). در این موارد مشاهده شده که برخی هنجویان نیروهای عمل و عکس‌العمل را نامساوی فرض کرده‌اند. با مطرح کردن مسئله ۵ سعی شده جلوی این کج‌فهمی را بگیریم. شما هم می‌توانید با مثال‌های دیگر از بروز این قبیل کج‌فهمی‌ها جلوگیری کنید.

فکر کنید

هرگاه نیرویی به میز کار خود وارد می‌کنید، میز کار هم نیرویی به همان اندازه و در جهت مخالف به شما وارد خواهد کرد که باعث حرکت شما می‌شود، ولی چون جرم میز کار زیادتر است، شتاب کمتری می‌گیرد.

فکر کنید

یدک‌کش‌ها در حال کشیدن کشتی به سمت ساحل هستند؛ البته این کار را به گونه‌ای انجام می‌دهند که یکی از آنها در حال هل دادن و دیگری در حال کشیدن باشد.

فکر کنید

نیرویی که توپ به گلوله وارد می‌کند با نیرویی که گلوله به توپ وارد می‌کند، با هم برابر هستند؛ ولی جرم توپ چند ده برابر جرم گلوله است؛ بنابراین شتاب گلوله آن قدر بزرگ هست که دیده می‌شود، ولی شتاب توپ چندان بزرگ نیست.

۲-۶ معرفی نیروها

۲-۶-۱ نیروی گرانش و نیروی وزن

● هدف

در این بخش ضمن اشاره‌ای مختصر به نیروی جهانی گرانش، نیروی وزن را به عنوان حالت خاصی از نیروی گرانش معرفی می‌کنیم. البته تا حدودی به تأثیر شتاب گرانشی روی نیروی وزن هم متمرکز خواهیم شد، به طوری که به بررسی وزن اجسام در جاهای مختلف از جمله کره ماه و زمین خواهیم پرداخت.

● دانش پیش نیاز

برای درک موضوع نیروی وزن، دانستن مفاهیمی مثل جرم، شتاب، قانون دوم نیوتن و تا حدودی قانون گرانش لازم به نظر می‌رسد. این مفاهیم در فصل پنجم کتاب علوم نهم به طور مختصر بیان شده و برخی از آنها در همین فصل مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

● راهنمای تدریس

پیش از معرفی نیروی وزن به معرفی مختصر و توضیح کوتاه از نیروی گرانش بپردازید. نیروی وزن را حالت خاصی از نیروی گرانشی معرفی کنید. ضمن معرفی نیروی وزن دیدگاه عمومی درباره جرم و وزن را نیز مطرح کرده و از همان ابتدا تفاوت اساسی بین جرم و وزن را برای هنرجویان مشخص کنید. دیدگاه‌های آنها درباره جرم و وزن را جویا شوید و سپس در صورت وجود کج فهمی‌های احتمالی به تصحیح آن بپردازید. سپس به این نکته اشاره کنید که وزن به شتاب گرانشی هر نقطه از فضا وابسته است، جرم ثابت می‌ماند؛ ولی وزن اجسام با تغییر شتاب گرانشی تغییر می‌کند. مثال حل شده کتاب را می‌توانید برای سایر سیارات منظومه شمسی نیز حل کنید. جدول زیر مقدار شتاب گرانشی را برای سایر کرات منظومه شمسی نمایش می‌دهد



جدول ۲-۱ مقدار گرانشی در کرات مختلف

نام سیاره	مقدار شتاب گرانشی ($\frac{m}{s^2}$)
عطارد	۳/۷
زهره	۸/۸
مریخ	۳/۱۷
مشتری	۲۴/۷
زحل	۱۰/۴۴
اورانوس	۸/۸
نپتون	۱۱
پلوتون	۰/۶۴
ماه	۱/۶

می‌توانید حرکت اجسام مختلف را روی سیارات مختلف با استفاده از نرم‌افزار Phet برای هنرجویان نمایش دهید. این نرم‌افزار حرکت یک اسکیت‌باز را روی سیارات مختلف شبیه‌سازی کرده است. برای استفاده از این ویژگی به بسته Energy skate park مراجعه کنید و مقدار شتاب گرانشی محل آزمایش را تغییر دهید.

۲-۶-۲ نیروی عمودی تکیه‌گاه

● هدف

در این بخش سعی شده مفهوم نیروی عمودی تکیه‌گاه را که در زندگی روزمره هنرجون نقش اساسی دارد، معرفی کرده و کاربرد آن را برای وی پررنگ‌تر کنیم. همچنین ضمن معرفی ترازوهای فنری، به مفهوم وزن ظاهری هم اشاره شده است.

● دانش پیش‌نیاز

برای درک بهتر نیروی عمودی تکیه‌گاه آشنایی با قوانین دوم و سوم نیوتن، نیروی وزن، جمع بردارها ضروری به نظر می‌رسد.

● راهنمای تدریس

برای شروع تدریس این مبحث جلوی کلاس مستقیم بایستید و بگویید من به زمین تکیه زده‌ام، تکیه‌گاه من زمین است. کمی عقب‌تر بروید و به تابلو و یا دیوار تکیه‌بزنید و بگویید من الان به دیوار تکیه زده‌ام، بعد به سمت هنجریان اشاره کرده و بگویید شما هم اکنون به نیمکت‌ها تکیه‌زدید و مفهوم نیروی تکیه‌گاه را به همین سادگی برای هنجریان تشریح کنید. پریدن از بلندی یا از پله‌ها مثال خوبی برای نداشتن تکیه‌گاه است. از هنجریان بپرسید چرا وقتی از بلندی یا پله‌ها می‌پرید، احساسی متفاوت از زمانی که روی زمین هستید دارید. نیروی عمودی تکیه‌گاه یک نیروی تماسی است. این نیرو بر سطح تماس دو جسم عمود است. به اینفوگراف توجه کنید. اینفوگراف قصد دارد این مفهوم را القا کند که نیروی عمودی تکیه‌گاه بر سطح تماس همواره عمود است؛ حتی اگر سطوح از حالت افقی خارج شوند و شیب‌دار باشند. به هنجریان این نکته‌ها را یادآوری کنید. نیروی عمودی تکیه‌گاه بر محل تکیه‌زدن عمود است. پسوند عمودی به دلیل عمود بودن آن بر سطح تکیه‌گاه است، وگرنه می‌تواند افقی و یا زاویه‌دار نیز باشد. توجه کنید که نحوه بدست آوردن مقدار نیروی عمودی تکیه‌گاه در سطوح شیب‌دار مدنظر برنامه درسی این کتاب نیست. در ادامه درس، مثالی آسانسور را برای هنجریان بیاورید و درباره وزن ظاهری با آنها به بحث بنشینید؛ مثلاً چنین بیان کنید: اگر درون آسانسور قرار بگیرید، هنگام شروع حرکت، مثلاً حرکت از طبقه اول به پنجم، هنگام شروع حرکت تندشونده از طبقه اول احساس سنگینی زیر پای خود را حس می‌کنید و هنگام توقف در طبقه پنجم احساس سبکی به شما دست می‌دهد، ولی در طول مسیر که آسانسور یکنواخت حرکت می‌کند، چنین حسی ندارید.



تجربه کنید

الف) اگر به میز نیرویی وارد نکنید، میز هم نیرویی به شما وارد نخواهد کرد و نیروی عمودی تکیه‌گاه شما با نیروی وزن برابر خواهد بود و عدد نشان داده شده توسط ترازو با وزن شما برابر است:

$$N - W = 0 \rightarrow N = W$$

ب) اگر به میز به سمت پایین نیرو وارد کنید، میز هم به همان اندازه به سمت بالا به شما نیرو وارد خواهد کرد که باعث کاهش نیروی عمودی تکیه‌گاه و متعاقب آن، کاهش نیروی وزن نشان داده شده توسط ترازو می‌شوید:

$$N + F - W = 0 \rightarrow N = W - F$$

ج) اگر به سمت بالا به میز نیرو وارد کنید، میز به سمت پایین به شما نیرو وارد خواهد کرد. این کار باعث افزایش نیروی عمودی تکیه‌گاه و افزایش عدد وزن نشان داده شده توسط ترازو خواهد شد.

$$N - F' - W = 0 \rightarrow N = W + F'$$



۲-۶-۳ نیروی اصطکاک

● هدف

در این بخش ضمن معرفی نیروهای اصطکاک ایستایی، پیشینه ایستایی و اصطکاک جنبشی، روابط آنها و همچنین ضرایب اصطکاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این بخش به عواملی که بر اصطکاک اثر می‌گذارند، اشاره شده است و در پایان، هنرجو می‌تواند با استفاده از قوانین حرکت و انواع نیروهایی که در قسمت‌های قبل آموخته است، به حل مسائل ابتدایی مربوط به دینامیک بپردازد. مطالب این بخش و این فصل با توجه به سطح علمی هنرجویان انتخاب شده است.

● دانش پیش نیاز

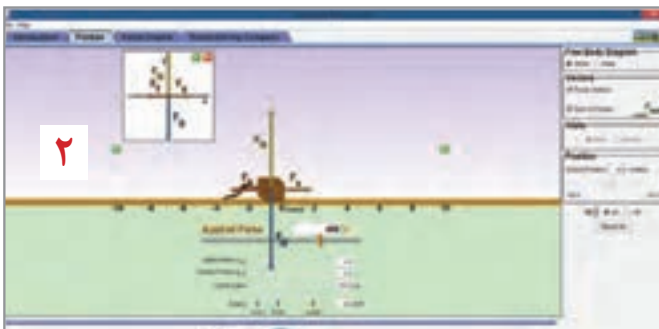
در کتاب علوم نهم اشاره کلی به مبحث اصطکاک شده، ولی در آنجا از مواجهه کردن هنرجو با هرگونه رابطه خودداری شده، و تنها به معرفی برخی کلیات پرداخته شده است، برای فهم بهتر نیروی اصطکاک، آشنایی با نیروهای وزن، نیروی عمودی تکیه‌گاه، قوانین دوم و سوم نیوتن و جبر بردارها الزامی به نظر می‌رسد.

● راهنمای تدریس

برای تدریس و تفهیم بهتر این مبحث بسته‌ای از نرم‌افزار Phet را به شما معرفی می‌کنیم. در این بسته تمامی مراحل حرکت شبیه‌سازی شده است. به جای کشیدن تصاویر و یا کاربرد کلمات برای تدریس از واقعیت شبیه‌سازی شده استفاده کنید. تمامی مراحل از قبیل ظاهر شدن اصطکاک ایستایی، رسیدن به اصطکاک بیشینه و حرکت در این بسته پیش‌بینی شده است. بسته *force and motion* را از نرم‌افزار Phet انتخاب کنید. قبل از هر چیز به معرفی قسمت‌های مختلف نرم‌افزار می‌پردازیم.

این نرم‌افزار اجازه تغییر متغیرهایی مانند ضریب اصطکاک ایستایی، ضریب اصطکاک جنبشی و نیروی وارد شده را می‌دهد. شکل ۱ را ببینید. پس از تنظیم جرم جسم و مقادیر اصطکاک ایستایی و جنبشی، مقداری نیرو به جسم وارد کنید.

همان‌گونه که در شکل ۲ می‌بینید، هر مقدار که نیرو برای حرکت دادن جعبه اعمال کردید، اصطکاک ایستایی هم به همان میزان ظاهر شده است. این موضوع را به هنرجویان یادآور شوید. آنقدر وارد کردن نیرو را ادامه دهید تا جسم در آستانه حرکت قرار گرفته و بیشترین اصطکاک ایستایی ظاهر شود.



و سر انجام پس از اعمال نیرویی بیش از نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه، جسم شروع به حرکت خواهد کرد و شاهد ظاهرشدن نیروی اصطکاک جنبشی خواهیم بود. در تمامی مراحل تدریس بالا توجه هنرجویان را به دو نمودار زیر جلب کنید و مرحله به مرحله درباره نیروهای وارد شده بر جسم از آنها نظرخواهی کرده و به بحث بنشینید. یکی از نقش‌های مهم اصطکاک در زندگی انسان، نقش مهمی است که در رانندگی یا دویدن دارد. فکر کنید ۷ به همین موضوع اشاره دارد.

فکر کنید

همان گونه که در شکل می‌بینید، نیروی اصطکاک همواره برای ایجاد تعادل لازم است، اگر وجود نداشته باشد، نیرویی که شما به زمین وارد می‌کنید باعث شتاب گرفتن و لیز خوردن شما خواهد شد.



پاسخ پرسش‌های پایان فصل

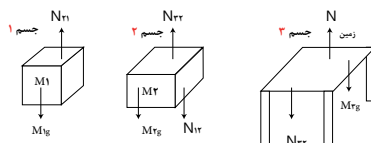
۱. الف) دوندۀ B سریع‌تر است چون شیب خط آن بزرگ‌تر است.

ب) دو دوندۀ به هم رسیده و از کنار هم عبور کرده‌اند.

۲. الف) در بازه‌های زمانی: صفر تا t_1 ، t_1 تا t_3 و t_3 تا t_4 در حال دور شدن از مبدأ

است. ب) دوبار در لحظات t_1 و t_3 ج) در جهت محورها بوده است.

۳.



$$۱- N_{11} = M_1 g \quad ۲- N_{rr} = M_2 g + N_{rr} \quad ۳- N_{زمین} = N_{rr} + M_3 g$$

$$۲- N_{rr} = N_{rr}$$

$$۱و۲ \Rightarrow N_{rr} = M_2 g + M_2 g = (M_2 + M_2) g$$

$$۲و۳ \Rightarrow N_{زمین} = (M_2 + M_2) g + M_3 g = (M_2 + M_2 + M_3) g$$

$$N_{زمین} > N_{۳۲} > N_{۱۲}$$

۴. نیروی وارد شده بر هردو طبق قانون دوم نیوتن باهم برابر است. این سؤال برای استخراج کج‌فهمی احتمالی هنرجویان در مورد قانون سوم نیوتن طرح شده است.

۵. نیروهای کنش و واکنش هم‌جنس و هم‌راستا و خلاف جهت هستند. به لحاظ اندازه هم با هم برابرند؛ ولی به یک جسم وارد نمی‌شوند که برآیند صفر داشته باشند.

پاسخ به مسئله‌های پایان فصل

۱. این مسئله مربوط به حرکت با سرعت ثابت است، اتومبیل اول (شما) را با شماره ۱ و اتومبیل دوم (دوستان) را با شماره ۲ نام‌گذاری می‌کنیم، مدت زمان مسافت برای هر دو را محاسبه کرده و پس از آن اختلاف زمان را محاسبه می‌کنیم. اختلاف زمان همان مدتی است که دوستان صبر کرده تا شما برسید.

$$\text{و برای مدت زمان انتظار خواهیم داشت: } V = \bar{V} = \frac{\Delta X}{\Delta t} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{\Delta X_1}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{\Delta X_1}{v_1} = \frac{50}{90} = \frac{5}{9} \text{ h} \\ v_2 = \frac{\Delta X_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{\Delta X_2}{v_2} = \frac{50}{90} = \frac{10}{19} \text{ h} \end{cases}$$

۲. حرکت با سرعت ثابت انجام می‌گیرد؛ پس می‌نویسیم:

$$\left. \begin{array}{l} x_0 = 250 \text{ m} \\ v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{array} \right\} \Rightarrow x = vt + x_0 = 5t + 250$$

$$x(60) = 5 \times 60 + 250 = 550 \text{ m} \quad (\text{ب})$$

$$\Delta X = x(60) - x(0) = 550 - 250 = 300 \text{ m} \quad (\text{پ})$$

۳. نمودار مسیر مربوط به حرکت یکنواخت است. فواصل زمانی یک‌دهم ثانیه و فواصل مکانی یک‌دهم متر است. کافی است دو نقطه متفاوت از حرکت را داشته باشیم تا معادله حرکت یکنواخت را بنویسیم:

$$\frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow \frac{X - 0}{t - 0} = \frac{0/5 - 0}{0/5 - 0} \Rightarrow x = t$$

بنابراین در ثانیه پنجم حرکت داریم: $x(5) = 5 \text{ m}$

۴. برای محاسبه نیروی خالص وارد بر خودرو ابتدا به محاسبه شتاب ثابت آن با استفاده از رابطه زیر می‌پردازیم:

و سپس از طریق قانون دوم نیوتن مقدار نیروی خالص وارد بر آن را محاسبه کنید.

$$F = ma \Rightarrow F = (873)(44/57) = 38909/16 \text{ N}$$

۵. نیروی بالابرنده هلیکوپتر به سمت بالا و نیروی وزن هلیکوپتر به سمت پایین است:

$$F - W = ma \rightarrow F = W + ma = mg + ma = 4500 \times 10 + 4500 \times 2 = 45000 + 9000 = 54000 \text{ N}$$

۶. وزن جسم از رابطه روبرو محاسبه می‌شود: $W = mg = 50 \times 10 = 500 \text{ N}$

ب) حداقل نیروی لازم برای حرکت جسم به اندازه بیشترین اصطکاک ایستایی است:

$$F_{Ty} \rightarrow 0 \text{ N} - W = 0 \rightarrow N = W = 500 \text{ N}$$

ج) اگر قرار باشد جسم با سرعت ثابت

حرکت کند، نیروی وارد شده بر آن باید با نیروی اصطکاک جنبشی برابر باشد:

$$F_k = \mu_s N = 0/25 \times 500 = 125 \text{ N}$$

د) از رابطه قانون دوم نیوتن خواهیم داشت: $F = ma = 50 \times 3 = 150 \text{ N}$

۷. ابتدا جرم مجموع قایق‌ران‌ها و قایق کانو را محاسبه می‌کنیم:

$$m = m_1 + m_r + m_r = 70 + 75 + m + 20 = 165 \text{ Kg}$$

سپس برابند نیروهای وارد بر قایق را محاسبه می‌کنیم. واکنش نیروهای قایق‌رانان به آب، به سمت جلو و نیروی اصطکاک (مقاوم) آب به سمت عقب است:

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3 = 400 + 420 - 380 = 440 \text{ N}$$

طبق قانون دوم خواهیم داشت:

$$a = \frac{F_T}{m} = \frac{440}{165} = 2.67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

پروژه عملی پایانی

برای انجام این پروژه به یک دوربین دیجیتال و یا گوشی مجهز به دوربین احتیاج دارید. اتومبیل را با سرعت یکنواخت حرکت دهید تا سرعت آن به مقدار تقریبی ۶۰ کیلومتر بر ساعت رسیده و در همین سرعت ترمز کنید. اگر از صحنه ترمز فیلم‌برداری شود، می‌توانید با تحلیل داده‌ها در نرم‌افزارهای VIDEO POINT و یا TRACKER حرکت ترمز را تحلیل کنید. نرم‌افزار قادر است شتاب ثابت حرکت را اندازه بگیرد. با داشتن مقدار شتاب می‌توانید مقدار نیروی اصطکاک جنبشی را محاسبه کنید. با مراجعه به کارت شناسایی ماشین جرم آن را به دست آورده و از طریق رابطه زیر به محاسبه تقریبی ضریب اصطکاک تایر و جاده بپردازید. نحوه کار نرم‌افزار VIDEO POINT در ادامه می‌آید.

$$\mu_k = \frac{f_k}{N} = \frac{ma}{W}$$

فصل ۳

حالت‌های ماده و فشار

خلاصه فصل

بیان اینکه شالوده مطالب این فصل و تقسیم‌بندی عنوان‌ها، مربوط به موضوع تراکم‌پذیری و تراکم‌ناپذیری ماده است، شاید اشاره مناسبی باشد؛ زیرا آنچه حالت‌های مختلف ماده و چگالی یک جسم را تعیین می‌کند ریشه در همین کلید واژه تراکم‌پذیری دارد. درجه آزادی مولکول‌ها و به دنبال آن میزان فشردگی، ما را به مفهوم چگالی می‌رساند و تفاوتی هم که در موضوع فشار حالت‌های جامد، مایع و گاز وجود دارد، در ادامه همین بحث تراکم‌پذیری است.

در این فصل با ملموس‌ترین پدیده‌هایی که آزمایش‌پذیر هم هستند، روبه‌رو هستیم و هنرجویان نیز در کتاب‌های علوم تجربی پایه هفتم و نهم با همه اصطلاحات فیزیکی این بخش آشنایی اولیه دارند.

بنابراین فرصت مناسبی است برای بهره‌وری از روش آموزشی فعال و پررنگ کردن نقش فراگیرنده تا او را در رسیدن به هدف که همان درک درست مفاهیم و کاربرد در زندگی روزمره است، یاری کنیم.

دانشته‌های پیشین

هنرجویان در فصل‌های دوم و سوم علوم تجربی پایه هفتم با حالت‌های مختلف ماده و چگالی و در فصل ششم علوم تجربی پایه نهم با مفهوم فشار، رابطه آن و تا حدودی با کاربردها و مثال‌های فشار آشنایی دارند.

واحد یادگیری	اجزای واحد یادگیری	مدت تدریس
۱	مقدمه ۱-۳ ۲-۳	۸۰ دقیقه
۲	۳-۳ ۴-۳	۸۰ دقیقه
۳	۵-۳ ۱-۵-۳ ۲-۵-۳	۸۰ دقیقه
۴	۳-۵-۳ ۴-۵-۳ ۵-۵-۳	۸۰ دقیقه
۵	پرسش‌ها و مسئله‌های پایان فصل	۸۰ دقیقه

اهداف فصل در حوزه یادگیری علوم

نگرش (ارزش)	مهارت	دانش
- رشد روحیه متفکرانه و کنجکاوانه نسبت به پدیده‌های اطراف	- به کار بستن اصول و قوانینی در ساخت بعضی ابزارهای مورد نیاز در زندگی روزمره	- شناخت بهتر حالت‌های مختلف ماده
- تقویت روحیه کار گروهی	- توانایی انجام برخی آزمایش‌های ساده و بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج آن	- درک درست رابطه جرم، حجم و چگالی
- با شناخت جهان اطراف، حالت‌های مختلف ماده و قوانین حاکم بر آنها، هدایت به سوی خالق هستی.	- تقویت مهارت در ایجاد رابطه با دیگران و شرکت در فعالیت‌های گروهی	- روابط فشار برای جامدات و شاره‌ها و تبدیلات مربوط
- توجه به عوامل مؤثر در فشار و به کارگیری این عوامل در زندگی روزمره		- درک اصل پاسکال و اینکه چرا فقط برای مایعات کاربرد دارد.

ایجاد انگیزه

عکس کوهنورد روی قله، در ابتدای فصل و مشاهده کپسول هوا و ماسک ویژه او نوعی اشاره به نقش مهم بحث فشار هوا است. علاوه بر پرسش‌های آغازین این فصل می‌توان برای ایجاد انگیزه بیشتر، پرسش‌ها و مثال‌های زیر را هم مطرح کرد.

تفاوت حالت‌های شیر، ماست و پنیر، تفاوت بخار آب غلیظ با حالت گازی (مثال‌هایی برای حالت‌های ماده)، بوی غذا در محیط (پدیده پخش)، پوشیدن کفش‌های خاص برای اسکی روی آب و چمن و برف، نکات حیاتی که غواصان باید رعایت کنند، ویژگی‌هایی که لباس ویژه فضانوردان در ارتباط با فشار باید داشته باشد و تجربه‌های شخصی همکاران برای هریک از عناوین این بخش، می‌تواند برای جلب توجه بیشتر هنرجویان مؤثر باشد.



۳-۱ حالت‌های مختلف ماده

● هدف

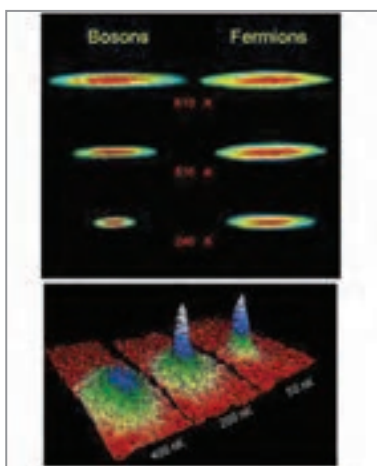
تفاوت حالت‌های جامد، مایع و گاز از روی فاصله مولکول‌ها
کارگروهی و ایجاد خلاقیت

● راهنمای تدریس

از هنرجویان می‌خواهیم چند جسم از محیط اطراف را نام ببرند و سپس آنها را روی تخته مرتب می‌کنیم. حال تقسیم‌بندی این مواد یا اجسام را بر عهده خود آنها می‌گذاریم تا آنها را براساس رفتار مولکول‌ها در سه گروه جامد، مایع و گاز (خمیری) قرار دهند و البته اگر مثالی از مواد پلاسمایی مطرح شود می‌توان آنها را به بحث فناوری حالت چهارم ماده هدایت کرد.

● دانش افزایی

حالت‌های دیگر برای مواد: علاوه بر چهار حالتی که در کتاب درسی مطرح کردیم، می‌توان دو حالت کشف شده در سال‌های اخیر را به عنوان حالت‌های پنجم و ششم ماده مطرح کرد، یعنی حالت مادهٔ چگال بوز اینیشتین که در سال ۱۹۹۵ کشف شد؛ و ذراتی به نام بوزون‌ها (Bosons) با سرد شدن در دماهای بسیار پایین پدید می‌آید. بوزون‌های سرد با در هم فرو رفتن و تشکیل ابر ذره‌ای، رفتاری بیشتر شبیه یک موج دارند تا ذره‌های معمول. ضمن اینکه مادهٔ چگال بوز اینیشتین، شکننده و سرعت عبور نور در آن بسیار کم است. حالت جدید دیگر، مادهٔ چگال فرمیونی (fermionic) است که با سرد کردن ابری از پانصد هزار اتم پتاسیم با جرم اتمی ۴۰، تا دمایی کمتر از یک میلیونیم درجه بالاتر از صفر مطلق پدید می‌آید.



تقسیم‌بندی دیگر برای جامدات

بر مبنای نوع ذرات سازنده و شیوهٔ اتصال‌شان، می‌توان آنها را در چهار نوع مولکولی، کووالانسی، یونی و فلزی طبقه‌بندی کرد که البته این طبقه‌بندی می‌تواند برای مواد دیگر غیر از جامد نیز باشد.

ضمن اینکه مواد جامد را می‌توان با توجه به ویژگی‌های آنها به ترتیب زیر نیز طبقه‌بندی کرد:

الف) فلزات و آلیاژها (ب) جامدات آلی (پلیمرها) (ج) سرامیک‌ها (د) کامپوزیت‌ها (در مهندسی مواد، کامپوزیت به موادی گفته می‌شود که از یک فاز زمینه، یعنی ماتریس و یک تقویت‌کننده با نام پرکننده تشکیل شده‌اند. به عبارتی یک ترکیب مایکروسکوپی دو یا چند مادهٔ مجزا که سطح مشترک مشخصی بین آنها وجود داشته باشد).

تدریس پیشنهادی

با توجه به اینکه برای جامد، حجم و شکل ثابت، برای مایع، حجم ثابت و شکل وابسته به ظرف و برای گاز، حجم و شکل متغیر داریم، می‌توان هنرجویان را با یک چالش روبه‌رو کرد به این ترتیب که از آنها بخواهیم مقداری شکر را در ظرف‌های با شکل‌های مختلف بریزند و از آنها پرسش شود با توجه به اینکه مقدارشکر موجود به شکل هر ظرف در آمده است، پس چرا شکر را در گروه جامدات قرار می‌دهیم.

پاسخ: در این تجربه عملی، باید توجه کرد، هر دانه شکر، باز هم شکل و حجم معین دارد.

فکر کنید

خمیرها در کدام گروه از حالت‌های مواد قرار می‌گیرند؟

پاسخ: با توجه به مثال‌های ذوب شدن کره و یا حالت خمیری به هنگام ذوب شیشه می‌توان هنرجویان را به بخش بیشتر بدانید ۳-۱-۳ مربوط به انواع جامدات ارجاع دهید.

فکر کنید

هدف: مقایسه تراکم‌پذیری مایع و گاز

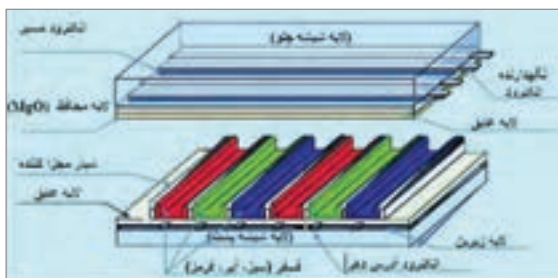
پاسخ: بطری محتوی آب با نیروی کم فشرده نمی‌شود، به دلیل اینکه آب مایع و تراکم‌ناپذیر است؛ اما بطری محتوی هوا به دلیل تراکم‌پذیری فشرده می‌شود.

● دانش افزایی

حالت پلاسما: حالت چهارم ماده، پلاسما، شبیه گاز است و از اتم‌هایی تشکیل شده که تمام یا تعدادی از الکترون‌های خود را از دست داده (یونیزه شده)، معمولاً بسیار گرم است و می‌توان آن را در میدان مغناطیسی به دام انداخت.

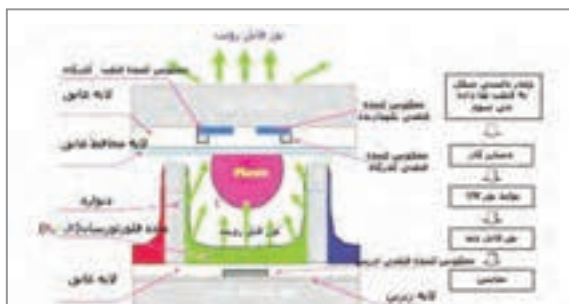
اما در تعریفی کلی از پلاسما باید گفت؛ پلاسما حالت چهارمی از ماده است که دانش امروزی نتوانسته آنها را مانند سه حالت دیگر قبول کند و مجبور شده آن را حالتی مستقلی به حساب آورد. (بنابراین عنوان حالت چهارم خیلی معتبر نیست.) این ماده با ماهیت محیط یونیزه، ترکیبی از یون‌های مثبت و الکترون با غلظت معین است. مقدار الکترون‌ها و یون‌های مثبت در محیط پلاسما تقریباً برابر است و حالت پلاسمای مواد، تقریباً حالت شبه‌خنثایی دارد. پدیده‌های طبیعی بسیاری از جمله آتش، خورشید، ستارگان و غیره در ردیف حالت پلاسمایی ماده قرار می‌گیرند.

پلازما شبیه به گاز بوده، ولی مرکب از ذرات باردار متحرکی به نام یون است. یون‌ها به شدت تحت تأثیر نیروهای الکتریکی و مغناطیسی قرار می‌گیرند. مواد طبیعی در حالت پلازما عبارت‌اند از: انواع شعله، بخش خارجی جو زمین، اتمسفر ستارگان، بسیاری از مواد موجود در فضای سحابی و بخشی از دم ستاره دنباله‌دار و شفق‌های قطبی شمالی که نمایش خیره‌کننده‌ای از حالت پلاسمایی ماده است که در میدان مغناطیسی جاری می‌شود. بد نیست بدانید دانش امروز، حالات دیگری، از جمله برهم کنش ضعیف و قوی هسته‌ای را نیز در تقسیم‌بندی‌ها به عنوان حالات جدید ماده معرفی می‌کند که از این حالات در توجیه خواص نوکلئون‌های هسته، نیروهای هسته‌ای، واکنش‌های هسته‌ای و در کل «فیزیک ذرات بنیادی» استفاده می‌شود.



پنل تلویزیون پلازما: پنل تلویزیون‌های پلازما، ال‌سی‌دی و ال‌ای‌دی تقریباً مشابه هستند. در پنل پلازما که فناوری قدیمی‌تر است، هر نقطه (Pixel) فسفر بسیار ریز است که با انوعی از گاز پر شده که از سه سلول به رنگ‌های اصلی تشکیل شده است و با عبور جریان الکتریکی مناسب، تصویری از هر کدام از این سلول‌ها ایجاد می‌شود و از نور تابش شده از هر رنگ و با تداخل آنها، رنگ‌های ترکیبی و اصلی تصویر تشکیل می‌شود.

حال آنکه در پنل ال‌سی‌دی که فناوری جدیدتر است، هر پیکسل از سه سلول با رنگ‌های اصلی و از جنس کریستال مایع تشکیل شده که پس از عبور جریان، هر سلول کریستال متناسب با جریان، پلاریزه شده و رنگ‌های تصویر را تشکیل می‌دهند؛ ولی به دلیل اینکه این سلول‌ها نوری از خود تابش نمی‌کنند با قرار دادن یک صفحه نورانی (LED Backlight) پشت پنل تصویر تشکیل می‌شود.



چاقوی پلاسما با استفاده از جریان سریع باریکه الکترونی با دمای پایین (پلاسمای سرد) کار می‌کنند که در حین کار با آنها دو عمل استریلیزاسیون و عمل لخته خون انجام می‌شود که در سال ۲۰۰۱ در مطالعات پزشکی برای اولین بار توسط نیکلاسوسلوف (Nicolay Suslov) به کار گرفته شد. هم‌اکنون برای برداشتن تومورهای سرطانی بدون اینکه بافت‌های سالم صدمه ببینند، به کارگیری چاقوی پلاسما یک راهکار مطلوب است.

تجربه کنید

هدف: مشاهده آزادی مولکول‌های گاز و مایع
پاسخ: با پخش جوهر در آب و پراکنده شدن افشانه خوشبوکننده و مشاهده بی‌نظمی پخش جوهر در آب و گسترده شدن تدریجی پخش افشانه در همه فضای اتاق می‌توان درجه آزادی مولکول‌ها در گاز و مایع را با یکدیگر مقایسه و به حرکت براونی نیز اشاره کرد.

۳-۲ مواد در مقیاس نانو

● هدف

آشنایی مقدماتی با علم نانو و کاربردهای رایج آن - کاربرد فناوری

● راهنمای تدریس

ابتدا می‌توان ضرورت فراگیری علم نانو را مطرح کرد و بیان اینکه اکثر کشورهای پیشرفته و یا در حال رشد (مثل ژاپن، تایوان و بعضی کشورهای اروپایی و ...) در تمام پایه‌های تحصیلی دوره ابتدایی و بعد از آن، آموزش نانو را در برنامه‌های درسی گنجانده‌اند و آن را به‌طور جدی دنبال می‌کنند.

در کشور ما هم اصلی‌ترین متولی آموزش این فناوری در حال حاضر ستاد ویژه فناوری نانو است که به‌منظور آشنایی با علوم و فناوری نانو و زمینه‌سازی برای تحقیق و پژوهش دانش‌آموزی، اقدام به تأسیس باشگاه نانو کرده است.



تحقیق کنید

هدف: بالابردن توجه هنرجویان به اینکه علم نانو می‌تواند یکی از رشته‌های شغلی آینده آنها باشد و اگر در تحقیق هر هنرجویی این ارتباط وجود داشت، بحث پیرامون آن در کلاس جدی گرفته شود.

● دانش افزایی

نانو و فناوری نانو

مقدمه: آموزش فناوری نانو در دوره متوسطه یکی از راه‌های مهم و هوشمندانه توسعه این فناوری جدید است. بسیاری از کشورها، برنامه نانو را در صدر کار خود قرار داده‌اند. در کشور عزیز ما هم در این زمینه گام‌هایی برداشته شده است و در حال حاضر رتبه تک‌رقمی برای بعضی شاخه‌های نانو در جهان داریم.

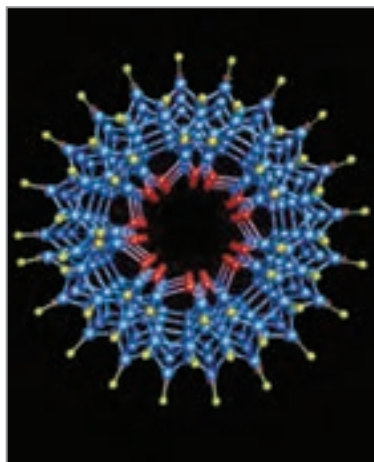
علم نانو و علوم مرتبط با آن چندان جدید نیستند؛ زیرا صدها سال است که شیمی‌دانان از تکنیک‌هایی در کار خود استفاده می‌کنند که بی‌شباهت به تکنیک‌های امروزی نانو نیست. پنجره‌های رنگارنگ کلیساهای قرون وسطی، شمشیرهای یافت‌شده در حفاری‌های سرزمین‌های مسلمانان، همگی گویای این مطلب هستند که بشر مدت‌هاست از برخی شگردهای این فناوری در بهینه کردن فرایندها و ساخت اشیای با کیفیت بهتر، بهره می‌برده است؛ اما تنها به دلیل پیشرفت کم فناوری و نبود امکانات امروزی، مانند میکروسکوپ نیروی اتمی، میکروسکوپ تونلی پیمایشی و ابزارهایی از این نوع، نتوانسته حوزه مشخصی برای این فناوری تعیین کند.

پیشینه نانو: اولین بار ریچارد فاینمن در سال ۱۹۵۹ طی سخنرانی خود، امکان راه‌اندازی فرایندی برای دستکاری اتم‌ها و مولکول‌ها با استفاده از ابزارهای دقیق را پیش‌بینی کرد و سبب شد تا افکار به سمت توسعه چنین امکانی متمایل شوند. در سال ۱۹۷۴، پروفسور نوریو تانگوشی، مدرس دانشگاه علوم توکیو، نخستین بار واژه

فناوری نانو را به کار گرفت. او در مقاله‌ای با نام مفهوم اساسی «فناوری نانو» اشاره می‌کند که فناوری نانو اساساً مجموعه‌ای از فرایندهای تفکیک، ادغام و تشکیل مواد در حد یک اتم یا یک مولکول است. علم کلوییدی پیش از همراه شدن با واژه نانو تکنولوژی برای نزدیک به یک قرن وجود داشته است. ابتدایی‌ترین مشاهدات و اندازه‌گیری بر روی نانو ذرات در طول دهه اول قرن بیستم توسط ریچارد آدولف زیگموندی، برنده جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۲۵ انجام شد. او با استفاده از **ultramicroscope** که قادر به مشاهده ذرات نانویی با ابعاد کمتر از طول موج ماده بود، مطالعات دقیقی بر روی ذرات طلا کلوییدی و نانوذرات دیگری با ابعاد زیر ۱۰ نانومتر انجام داد. زیگموندی همچنین اولین شخصی بود که واژه نانومتر را به‌طور واضح به عنوان مشخصه ابعاد ذره به کار برد.

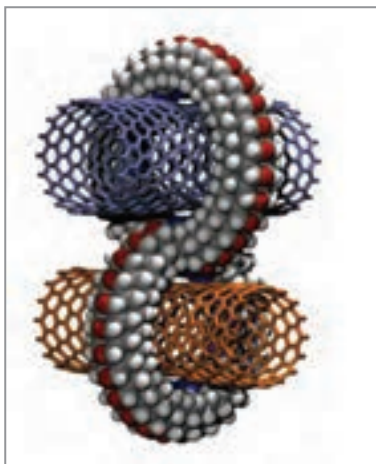


فناوری نانو و نانو علوم، در اوایل دهه ۱۹۸۰ با تولد علم کلاستر (خوشه) و اختراع میکروسکوپ تونل زنی پیمایشی (STM) آغاز به کار کرد و افق جدیدی را به دنیای مهیج و شگفت‌انگیز اتمی - مولکولی گشود (در سال ۱۹۸۱ روشی برای ساخت خوشه‌های فلزی ابداع شد و در سال ۱۹۸۵ این روش برای اولین بار در ساخت فولرین C₆₀ استفاده شد آشنایی با نانوذرات، دکتر سیم‌چی، انتشارات دانشگاه شریف) این توسعه، سبب کشف فولرین در سال ۱۹۸۶ و نانو لوله‌های کربنی طی چند سال بعد شد. تحول دیگر این فناوری مربوط به ساخت نانو بلورهای نیمه‌هادی بود که منجر به افزایش شدید تعداد نانو ذرات اکسید فلزی نقاط کوانتوم شد. میکروسکوپ نیروی اتمی، ۵ سال بعد از میکروسکوپ تونل زنی پیمایشی اختراع شد تا با کمک آن بتوان اتم‌ها را بررسی کرد.



کاربرد: فناوری نانو یک زمینه بین‌رشته‌ای است که در محدوده علوم کاربردی مختلفی، نظیر فیزیک، مواد، الکترونیک، مکانیک، علم پزشکی و غیره وارد شده است. فناوری نانو، خود به تنهایی یک علم نیست؛ بلکه با استفاده از آن می‌توان به کاربردی کردن علوم مختلف کمک کرد. فناوری نانو به سه صورت تعریف می‌شود:

- ۱- ساختارهایی با متوسط ابعاد بین یک تک اتم و به اصطلاح مواد توده (bulk)
 - ۲- با کمک فناوری نانو ساختارهایی نانویی را می‌توان خلق کرد که خصوصیات آنها با ساختارهای ماکروسکوپی همان مواد متفاوت است.
 - ۳- با کمک فناوری نانو می‌توان خصوصیات مواد را در مقیاس اتمی و مولکولی کنترل کرد. زمانی که مواد در مقیاس نانو مطالعه و بررسی می‌شوند، واکنش‌ها و رفتارهای اتم‌ها در مقایسه با حالتی که مطالعه در سطح مولکولی انجام می‌شوند، کاملاً متفاوت است؛ زیرا در این قلمرو خصوصیات فیزیکی مواد تغییر می‌کند. در اصل این پدیده مبتنی بر دو اثر غالب است: اثرات کوانتومی و یک اثر ساده فیزیکی دیگر یعنی، نسبت مساحت سطح به حجم در این نوع ماده. این درست مانند این است که توپی را در محفظه‌ای بیندازید و توپ دیگری را از آن محفظه بیرون آورید! تفاوت در قلمرو نانو به اندازه‌ای است که حتی رنگ، نقطه ذوب، خصوصیات شیمیایی و ... مواد در این اندازه‌ها حتی در مقایسه با مقیاس مایکروسکوپی کاملاً متفاوت است.
- در فناوری نانو، برای ساخت، دو روش در نظر گرفته می‌شود: روش ساخت پایین به بالا و روش ساخت بالا به پایین. در روش ساخت پایین به بالا، وسایل و مواد از سطح مولکولی بر اساس اصول شیمی مولکولی ساخته می‌شوند. درست مانند یک دیوار که از روی هم گذاشتن آجر به آجر ساخته می‌شود. در روش ساخت بالا به پایین، اشیای نانویی بدون کنترل اتمی در مقادیر بزرگ‌تر ساخته می‌شوند. به این طریق که در ساخت آنها از تجهیزات پیشرفته این فناوری مانند میکروسکوپ اتمی و میکروسکوپ تونلی پیمایشی استفاده می‌شود، به بیان دیگر، با برش زدن و یا قطعه قطعه کردن ماده به صورت پی‌درپی برای رسیدن به ذره با ابعاد نانو تلاش می‌شود.



امروزه فناوری نانو، در ساخت پلیمرهایی با ساختار مولکولی و طراحی تراشه‌های کامپیوتری کاربرد دارد. همچنین از این فناوری در ساخت مواد آرایشی، انواع پوشش‌ها و روکش‌های محافظتی و لباس‌های مقاوم نیز استفاده می‌شود.

به کمک فناوری نانو می‌توانیم کیفیت تمامی اشیایی را افزایش دهیم که معمولاً به‌طور دائم از آنها استفاده می‌کنیم، می‌توانیم آنها را ضدلک و ضدچرک و ضدآب کنیم. در عین اینکه آنها قابلیت سخت و مقاوم شدن دارند، آنها را سبک و ارزان کنیم. همچنین می‌توانیم کالاهای جدید بسیاری تولید کنیم. می‌توانیم نانولوله‌های کربنی بسازیم و با آنها به فضا برویم. با فناوری نانو می‌توان آزمایشگاه‌های بزرگ را بر روی تراشه‌های کوچک جا داد و از جمله تغییرات شیمیایی که بر اثر کوچک شدن ذرات تا اندازه نانومتری به وجود می‌آید عبارت‌اند از:

(الف) تغییر رنگ: حتماً بارها خرده‌های یک شیشه شکسته شده را دیده‌اید. ذرات حاصل از شکستن یک شیشه هرچه‌قدر هم که کوچک باشند، باز به بی‌رنگی و شفافیت شیشه اولیه هستند. اما این قاعده در مقیاس نانو صادق نیست، یعنی موادی وجود دارند که رنگ ذرات چند نانومتری آنها، با رنگ ذرات بزرگ‌ترشان متفاوت است. طلا و نقره، شناخته‌شده‌ترین نمونه‌های این مواد هستند. این پدیده در دنیای ماکرومقیاس ما یک اتفاق غیر معمول است؛ برای مثال اتم طلا در اندازه ۳۰ تا ۵۰۰ نانومتر به رنگ آبی، در اندازه ۳ تا ۳۰ نانومتر به رنگ قرمز و در اندازه کمتر از ۱ نانومتر به رنگ زرد است.

(ب) تغییر شفافیت: شفافیت، یک خاصیت فیزیکی بوده و نشان‌دهنده میزان توانایی یک ماده در عبور دادن نور مرئی از خود است. یک پرتو نور در برخورد با سطح ماده می‌تواند از آن عبور کند یا جذب آن گردد یا بازتاب شود. اگر ماده‌ای پرتوهای نور را جذب کند و یا آنها را بازتاب کند، نور را مسدود کرده است. مواد مختلف بسته به عملکردشان در برابر تابش نور، می‌توانند کاربردهای فراوانی داشته باشند. برای مثال اکسید روی و اکسید تیتانیوم نور ماورای بنفش را کاملاً جذب می‌کنند و نور مرئی را بازتاب می‌کنند. این مواد که به رنگ سفید دیده می‌شوند، گزینه‌های بسیار مناسبی برای کرم‌های ضدآفتاب هستند. البته افراد بسیاری، رنگ سفیدی را که این کرم‌ها بر روی پوست ایجاد می‌کنند، دوست ندارند. خوشبختانه این مشکل را می‌توان با کوچک کردن اندازه ذرات این مواد حل کرد.

(ج) تغییر خواص مغناطیسی: کمی براده آهن را در یک لیوان آب ریخته و آن را خوب هم بزنید. قبل از اینکه براده‌ها ته‌نشین شوند، یک آهنربا را به لیوان نزدیک کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا مخلوط آب و براده نسبت به میدان مغناطیسی آهنربا عکس‌العملی نشان می‌دهد؟ اگر این آزمایش را خوب انجام داده باشید، بهترین نتیجه، جذب براده به وسیله آهنربا است؛ اما اگر همین آزمایش را با ذرات نانومتری آهن یا (کبالت) تکرار کنیم، نتیجه متفاوت خواهد بود.

سیال مغناطیسی (فروفلوید)، مایعی است متشکل از نانوذرات فرومغناطیس (مانند آهن و کبالت) که در آب یا یک حلال آلی معلق شده‌اند. این مایع در حضور یک آهنربا

(میدان مغناطیسی) خاصیت مغناطیسی بسیار قوی از خود نشان می‌دهد، به نحوی که با حرکت آهنربا در اطراف این مایع می‌توان آن را به شکل‌های سه‌بعدی زیبایی درآورد. البته این سیال تا زمانی از خود چنین خاصیتی نشان می‌دهد، که ذرات نانومتری آن تحت نیروهای بین‌مولکولی به یکدیگر نچسبند.

د) تغییر واکنش پذیری:

واکنش پذیری مواد در مقیاس نانو افزایش چشمگیری دارد. در این مقیاس ذرات طلا نه تنها واکنش پذیری بالایی دارند، بلکه برای افزایش سرعت واکنش مواد دیگر (به عنوان کاتالیزگر) نیز استفاده می‌شوند. نانو ذرات آلومینیوم در هوا آتش می‌گیرند و می‌توان از آنها به عنوان سوخت موشک استفاده کرد.

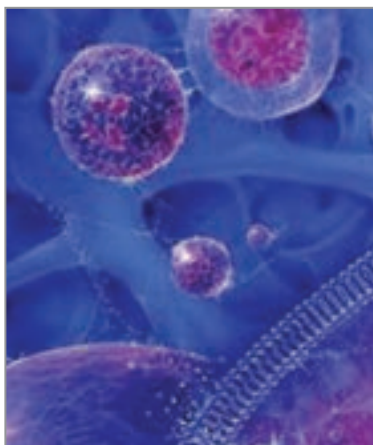
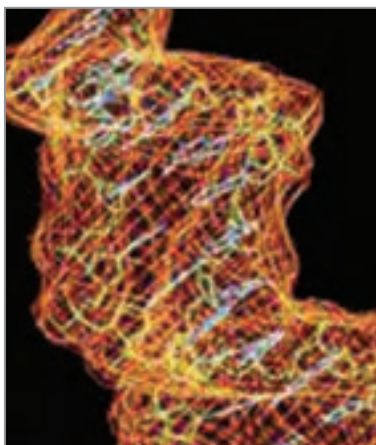
شاخه‌های فناوری نانو

فناوری نانو در حیطه‌های گسترده و متنوعی کاربرد دارد. برای مطالعه آسان تر نانو فناوری، آن را به شاخه‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌کنیم و هریک از شاخه‌ها جداگانه مورد بررسی قرار می‌دهیم. از جمله شاخه‌های مهم فناوری نانو می‌توان به نانوتکنولوژی مرطوب، نانوتکنولوژی خشک و نانوتکنولوژی محاسبه‌ای اشاره کرد.

۱- نانوتکنولوژی مرطوب: شاخه‌ای از علم نانو است که به مطالعه سیستم‌های زنده، که اساساً در محیط‌های آبی وجود دارند، می‌پردازد.

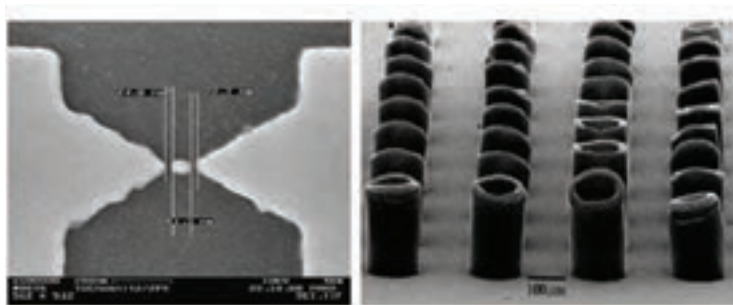
در نانوتکنولوژی خشک که از علوم فیزیک و شیمی مشتق می‌شود، تشکیل ساختارهای کربنی، سیلیکون و مواد غیر آلی و فلزی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. چنانچه انجام برخی آزمایش‌های نانویی در آزمایشگاه و با تجهیزات موجود ممکن نباشد و یا از نظر هزینه مقرون به صرفه نباشد، در نانوتکنولوژی محاسبه‌ای، با استفاده از شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای، فرایندها و واکنش‌های بین اتم‌های مورد نظر را بررسی و مطالعه می‌کنند.

۲- نانوتکنولوژی خشک: این شاخه از علوم پایه شیمی و فیزیک مشتق می‌شود و به مطالعه تشکیل ساختارهای کربنی، سیلیکون و مواد غیر آلی و فلزی می‌پردازد. نکته قابل توجه این است که الکترون‌های آزاد که در فناوری مرطوب موجب انتقال مواد و

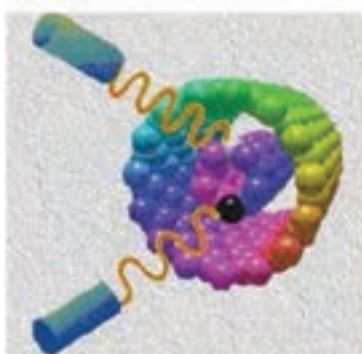


انجام واکنش‌ها می‌شوند، در فناوری خشک خصوصیات فیزیکی ماده را پدید می‌آورند. در نانوتکنولوژی خشک، کاربرد مواد نانویی در الکترونیک، مغناطیس و ابزارهای نوری مورد مطالعه قرار می‌گیرد؛ برای مثال طراحی و ساخت میکروسکوپ‌هایی که بتوان با استفاده از آنها مواد را در ابعاد نانومتر دید.

۳- نانوتکنولوژی محاسبه‌ای: در بسیاری از مواقع، ابزار آزمایشگاهی موجود برای انجام برخی از آزمایش‌ها در مقیاس نانومتر مناسب نیستند و یا آنکه انجام این آزمایش‌ها بسیار گران تمام می‌شود. در این حالت از رایانه‌ها برای شبیه‌سازی فرایندها و واکنش‌های اتم‌ها و مولکول‌ها استفاده می‌شود. شناختی که به وسیله محاسبه به دست می‌آید، باعث می‌شود زمان لازم برای پیشرفت نانوتکنولوژی خشک به طور محسوسی کاهش یابد و البته تأثیر مهمی در نانوتکنولوژی مرطوب نیز خواهد داشت.



شکل ۳-۱ نانولوله‌های کربنی (راست) و نانوترانزیستورها (چپ)، دو نمونه از تحقیقات در نانوفناوری خشک



شکل ۳-۲ نانوپرچ‌دنده‌ها (راست) و نانوموتورها (چپ) از نانو ساختارهایی هستند که با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای اطلاعات زیادی دربارهٔ آنها داریم، اما این وسایل هنوز در عمل مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.

۳-۳ چکالی

● هدف

توجه به اینکه جرم و حجم هیچ کدام به تنهایی نمی توانند مقدار ماده موجود در یک جسم را برای ما معلوم کنند و نیاز به استفاده از کمیت چگالی است.

- ایجاد تفکر منطقی، تفکر انتقادی، کار تیمی

● راهنمای تدریس

شروع بحث می، تواند یا پرسش، زیر باشد:

اگر چند مایع با غلظت (جگالی) متفاوت را در یک ظرف بریزیم، چه اتفاقی می افتد؟!

تدریس پیشنهادی

در لیوانی مشابه شکل لیوان رنگ‌ها چند مایع با چگالی‌های متفاوت می‌ریزیم. این مایعات می‌توانند شربت آلبالو، گلیسرین، آب، الکل طبی و روغن ذرت باشند که به هر کدام از آنها می‌توان یک رنگ خواهم اضافه کرد.

با انجام این آزمایش در کلاس، هنرجویان مشاهده خواهند کرد که این مایع‌ها در ارتفاع‌های متفاوتی نسبت به هم در لیوان یا پارچ شیشه‌ای قرار می‌گیرند و شاید با انتخاب رنگ غذای مناسب برای هر کدام رنگین‌کمانه را ایجاد کرد.

البته آزمایش‌های تجربه کنید ۲-۳ و یا آزمایش مربوط به شکل ۳-۷ الف کتاب، هم‌زمان با تدریس در کلاس می‌تواند جذابیت بیشتری برای این بحث ایجاد کند.





این غذا را با سبزیجات تازه و میوه‌های فصلی آماده کنید.

این غذا را با سبزیجات تازه و میوه‌های فصلی آماده کنید.

نکته: این غذا را با سبزیجات تازه و میوه‌های فصلی آماده کنید.

نکته: این غذا را با سبزیجات تازه و میوه‌های فصلی آماده کنید.

تاریخچه

این آزمایش به نام «آزمایش اوری» نامیده می‌شود و به افتخار دانشمند آلمانی «هانری اوری» نامیده شده است.

هدف

هدف از این آزمایش، بررسی تغییرات در دما و فشار است.

مواد لازم

1. یک ظرف شیشه‌ای بزرگ
2. یک ظرف پلاستیکی کوچکتر
3. آب سرد
4. آب گرم
5. یک ترمومتر
6. یک فشارسنج

روش کار

1. ظرف پلاستیکی را با آب سرد پر کنید.
2. ظرف شیشه‌ای را با آب گرم پر کنید.
3. ظرف پلاستیکی را در ظرف شیشه‌ای قرار دهید.
4. دما و فشار را در هر 5 دقیقه اندازه بگیرید.
5. نتایج را ثبت کنید.

نتایج

در این آزمایش، مشاهده شد که دما و فشار در طول زمان تغییر می‌کند. این تغییرات به دلیل انتقال انرژی بین آب سرد و آب گرم است.

نتیجه‌گیری

این آزمایش نشان می‌دهد که دما و فشار در یک سیستم بسته، به دلیل انتقال انرژی، تغییر می‌کند.



فکر کنید

هدف: مشاهده نقش چگالی در سبکی و سنگینی اجسام
پاسخ: در آب معمولی تخم مرغ سالم ته نشین می شود. حال وقتی به تدریج آب ظرف را شور می کنیم، چگالی آب شور بیشتر از چگالی تخم مرغ شده و همین امر باعث می شود تخم مرغ با شور تر شدن آب شناور شود.

توجه کنید

بیشتر بدانید اشاره به چگالی مخلوط یا آلیاژ با این منظور بوده تا به همکاران عزیز تأکید شود مسائل اضافی چگالی که در کلاس مطرح می شوند، شامل مواردی با کاربرد رابطه مخلوط یا آلیاژ نباشند.

فکر کنید

هدف: توجه به چگالی مایعات حیاتی مثل خون و آب
پاسخ: به هنگام ورزش غلظت و چگالی خون بالا می رود و میزان اختلاف چگالی مایع خون با آب زیاد می شود و به همین دلیل آب نوشیده شده نمی تواند به راحتی جذب خون شود، اما چگالی نوشیدنی های معدنی ویژه، نزدیک به چگالی خون هستند و راحت تر جذب می شوند.

فکر کنید

هدف: توجه به اهمیت مقدار چگالی مواد در آزمایش های تشخیص طبی
پاسخ: در هر دسی لیتر از خون ناشتای شخص ۸۷ میلی گرم قند وجود دارد.



تمرین کنید

جرم مکعبی به ضلع 10 cm برابر 9 kg است. اگر چگالی ماده آن برابر با 10 g/cm^3 باشد، تعیین کنید آیا درون این مکعب حفره وجود دارد یا خیر و اگر هست، حجم آن چند سانتی متر مکعب است؟

پاسخ:

اگر چگالی مکعب و چگالی ماده آن با هم برابر باشند، مکعب تو پر و در غیر این صورت حفره دار است.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{9}{(10/1)^3} = 9000 \text{ kg/m}^3 = 9 \text{ g/cm}^3$$

پس مکعب تو خالی است.

$$\Delta V = 10^3 - 9 \times 10^2 = 100 \text{ cm}^3$$

حجم حفره

$$V_1 = \frac{m}{\rho_1} = \frac{9000}{10} = 9 \times 10^2 \text{ cm}^3$$

تمرین کنید

پاسخ:

$$\rho = 250 \text{ kg/m}^3 = 0.25 \text{ g/cm}^3$$

(الف)

$$\rho = 8900 \text{ kg/cm}^3 = 8.9 \text{ g/cm}^3$$

(ب)

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{1/0}{250} = 0.0040 \text{ m}^3$$

(پ)

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{1/0}{8900} = 0.0001 \text{ m}^3$$

$$m_1 = \rho_1 V_1 = 250 \times 1/0 \times 10^{-6} = 2/5 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$m_2 = \rho_2 V_2 = 8900 \times 1/0 \times 10^{-6} = 89 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

تمرین کنید

پاسخ:

(الف)

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{24/2 \text{ kg}}{2350} = 0.010987 \text{ m}^3 = 10.978 \text{ dm}^3$$

(ب)

$$m_{\text{چدن}} = \rho_{\text{چدن}} V_{\text{بوته}} = 6800 \times 0.010987 = 74.69 \text{ kg}$$

(پ)

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{24/2}{2700} = 0.00896 \text{ m}^3 = 8960 \text{ cm}^3$$

● دانش افزایی

روش های چگالی سنجی:

۱- روش پیکنومتر: با این روش می توان چگالی هر سه حالت جامد، مایع و گاز را به وسیله پیکنومتر اندازه گیری کرد. (هیدرومتر فقط برای اندازه گیری مایعات مورد استفاده قرار می گیرد.) مطابق شکل، پیکنومتر ظرفی شیشه ای است که حجم آن روی ظرف نوشته شده و لازم است با اندازه گیری دو مرحله ای جرم پیکنومتر خالی و پر و تفاضل این مقادیر از هم، جرم ماده مورد نظر و سپس با دقت زیاد چگالی اش را محاسبه کرد.

در پیکنومترهای ویژه چگالی گازها (شکل ب) ابتدا در پیکنومتر خلأ ایجاد می کنیم و سپس گاز مورد نظر را به درون آن هدایت می کنیم و مانند روش قبل چگالی گاز را به دست می آوریم.



الف) پیکنومتر معمولی

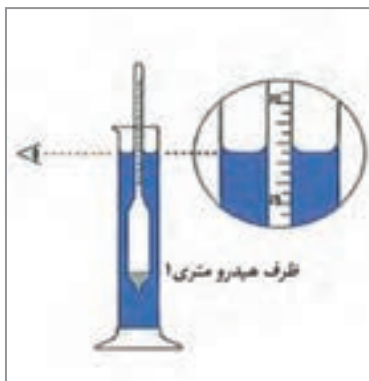


ب) پیکنومتر گازی

۲- روش هیدرومتری: با این روش فقط چگالی مایعات مشخص می‌شود. هیدرومترها به شکل‌های مختلفی ساخته می‌شوند (شکل پ) که همه آنها از مخزنی حبابی شکل محتوی سرب و متصل به یک لوله باریک ته بسته، ساخته شده‌اند. برای هر مایعی هیدرومتر به گونه‌ای انتخاب می‌شود که داخل نمونه مایع، غوطه‌ور شود (یعنی نه به کف ظرف برود و نه آن قدر سبک که روی سطح مایع بماند). در واقع میزان نفوذ هیدرومتر در داخل نمونه مایع، چگالی را معلوم می‌کند. درجه‌بندی چگالی در هیدرومتر مطابق (شکل ت) به گونه‌ای است که اعداد از بالا به پایین زیاد می‌شوند و لوله آن را باریک‌تر می‌سازند تا فاصله درجات بیشتر شود. ضمناً با توجه به وابستگی چگالی به دما داخل بعضی هیدرومترها دماسنج قرار داده شده تا درجه دمای مایع همراه با اندازه‌گیری چگالی خوانده شود.



پ) انواع هیدرومتر



ت) شیوه خواندن عدد هیدرومتر

نکته

چگالی سنج‌های ویژه هیدرومتری ممکن است برای اهداف مختلف، درجه‌بندی‌های متفاوت داشته باشند (آب‌سنجی، الکل‌سنجی، شیرسنجی و ...). مثلاً لاکتومتر یا شیرسنج‌ها برای اندازه‌گیری چگالی خامه شیر یا ساکارومتر برای اندازه‌گیری چگالی قند در یک مایع مورد استفاده قرار می‌گیرند.



ث) لاکتومتر

۳-۴ مفهوم فشار

● هدف

- شناخت مفهوم فشار
- یادگیری مادام‌العمر، افزایش سواد اطلاعاتی

● دانسته‌های پیشین

آشنایی با مفهوم فشار فصل ششم علوم پایه نهم

● راهنمای تدریس

با توجه با اینکه هنرجویان حداقل با عناوین مطرح شده تا آخر این فصل آشنایی دارند (غیر از بحث شناوری که خارج از برنامه اصلی کتاب است) می‌توان نقشه مفهومی آخر بخش را از ابتدای جلسه در کلاس مورد بررسی قرار داد و با تبیین مفاهیم نیرو و فشار و تفاوت آنها با یکدیگر، زمینه را برای ادامه بحث، یعنی روابط مربوط آماده کرد.

تدریس پیشنهادی

تعدادی پونز را به همراه خود به کلاس ببرید تا هنرجویان با قرار دادن سر تخت پونز و نوک آن بین انگشت شصت و نشانه به‌خوبی ارتباط نیرو و فشار و اثر سطح را درک کنند.

هنرجویان با مشاهده هم‌اندازه و خلاف سو بودن نیروهای وارد شده از طرف دو انگشت به دو سر یک پونز، در محل تماس نوک پونز با انگشت، احساس سوزش یا درد خواهند داشت (البته اگر وسیله آزمایش شکل ۳-۹ در مدرسه موجود است حتماً، در کلاس مورد استفاده قرار گیرد).

تجربه کنید

هدف: تحقیق برای عوامل مؤثر در فشار

پاسخ: مشاهده می‌شود بادکنک باد شده با وارد کردن نیرو با یک میخ می‌ترکد. اما همین بادکنک وقتی روی تخته میخ قرار دارد با نیروی معادل حالت قبل نمی‌ترکد دلیل آن تأثیر نیرو بر یک سطح بزرگ‌تر است و فشار کاهش می‌یابد.

تحقیق کنید

هدف: برآوردی از فشار هوای معمولی

پاسخ: همان‌طور که می‌دانیم، در ارتفاع ۷۳۰۰ متری فشار هوا از یک اتمسفر به حدود ۰/۴ اتمسفر می‌رسد، از طرفی فشار داخل هواپیما حدود یک اتمسفر تنظیم می‌شود. حال اگر این اختلاف باز هم بیشتر شود لایه‌های پوششی هواپیما ممکن است تحمل این اختلاف فشار را نداشته باشند و متلاشی شوند. در حادثه هواپیمایی اشاره شده در سال ۱۹۸۸ که در عکس مشاهده می‌شود با وجود فوت یک نفر و مصدومیت چند نفر از مسافران، هواپیما روی باند فرودگاه فرود اضطراری انجام می‌دهد.

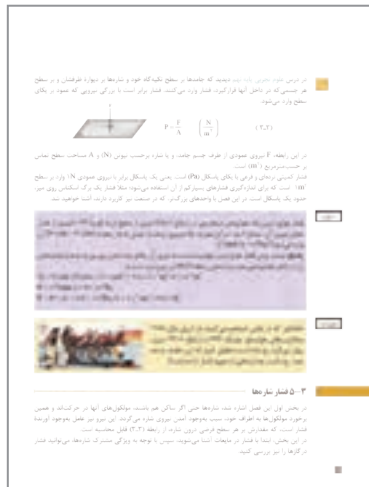
۳-۵ فشار شاره‌ها

● هدف

بررسی ویژگی‌های فشار در شاره‌ها

● راهنمای تدریس

از هنرجویان خواسته شود موضوع احساس تغییر فشار آب روی پردهٔ گوش خود را در محل کم‌عمق و عمیق و نیز حس سبک‌تر شدن و نشان در آب را برای افراد کلاس بیان کنند. در ضمن برای تأثیر چگالی نوع آب بر فشار در هر عمقی می‌توان شنا کردن در استخر و دریاچه‌های آب شور را با یکدیگر مقایسه کرد و یا برای بررسی اثر ارتفاع روی فشار مایعات می‌توان از ساختمان سدها، افزایش ضخامت دیوارهٔ سد از تاج تا پایه را مثال زد.



تجربه کنید

هدف: بررسی فشار مایع در نقاط هم عمق و با عمق مختلف و با چگالی های مختلف پاسخ: با انجام عملی این آزمایش و نمایش ویدئوی موجود در سی دی همراه کتاب، هنرجویان ملاحظه خواهند کرد که سرعت خروج آب از سوراخ در عمق بیشتر نسبت به عمق کمتر، بیشتر است. ضمن اینکه اگر مقدار چگالی مایع مورد آزمایش بیشتر باشد، در هر عمقی میزان سرعت خروج نسبت به مایع با چگالی کمتر افزایش خواهد داشت.

۳-۵- محاسبهٔ اختلاف فشار دو نقطه در مایع ساکن:

● هدف

یافتن رابطه‌ای برای اختلاف فشار هر دو نقطهٔ دلخواه در مایع ساکن

● راهنمای تدریس

بعد از محاسبهٔ اختلاف فشار دو نقطه در مایع ساکن، با توجه به شرایط مناسب در کلاس می‌توان اشاره‌ای داشت به اینکه اختلاف فشار سطح زیرین و رویی جسم درون شاره، عامل ایجاد نیروی شناوری است (در بیشتر بدانیم آخر فصل به آن اندکی پرداخته شده است).

تمرین کنید

هدف: تأکید روی این موضوع که فقط ارتفاع قائم h بین دو نقطهٔ (C B) روی فشار مایع اثرگذار است و نه فاصله‌های دیگر.
پاسخ:

$$h = bc = \sqrt{(AB)^2 - (AC)^2} = \sqrt{(13)^2 - (12)^2} = 5 \text{ cm}$$

$$\Delta P = \rho gh = 8000 \times 10 \times 0.05 = 4000 \text{ Pa} = 4 \text{ KPa}$$

این صفحه از کتاب فیزیک سال دهم، فصل دوم، موضوع فشار و شناوری را پوشش می‌دهد. در بالا، یک سیلندر در مایع قرار دارد و نیروهای وارداتی و خروجی بر آن نشان داده شده است. در پایین، تصویری از سر یک فرد که در آب غوطه‌ور است، همراه با توضیحاتی دربارهٔ فشار و شناوری.

این صفحه از کتاب فیزیک سال دهم، فصل دوم، موضوع فشار و شناوری را پوشش می‌دهد. در بالا، یک سیلندر در مایع قرار دارد و نیروهای وارداتی و خروجی بر آن نشان داده شده است. در پایین، تصویری از سر یک فرد که در آب غوطه‌ور است، همراه با توضیحاتی دربارهٔ فشار و شناوری.

۳-۵-۲ فشار هوا

● هدف

درک ملموس فشار هوا و نکات مربوط به آن
تمایز بین واقعیت‌ها و استنتاج‌ها

● راهنمای تدریس

برای جذاب شدن این بحث یک لیوان آب و یک برگه کاغذ معمولی تانخورده و صاف همراه خود به کلاس ببرید و تجربه کنید ۳-۵ را با کمک هنرجویان در کلاس اجرا کرده و علت را مورد بررسی قرار دهید.

تجربه کنید

هدف: درک فشار هوا با خنثی کردن وزن آب

پاسخ: بعد از وارونه کردن لیوان، فشار هوای زیر صفحه مقوایی مانع از ریختن آب می‌شود و توجه شود در ته لیوان فضای تقریباً خالی از فشار هوا داریم.
ویدئوی مربوط به پدیده‌ای که از اختلاف فشار ناگهانی هوای بیرون و هوای داخل بطری ایجاد می‌شود.

فکر کنید پیشنهادی

عمق زیردریایی چگونه تعیین می‌شود؟
پاسخ:

فشارسنج درون زیردریایی، فشار آب بیرون و فشار کل را اندازه می‌گیرد. با داشتن فشار کل می‌توان عمق محل زیردریایی را معلوم کرد.

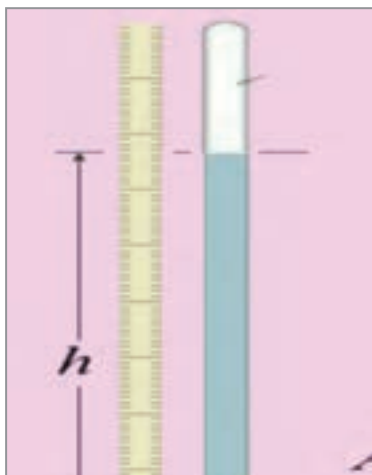
۳-۵-۳ آزمایش تورپچلی

● هدف

آشنایی با شیوه کار یک جوسنج مایعی
(جیوه‌ای)
درک ارتباط یکای سانتی‌متر جیوه و پاسکال
از طریق این آزمایش و یادگیری روش تبدیل
آنها به یکدیگر

● راهنمای تدریس

با توجه به سمی بودن جیوه و خطرات
آزمایش با آن بهتر است همراه با توضیح
این آزمایش در کلاس، دو ویدئوی مربوط
به آزمایش تورپچلی که در لوح فشرده
همراه کتاب درسی نمایش داده شوند و



ضمناً می‌توان حالت‌های کج کردن لوله و بیشتر فرو بردن لوله در جیوه ظرف را ابتدا مورد پرسش قرار داد و سپس در پاسخ به معیار ارتفاع قائم جیوه در حالت اول و فشاری که به ته لوله در حالت دوم وارد می‌کند، اشاره کرد.

تمرین کنید

ارتفاع جیوه درون لوله هواسنجی ۷۶ سانتی‌متر است. لوله را کج می‌کنیم تا ارتفاع قائم جیوه به ۶۵ سانتی‌متر برسد. فشار بر ته لوله تقریباً چند پاسکال است؟ پاسخ:

$$P' = P_0 - P_{Hg} = 76 - 65 = 11 \text{ cmHg}$$

$$P' = \rho gh = 13600 \times 10 \times 0.11 = 15 \times 10^3 \text{ Pa}$$

تمرین کنید

اگر در آزمایش توریچلی به جای جیوه از آب در ظرف و لوله هواسنج استفاده شود، ستون قائم آب و یا حدود طول لوله لازم را محاسبه کنید. پاسخ:

$$P_0 = \rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

فشار هوا جیوه آب

$$h_2 = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_2} = \frac{13600 \times 0.76}{1000} = 10.33 \text{ m}$$



یعنی طول لوله حداقل ۱۰/۵ متر باید باشد (به همین دلیل تلمبه‌های تنفسی که براساس ایجاد خلأ در یک لوله عمل می‌کنند، فقط می‌توانند آب را از عمق حدود ۱۰ متری یک چاه یا آب انبارهای زیرزمینی بالا بیاورند).

تمرین کنید

هدف: مشاهده ارتباط نیرو و فشار (با یکای سانتی‌متر جیوه)

پاسخ:

$$P = \rho gh \Rightarrow P = 13600 \times 10 \times 1/5 = 204000 \text{ Pa}$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = 204000 \times 20 \times 10^{-4} = 408 \text{ N}$$

هدف: توجه به کاهش فشار هوا با افزایش ارتفاع
پاسخ: با توجه به کاهش فشار یک میلی‌متر جیوه به‌ازای هر ۱۰ متر افزایش ارتفاع در نزدیکی سطح زمین و اینکه هرچه بالاتر برویم با کاهش چگالی هوا در لایه‌های بالاتر به‌ازای تغییر ارتفاع بیشتر، این مقدار کاهش فشار رخ می‌دهد. بنابراین در ارتفاع ۸۸۴۸ متری فشار هوا و نیز اکسیژن نسبت به سطح زمین افت زیادی دارد که برای تنفس مشکل ایجاد می‌کند.

۳-۵-۴ محاسبه فشار در یک نقطه درون شاره

● هدف

یافتن مقدار فشار کل در هر نقطه از مایع
فرمول‌بندی کردن طرح‌ها و ایده‌ها

● راهنمای تدریس

ابتدا از هنجروانی که تجربه رفتن به استخر یا دریا را دارند بخواهیم افزایش فشاری را که بر پرده گوش هنگام پایین رفتن به اعماق بیشتر درون آب احساس کرده‌اند، برای کلاس شرح دهند؛ البته می‌توان موضوع تجربه کنید ۳-۴ را دوباره مطرح کرد و در ادامه، پس از نوشتن رابطه فشار با توجه به عوامل (p, g, h) می‌توان اثر فشار هوا را هم بر سطح مایع توضیح داد و با توجه به اصل پاسکال، این فشار اضافی را به رابطه فشار هر نقطه اضافه کرد:

$$P_r = P_{gh} + P_0$$



تمرین کنید

هدف: محاسبه فشار کل در هر نقطه دلخواه از مایع با یکاهای رایج

پاسخ: $P_0 = \rho gh = 13600 \times 10 \times 0.75 = 1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$

$$P = \rho gh + P_0 \Rightarrow P$$

$$= (4/5 \times 1000) \times 10 \times 0.40 + 1.02 \times 10^5$$

$$P = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.2 \text{ KPa}$$

$$P = \rho gh \Rightarrow 1.2 \times 10^5 = 13600 \times h \times 10 \Rightarrow h$$

$$= \frac{1.2 \times 10^5}{13600} = \frac{1.2}{1.36} = 0.882 \Rightarrow h$$

$$= 88.2 \text{ cmHg}$$

تمرین کنید

اگر فشار هوا ۱ اتمسفر باشد، فشار کل در عمق ۳۰ متری یک مخزن آب چند اتمسفر است؟

پاسخ: برای هر ۱۰ متر آب که پایین برویم، فشاری معادل ۱ اتمسفر زیاد می‌شود؛ بنابراین با توجه به فشار هوا روی سطح آب مخزن می‌توان نوشت:

$$P_T = P_{T_0} + P_0 = 3 + 1 = 4 \text{ atm}$$

۳-۵-۵ فشار پیمانه‌ای

● هدف

آشنایی با اندازه‌گیری‌های رایج فشار در زندگی روزمره، مثل فشار خون یا فشار باد لاستیک‌ها- خلق و توسعه قوانین و مفاهیم جدید

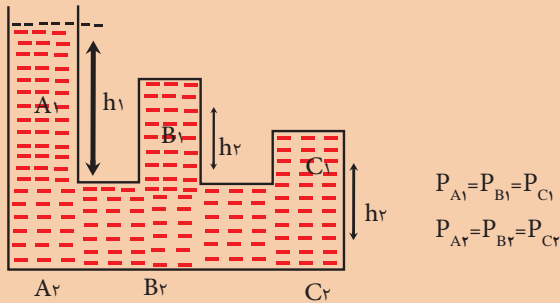
● راهنمای تدریس

تدریس پیشنهادی

بهتر است با بردن یک دستگاه فشار خون معمولی به کلاس فشار خون یکی از هنرجویان را اندازه گرفته سپس این پرسش که فشارسنج‌های رایج برای اندازه‌گیری فشار باد لاستیک یا خون چه نوع فشاری را گزارش می‌کنند. در نتیجه‌گیری نهایی بیان می‌شود این فشارسنج‌ها مقدار اختلاف فشار درون شاره مورد نظر را با فشار هوا اندازه می‌گیرند و به نام فشار سنج‌های یا پیمانه‌ای شناخته می‌شوند.



در شکل زیر $h_1 = 2h_2 = 4h_3$ نقاط (A1B1A1) و نیز (A2B2C2) هم ترازند. اندازه فشار این نقاط را با هم مقایسه کنید.
پاسخ: همهٔ نقاطی که درون یک مایع ساکن هم تراز باشند، هم فشارند.



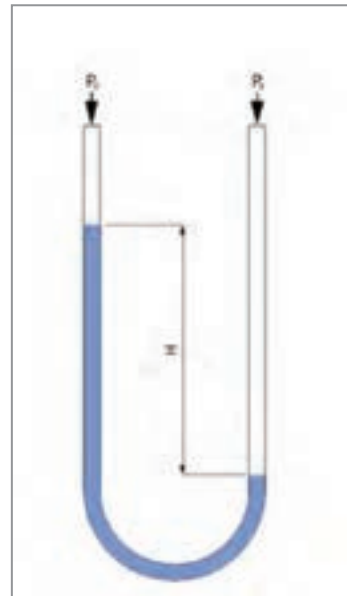
● دانش افزایی

انواع فشارسنج‌ها: وسایل بسیاری با مزایا و معایب خاص خود برای اندازه‌گیری فشار اختراع شده‌اند که با توجه به گسترهٔ اندازه‌گیری، حساسیت، پاسخ دینامیکی و هزینه، طراحی و مشخصات فنی با هم فرق دارند.
انواع وسایل اندازه‌گیری فشار عبارت‌اند از:

فشارسنج‌های ستون مایع: از یک ستون عمودی مایع تشکیل شده که در درون لوله‌ای که دو انتهای آن در معرض دو فشار مختلف است، قرار دارد. ستون مایع تا زمانی که وزنش در تعادل با اختلاف فشار بین دو انتهای لوله بشود، بالا یا پایین می‌رود تا تثبیت شود. شکل سادهٔ این نوع مانومترها L شکل است که نصف آن از مایع پر شده و یک طرف آن به فشار تحت اندازه‌گیری و طرف دیگر آن به یک فشار مرجع (مثلاً فشار اتمسفر یا خلأ) وصل می‌شود.

فشارسنج‌های هیدرواستاتیکی: مانند مانومتر ستون مایع، فشار را با نیروی هیدرواستاتیکی که بر واحد سطح در پائینی‌ترین موقعیت ستون سیالی که درون لوله (مانومتر ستون مایع) قرار دارد، مقایسه می‌کند. اندازه‌گیری فشار به روش هیدرواستاتیکی مستقل از نوع گازی است که اندازه‌گیری می‌شود.

فشارسنج‌های پیستونی: براساس ایجاد توازن بین فشار یک سیال با جرم یک جسم جامد (مثل وزنه) یا نیروی کشش فنر کار می‌کنند.
فشارسنج‌های آنرویدی (فشارسنج‌های مکانیکی): براساس



خاصیت الاستیکی جزء حسگر فشار که فلزی است، کار می‌کند. در این وسیله هیچ گونه سیالی (مانند مایع در مانومترهای هیدرواستاتیکی) استفاده نمی‌شود لذا به آن آنروید (یعنی بدون سیال) می‌گویند. فشارسنج‌های آنرویدی را فشارسنج‌های مکانیکی نیز می‌نامند. فشارسنج‌های بوردنی و دیافراگمی از نوع فشارسنج‌های آنرویدی محسوب می‌شوند.

این فشارسنج‌ها می‌توانند فشار مایعات و گازها را اندازه‌گیری کنند؛ ولی به نوع گازی که فشار آن را اندازه می‌گیرند، وابستگی نداشته و برخلاف مانومترهای هیدرواستاتیکی، منجر به آلودگی سیستم تحت اندازه‌گیری نمی‌شوند.

فشارسنج مغناطیسی: میزان جابه‌جایی دیافراگم منجر به تغییر در اندوکتانس (خاصیت سلفی)، LVDT، اثر هال یا جریان ادی شده، فشار اندازه‌گیری می‌شود. LVDT نوعی مبدل الکتریکی (حاوی چندین سیم‌پیچ سلونوئیدی) است که برای اندازه‌گیری جابه‌جایی‌های خطی به کار گرفته می‌شود.

فشارسنج‌های الکترونیکی

فشارسنج پیزو مقاومتی: فشار مکانیکی اعمال شده منجر به تغییر مقاومت یک نیمه‌هادی شده و فشار اعمال شده اندازه‌گیری می‌شود.

فشارسنج خازنی: با استفاده از دیافراگم و ایجاد یک خازن متغیر فشار اعمال شده را اندازه می‌گیرد.

فشارسنج‌های دیافراگمی: نوع دوم از فشارسنج‌های آنرویدی (مکانیکی) به فشارسنج‌های دیافراگمی معروف است که از خاصیت انحراف و جابه‌جایی یک غشای انعطاف‌پذیری که دو منطقه با فشارهای مختلف را از هم جدا می‌کند، برای اندازه‌گیری فشار استفاده می‌کند.



۳-۵-۶ اصل پاسکال

● هدف

شرح و کاربرد بیشتری از اصل پاسکال
تنظیم قوانین و مفاهیم برای کاربردهای جدید

● راهنمای تدریس

بعد از بیان طرح و اصل پاسکال لازم است از همین ابتدا برای هنرجویان روشن شود که این اصل اولاً برای همهٔ شاره‌ها نیست و فقط برای شاره‌های تراکم‌ناپذیر، یعنی مایعات و آمورف‌ها باید مورد کاربرد قرار گیرد؛ دوم اینکه با توجه به نکتهٔ ۵-۳ این اصل از تراکم‌ناپذیری مایعات نتیجه شده است و بهتر است ویدیوی موجود در CD همراه کتاب در مورد شیوهٔ کار ترمز روغنی خودروها در کلاس نمایش داده شود، و کاربردهای دیگر این اصل، مثل دستگاه منگنه آبی و بالابرهای خودرو (دستی یا کمپرسوری) و تیوپ‌های محتوی خمیر اشاره شده، سپس رابطهٔ ۷-۳ بررسی و در آخر به مرور مثال ۷-۳ پرداخته شود.

تمرین کنید

هدف: به کارگیری رابطهٔ اصل پاسکال برای یافتن فشار و نیرو در هر بخش از دستگاه بالابر

پاسخ:

$$\rho_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{2/0 \times 10^3}{\pi(5/0 \times 10^{-2})^2} = \frac{2/0 \times 10^3}{3/14 \times 25 \times 10^{-4}}$$

$$= \frac{200 \times 10^5}{3/14 \times 25} \Rightarrow \rho_1 = 2/54 \times 10^5 \text{ Pa}$$



نکته

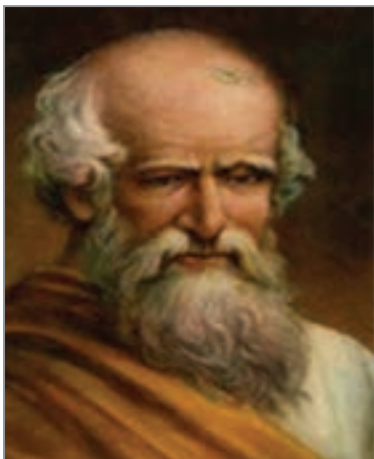
بخش بیشتر بدانیم مربوط به نیروی شناوری، هر چند در برنامه تدریس اصلی و آزمون‌ها قرار ندارد؛ در صورت امکان موضوع آن بررسی شود، زیرا اکثر هنرجویان مشکل فرو بردن توپ در آب و یا کاهش وزن در آب را احساس کرده‌اند و اگر با دلیل و اصل علمی این پدیده هم آشنا شوند، برای آنها جذاب خواهد بود.

● دانش افزایی

نیروی شناوری (BUOYANCY FORCE)

تاریخچه: ارشمیدس در سال ۲۸۷ پیش از میلاد در سیراکوز یونان چشم به جهان گشود. او دوست و خویشاوند شاه هیرون دوم و شاید بزرگ‌ترین دانشمند دوران باستان بود. اختراعات عملی مثل قرقه، منجنیق، پیچ ارشمیدس و محاسبه سطح و حجم اجسامی مانند کره، استوانه و مخروط، نمونه‌ای از کارهای برجسته او هستند. همچنین ارشمیدس روشی برای محاسبه عدد پی پیدا کرد و تا ۱۸ قرن بعد، یعنی زمان نیوتون هیچ‌کس نتوانست روش بهتری ارائه کند. به روایت افسانه‌ها، شاه هیرون نسبت به خلوص طلای تاجش تردید داشت و از ارشمیدس خواست، بدون خراب کردن تاج، تردید او را بر طرف کند و سرانجام در یکی از معروف‌ترین استحمام‌های تاریخ بشر راز این موضوع آشکار شد. روزی که او در حمام عمومی به داخل خزینه پا نهاد و در آن نشست، با بالا آمدن آب خزینه اندیشه‌ای به ذهنش رسید؛ گفته شده لنگی به دور خود پیچیده و به سمت خانه می‌رفت و در راه فریاد می‌زده

HEURECA!! HEURECA!!، یعنی (یافتم!! یافتم!!). او چنین اندیشید که اجسام هم اندازه مقدار آب یکسانی را جابه‌جا می‌کنند؛ ولی اگر از نظر وزنی به موضوع نگاه کنیم، یک شمش نیم کیلویی طلا حجمش کوچک‌تر از حجم یک شمش نقره با همان وزن است. بنابراین مقدار کمتری از آب را جابه‌جا می‌کند. و این مبنای فرضیه ارشمیدس بود.



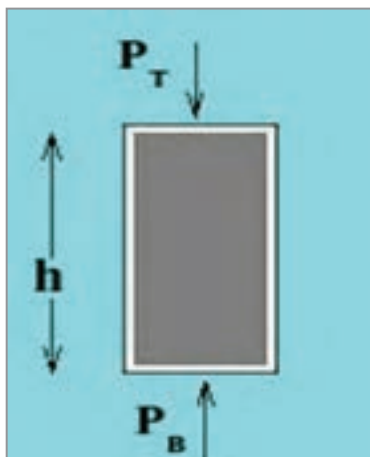
اصل ارشمیدس: اگر جسمی کامل یا بخشی از آن در شارهای غوطه‌ور باشد، نیروی شناوری بالاسویی که برابر با وزن شارۀ جابه‌جا شده است، بر آن وارد می‌شود. او برای فاش کردن خیانت زرگر، نیاز به یک ظرف آب و سه وزنه با وزن‌های مساوی داشت که این سه وزنه همان تاج شاهی، هم‌وزن تاج از طلای ناب و هم‌وزن تاج از نقرۀ ناب بود. او در آزمایش خود نشان داد که تاج شاهی نسبت به شمش طلای هم‌وزنش حجم بیشتری از آب و نسبت به شمش نقره به میزان کمتری آب را جابه‌جا می‌کند؛ بنابراین زرگر خیانت کار تاج را با مخلوطی از طلا و نقره ساخته بود.

شناوری پدیده‌ای آشناست. قایقی از جنس چوب یا حتی از جنس آلومینیوم (مگر در حالتی که واژگون و پر از آب شود) در آب غوطه‌ور می‌شود و نیز بادکنک پر از هلیوم با نیروی بالاسویی که برابر با وزن هوای جابه‌جا شده به وسیلۀ بادکنک است، به بالا می‌رود.

در توجیه نیروی ارشمیدس، می‌توان با توجه به افزایش فشار در عمق بیشتر، افزایش فشار بر سطح زیرین جسم نسبت به فشار بر سطح روبی را عامل نیروی بالاسوی شناوری ارشمیدس دانست. مقدار این نیرو برای یک جسمی مثل استوانه با حجم از رابطۀ زیر به دست می‌آید:

$$F_B = W_L = m_L g = \rho g V = \rho g h A$$

که W_L وزن سیال جابه‌جا شده به وسیلۀ حجم استوانۀ غوطه‌ور است.



محاسبه چگالی به کمک اصل شناوری:

اگر فرض کنیم W_o وزن یک جسم با ترازوست و وزن همین جسم وقتی که کاملاً در مایع فرو رفته و از ترازو آویخته شده W_a (وزن ظاهری) باشد، می‌توانیم بنویسیم:

$$W_a = W_o - F_B$$

که F_B نیروی شناوری $\rho_L V_g$ و ρ_L چگالی مایع است، پس داریم:

$$V = \frac{W_o - W_a}{\rho_L g}$$

و چگالی جرمی جسم هم برابر است با:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{W_o}{W_o - W_a} \rho_L$$

هر کشتی، زیردریایی و یا هر کشتی هوایی باید طوری طراحی شود که وزن شاره‌ای که جابه‌جا می‌کند برابر وزن خودش باشد؛ بنابراین یک کشتی ۱۰/۰۰۰ تنی باید آن قدر پهن ساخته شود که قبل از فرو رفتن خیلی زیاد در آب، ۱۰/۰۰۰ تن آب را جابه‌جا کند.

نکته

با توجه به نیروی ارشمیدس ایجاد سرمایش از سقف و ایجاد گرمایش از کف، در ساختمان‌ها یا مترو انجام می‌گیرد.

تدریس پیشنهادی

پروژه پایان فصل: با توجه به وقت کم برای پرداختن به مطالب کتاب درسی در کلاس، برنامه پروژه زیر را فوق برنامه‌ای برای هنرجویان علاقه‌مند در نظر بگیریم.

روش ساخت پمپ خلأ دستی: ایجاد خلأ کاربردهای بسیار زیادی در حرفه‌های مختلف دارد؛ از پزشکی تا پنجره‌گیری لاستیک، از فست‌فود و قصابی تا سرگرمی‌های علمی یا حتی آزمایشگاه‌های مختلف. آیا تا به حال مجبور شده‌اید برای بسته‌بندی چیزی، هوای داخل آن را کاملاً خارج کنید؟ برای مثال برای بسته‌بندی گوشت و سبزی خرد شده برای نگهداری در فریزر یا کشیدن پوشش نایلونی روی یک محصول یا مهر و موم کردن یک بسته پستی و یا حتی خارج کردن هوا از لاستیک‌های ماشین برای تزریق گاز نیتروژن، برای انجام همه این کارها باید از پمپ‌های خلأ استفاده کنید. اما شاید خریدن یک پمپ الکتریکی برای شما بسیار گران تمام شود و هزینه برای خرید کمپرسور خلأ برای شما کاملاً بدون صرفه باشد.

ویدئوی موجود در CD همراه کتاب، روش ساخت پمپ خلأ ساده را به شما آموزش می‌دهد. این پمپ بسیار ساده و بسیار قوی و مؤثر است و در اکثر موارد، نیاز شما را تأمین می‌کند. جنس این پمپ از لوله‌های پلیمری آب است که بسیار ارزان و در دسترس هستند. از طرفی این پمپ مکنده با نیروی دست شما و شبیه یک تلمبه کار می‌کند و ساختار بسیار ساده‌ای داشته، بسیار سبک و قابل حمل است.



پاسخ پرسش‌های پایان فصل

۱- هرچه چگالی یک ماده بیشتر باشد، به علت تراکم بیشتر به ترتیب حالت‌های گاز، مایع و جامد خواهیم داشت؛ البته در مورد آب به علت زاویه پیوند هیدروژنی ویژه بین اتم‌های نیتروژن و اکسیژن، چگالی یخ (جامد) از آب (مایع) کمتر است.

۲- برای اجسام جامد محاسبه فشار بر سطح زیر جسم انجام می‌شود. برای مایعات علاوه بر سطح زیر مایع می‌توان فشار بر دیواره ظرف در هر عمقی را برابر با فشار موجود در آن عمق مایع منظور کرد و برای گازها اگر ظرف کم حجم باشد، در همه نقاط، فشار را یکسان در نظر بگیریم.

۳- با وارد شدن نیروی یکسان بر هر دو نوع چاقو، برش مواد با چاقوی تیز به دلیل سطح تماس کمتر و در نتیجه فشار بیشتر عمل برش راحت‌تر انجام می‌شود.

۴- با اندازه‌گیری فشار در طبقه همکف و روی بام، اختلاف فشار به دست آمده بر حسب میلی‌متر جیوه را در ۱۰ ضرب می‌کنیم.



۵- پمپ خلأ: اساس کار پمپ‌ها (مورد الف و ب) دریافت انرژی مکانیکی از یک منبع خارجی و انتقال به یک شاره مایع است که در انجام و ادامه این فرایند در فضایی از حجم پمپ خلأ نسبی به وجود آمده و فشار هوای بیرون باعث انتقال شاره از محلی به محلی دیگر می‌شود.

و برای مورد ج و د با توجه به اصل پاسکال با اعمال نیرو به قسمتی از شاره مایع فشار مایع به نقطه‌ای دیگر بدون کم و کاست منتقل می‌شود.
 ۶. با توجه به اینکه چگالی نفت و بنزین از آب کمتر است، نفت یا بنزین روی آب قرار می‌گیرد و شعله‌وری گسترش پیدا می‌کند.

حل مسئله‌ها

۱-

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3} \times \frac{3}{1} \times (6380 + 10^3)^3 = -1$$

$$\text{حجم زمین} \quad 1/088 \times 10^{21} \text{ m}^3$$

$$\rho = 5/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 5/5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 5500 \times 1/088 \times 10^{21} = 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

۲-

$$\frac{\rho_r}{\rho_l} = 0/72 \Rightarrow \rho_r = 1 \times 0/72 = 0/72 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = \rho V = 0/72 \times 60 \times 10^3 = 43/2 \times 10^3 \text{ kg}$$

۳-

$$h'_1 = h_1 - h_r = 30 - 12 = 18 \text{ cm}$$

$$h'_r = h_r - h_l = 20 - 12 = 8 \text{ cm}$$

$$\frac{\rho_r}{\rho_l} = \frac{h'_1}{h'_r} = \frac{18}{8} = \frac{9}{4}$$

$$P_o = P_{\text{مائع}} + P_{\text{گاز درون لوله}}$$

-۴

$$P_2 = P_{\text{مائع}} + P_2 \rightarrow P_{\text{مائع}} = 70 \text{ cmHg}$$

$$\rho_{\text{Hg}} h_{\text{Hg}} g = \rho_{\text{Hg}} h_{\text{Hg}} g \Rightarrow h = \frac{13.6 \times 70}{13.6} = 140 \text{ cm}$$

$$P_2 - P_1 = \rho g h = (10^3 - 95) \times 1000 = 1030 \times 10 \times h \rightarrow h = 50 \text{ m} \quad -5$$

$$\text{وزن آب اضافه شد} \quad w = mg = \rho V g = 1000 \times 4 \times 10^{-6} \times 10 = 4 \times 10^{-2} \text{ N} \quad -6$$

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{\Delta F}{\Delta f} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{\Delta F}{w} = \frac{A}{a} \Rightarrow \frac{\Delta F}{4 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{30}{2} \Rightarrow \Delta F = 0.6 \text{ N}$$

فصل ۴

دما و گرما

خلاصه فصل

در این فصل، گرما و برخی پدیده‌های مربوط به آن مورد بحث‌اند. مقیاس‌های دما (سلسیوس، کلونین، فارنهایت)، ظرفیت گرمایی ویژه، انواع روش‌های انتقال گرما (رسانش، همرفت، تابش) و انبساط گرمایی جامدات معرفی می‌شوند. این مباحث با توجه به نیازهای رشته‌های مختلف فنی انتخاب شده‌اند.

دانسته‌های پیشین

هنرجویان در کتاب علوم هفتم با مفهوم دما، گرما، روش‌های انتقال گرما و تغییر حالت مواد به‌طور مقدماتی و بدون به‌کار بردن روابط و محاسبات آشنا شده‌اند، اما به مبحث «روش‌های انتقال گرما» از بُعد عامل انتقال گرما پرداخته نشده است. در این سطح هیچ‌گونه اشاره‌ای به ابعاد میکروسکوپیکی دما نشده است.

واحد یادگیری	اجزای واحد یادگیری	مدت تدریس پیشنهادی
۱	۱-۴ دما	۸۰ دقیقه
۲	۲-۴ گرما	۸۰ دقیقه
۳	۳-۴ انتقال گرما	۸۰ دقیقه
۴	۴-۴ انبساط گرمایی	۸۰ دقیقه
۵	پاسخ پرسش‌ها و مسئله‌های پایان فصل	۸۰ دقیقه

اهداف فصل در حوزه یادگیری علوم

نگرش (ارزش)	مهارت	دانش
<ul style="list-style-type: none"> - ارج نهادن به کار دانشمندان در زمینه گرما - تقویت حس کنجکاوی نسبت به توجیه پدیده‌های مرتبط با گرما - ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطه بین علت و معلول در پدیده‌های فیزیکی - پی بردن به وجود یک خالق و نظم دهنده یکتا با توجه به مشاهده نظام‌مند بودن پدیده‌های طبیعی - تقویت روحیه صرفه‌جویی و رعایت اعتدال در مصرف انرژی - تقویت روحیه توجه به اهمیت عایق‌بندی در ساختمان‌سازی - تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه‌های متفاوت و پذیرفتن منطق در گفت‌وگو - پرورش و تقویت روحیه احترام به نظم و قانون در عمل و مسئولیت‌پذیری در کار گروهی 	<ul style="list-style-type: none"> - آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌ها در ساخت و استفاده از بعضی ابزارهای مورد نیاز در زندگی روزانه. - کسب توانایی لازم برای انجام برخی آزمایش‌های گرما و جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها - کسب توانایی به کارگیری مواد آموزشی مختلف - پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیت‌های گروهی و جمعی - توجه به تجارب روزانه زندگی از نظر مبنای علمی آن پدیده‌ها و مشاهده علمی آنها - تقویت مهارت پرسشگری در زمینه تجارب روزانه و شغلی - به کار بردن قوانین موجود در این فصل (مثلاً قانون انبساط) در حل مسائل مربوط به حوزه شغلی 	<ul style="list-style-type: none"> - آشنایی با برخی مبانی، مفاهیم، قوانین و نظریه‌های فیزیکی در حوزه گرما - آشنایی با تفاوت مواد رسانا و نارسانای گرما - آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌های گرما در ساخت و استفاده از بعضی ابزارهای مورد نیاز در زندگی روزانه - آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌های فیزیک گرما در توجیه پدیده‌ها و ارتباط آنها با دانش‌های دیگر - آشنایی با روش مطالعه و تحقیق و تحلیل‌های دانشمندان برای پیشرفت فیزیک و ساخت ابزار جدید - درک قانون انبساط گرمایی با تفسیر دلیل - آشنایی با مقیاس‌های دما و کاربرد آنها در صنعت - شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال گرما و محاسبه انرژی هدر رفته از طریق رسانش - آشنایی با کمیت ظرفیت گرمایی ویژه و تشخیص اهمیت ظرفیت گرمایی ویژه آب در طبیعت و صنعت



ایجاد انگیزه

علاوه بر تصویر ابتدای فصل، که متناسب با کاربرد این فصل در صنعت انتخاب شده است، برای ایجاد انگیزه و درگیر کردن هنرجویان با موضوع درس و تعیین سطح، می‌توان پرسش‌هایی مانند موارد زیر را مطرح کرد:

۱. گرما چیست؟
۲. تفاوت گرما با دما چیست؟
۳. زمانی که شیشه‌ی مربا را زیر آب گرم می‌گیرید، چه چیزی رخ می‌دهد که در شیشه باز می‌شود؟
۴. رفتار موادی مثل آهن و پلاستیک در مقابل گرما چه تفاوت‌هایی دارد؟
۵. مردم برای جلوگیری از هدر رفتن گرما چه راهکارهایی را پیش می‌گیرند؟
۶. افزایش یا کاهش دما در عالم مولکولی چگونه رخ می‌دهد؟

مقدمه

● هدف

- یادآوری مفهوم دما و دماسنجی از کتاب علوم
- بیان مفاهیم و پدیده‌های پیش رو در این فصل

۴-۱ دما

● هدف

- جلب توجه هنرجویان و یادآوری تجربه‌ای که باعث ایجاد پرسشی در ذهن هنرجو می‌شود و تا انتهای بخش که به پاسخ آن برسد، او را به دنبال خود می‌کشاند.
- شایستگی غیر فنی: به نمایش‌گذاری مراقبت‌ها و مسئولیت‌های اجتماعی در قبال سنت چهارشنبه‌سوری

● راهنمای تدریس

- با طرح تجربه‌های ملموس از زندگی روزمره، ضمن بررسی اطلاعات هنرجویان، انگیزش لازم برای تدریس مفهوم دما فراهم می‌شود:
- فش فش بازی
- سنجش تب با دست یا دماسنج
- دمای فر برای پختن غذاهای مختلف
- اعلام دمای هوا
- تنظیم دمای فریزر
- بالا رفتن دمای آب کتری

۴-۱-۱ مفهوم دما

● هدف

- یادآوری مفهوم کیفی دما از کتاب علوم دوره راهنمایی
- آشنایی با مفهوم میکروسکوپی دما

● دانش پیش نیاز

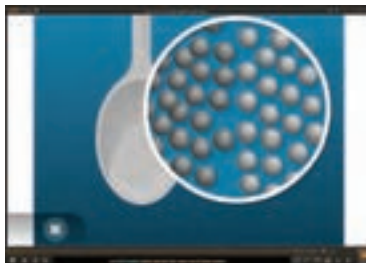
- مفهوم انرژی جنبشی
- مفهوم کمیت فیزیکی

اشتباهات رایج

افراد معمولاً انرژی جنبشی تمام ذرات ماده را یکسان در نظر می‌گیرند و به میانگین بودن آن دقت نمی‌کنند.

● راهنمای تدریس

با جمع‌بندی تجارب هنرجویان در قسمت قبل، به راحتی می‌توان درباره تعریف ماکروسکوپیکی دما به نظر یکسانی رسید؛ اما به منظور جلب توجه هنرجویان به مقیاس میکروسکوپی دما، بهتر است این سؤال پرسیده شود که «هنگام گرم شدن یا سرد شدن ماده، چه اتفاقی برای ذرات آن می‌افتد؟» به منظور نمایش میکروسکوپی دما فیلم‌های موجود در لوح فشرده به یادگیری کمک خواهند کرد.



فیلم ۱: نمایش میکروسکوپی سرد شدن قاشق
فیلم ۲: نمایش میکروسکوپی گرم شدن قاشق

هدف

آزمایش کنید

- مشاهده پدیده همرفت در مایعات
- ایجاد ارتباط پدیده همرفت با دما و جنبش مولکول‌ها
- تقویت شایستگی استدلال و پیش‌بینی
- نتیجه: به دلیل انرژی جنبشی انتقالی بیشتر مولکول‌ها در آب گرم، جوهر سریع‌تر پخش می‌شود و پدیده همرفت با سرعت بیشتری نسبت به آب سرد رخ می‌دهد.

۴-۱-۲ اندازه‌گیری دما

● هدف

- یادآوری مدرج‌سازی دماسنج به روش سلسیوس
- جلب توجه به اساس کار دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی

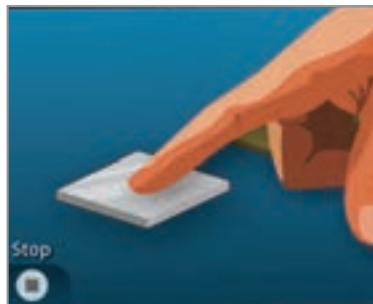
● دانش پیش نیاز

- مفهوم دماسنجی از کتاب علوم هفتم
- روش درجه بندی دماسنج به روش سلسیوس از علوم هفتم

● راهنمای تدریس

با توجه به تجربه های مختلف می توان هنرجو را به این نتیجه رساند که برای اندازه گیری دما به ابزار دقیق تری نیاز است و حس لامسه مناسب نیست. برخی از آنها عبارت اند از:

- فکر کنید کتاب درسی علوم
- لمس آهن و چوب به کار رفته در صندلی های کلاس و
- نمایش فیلم مربوط به آن
- لمس یخ به مدت طولانی



فیلم: نمایش میکروسکوپی دلیل خطای حس لامسه هنگام لمس چوب و آهن با دمای یکسان



شکل ۴-۱ خطای حس لامسه و دماسنجی از کتاب علوم

فکر کنید

هدف:

- ایجاد ارتباط افقی با فصل ۱ کتاب و توجه به ملاک های لازم برای تعریف یک کمیت فیزیکی
- پاسخ: یکی از ملاک های تعریف کمیت فیزیکی، وجود روش و ابزار دقیق برای اندازه گیری آن است. با توجه به دقیق نبودن حس لامسه، این روش برای تعریف کمیت دما مناسب نیست.

فکر کنید پیشنهادی

هدف:

- ارتباط افقی با فصل ۱ و توجه به دلیل انتخاب سانتی گراد برای یک درجه
- شایستگی غیرفنی: درک فرآیند یادگیری
- با توجه به پیشوندهای تبدیل واحد که در فصل ۱ داشتید و شیوه درجه بندی دماسنج به روش سلسیوس، چرا هر درجه سلسیوس را یک سانتی گراد هم می نامند؟
- پاسخ: سانتی معادل $1/100$ است و به دلیل اینکه بین صفر تا 100 ، دماسنج به صد قسمت مساوی تقسیم می شود، هر یک از قسمت ها معادل $1/100$ است. گراد به معنای درجه است؛ بنابراین هر قسمت را یک سانتی گراد می نامند.

● هدف

- معرفی مقیاس‌های مختلف دما و رابطه آنها با یکدیگر
- شایستگی غیرفنی: آشنایی با کاربرد مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری دما در صنعت و زندگی
- شایستگی غیرفنی: فهم نیازمندی‌های دنیای کار
- شایستگی غیرفنی: به کار بردن علم ریاضی در رشته

● اشتباهات رایج

معمولاً دمای صفر کلین را معادل صفر بودن انرژی ذرات جسم و توقف کامل آنها تصور می‌کنند.

● راهنمای تدریس

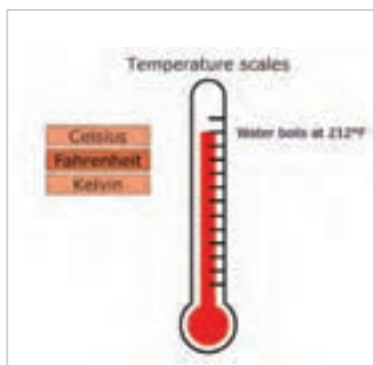
با توجه به آشنایی قبلی هنرجویان با مقیاس سلسیوس در کتاب علوم هفتم و اهمیت مقیاس فارنهایت در صنعت و رشته‌های فنی، توجه ویژه در تدریس این مقیاس به دبیران محترم توصیه می‌شود. در رابطه با نقطه صفر کلین و انرژی ذرات ماده در این دما می‌توان برای فهم دقیق‌تر آن، توضیحات زیر را ارائه کرد.

● دانش افزایی

عدد صفر کلین مربوط به پایین‌ترین دمای ممکن است که در آن دما، ذرات ماده هیچ انرژی جنبشی برای از دست دادن ندارند. این بیان بدین معناست که ماده دارای چیزی است که انرژی نقطه صفر خوانده می‌شود؛ اما این انرژی خارج از دسترس است و نمی‌تواند به ماده دیگری منتقل شود؛ مثلاً هلیوم مایع در صفر مطلق دارای انرژی کافی برای جلوگیری از انجماد است. دما به صورت میانگین انرژی جنبشی ذرات ماده تعریف شد. اما به طور دقیق‌تر باید گفت، دما با میانگین انرژی جنبشی انتقالی مولکولی ماده متناسب است. دما مربوط به حرکت کاتوره‌ای اتم‌ها و مولکول‌های ماده است. علاوه بر حرکت کاتوره‌ای، مولکول‌ها می‌توانند بچرخند و اتم‌هایشان نیز می‌توانند ارتعاش کنند. اما این حرکت‌ها انتقالی نیستند و تأثیر مستقیمی در دما ندارند. برای توضیح این پدیده باید از نظریه کوانتومی استفاده کرد. فیلم تعاملی، موجود در لوح فشرده، تمرین مناسبی برای تبدیل مقیاس‌های مختلف دما و نمونه‌های عینی از مقایسه آنها است.



آزمایشگاه مجازی: مدرج سازی دماسنج به روش سلسیوس و کالیبره کردن آن



فیلم تعاملی: مقایسه نقطه ذوب یخ و نقطه جوش آب برای سه مقیاس

نکته

برخی از منابع معادله تبدیل دو مقیاس سلسیوس و فارنهایت را به صورت زیر بیان کرده‌اند.

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

با توجه به این معادله می‌توان به نکته ۴-۱ این مورد را اضافه کرد که بازه‌های دمایی در مقیاس فارنهایت ۱/۸ برابر بازه‌های دمایی در مقیاس سلسیوس هستند.

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta$$

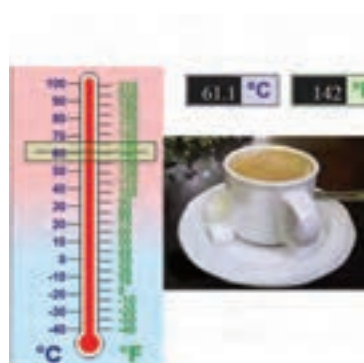
تمرین کنید پیشنهادی

- توجه به دقیق‌تر بودن مقیاس فارنهایت

- شایستگی غیرفنی: تقویت کار تیمی

کدام یک به طور میانگین، به میزان کمتری انرژی جنبشی مولکولی جسم را افزایش می‌دهند: افزایش دمای ۱ درجه سلسیوس یا افزایش دمای ۱ درجه فارنهایت؟

پاسخ: به دلیل کوچک‌تر بودن بازه دمایی ۱ درجه فارنهایت، مقدار افزایش دمای جسم کمتر بوده و میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم نیز کمتر افزایش می‌یابد.



فیلم تعاملی: بیان نمونه‌های عینی از دماهای مختلف در دو مقیاس فارنهایت و سلسیوس روی نمودار

هدف:

- تبدیل مقیاس‌های مختلف دما در موارد آشنا
- مهارت حل مسئله ریاضی

جسم	دما بر حسب درجه سلسیوس	دما بر حسب کلوین	دما بر حسب فارنهایت
دمای سطح خورشید	۶۰۵۱	۵۷۷۸	۱۰۹۲۳/۸
دمای جوش روغن سرخ کردنی	۲۲۰	-۵۳	۴۲۸
دمای آب در حال جوش	۱۰۰	۲۸۳	۲۱۲
دمای یخ در حال ذوب	۰	۲۷۳	۳۲
دمای صفر مطلق	-۲۷۳	۰	-۴۵۹/۴

۲-۴ گرما

● هدف

- پی بردن به قانون دوم ترمودینامیک به بیان ساده (گرما همواره خودبه خود از منطقه دمای بالاتر به منطقه دمای پایین تر جریان می یابد)
- شناسایی قوانین، اصول و حقایق جهان

● راهنمای تدریس

با توجه به تجربه‌های مختلفی می‌توان
هنرجو را به این نتیجه رساند که قانون
یکسانی بر جهت شارش گرما حاکم است:

- سوختن زبان از غذای داغ
- گرم شدن غذای سرد روی اجاق
- احساس سرما هنگام راه رفتن روی موزائیک

سرد

- گرم شدن دسته قاشق درون قابلمه روی
اجاق

- گرم شدن بدن پس از نوشیدن چای گرم

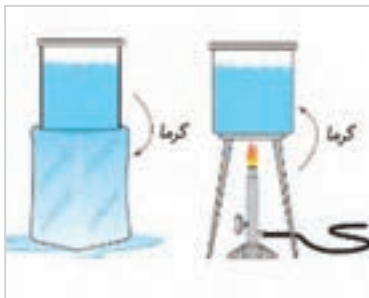
در یک روز سرد



تجربه کنید پیشنهادی

هدف:

– پی بردن به جهت شارش گرما براساس انرژی جنبشی ذرات دو جسم
اگر تیلۀ سریعی به تیله‌های کم سرعت برخورد کند، سرعت می‌گیرد یا کند می‌شود؟
کدام تیلۀ انرژی جنبشی از دست می‌دهد و کدام یک به دست می‌آورد؟ برخورد
تیله‌ها چه ارتباطی با جهت جریان گرما بین دو جسم دارد؟
پاسخ: حرکت تیلۀ پر سرعت کند شده و تیله‌های کم سرعت، سرعت بیشتری
می‌گیرند. همان‌طور که انرژی جنبشی از تیلۀ سریع‌تر به تیله‌های کندتر منتقل شد،
گرما نیز از جسم با دمای بالاتر که ذراتش انرژی جنبشی بیشتری دارند به جسم با
دمای پایین‌تر منتقل می‌شود.



شکل ۴-۲ جهت شارش گرما



شکل ۴-۳ جهت انتقال انرژی هنگام برخورد
یک تیلۀ سریع به تیله‌های ساکن

۴-۲-۱ مفهوم گرما

● هدف

– درک انرژی درونی و گرما و ارتباط و تفاوت آنها با هم

● اشتباهات رایج

انرژی درونی را با انرژی شیمیایی یکسان می‌دانند.

– تفاوت بین گرما و دما را نمی‌دانند.

– گرما را کمیتی متعلق به یک جسم می‌دانند (مانند دما)

● راهنمای تدریس

همان‌طور که در راهنمای تدریس بخش مقیاس‌های دما ذکر شد، علاوه بر انرژی جنبشی انتقالی، مولکول‌های جسم، انرژی‌های دیگری نیز دارند. انرژی جنبشی ناشی از حرکت‌های داخلی اتم‌ها در مولکول، و انرژی پتانسیل ناشی از نیروهای بین مولکولی، از آن جمله‌اند. انرژی درونی در واقع مجموع همه انرژی‌های ذرات ماده است؛ بنابراین ماده دارای گرما نیست، بلکه حاوی انرژی درونی است.

هدف:

– درک عمیق‌تر مفهوم گرما و انرژی درونی
 یک کوه یخ و یک فنجان چای گرم را در نظر بگیرید. ذرات کدام یک انرژی جنبشی بیشتری دارند؟ چرا؟ کدام یک دارای انرژی درونی بیشتری است؟ جهت انتقال گرما بین این دو چگونه است؟ آیا جهت انتقال گرما با انرژی درونی رابطه‌ای دارد؟
 پاسخ: ذرات چای گرم به دلیل بالاتر بودن دما، به طور میانگین دارای انرژی جنبشی بیشتری هستند.

کوه یخ به دلیل بالاتر بودن جرم و تعداد ذراتش و با وجود کمتر بودن انرژی جنبشی این ذرات نسبت به چای گرم، دارای انرژی درونی بیشتری است. انرژی درونی مجموع انرژی‌های ذرات جسم است؛ بنابراین تابعی از دما به تنهایی نیست.
 جهت انتقال گرما تنها تابعی از دمای دو جسم است؛ بنابراین گرما از فنجان چای به کوه یخ منتقل می‌شود.

۴-۲-۲ محاسبه مقدار گرما

● هدف

- درک رابطه بین مقدار تغییر دما و مقدار گرمای منتقل شده
- درک رابطه بین جرم جسم و مقدار گرمای مورد نیاز

● راهنمای تدریس

گرچه در بسیاری از منابع دانشگاهی ابتدا به تعریف ظرفیت گرمایی ویژه برحسب $Q/m\Delta\theta$ پرداخته شده است؛ اما در کتاب‌های درسی برخی از کشورها، از تجربه روزانه هنرجو در مورد مقدار گرمای مورد نیاز برای گرم کردن یک جسم تا دمایی خاص، استفاده شده است. در این روش، سه عامل مرتبط با مقدار گرمای مورد نیاز، یعنی جنس، میزان تغییر دما و مقدار جرم، شناسایی شده و ابتدا رابطه گرما استخراج و سپس ظرفیت گرمایی ویژه تعریف شده است.
 می‌توانید با استفاده از آزمایشگاه مجازی موجود در لوح فشرده، نقش آن سه عامل را برای هنرجویان نشان دهید.



آزمایشگاه مجازی: سه فاکتور مؤثر در مقدار گرما

تجربه کنید

هدف: درک رابطه بین گرما و تغییر دما
پاسخ: هرچه میزان تغییر دمای بیشتری مد نظر باشد، گرمای بیشتری هم مورد نیاز است. یا بالعکس؛ هرچه گرمای بیشتری به جسم داده شود، میزان تغییر دما بیشتر خواهد بود.

تجربه کنید

هدف: درک رابطه بین جرم و گرما
پاسخ: هرچه مقدار جرم بیشتر باشد، برای رسیدن به یک دمای معین، گرمای بیشتری لازم است. یا بالعکس؛ هرچه جرم جسم بیشتر باشد، مقدار گرمای بیشتری از خود به محیط می‌دهد.

● دانش افزایی

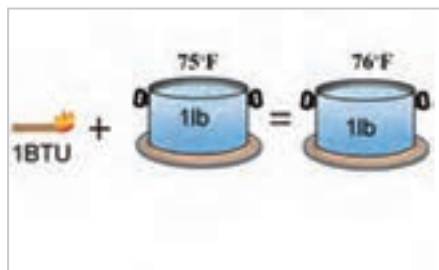
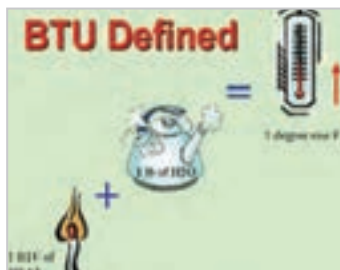
British Thermal Unit (BTU)

یکای بریتانیایی گرما در سیستم‌های حرارتی و برودتی

BTU واحد اندازه‌گیری انرژی گرمایی در تأسیسات برودتی و حرارتی است. هر BTU میزان گرمایی است که دمای یک پوند (۴۵۳/۵۶ گرم) آب را در فشار یک اتمسفر از ۷۵ درجه فارنهایت به ۷۶ درجه فارنهایت برساند. برای محاسبه کولر گازی یا اسپیلت مورد نیاز در طبقات وسط ساختمان، به ازای هر مترمربع حدود BTU ۶۰۰-۴۰۰ و برای طبقاتی که بالای آنها پشت بام است، به دلیل تابش آفتاب بر سقف، به ازای هر مترمربع BTU ۸۰۰-۶۰۰ در نظر گرفته می‌شود. برای تبدیل BTU به واحدهای دیگر انرژی گرمایی می‌توان از این روابط استفاده کرد.

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ Cal}$$

$$1 \text{ BTU} = 1055/07 \text{ J}$$



● دانش افزایی

کالری (calorie) کالری برای اولین بار در سال ۱۸۲۴ میلادی توسط نیکلاس کلمان به عنوان واحدی برای گرما تعریف شد. واژه کالری از واژه لاتین calor به معنی گرما گرفته شده است. بین سال‌های ۱۸۴۱ و ۱۸۶۷ این لغت به فرهنگ‌های انگلیسی و فرانسوی اضافه شد.

کالری به دو صورت تعریف می‌شود:

کالری کوچک یا گرم کالری (Cal): مقدار انرژی مورد نیاز برای افزایش دمای ۱ گرم آب ۱۴/۵ درجه سلسیوس به ۱۵/۵ درجه در فشار هوای ۱ اتمسفر.

کالری بزرگ یا کیلوگرم کالری (kcal): همان کالری غذایی بوده و مقدار آن برابر است با مقدار انرژی مورد نیاز برای افزایش دمای ۱ سانتی‌گرادی ۱ کیلوگرم آب ۱۴/۵ درجه سلسیوس به ۱۵/۵ درجه.

این واحدها سال‌ها در سیستم اندازه‌گیری متریک استفاده می‌شدند. در سال ۱۹۴۸، جامعه علمی تصمیم گرفت چون در گرما (مانند کار) انرژی منتقل می‌شود، یکای SI برای گرما همان ژول باشد.



ظرفیت گرمایی ویژه

● هدف

- آشنایی با مفهوم ظرفیت گرمایی ویژه
- شایستگی غیرفنی: درک اهمیت آب در صنعت و طبیعت
- دانش پیش‌نیاز
- مفهوم تغییر دما $\Delta\theta$
- مفهوم انرژی درونی

تدریس پیشنهادی

● راهنمای تدریس

پس از راهنمایی هنجاریان برای درک مفهوم ظرفیت گرمایی ویژه، پیشنهاد می‌شود از آنها بخواهیم در مورد اعداد جدول ظرفیت گرمایی ویژه بحث کنند. همچنین در مورد کمیت آن نیز می‌توان به بحث و گفت‌وگو نشست. برای مثال از هنجاریان بپرسیم که اگر دمای مس را یک درجه افزایش دهیم، چقدر گرما دریافت کرده است؟ حال اگر دمای مس دو درجه افزایش یابد چقدر گرما دریافت کرده است؟ سؤالات را با حالت معکوس یعنی از دست دادن گرما هم بپرسیم.

فکر کنید پیشنهادی

هدف:

– تفکر درباره کاربرد موادی با ظرفیت گرمایی ویژه بالا و پایین در صنعت و طبیعت
– شایستگی غیر فنی: انتخاب فناوری‌های مناسب در دنیای کار
ظرفیت گرمایی ویژه اجسام مختلف در جدول ۱-۴ را از زیاد به کم مرتب کنید. به نظر شما موادی که ظرفیت گرمایی ویژه بالایی دارند چه کاربردهایی می‌توانند داشته باشند؟ اجسامی که ظرفیت گرمایی ویژه آنها کم است چطور؟
پاسخ: در مواردی که نیاز به تغییر دمای فوری با گرمای کم باشد، از موادی با ظرفیت گرمایی کم استفاده می‌شود؛ مثلاً تفلون‌ها. در مواردی که نیاز به ذخیره مقدار گرمای زیادی با تغییر دمای کم باشد، از موادی با ظرفیت گرمایی ویژه بالا استفاده می‌شود؛ مثل کاربرد آب در کیسه آب گرم یا روغن‌های مخصوص در صنعت تراشکاری

فکر کنید

هدف:

– ایجاد ارتباط افقی با فصل ۱
– شایستگی غیر فنی: تفکر درباره برخی تجارب روزانه مرتبط با ظرفیت گرمایی ویژه آب
پاسخ
الف) کمیت فرعی است، زیرا یکای آن ترکیبی از چند کمیت اصلی است.
ب) به دلیل اینکه درصد زیادی از هندوانه از آب تشکیل شده است و آب نیز به دلیل ظرفیت گرمایی ویژه بالا، با از دست دادن مقدار زیادی گرما تغییر دمایی اندک دارد. (گرچه در این پدیده به دلیل رسانندگی ضعیف گرمایی آب نیز می‌تواند دخیل باشد)
ج) به دلیل اینکه آب با تغییر دمایی اندک، مقدار زیادی گرما از دست بدهد و موتور اتومبیل را بهتر خنک کند.

با انجام آزمایش پیشنهادی و فیلم جالب زیر می‌توان ظرفیت گرمایی ویژه بالای آب را برای هنرجویان ملموس تر کرد.



آزمایش پیشنهادی

هدف: تجربه واقعی ظرفیت گرمایی ویژه بالای آب
وسایل مورد نیاز: دو عدد بادکنک، دو عدد شمع، آب
یکی از بادکنک‌ها را با آب و دیگری را با هوا پر کنید. سپس
هر دو را روی شعله شمع بگیرید.
نتیجه: بادکنکی که حاوی آب است، نمی‌ترکد، اما بادکنک
پر از هوا خیلی زود می‌ترکد. این به دلیل ظرفیت گرمایی
ویژه بالای آب است که گرمای شعله شمع را درون خود
ذخیره می‌کند، در حالی که دمایش تغییر زیادی نمی‌کند.

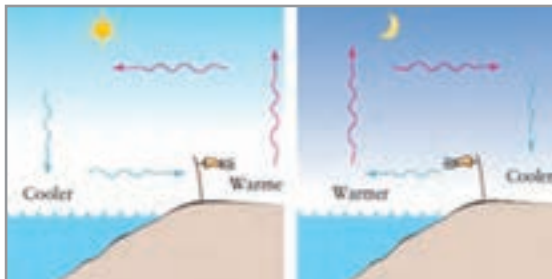


فیلم: آزمایش مقایسه ظرفیت گرمایی ویژه
آب و هوا

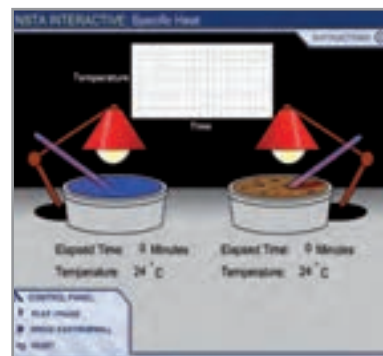
برای نشان دادن جایگاه ظرفیت گرمایی ویژه بالای آب در
طبیعت و نقش آن در ایجاد نسیم دریا، می‌توان از آزمایشگاه
مجازی تعاملی پیشنهادی استفاده کرد. همچنین نمایش
فیلم‌های موجود در لوح فشرده توصیه می‌شود.
ظرفیت گرمایی ویژه بالای آب نسبت به خاک باعث ایجاد نسیم
دریا در طول روز و شب می‌گردد. به عنوان یک فعالیت جانبی
برای هنرجویان علاقه‌مند، این آزمایش مجازی و اینفوگرافی زیر
توصیه می‌گردد. البته این پدیده به همرفت هم ارتباط دارد و
می‌توان در آن قسمت هم از این آزمایش و تصاویر استفاده کرد.



فیلم: کاربرد ظرفیت گرمایی ویژه آب در زندگی



شکل ۴-۴ جهت وزش نسیم در ساحل در شبانه روز



فیلم تعاملی: مقایسه ظرفیت گرمایی
ویژه آب و خاک

تمرین کنید

هدف: به کار بردن معادله گرما در یک موقعیت عینی
پاسخ:

$$m=2\text{Kg}, \theta_1=2^\circ\text{C}, \theta_2=100^\circ\text{C}, P=1400\text{ w}, t=?$$

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow Q = 2 \times 4200 \times (100 - 2) \rightarrow Q = 8400 \times 98 = 823200\text{ J} = 823.2\text{ kJ}$$

$$t = \frac{823200}{1400} = 588\text{ s}$$

تمرین کنید پیشنهادی

هدف: دقت به علامت Q در معادله گرما

جواهرسازی یک قطعه طلای زینتی به جرم ۱۰ گرم و ظرفیت گرمایی ویژه 129 J/kgC را تا دمای 100°C گرم کرده و پس از شکل دادن آن را درون آب سرد می اندازد. پس از خنک شدن قطعه به دمای 30°C می رسد. مقدار گرمایی که این قطعه طلا از دست داده، چند کیلوژول بوده است؟ علامت θ_1 در این فرایند مثبت است یا منفی؟ علامت Q چگونه؟

۴-۳ انتقال گرما

● هدف

- یادآوری روش های انتقال گرما از کتاب علوم

دانش پیش نیاز

- روش رسانش، همرفت و تابش از نظر ماکروسکوپیکی از کتاب علوم هفتم
- مواد رسانا و عایق گرما از کتاب علوم هفتم
- طیف امواج الکترومغناطیسی از کتاب علوم هشتم

● راهنمای تدریس

بهتر است از هنجویان خواسته شود متن مربوط به این قسمت از کتب علوم را از لوح فشرده مطالعه کرده و به صورت خلاصه با رسم اینفوگرافی یا نقشه مفهومی به کلاس ارائه دهند.



۴-۳-۱-رسانش گرمایی

● هدف

- توجه به عامل انتقال گرما در رسانش (نوسان ذرات ماده) در مقیاس مولکولی
- شایستگی غیرفنی: شناسایی فناوری‌های مناسب برای کاهش اتلاف گرما
- شایستگی غیرفنی: ایمنی در کار
- شایستگی غیرفنی: نگرش مثبت به سنت‌ها و فناوری‌های قدیم

اشتباهات رایج

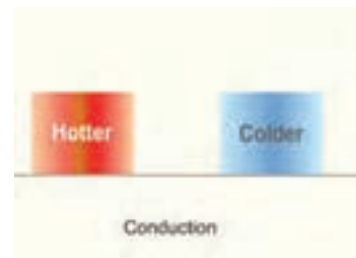
عایق‌بندی را به معنای عدم انتقال گرما می‌دانند. بهتر است در بخش آهنگ انتقال گرما به این نکته اشاره شود که تفاوت مواد عایق و رسانا، در تفاوت آهنگ انتقال گرماست و هیچ ماده عایق کاملی وجود ندارد. آزمایش مجازی روبه‌رو این کج فهمی را به‌خوبی اصلاح می‌کند.

● راهنمای تدریس

رسانش از مقیاس مولکولی و تفاوت رسانش در حالت‌های مختلف ماده در این کتاب مورد توجه است؛ لذا فیلم‌های موجود در لوح فشرده به درک این بحث از مقیاس مولکولی کمک خواهد کرد.



فیلم تعاملی ۱: نمایش سه روش انتقال گرما



فیلم تعاملی ۲: مثال از سه روش انتقال گرما



آزمایشگاه مجازی: مقایسه آهنگ رسانش مواد مختلف



فیلم تعاملی: نمایش میکروسکوپی سه روش انتقال گرما

فکر کنید

هدف:

- مقایسهٔ رسانش در حالات مختلف ماده
پاسخ: در جامدات رسانش بیشتر است. این امر به دلیل فاصلهٔ کمتر مولکول‌های آنها از یکدیگر است که باعث می‌شود نوسان قسمت‌های گرم‌تر به قسمت‌های سردتر راحت‌تر منتقل شود.

فکر کنید

هدف:

- مقایسهٔ رسانش گازها و جامدات
- شایستگی غیرفنی: ارزش‌گذاری به مشاغل مختلف
پاسخ: با وجود دمای یکسان هوا و دیوارهٔ تنور، به دلیل رسانش بالاتر جامدات و رسانایی ضعیف هوا، گرما به راحتی از دیوارهٔ تنور به دست منتقل می‌شود.

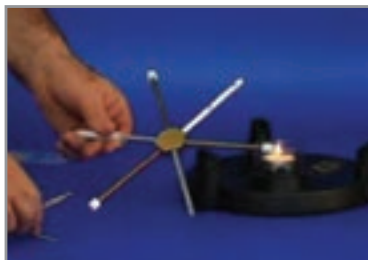
۴-۳-۲ محاسبهٔ آهنگ رسانش گرما

● هدف

یافتن عوامل مؤثر بر آهنگ رسانش گرما
- شایستگی غیرفنی: آشنایی با روش‌های کاهش اتلاف گرما از طریق رسانش
- شایستگی غیرفنی: صرفه‌جویی در منابع انرژی

● راهنمای تدریس

برای سهولت در درک عوامل مؤثر در آهنگ رسانش گرما، استفاده از شکل‌های کتاب و آزمایش‌ها و فیلم‌های زیر توصیه می‌شود.



فیلم: نمایش عامل جنس و طول در رسانش

آزمایش پیشنهادی

هدف: بررسی عامل طول و جنس

وسایل مورد نیاز: میله‌هایی با جنس و طول متفاوت، شعله، موم، خلال دندان
به نوک دو سر میله‌ها و وسط آنها، توسط موم سه خلال دندان بچسبانید. میله‌ها را از یک نقطه روی شعله قرار دهید.

نتیجه: آهنگ انتقال گرما با طول میله رابطهٔ عکس دارد و خلال دندان‌هایی که از شعله دورتر هستند، دیرتر می‌افتند. زمان سقوط خلال دندان به جنس میله نیز بستگی دارد.

فیلم: نمایش عامل جنس و طول در رسانش

تمرین کنید

هدف :

– ایجاد ارتباط افقی با فصل ۱

– تقویت استدلال منطقی

پاسخ:

$$Q = \frac{KA\Delta T}{L} \rightarrow K = \frac{QL}{A\Delta T} \rightarrow \text{واحد } K = \frac{J.m}{m^2.s.K} = \frac{J}{m.s.K}$$

فکر کنید

هدف:

– توجه به عامل طول در رسانش گرما

– ارزش‌های ایرانی اسلامی در معماری سنتی

– جایگاه رسانندگی گرمایی مواد در صنعت

پاسخ: الف) گل دارای قابلیت رسانش گرمایی کمی است.

ب) عامل ضخامت یا همان طول انتقال گرما با مقدار گرمای انتقالی رابطه

عکس دارد.

۱- در همان صورت گرما (۱): هر چه رمان بیشتر باشد مقدار گرمایی بیشتر می‌شود. عواملی که بر پهنایی انتقال گرما یا رمان، نقش مستقیم دارند:

الف) قابلیت هدایت گرمایی یا رسانش گرمایی (K): به‌اینجه که تمام مواد نمی‌توانند گرما را با سرعت یکسانی منتقل کنند. تفاوت رسانش موجب گرما حس می‌شود. گرما حس می‌شود و موادی مانند پنبه نسبت به رسانش خیلی ضعیف گرما را باقی می‌ماند.

ب) عوامل مؤثر بر انتقال گرما به روش رسانش را می‌توان در معادله زیر مشاهده کرد:

$$Q = \frac{KA(T_1 - T_2)}{L} = \frac{KA\Delta T}{L}$$

اگر مقدار گرمایی انتقال یافته در واحد زمان را بخواهیم، معادله فوق بر زمان تغییر می‌یابد و اصطلاحاً ضریب رسانش گرما تعریف می‌گردد:

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta T}{L} \quad (۲-۱)$$

۲- در همان صورت گرما (۲): هر چه رمان بیشتر باشد مقدار گرمایی بیشتر می‌شود. عواملی که بر پهنایی انتقال گرما یا رمان، نقش مستقیم دارند:

الف) قابلیت هدایت گرمایی یا رسانش گرمایی (K): به‌اینجه که تمام مواد نمی‌توانند گرما را با سرعت یکسانی منتقل کنند. تفاوت رسانش موجب گرما حس می‌شود. گرما حس می‌شود و موادی مانند پنبه نسبت به رسانش خیلی ضعیف گرما را باقی می‌ماند.

ب) عوامل مؤثر بر انتقال گرما به روش رسانش را می‌توان در معادله زیر مشاهده کرد:

$$Q = \frac{KA(T_1 - T_2)}{L} = \frac{KA\Delta T}{L}$$

اگر مقدار گرمایی انتقال یافته در واحد زمان را بخواهیم، معادله فوق بر زمان تغییر می‌یابد و اصطلاحاً ضریب رسانش گرما تعریف می‌گردد:

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta T}{L} \quad (۲-۱)$$

۳- در همان صورت گرما (۳): هر چه رمان بیشتر باشد مقدار گرمایی بیشتر می‌شود. عواملی که بر پهنایی انتقال گرما یا رمان، نقش مستقیم دارند:

الف) قابلیت هدایت گرمایی یا رسانش گرمایی (K): به‌اینجه که تمام مواد نمی‌توانند گرما را با سرعت یکسانی منتقل کنند. تفاوت رسانش موجب گرما حس می‌شود. گرما حس می‌شود و موادی مانند پنبه نسبت به رسانش خیلی ضعیف گرما را باقی می‌ماند.

ب) عوامل مؤثر بر انتقال گرما به روش رسانش را می‌توان در معادله زیر مشاهده کرد:

$$Q = \frac{KA(T_1 - T_2)}{L} = \frac{KA\Delta T}{L}$$

اگر مقدار گرمایی انتقال یافته در واحد زمان را بخواهیم، معادله فوق بر زمان تغییر می‌یابد و اصطلاحاً ضریب رسانش گرما تعریف می‌گردد:

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta T}{L} \quad (۲-۱)$$

تمرین کنید

هدف:

- تقویت فرمول نویسی و حل مسئله
 - مشخص کردن متغیرها و ثابت‌ها
 - اهمیت توجه به رسانش گرما در ساختمان سازی و صرفه جویی انرژی
- پاسخ:

$$A = 2 \times 1 = 2 \text{ m}^2 \text{ و } \theta_1 = 0^\circ \text{ C و } \theta_2 = 20^\circ \text{ C}$$

$$\text{و } t = 1 \text{ s و } K = 1 \frac{\text{J}}{\text{s.m.k}} \text{ و } L = 2 \text{ mm} = 0.002 \text{ m, } Q = ?$$

$$Q = \frac{KA(T_2 - T_1)}{L} \rightarrow Q = \frac{1 \times 2 \times (20 - 0)}{0.002} = \frac{40}{0.002} =$$

$$20000 \text{ J} = 20 \text{ kJ}$$

۴-۳-۳ همرفت

● هدف

- آشنایی با عامل انتقال گرما در روش همرفت
- درک دلیل جریان‌های همرفتی در مقیاس میکروسکوپی
- شایستگی غیرفنی: ایجاد ارتباط با فصل ۳ در بحث چگالی شاره و توجه به فرایند یادگیری
- شایستگی غیرفنی: درک صحیح از فناوری مربوط به همرفت
- شایستگی غیرفنی: درک قدرت خالق در برخی پدیده‌های طبیعی به دلیل همرفت

● دانش پیش‌نیاز

- درک رابطه تغییر چگالی با تغییر دما
- آشنایی با پدیده همرفت در مایعات از کتاب علوم هفتم

● راهنمای تدریس

با توجه به اینکه هنرجویان در دوره راهنمایی با پدیده همرفت در مایعات از طریق آزمایش جوهر در لوله مربعی شکل آشنا شده‌اند، در این کتاب ترجیح بر نقش این پدیده در طبیعت، همرفت در گازها و عامل انتقال گرما در این روش است. علاوه بر آزمایش‌ها و تجربه کنندهای کتاب درسی از فیلم‌ها و آزمایش‌های موجود در لوح فشرده برای تدریس می‌توان کمک گرفت.



فیلم: نمایش مولکولی رسانش و همرفت با روش تشبیه



فیلم: آزمایش همرفت مایعات در لوله مربعی



فیلم: چرخش فرفره با استفاده از همرفت

آزمایش کنید

هدف

- مشاهده پدیده همرفت در مایعات
- ایجاد ارتباط پدیده همرفت با دما و جنبش مولکول‌ها
- تقویت شایستگی استدلال و بینشی
- نتیجه: به دلیل انرژی جنبشی انتقالی بیشتر مولکول‌ها در آب گرم، جوهر سریع‌تر پخش می‌شود و پدیده همرفت با سرعت بیشتری نسبت به آب سرد رخ می‌دهد.

هدف

- مشاهده پدیده همرفت در گازها
- پاسخ: با گرم شدن هوای اطراف شعله و کاهش چگالی آن، هوای گرم اطراف شعله به سمت بالا حرکت می‌کند و به همین دلیل اطراف شعله داغ نیست، در حالی که بالای شعله دمای خیلی بیشتری نسبت به اطراف شعله دارد.

تجربه کنید پیشنهادی

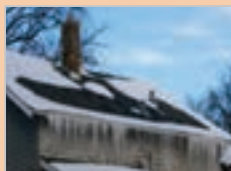
هدف:

- مشاهده جهت جریان همرفتی
- تعدادی نخود درون آب بریزید و روی شعله قرار دهید. زمانی که آب شروع به گرم شدن می‌کند، جهت حرکت نخودها چگونه است؟
- پاسخ: جهت حرکت نخودها همان جهت جریان همرفت است.



فیلم: جهت جریان همرفتی

هدف:



- توجه به رسانش و همرفت در اتلاف گرما
- الگوی ذوب شدن برف روی شیروانی نشان دهنده رسیدن گرمای بیشتر به نقاط ذوب شده است. به نظر شما به چه دلیل اتلاف گرما در این نقاط بیشتر است؟
- پاسخ: رسانندگی گرمایی ماده استفاده شده در دودکش و نقاطی از سقف بیشتر از دیوارهاست.
- همچنین به دلیل همرفت در هوای اتاق و بالا آمدن هوای گرم، در وسط سقف که به دور از دیوارهاست، این اتفاق بیشتر رخ داده است.

۴-۳-۴ تابش

● هدف

- درک عامل انتقال گرما به روش تابش
- شایستگی غیر فنی: درک کاربردهای فناوریۀ روش تابش

● دانش پیش نیاز

- طیف امواج الکترومغناطیسی از علوم هشتم
- تابش اجسام کدر و روشن از علوم هفتم

● راهنمای تدریس

با توجه به اینکه روش تابش به تفصیل در کتب علوم اشاره آمده است، تنها ذکر انتقال به این روش و تفهیم آن کافی است.

در انتها بهتر است برای برقراری ارتباط بین مطالب و مقایسه و جمع بندی هر سه روش انتقال در کنار هم از تکه ای از نمودار مفهومی انتهای فصل استفاده شود. فیلم هایی نیز در لوح فشرده برای این منظور قرار گرفته اند.



فیلم تعاملی: آزمایش مجازی انرژی تابش شده از رنگ های مختلف



فیلم تعاملی: کاربردهای مختلف سه روش گرما در منزل

۴-۴ انبساط گرمایی

● هدف

- ایجاد انگیزه با جلب توجه به پدیده ای که در صنعت مهم است.
- ارتباط با عکس ابتدای فصل

● راهنمای تدریس

هنرجویان با انبساط و انقباض گرمایی در کتاب های علوم آشنا شده اند. در این کتاب هدف، آشنایی آنها با کاربردهای این پدیده در صنعت و اندازه گیری و محاسبه میزان این انبساط است. بنابراین بهتر است در حین تدریس از مثال های کاربردی رشته های گوناگون فنی از انبساط گرمایی استفاده شود.



۴-۴-۱ تأثیر گرما بر اندازه مواد

● هدف

- توجه به انبساط گرمایی در مقیاس میکروسکوپی
- شایستگی غیرفنی: کاربردهای مختلف انبساط در زندگی
- شایستگی غیرفنی: فهم نتایج تکنولوژیکی این پدیده
- شایستگی غیرفنی: تفسیر و به کارگیری دانش جدید در ساخت وسایل

● دانش پیش نیاز

- رابطه انرژی جنبشی مولکولی با دما

● راهنمای تدریس

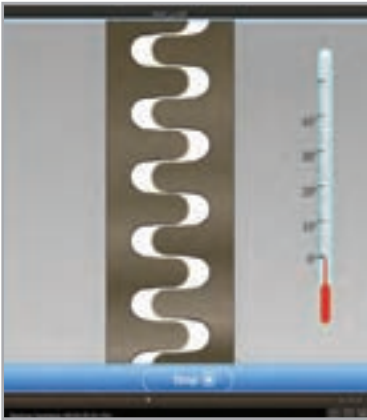
- فیلم‌های موجود در لوح فشرده، مثال‌های متنوعی از انبساط را در زندگی روزمره و صنعت نشان می‌دهند. بیان این موارد در حین تدریس می‌تواند آموزنده باشد.
- در این فیلم نحوه عملکرد ترموستات به خوبی تشریح شده است. عکس‌های زیر نیز به منظور یاددهی بهتر توصیه می‌شوند.



فکر کنید پیشنهادی

هدف:

- توجه به انبساط گرمایی در رفع برخی از مشکلات
- یک توپ پینگ‌پنگ قر شده (فشرده شده) را چگونه می‌توان به حالت اولیه برگرداند؟
- پاسخ: اگر توپ را در آب جوش بیندازید به دلیل انبساط هوای داخل آن، به راحتی به حالت اولیه برمی‌گردد.



فیلم: نحوه عملکرد درز انبساط پل



● دانش افزایی

درز انبساط و درز انقطاع در ساختمان‌ها

درز انبساط برای جلوگیری از خرابی‌های ناشی از انبساط و انقباض ساختمان بر اثر تغییر درجه حرارت محیط خارج یا جلوگیری از انتقال بار ساختمان قدیمی مجاور به ساختمانی که جدید احداث می‌شود، پیش‌بینی می‌شود. همچنین در مواردی که ساختمان بزرگ است و از چند بلوک متصل به هم تشکیل می‌شود، باید درز انبساط در محل مناسب پیش‌بینی شود. حداقل فاصله‌هایی که باید در آن درز انبساط پیش‌بینی شود، به نوع ساختمان، تعداد طبقات، مصالح مصرفی و آب‌وهوای محل احداث بستگی دارد.

برای پوشاندن و پر کردن فواصل درز انبساط از موادی استفاده می‌کنند که قابلیت ارتجاعی داشته باشد. باید دقت شود فاصله درز انبساط به هیچ وجه با مصالح بنایی یا ملات پر نشود. هنگام استقرار اسکلت فلزی، ستون‌هایی که در مجاورت یک درز انبساط قرار دارند، به طور موقت به وسیله قطعات فلزی متصل شده‌اند که پس از استقرار، این اتصالات باید بریده شوند تا ساختمان در محل درز انبساط به کلی از قسمت مجاور خود جدا باشد.

درز انقطاع

برای جلوگیری از خسارت و کاهش خرابی ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، به ویژه در زمان وقوع زلزله، ساختمان‌هایی که ارتفاع بیش از ۱۲ متر داشته یا بیش از ۴ طبقه هستند، باید به وسیله درز انقطاع از ساختمان‌های مجاور جدا شوند. همچنین حداقل درز انقطاع در تراز هر طبقه برابر ۱/۱۰۰ ارتفاع آن تراز از روی شالوده است. این فاصله را می‌توان در محل‌های لازم با مصالح کم مقاومت که در هنگام زلزله در اثر برخورد دو ساختمان به‌آسانی خرد می‌شوند، پر کرد.



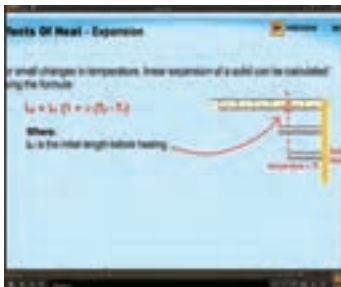
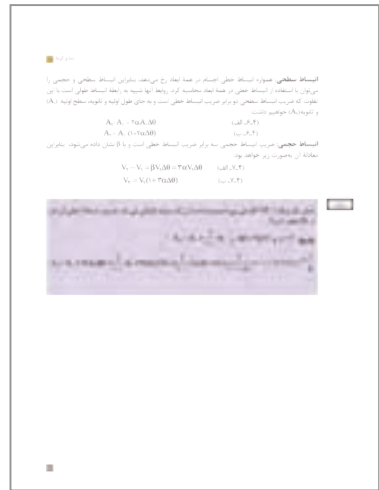
۴-۲ محاسبه مقدار انبساط

● هدف

- پیش‌بینی فواصل مورد نیاز برای انبساط
- شایستگی غیرفنی: کسب توانایی استفاده از محاسبات در حرفه

● راهنمای تدریس

همان‌طور که می‌دانید، ضریب انبساط سطحی و حجمی به صورت دو برابر و سه برابر ضریب انبساط خطی تعریف می‌شوند. گرچه در این کتاب به انبساط حجمی مایعات پرداخته نشده است؛ اما بهتر است دلیل نام‌گذاری ضریب انبساط حجمی به صورت β توضیح داده شود. فیلم آموزشی موجود در لوح فشرده در زمینه درک معادلات انبساط می‌تواند مفید باشد.



فیلم تعاملی: مثال‌هایی از انبساط گرمایی در صنعت و زندگی، ترموستات، معادلات انبساط



فیلم تعاملی: مثال‌های متنوع از انبساط گرمایی

نکته

ضریب انبساط خطی برای مایعات تعریف نشده است تا بتوان طبق آن، ضریب انبساط حجمی آنها را ۳ برابر ضریب انبساط خطی لحاظ کرد؛ بنابراین ضریب انبساط حجمی را با β نمایش می‌دهند. اما چون انبساط سطحی برای مایعات بی‌معناست، بنابراین نیازی به نام‌گذاری یک حرف به جای α وجود ندارد.

تمرین کنید

هدف:

- تقویت فرمول‌نویسی و حل مسئله
 - اهمیت توجه به انبساط گرمایی در ساختمان‌سازی
- اگر پنجره‌ای با ابعاد ۱×۲ متر ساخته شده باشد و شیشه‌بر بخواد در زمستان که دمای هوا ۵ درجه سلسیوس است، شیشه‌ای برای آن نصب کند، چقدر فاصله برای انبساط شیشه در تابستان با دمای ۳۵ درجه سلسیوس باید در نظر بگیرد؟

$$\left(\alpha = 3 / 3 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \text{ شیشه} \right)$$



● دانش افزایی

چنانچه جسم در تمام جهات، خواص فیزیکی و مکانیکی یکسانی داشته باشد، اندازه انبساط ابعاد آن متناسب خواهد بود؛ ولی بعضی از اجسام مانند چوب، در جهت الیاف و جهت عمود بر الیاف ضریب انبساط متفاوتی دارند، به طوری که ضریب انبساط خطی در جهت عمود بر الیاف (در جهت شعاع چوب) ۵ برابر آن در امتداد الیاف است.

پاسخ پرسش‌های پایان فصل

۱. ج

۲. به دلیل انقباض سیم‌ها در زمستان طول آنها کوتاه می‌شود و با این کار امکان این کاهش طول فراهم می‌شود.

۳. دسته ظرف: رسانش

مایع داخل ظرف: همرفت

آتش: تابش

۴. به دلیل ظرفیت گرمایی ویژه آب، برای جلوگیری از داغ شدن قطعه در حال تراش از آب به عنوان خنک‌کننده استفاده می‌شود.

۵. برای جلوگیری از انتقال با روش تابش، بدنه آبرگرمکن را رنگ سفید می‌زنند. برای جلوگیری از انتقال گرما از طریق رسانش دو جداره دور مخزن قرار می‌دهند و بین دو جداره هوا وجود دارد که رسانای ضعیف گرماست.

۶. خیر، به دلیل اینکه ضریب انبساط گرمایی آب زیاد نیست، دقت زیادی نخواهد داشت.

۷. به دلیل رسانا بودن تیغه، هنگام لمس آن، گرما از دست ما وارد فلز شده و دست احساس سرما می‌کند. اما برای دسته چوبی به دلیل نارسانا بودنش چنین اتفاقی نمی‌افتد.

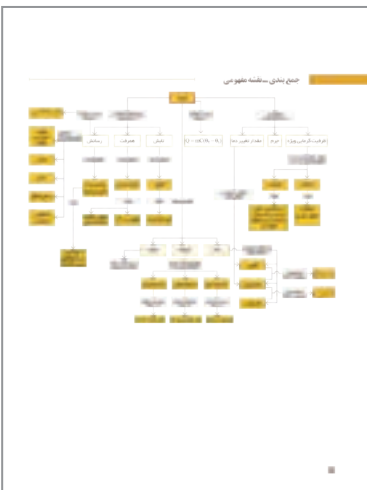
پاسخ مسئله‌ها

۱.

$$T = \theta + 273 \rightarrow T = 37 + 273 = 310 \text{ K}$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow F = \frac{9}{5} \times 37 + 32$$

$$F = 66/6 + 32 = 98/6 \text{ f}$$



۲.

$$Q = mC(\theta_r - \theta_i) \quad 1960000 = 1/9 \times C \times (150 - 20) \rightarrow$$

$$1960000 = 247C \rightarrow C = 793 / 5 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C}$$

۳.

$$Q = mC(\theta_r - \theta_i) \rightarrow$$

$$Q = 2 \times 900 \times (75 - 200) \rightarrow Q = -225000 J = -225 KJ$$

۴. تابستان

$$L_r - L_i = \alpha L_i \Delta \theta$$

$$L_r - L_i = 12 \times 10^{-6} \times 15 \times (50 - 20)$$

$$L_r - L_i = 54000 \times 10^{-6} m = 0.054 m = 54 mm$$

$$L_r = 15 / 0.054 m$$

زمستان

$$L_r - L_i = \alpha L_i \Delta \theta$$

$$L_r - L_i = 12 \times 10^{-6} \times 15 \times (-10 - 20)$$

$$L_r - L_i = -54000 \times 10^{-6} m = -0.054 m = -54 mm$$

$$L_r = 14 / 9946 m$$

۵.

$$\Delta A_B = 2 \Delta A_A \rightarrow 2 \alpha A_B \Delta \theta = 2 \times 2 \alpha A_A \Delta \theta$$

$$A_{iB}(\theta_{r-100}) = 2 A_{iA}(\theta_{r-200})$$

$$\pi \times 20^2 (-100) = 2 \times \pi \times 40^2 (\theta_{r-200})$$

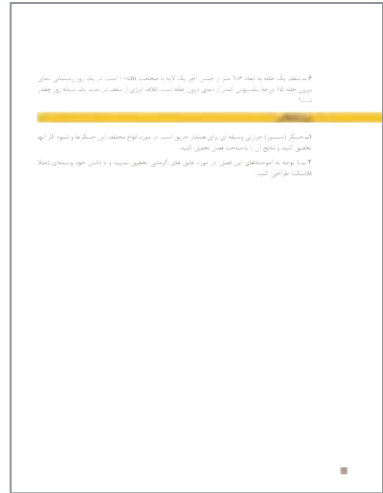
$$400 \theta_{r-400000} = 3200 \theta_{r-640000}$$

$$2800 \theta_r = 600000 \rightarrow \theta_r = 214 / 28 C$$

۶.

$$Q = \frac{KA \Delta T}{L} \rightarrow Q = \frac{0.6 \times 54 \times 24 \times 3600 \times 15}{0.1}$$

$$Q = 41990400 J = 419904 kJ$$



فصل ۵

جریان و مدارهای الکتریکی

خلاصه فصل

در این فصل، جریان الکتریکی و بعضی پدیده‌های مربوط به آن مورد بحث قرار می‌گیرد. الکترون آزاد، اجسام رسانا و نارسانا، جریان الکتریکی، اختلاف پتانسیل و مقاومت معرفی می‌شوند. مدار الکتریکی، انواع مقاومت‌ها، عوامل مؤثر بر آنها، نحوه به هم بستن آنها و قانون اهم مورد بررسی قرار گرفته و انرژی و توان مصرفی و عوامل مؤثر بر آن توضیح داده می‌شوند. در پایان بر صرفه جویی در مصرف انرژی الکتریکی تأکید می‌شود.

دانشته‌های پیشین

هنرجویان در کتاب‌های علوم هفتم و کار و فناوری هشتم با اختلاف پتانسیل، شدت جریان، مقاومت الکتریکی و قانون اهم آشنا شده و بستن مدار ساده را آموخته‌اند.

مدت تدریس پیشنهادی	اجزای واحد یادگیری	واحد یادگیری
۸۰ دقیقه	مقدمه ۱-۵ ۲-۵ ۳-۵	۱
۸۰ دقیقه	۴-۵ ۵-۵	۲
۸۰ دقیقه	۶-۵	۳
۸۰ دقیقه	۷-۵	۴
۸۰ دقیقه	پاسخ پرسش‌ها و مسئله‌های پایان فصل	۵

اهداف فصل در حوزه یادگیری علوم:

نگرش (ارزش)	مهارت	دانش
<p>- ارج نهادن به کار دانشمندان در زمینه جریان الکتریکی</p> <p>- تقویت حس کنجکاوی نسبت به توجیه پدیده های مرتبط با جریان الکتریکی</p> <p>- ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطه بین علت و معلول در پدیده های فیزیکی</p> <p>- پی بردن به وجود یک خالق و نظم دهنده یکتا با توجه به مشاهده نظام مند بودن پدیده های طبیعی</p> <p>- تقویت روحیه صرفه جویی و رعایت اعتدال در مصرف انرژی الکتریکی و زندگی</p> <p>- تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه های متفاوت و پذیرفتن منطق در گفتگو</p> <p>- پرورش و تقویت روحیه احترام به نظم و قانون در عمل و مسئولیت پذیری در کار گروهی</p>	<p>- آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه ها در ساخت و استفاده از بعضی ابزارهای مورد نیاز در زندگی روزانه.</p> <p>- کسب توانایی لازم برای انجام برخی آزمایش های جریان الکتریکی و جمع آوری داده ها و تجزیه و تحلیل آنها</p> <p>- کسب توانایی به کارگیری مواد آموزشی مختلف بخصوص مبتنی بر رایانه (استفاده از نرم افزار ادیسون و Electronic assistant)</p> <p>- پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیت های گروهی و جمعی</p>	<p>- آشنایی با کاربردهای مختلف جریان الکتریکی</p> <p>- با تفاوت مواد رسانا و نارسانا آشنا شود.</p> <p>- مفهوم جریان الکتریکی را درک کند.</p> <p>- با مدار الکتریکی آشنا شده و اجزای آن را بشناسد و بتواند مدار ساده ای را ببندد و جریان و اختلاف پتانسیل الکتریکی را اندازه گیری کند.</p> <p>- قانون اهم را با تفسیر نتیجه آزمایش بیان نماید و آن را در حل مسائل بکار برد.</p> <p>- با مقاومت الکتریکی، انواع آن و عوامل مؤثر بر آن آشنا شده و آن را در حل مسئله بکار برد.</p> <p>- عوامل مؤثر بر مصرف انرژی الکتریکی را بشناسد و انرژی مصرفی در یک مدار را محاسبه کند.</p> <p>- با کمیت توان الکتریکی آشنا شده و تفاوت توان اسمی و مصرفی را تشخیص دهد.</p> <p>- کسب آمادگی لازم برای ادامه تحصیل در رشته برق</p>

ایجاد انگیزه



علاوه بر تصویر ابتدای فصل، برای ایجاد انگیزه و درگیر کردن هنرجویان با موضوع درس و تعیین سطح کلاس در ارتباط با موضوع درس، می‌توان مواردی مانند پرسش‌های زیر را مطرح کرد:

۱. جریان الکتریکی چیست؟
۲. چگونه به وجود می‌آید؟
۳. مهم‌ترین ویژگی انرژی الکتریکی نسبت به دیگر انرژی‌ها چیست؟ (اشاره به قابلیت تبدیل آسان آن به دیگر اشکال انرژی و انتقال آسان آن با کمترین اتلاف)
۴. اگر یکی از وسایل برقی منزل شما بسوزد، در نحوه کار دیگر وسایل چه تأثیری دارد؟ (تأکید بر نحوه سیم‌کشی منازل)
۵. وسیله‌ای که با باتری کار می‌کند (مانند چراغ قوه، ماشین حساب و ...) در صورت نداشتن باتری، کار نمی‌کند.
۶. روش نمایش ساختار اتم چگونه است؟

مقدمه

● هدف

- یادآوری ساختار اتم و بار ذره‌های تشکیل‌دهنده آن
- اهمیت انرژی الکتریکی در زندگی و معرفی کاربردهای بسیار متنوع این انرژی
- ایجاد خلاقیت، تفکر انتقادی، آشنایی با کاربرد فناوری، ارتباط مؤثر

دانشته‌های پیشین: ساختار اتم، بار اجزای تشکیل‌دهنده اتم، خنثی بودن اتم در حالت عادی

● راهنمای تدریس

هنرجویان در کتاب علوم هشتم و نهم با ساختار اتم، ذرات زیر اتمی، شامل الکترون و اجزای هسته (پروتون و نوترون) آشنا شده‌اند. برای آگاهی از میزان اطلاعات آنها و صحت آن، با مشارکت هنرجویان ساختار اتم، بار ذرات و چگونگی خنثی بودن اتم در حالت عادی را توضیح دهید.



فکر کنید

هدف:

– آشنایی با کاربرد انرژی الکتریکی و اهمیت آن در زندگی روزمره

پاسخ:



در حین توضیح دادن باید به این نکته توجه داشت که معمولاً وقتی از هنرجویان خواسته می‌شود ساختار اتم را نمایش دهند، از مدل سیاره‌ای استفاده می‌کنند. بهتر است تصویری از ابعاد اتم و هسته به هنرجویان داده شود. کافی است بدانند ابعاد هسته تقریباً یک صد هزارم ابعاد اتم است. اگر هنرجویان تصور درستی از مدل سیاره‌ای داشته باشند، ما بهتر می‌توانیم در مورد جدا کردن الکترون از اتم با آنها صحبت کنیم. برای این منظور فعالیت‌های زیر پیشنهاد می‌شود.

تدریس پیشنهادی

● هدف

– مرور آموخته‌های پیشین

با مشارکت هنرجویان به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱. اتم از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
۲. ذرات تشکیل دهنده اتم را نام ببرید.
۳. بار هر یک از ذرات را مشخص کنید.
۴. علت اینکه اتم در حالت عادی خنثی است چیست؟
۵. چه تصویری از نحوه نمایش ساختار اتم در ذهن شما وجود دارد؟

تدریس پیشنهادی

● هدف:

- مقایسه ابعاد هسته و اتم
اگر هسته اتم را کره‌ای با شعاع 2 cm (تقریباً معادل یک توپ پینگ پونگ) در نظر بگیریم، شعاع تقریبی اتم چقدر است؟
پاسخ: تقریباً 2000 متر
نتایج این بحث و تبادل اطلاعات را می‌توان در نقشه مفهومی که در « فکر کنید متن کتاب» جمع‌بندی شده است، نوشت.

فکر کنید

هدف:

- مرور دانسته‌های قبلی

پاسخ:

اتم تشکیل شده است از الکترون‌ها هسته تشکیل شده است از پروتون و نوترون بار الکتریکی بار الکتریکی الکترون‌ها منفی مثبت خنثی



۵-۱ الکترون آزاد

● هدف

معرفی الکترون آزاد

● راهنمای تدریس

با طرح پرسش‌های زیر ضمن بررسی اطلاعات هنرجویان، زمینه را برای تدریس این قسمت فراهم می‌کنیم:

۱. علت تفاوت مواد رسانا و نارسانا در چیست؟
۲. چرا مواد رسانا می‌توانند بار الکتریکی را منتقل کنند اما مواد نارسانا قادر به انجام این کار نیستند؟

بعد از جمع‌بندی پاسخ‌های هنرجویان و بررسی درستی و نادرستی پاسخ‌ها به توضیح مواد رسانا و نارسانا پرداخته و علت اصلی تفاوت آنها را که وجود الکترون آزاد است متذکر می‌شویم.



۵-۲ شدت جریان الکتریکی

● هدف

- آشنایی با جریان الکتریکی، یکا و دستگاه اندازه گیری آن
 - تعیین جهت جریان در مدار
 - آشنایی با سواد اطلاعاتی، یادگیری مادام العمر، کار تیمی، شایستگی محاسبه و ریاضی
- ### ● راهنمای تدریس
- برای ورود به بحث می توانیم از فعالیت پیشنهادی زیر استفاده کنیم.

تدریس پیشنهادی

لیوان آبی را بالای سطح شیبدار به حال سکون قرار دهید، از هنرجویان بپرسید آب ساکن است یا جریان دارد؟ بعد از آنها بپرسید مولکول های آب چه وضعیتی دارند؛ ساکن هستند یا متحرک؟

با توجه به پاسخ دانش آموزان به این سؤال ها و تشبیه حرکت الکترون ها به مولکول های آب می توان مفهوم حرکت کاتوره ای الکترون های آزاد و این را که در اثر حرکت کاتوره ای جریان الکتریکی ایجاد نمی شود، به خوبی به هنرجویان القا کرد.

تدریس پیشنهادی

اگر آب لیوان را روی سطح شیبدار بریزیم، چه اتفاقی می افتد؟
اگر دو لیوان آب را هم زمان روی سطح شیبدار خالی کنیم، چه اتفاقی می افتد؟
اگر شیب سطح را بیشتر کنیم، چه اتفاقی می افتد؟

نتیجه ای که هنرجویان نیز مسلماً به آن خواهند رسید، آن است که اولاً جریان آب به وجود می آید؛ زیرا بین بالا و پایین سطح شیبدار اختلاف پتانسیل گرانشی وجود دارد. ثانیاً در دو حالت توصیف شده جریان آب بیشتری شود؛ زیرا یک بار مقدار آب و بار دیگر سرعت ریزش آب زیاد شده است. پس با اعمال اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر رسانا (که توسط باتری ایجاد می شود) بارهای الکتریکی در آن شارش می کنند. هرچه در زمان معینی بار بیشتری از مدار مقطع عبور کند، جریان الکتریکی بیشتر است. شکل ۱-۵ انیمیشنی از حرکت الکترون ها در حضور و عدم حضور اختلاف پتانسیل را نشان می دهد. سپس می توانیم جریان الکتریکی را تعریف و رابطه آن را معرفی کنیم و در مورد آمپرسنج و نحوه قرار گرفتن آن در مدار توضیح



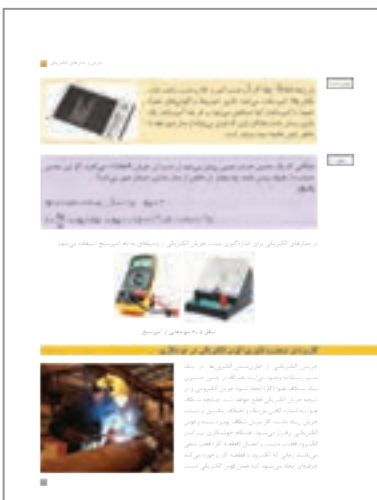
شکل ۱-۵: انیمیشن حرکت الکترون های آزاد در رسانا با حضور و عدم حضور اختلاف پتانسیل الکتریکی

می‌دهیم. همچنین جهت اصلی و قراردادی جریان الکتریکی را شرح داده، از هنرجویان خواسته می‌شود تا به مثال‌ها و تمرین‌هایی که به تکمیل توضیحات کمک می‌کنند، توجه نمایند.

برای درک بهتر حرکت الکترون‌ها می‌توان از شبیه‌سازی ارائه شده در لوح فشرده استفاده کرد.

● دانش‌افزایی

تندی سوق: زمانی که از یک رسانا جریانی عبور نمی‌کند، الکترون‌های رسانش در رسانا کاتوره‌ای حرکت می‌کنند و در هیچ جهتی حرکت براینده وجود ندارد. در حین عبور جریان از رسانا، الکترون‌ها باز هم کاتوره‌ای حرکت می‌کنند؛ اما در این حالت تمایل دارند با تندی سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی به وجود آورندهٔ جریان، سوق پیدا کنند. به عبارت دیگر میانگین سرعتی که با آن الکترون‌ها و یون‌ها بر اثر میدان الکتریکی در ماده‌ای رسانا یا نیمه رسانا جابه‌جا شوند، سرعت سوق نامیده می‌شود. نیمه رساناهای خالص و آلاینده دارای حامل‌های (الکترون‌ها و حفره‌ها) آزادی هستند که تحت تأثیر میدان الکتریکی ممکن است در داخل جسم جابه‌جا شوند. تعداد این الکترون‌ها و حفره‌ها به جنس و میزان و نوع آلاینش و دمای آن بستگی دارد. در غیاب میدان، این حامل‌ها در جهت کاتوره‌ای در جسم حرکت می‌کنند و بنابراین جریان الکتریکی خالص به وجود نمی‌آورند. هرگاه میدان الکتریکی برقرار شود، بر حامل‌ها، نیروی الکتریکی وارد می‌شود و شتابی در جهت نیرو به آنها وارد می‌شود که این امر به ایجاد جریان الکتریکی می‌انجامد. اما حامل‌های بار با اتم‌ها و نقص‌های بلور نیز برخورد دارند و این برخوردها سبب می‌شوند سرعت الکترون کاتوره‌ای شود. به این ترتیب الکترون‌ها و حفره‌ها دارای سرعت متوسطی هستند. این سرعت متوسط یا سرعت سوق با توازن بین نیروی الکتریکی در فاصلهٔ زمانی بین برخوردها مشخص می‌شود. تندی سوق در مقایسه با تندی‌های حرکت کاتوره‌ای بسیار کم است. برای مثال، در سیم‌های مسی سیم‌کشی برق خانه‌ها تندی سوق الکترون‌ها شاید 10^{-5} m/s یا 10^{-4} m/s باشد، در حالی که تندی حرکت کاتوره‌ای آنها در حدود 10^6 m/s است.



تدریس پیشنهادی

برای درک بهتر سرعت سوق و سرعت کاتوره‌ای می‌توان از مثال «آونگ اندازه حرکت» استفاده کرد. زمانی که یکی از گلوله‌های این آونگ را از وضعیت تعادل خارج و سپس رها می‌کنیم به محض برخورد این گلوله به گلوله اول، گلوله آخر از مجموعه گلوله‌ها خارج می‌شود. در حالی که گلوله‌های وسطی حرکت محسوسی نداشته‌اند؛ یعنی انتقال سرعت، بسیار سریع (حرکت کاتوره‌ای)، اما حرکت هر گلوله (تندی سوق) بسیار کم است.



فکر کنید

هدف:

- درک سرعت سوق و سرعت کاتوره‌ای
- برانگیزاندن حس همکاری و همفکری هنرجویان

پاسخ

زیرا سرعت انتقال میدان الکتریکی ایجاد شده در رسانا بسیار زیاد و در حد سرعت نور است.

۳-۵ مدار الکتریکی

● هدف:

- آشنایی با مدار الکتریکی و باز و بسته بودن مدار
- یادگیری مادام‌العمر، کاربرد فناوری

● دانسته‌های پیشین

مشاهده و بستن مدار در کتاب‌های علوم هفتم و کار و فناوری

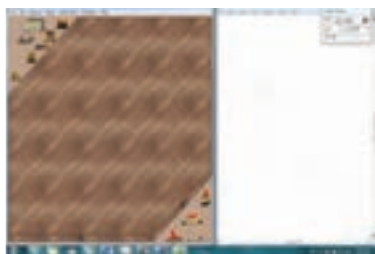
● راهنمای تدریس

هنرجویان در کتاب کار و فناوری با مدار الکتریکی آشنا شده‌اند، می‌توان با فراهم کردن وسایلی ساده مانند یک باتری، کلید، سیم‌های رابط و یک لامپ به کمک هنرجویان مدار ساده‌ای را بست و علت روشن شدن لامپ را از آنها پرسید. که با توجه به دانستن چگونگی ایجاد جریان مسلماً پاسخ خواهند داد که باتری در دو سر لامپ اختلاف پتانسیل الکتریکی به وجود می‌آورد؛ پس جریان الکتریکی در لامپ شارش می‌یابد و در نتیجه انرژی



الکتریکی در لامپ تبدیل به انرژی نورانی می‌شود. در بررسی مدار شاید لازم باشد توضیح دهیم که وسایل و قطعه‌های الکتریکی که فعلاً با آنها سروکار داریم، دارای دو سر هستند و وقتی در مدار قرار می‌گیرند، این دو سر به دو نقطه از مدار وصل می‌شوند برای مثال دو سر رشته ملتهب لامپ یکی به بدنه برنجی و دیگری به انتهای لامپ متصل است.

برای بستن مدار می‌توان از نرم‌افزارهای مختلف استفاده کرد. دو نمونه از این نرم‌افزارها در شکل نشان داده شده است.

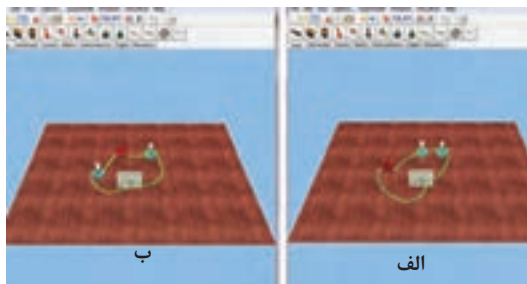


نرم‌افزار Edison برای شبیه‌سازی مدار

نرم‌افزار Phet برای شبیه‌سازی مدار

اشتباهات رایج:

۱. کلید بسته در مدار الکتریکی به معنای عبور جریان الکتریکی است، اما گاهی هنرجویان اصطلاح بسته بودن را با در بسته مقایسه کرده و کلید بسته را مانع عبور جریان می‌دانند. می‌توانیم با مثال پل متحرک و امکان عبور به هنگام بسته بودن، این شبهه را از بین ببریم.
۲. گاهی هنرجویان به محل قطع شدگی در مدار اهمیتی نمی‌دهند و تصور می‌کنند که مثلاً در مدار شکل الف لامپ روشن شده و در مدار شکل ب روشن نمی‌شود. این اشتباه را نیز می‌توان با فعالیت پیشنهادی صفحه بعد از بین برد.



محل قرار گرفتن کلید در مدار

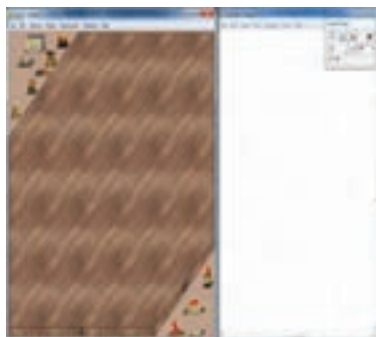
تدریس پیشنهادی

مدار را مانند لوله کشی آب در نظر بگیریم، و جایی از مدار را که دچار قطعی شده، همانند قطع شدن لوله آب و بستن درپوش در آن نقطه فرض کنیم، در این صورت با بودن این درپوش جریانی برقرار نخواهد شد و مهم نیست که این قطع شدگی در کدام قسمت باشد.

● دانش افزایی

نرم افزارهای آزمایشگاه مجازی:

امروزه در دنیای نرم افزارهای رایانه‌ای، آزمایشگاه‌هایی شبیه‌سازی شده‌اند که در فضای آنها می‌توان به راحتی و بدون ترس از خطرهای موجود در آزمایشگاه و جواب ندادن وسایل آزمایشگاه‌های واقعی، به آزمایش پرداخت. یکی از این نرم افزارها، ادیسون نام دارد که در آن می‌توان کار با انواع مدارهای الکتریکی و الکترونیکی را تجربه کرد.




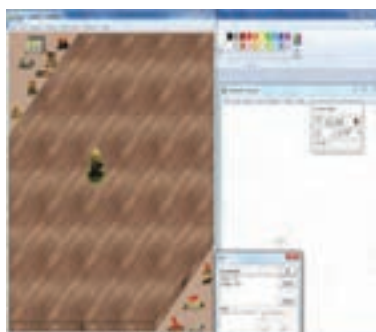
دستور کار با نرم افزار ادیسون:

در این نرم افزار ابزارها و وسایل مختلف در کنارهمیز یا در بالای آن، بسته به وزن نرم افزار، چیده شده‌اند. اگر وسایل در کنار همیز باشد، نشانگر موس را کنارهمیز برده، کلیک می‌کنید. با چند بار کلیک کردن موس در کنارهمیز تمام وسایل موجود در آزمایشگاه قابل مشاهده می‌شود. اگر وسایل بالای همیز باشد، با کلیک روی سربرگ‌ها می‌توان وسایل مختلف را مشاهده کرد. برای انتخاب وسیله و جایگذاری آن در محل مورد نظر کافی است نشانگر موس را روی وسیله مورد نظر قرار داده، سپس کلیک کرده و موس را حرکت دهید (drag)، وسیله مورد نظر همراه با نشانگر موس حرکت می‌کند تا در جای مناسبی روی همیز قرار گیرد.



برای بستن مدار، نشانگر موس را از روی یکی از پایه‌های وسیله تا علامت + دیده شود و کلیک کنید. در این حالت مسیر حرکت نشانگر موس به صورت سیم رابط رسم می‌شود. تا به پایه وسیله دیگری (مثل کلیک) متصل شود. برای حذف وسایل، روی وسیله کلیک، سپس راست کلیک و گزینه delete را انتخاب کنید.

برای حذف سیم رابط، نشانگر موس را روی سیم حرکت دهید تا علامت  دیده شود و رنگ سیم تغییر کند. سپس راست کلیک کرده و گزینه delete را انتخاب کنید.



برای تغییر مشخصه وسایل (مثلاً مقدار توان، ولتاژ و ...) ابتدا وسیله مورد نظر را روی میز قرار دهید و روی آن کلیک کنید. نشانگر موس را روی آن حرکت دهید تا علامت ؟ دیده شود. سپس دوبار پشت سر هم کلیک کنید صفحه‌ای که نشان دهنده مشخصات است، ظاهر می‌شود. می‌توان مشخصه مورد نظر را انتخاب و روی آن کلیک کرد و با تایپ عدد دلخواه و یا کم و زیاد کردن مقدار به صورت خودکار دوبار روی کلید ok کلیک کنید.

۵-۴ اختلاف پتانسیل (ولتاژ)

● هدف

- آشنایی با اختلاف پتانسیل و یکای آن
- آشنایی با مصادیق ایرانی و اسلامی و کاربرد فناوری

● دانسته‌های پیشین

- آشنایی با اختلاف پتانسیل در حد مبتدی

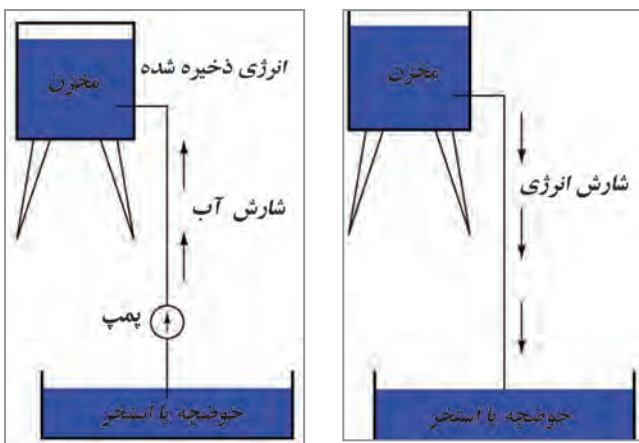
● راهنمای تدریس

هنرجویان در علوم هشتم با مفهوم اختلاف پتانسیل آشنا شده‌اند البته فقط در حد معرفی مفهوم، بنابراین می‌توان از دانسته‌های پیشین آنها استفاده کرد و با ذکر مثال‌هایی درک آنها از این مفهوم را گسترش داد. به این منظور فعالیت زیر پیشنهاد می‌شود:



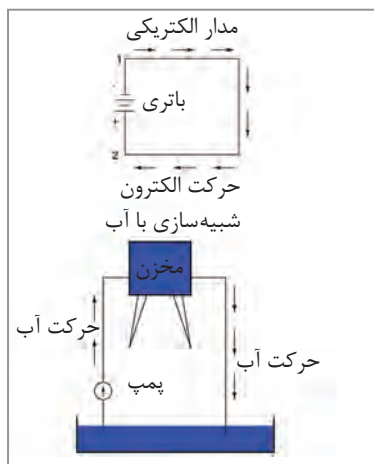
تدریس پیشنهادی

به وسیله پمپی آب درون حوضچه را به مخزنی که در ارتفاع بالاتری قرار دارد، منتقل می‌کنیم.
اگر لوله‌ای به مخزن متصل شود، آب مخزن به دلیل داشتن انرژی دوباره می‌تواند به حوضچه باز گردد.
آب، این انرژی را از پمپ شدن به مخزن بالا به دست آورده است.
با حرکت آب به طرف حوضچه انرژی ذخیره شده در آب کاهش می‌یابد.



برای تداوم جریان آب بین مخزن و حوضچه لازم است مسیر کاملی بین مخزن و حوضچه وجود داشته باشد. همان طور که مشاهده می شود، مقدار آب ثابتی بین مخزن و حوضچه در یک حلقه بسته جابه جا می شود.

در مورد انرژی الکتریکی نیز همین قانون حاکم است. هر منبع ولتاژ، از جمله باتری دو نقطه برای اتصال الکتریکی دارد که ولتاژ بین این دو سر وجود دارد. در تشابه مکانیکی، اگر الکترون ها را همانند تیله های درون یک لوله در نظر بگیریم؛ برای حرکت تیله ها می توان از یک طرف ضربه ای به آنها وارد نمود. با وارد کردن ضربه، تیله ای وارد لوله می شود و بلافاصله تیله ای از انتهای لوله خارج می شود. پس اگر اختلاف پتانسیل وجود نداشته باشد جریان ایجاد نمی شود. به عبارت دیگر برای تولید جریان به یک نیروی محرکه نیاز داریم که آن را از منابع تولید نیروی محرکه، مانند باتری می گیریم و ساده تر آنکه



نیروی محرکه لازم جهت ایجاد جریان ولتاژ نام دارد.

باتری همانند پمپ آب، به الکترون ها انرژی می دهد و هنگامی که الکترون ها در مدار حرکت می کنند همانند پایین آمدن آب انرژی خود را از دست می دهند. بنابراین ولتاژ بیانی از انرژی پتانسیل است که همواره بین دو نقطه وجود دارد و عاملی است که باعث حرکت الکترون ها از یک نقطه به نقطه دیگر می شود.

● دانش افزایی

نحوه عملکرد باتری

معمولاً هر باتری از یک یا چند سلول کوچک داخلی تشکیل شده است. در باتری‌ها ممکن است سلول‌ها برای افزایش جریان با هم موازی شده یا برای افزایش ولتاژ با هم سری شوند. هر سلول شامل دو نیم سلول است که به صورت سری توسط ماده‌ای به نام الکترولیت - شامل یون‌های مثبت و منفی - که رسانای الکتریکی است به هم متصل شده‌اند. با اتصال باتری به مصرف‌کننده یون‌های منفی از طریق سیم هادی به مصرف‌کننده وارد شده و بعد از ایجاد انرژی در آن به سمت یون‌های مثبت حرکت کرده و به تدریج یون‌های مثبت را (که در اینجا حفره هستند) خنثی می‌کنند. با گذشت زمان یون‌های مثبت بیشتری خنثی شده و به تدریج انرژی باتری کم شده و مقاومت داخلی آن افزایش می‌یابد در این حالت بعد از گذشت مدت زمانی که معمولاً با آمپر ساعت باتری مشخص می‌شود باتری به صورت کامل تخلیه می‌شود؛ مثلاً یک باتری ۶۰ آمپر ساعتی می‌تواند ۶۰ آمپر را تا یک ساعت تأمین کند. این باتری بعد از گذشت یک ساعت و کشیدن جریان ۶۰ آمپر از آن به صورت کامل تخلیه می‌شود. با کاهش جریان دریافتی از باتری می‌توان مدت زمان کارایی آن را افزایش داد. در این حالت باید پارامترهایی مانند دما، لرزش و مقدار تنش موجود در جریان را نیز در زمان نهایی لحاظ کرد.

انواع باتری

پیل ساده

از دوميله غير هم جنس تشكيل شده که در محلولی از اسید یا باز و یا نمک به نام الکترولیت فرو برده شده‌اند. که ساده‌ترین نوع آن پیل ولتا است که از دوميله مسی و روی در محلول رقیقی از اسید سولفوریک تشکیل شده است. زمانی که دو تیغه مس و روی با یک رشته سیم بهم متصل می‌شوند، حل شدن تیغه روی در محلول اسید سولفوریک آغاز می‌شود و اطراف تیغه مس حباب‌های ریز هیدروژن تشکیل می‌گردد. هم‌زمان با این عمل، جریان الکترون‌ها در سیم از روی به طرف مس برقرار می‌شود. هم‌زمان با ورود یون‌های روی به محلول اسید، یون‌های هیدروژن به تعداد هم‌ارز یون‌های روی به سوی تیغه مس می‌روند و بر سطح آن جمع می‌شوند و پس از گرفتن الکترون از تیغه مس به صورت اتم‌های خنثی در آمده و به شکل حباب‌های ریز اطراف تیغه را فرامی‌گیرند. تیغه مس که به این طریق الکترون از دست می‌دهد، بار الکتریکی مثبت پیدا کرده آماده جذب الکترون‌های آزاد تیغه روی از طریق سیم رابط بین دو تیغه می‌شود. مشخصه اصلی پیل ولتایی وجود مانع متخلخل یا پل نمکی است که دو محلول را از یکدیگر جدا می‌کند و مانع در هم آمیختن آنها می‌شود. اگر این مانع به اندازه کافی متخلخل نباشد که امکان عبور و مهاجرت یون‌ها را از درون خود فراهم سازد، سلول کار نمی‌کند.

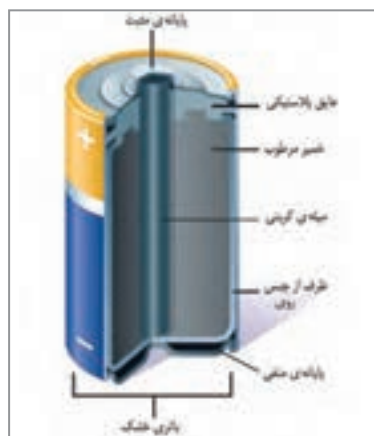


پیل لکلانیشه: الکترولیت این پیل به جای اسید سولفوریک رقیق، محلول کلرید آمونیوم (نشادر) و الکترودهای آن یک میله کربن و یک تیغه روی است. برای جلوگیری از پلایزاسیون پیل، میله کربن را درون یک کیسه پارچه‌ای کوچک یا یک ظرف استوانه‌ای شکل سفالین که محتوی گرد بی اکسید منگنز و کربن است می‌گذارند. میله کربن قطب مثبت و تیغه روی قطب منفی این پیل را تشکیل می‌دهند.

پیل خشک: پیل‌هایی که در چراغ قوه‌های دستی یا رادیوهای کوچک باتری دار مورد استفاده قرار می‌گیرند پیل خشک نامیده می‌شوند. این پیل‌ها از نوع لکلانیشه هستند با این تفاوت که در آنها به جای محلول نشادر، از خمیری متشکل از نشادر و یک ماده ژلاتینی بی‌اثر استفاده می‌شود. ظرف محتوی این خمیر از روی ساخته می‌شود که خود قطب منفی پیل را تشکیل می‌دهد. قطب مثبت آن میله‌ای از جنس کربن است که برای جلوگیری از پلایزاسیون پیل، اطراف آن را با گرد فشرده‌ای از مخلوط بی‌اکسید منگنز و کربن می‌پوشانند. برای جلوگیری از خشک شدن، خمیر بالای پیل را با یک ورقه فیبر توسط قیر یا چیز دیگری کاملاً مسدود می‌کنند.

این باتری دو نقص دارد؛ اول اینکه اگر جریان زیادی از آن گرفته شود، محصولات گازی تولید شده با سرعت لازم جذب نمی‌شوند و دور میله گرافیتی به صورت لایه نارسا باقی می‌مانند. در نتیجه ولتاژ باتری فرومی‌افتد بدون آنکه باتری خالی شده باشد. دوم اینکه بین یون‌های آمونیوم نیز واکنش مستقیم و آهسته‌ای صورت می‌گیرد که باعث فرسودگی و کاهش عمر باتری می‌شود. **باتری قلیایی (نیکل - کادمیوم):** در باتری‌های قلیایی به جای الکترولیت اسید، از محلول قلیایی پتاس سوزآور (هیدروکسید پتاسیم) استفاده می‌شود. قطب مثبت باتری قلیایی صفحه‌هایی از جنس هیدروکسید نیکل و قطب منفی آن آهن یا کادمیوم است. دوام این باتری‌ها خیلی بیشتر از باتری‌های سربی ماشین‌ها است و برخلاف باتری‌های سربی، وقتی از آنها جریان زیاد گرفته شود، آسیب نمی‌بینند.

باتری جیوه‌ای: کار این باتری تقریباً شبیه باتری قلیایی است و از آن در ماشین حساب‌ها، دستگاه‌های عکاسی، ساعت و ... استفاده می‌شود. در این باتری نیز جنس آند، اکسید جیوه ۲ است.



۵-۵ مقاومت الکتریکی

● هدف

آشنایی با مقاومت الکتریکی و بررسی سازوکار روشن شدن لامپ

● دانسته‌های پیشین

آشنایی مقدماتی با مقاومت در حد مثال حرکت در پیاده‌رو

● راهنمای تدریس

هنرجویان در کتاب علوم هشتم با مقاومت الکتریکی با تشبیه حرکت شخص در محل شلوغ آشنا شده‌اند. با توجه به دانسته‌های قبلی آنها می‌توان پرسش‌های پیشنهادی زیر را برای ورود به بحث از هنرجویان پرسید:

۱. عبور از پیاده‌رو شلوغ راحت‌تر است یا پیاده‌رو خلوت؟
۲. در یک پیاده‌رو شلوغ برای شخصی که قصد حرکت با سرعت را دارد، چه اتفاقی می‌افتد؟ برای افراد پیاده‌رو که شخص موردنظر به آنها برخورد می‌کند چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ:

۱. عبور از پیاده‌روی خلوت
۲. شخص به اجبار باید چندین بار مسیر حرکت خود را تغییر دهد. همچنین در مسیر خود ممکن است با افراد برخورد کند که باعث از دست دادن انرژی و خسته شدن شخص می‌شود. افرادی که شخص با آنها برخورد کرده، انرژی دریافت می‌کنند. برای درک بهتر می‌توان از انیمیشن‌های موجود در لوح فشرده استفاده کرد.

تدریس پیشنهادی

می‌توان از هنرجویان خواست تا در آزمایشگاه واقعی یا مجازی، مداری ساده شامل باتری، کلید، لامپ (یا لامپ‌ها) و آمپرسنج را ببندند تا اولاً آنها لامپ را به‌عنوان مقاومت در مدار بشناسند؛ ثانیاً وقتی از آنها خواسته می‌شود تا به‌جای یک لامپ، دو یا سه لامپ در مدار قرار دهند، از مقایسه مقادیر آمپرسنج رابطه بین مقاومت و جریان را دریابند. از هنرجویان بخواهید ثابت کنند در مقاومت الکتریکی همواره مقداری از انرژی الکتریکی به انرژی درونی تبدیل شده است.

پاسخ: در مداری که در قسمت قبل بسته شده است، اگر برای مدت طولانی کلید بسته باشد، با لمس کردن لامپ، گرمای ایجاد شده قابل حس است.

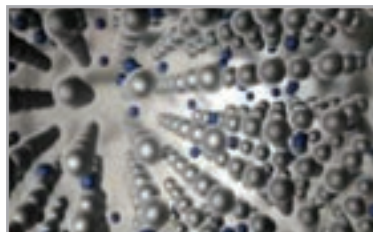


Hydraulic analogy of electrical resistance



انیمیشن: درک مفهوم مقاومت

پس از انجام فعالیت‌های بالا از هنرجویان بخواهید تا در مورد نحوه روشن شدن لامپ در اثر عبور جریان الکتریکی در گروه‌های خود به بحث و تبادل نظر بپردازند و در نهایت گزارش بحث خود را به کلاس ارائه کنند. سپس از آنها خواسته شود تا نتایج خود را با مطالب کتاب مقایسه نمایند.



انیمیشن: درک مفهوم مقاومت

۵-۱ قانون اهم

● هدف

نتیجه‌گیری قانون اهم، رسم نمودارهای I و V ، معرفی مشخصه‌های این نمودارها ایجاد تفکر منطقی، سواد اطلاعاتی، شایستگی محاسبه و ریاضی

● راهنمای تدریس

دانش‌آموزان در کتاب علوم و کار و فناوری هشتم با قانون اهم آشنا شده‌اند. می‌توانیم از آنها بخواهیم در گروه‌های خود در مورد قانون اهم بحث کرده و نتیجه را به کلاس ارائه کنند. برای تکمیل و تصحیح نتایج آنها می‌توانیم فعالیت‌های پیشنهادی زیر را انجام دهیم.

تدریس پیشنهادی

از هنرجویان بخواهید مدار ساده‌ای را که در متن کتاب است یا به کمک نرم‌افزارها و یا در آزمایشگاه واقعی ببندند. سپس با تغییر ولتاژ منبع تغذیه، مقادیر جریان‌هایی را که آمپرسنج نشان می‌دهد در جدولی یادداشت کنند. با تکمیل ستون‌های اول و دوم از آنها بخواهید ستون سوم را نیز کامل کرده و جدول را تفسیر کنند. به این ترتیب هنرجویان را هدایت می‌کنیم تا قانون اهم را بیان کنند.

پاسخ: ستون سوم نشان می‌دهد با تغییر اختلاف پتانسیل، جریان نیز تغییر می‌کند، اما مقدار مقاومت ثابت می‌ماند.

تمرین پیشنهادی

نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل و برعکس را رسم کرده و هر کدام از نمودارها را تفسیر و شباهتها و تفاوت‌های آنها را بیان کنند.

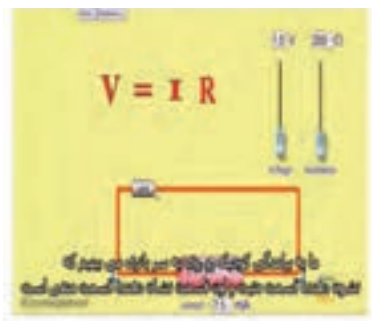
پاسخ: هر دو نمودار به صورت خط مورب راست است، یعنی خطی با شیب ثابت. در نمودار $V-I$ شیب خط نشان‌دهنده مقاومت است و در نتیجه هرچه شیب بیشتر باشد مقاومت نیز بیشتر است، در نمودار $I-V$ شیب نمودار نشان‌دهنده وارون مقاومت است؛ یعنی هرچه شیب بیشتر باشد، مقاومت کمتر است.

پس از انجام این فعالیت‌ها از هنجاریان بخواهید به کتاب مراجعه کرده و به فکر کنید کتاب پاسخ دهند. سپس رابطه قانون اهم را بیان کرده و از آنها بخواهید مثال کتاب را حل کنند.

ذکر این نکته مهم است که همان‌طور که در متن کتاب ذکر شده، اغلب تصور می‌شود رابطه $V = IR$ بیانی از قانون اهم است. این درست نیست. این معادله تعریفی برای مقاومت است و در مورد همه رساناها برقرار است، چه آنهایی که از قانون اهم پیروی می‌کنند و چه آنهایی که پیروی نمی‌کنند. وقتی اختلاف پتانسیل V را به دو سر وسیله‌ای مانند دیود که از قانون اهم پیروی نمی‌کند، وصل کنیم و جریان I از وسیله بگذرد، مقاومت آن در ولتاژ خاص از رابطه بالا به دست می‌آید؛ اما اساس قانون اهم در این است که نمودار تغییرات جریان بر حسب ولتاژ به صورت خطی باشد، یعنی R مستقل از V باشد. یک وسیله وقتی از قانون اهم پیروی می‌کند که مقاومت آن وسیله، مستقل از اندازه و قطبیت اختلاف پتانسیل باشد؛ به عبارت دیگر جریانی که از وسیله می‌گذرد، همواره با اختلاف پتانسیل اعمال شده به وسیله، نسبت مستقیم داشته باشد. برای تمرین بیشتر می‌توانید از فیلم تعاملی قانون اهم که در CD وجود دارد استفاده نمایید.

اشتباهات رایج:

معمولاً هنجاریان طبق رابطه قانون اهم تصویری کنند، با تغییر ولتاژ و یا جریان می‌توان مقدار مقاومت را تغییر داد که باید تأکید کنیم مقدار مقاومت، تابع ساختمان مقاومت و دمای آن است.

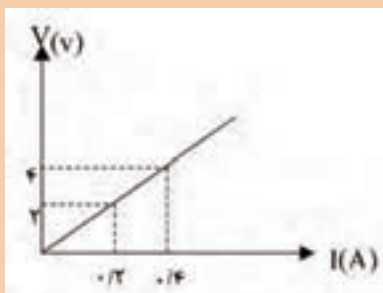


فیلم تعاملی: معرفی قانون اهم



هدف: رسم نمودار $V-I$ ، نتیجه‌گیری قانون اهم

پاسخ:
(الف)



ب) V ده برابر I است.

پ) تقسیم تمام قسمت‌ها برابر ۱۰ است.

ت) نتیجه می‌گیریم با تغییر ولتاژ، جریان نیز تغییر می‌کند؛ اما نسبت آنها مقدار ثابتی است.

تمرین پیشنهادی

چه رابطه‌ای بین ولتاژ و جریان وجود دارد؟

در ولتاژ $V = 10$ جریان چقدر است؟
نسبت V/I را محاسبه کنید.

شیب خط را بدست آورید.

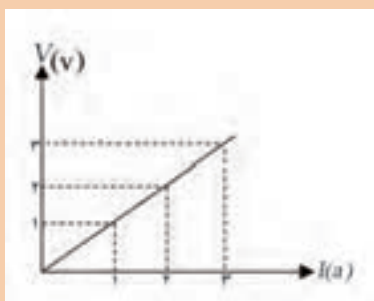
چه نتیجه‌ای از مقایسه قسمت دوم و سوم می‌گیرید؟

پاسخ: ولتاژ 10 برابر جریان است.

نسبت V به I برابر 10 است، که همان مقاومت است.

شیب خط 10 است.

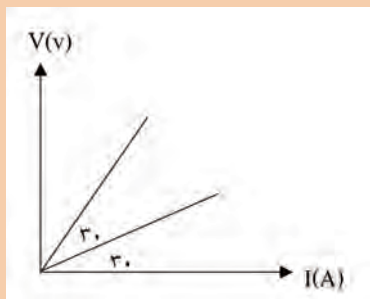
مقایسه: شیب خط همان مقاومت است.



تمرین پیشنهادی

با توجه به نمودار، نسبت مقاومت بزرگ‌تر به مقاومت کوچک‌تر چقدر است؟

پاسخ:



$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\tan 60^\circ}{\tan 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{3}} = 3$$

تمرین پیشنهادی

اگر در دمای ثابت، ولتاژ دو سر رسانای فلزی را از ۱۵V به ۴۳V برسانیم، جریان گذرنده از آن، ۴A افزایش می‌یابد. مقاومت رسانا چند اهم است؟

$$R_1 = R_2$$

$$\frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2}$$

$$\frac{15}{I_1} = \frac{43}{I_1 + 4} \rightarrow I_1 = 2/14A$$

$$R_1 = \frac{15}{2/14} = 7\Omega$$

تمرین پیشنهادی

جدول‌های زیر مربوط به دو وسیله است. با استفاده از این جدول، نمودار I-V را رسم کنید. تعیین کنید آیا این وسایل از قانون اهم پیروی می‌کنند یا خیر؟

وسیله ۱		وسیله ۲	
I(A)	V(v)	I(A)	V(v)
۴/۵	۲	۱/۵	۲
۰/۷۵	۳	۲/۲	۳
۹	۴	۲/۸	۴

پاسخ:

با رسم نمودار جریان برحسب ولتاژ متوجه می‌شویم که این نمودار برای وسیله ۲ به صورت خط راست و شیب آن مستقل از تغییرات ولتاژ و جریان است. پس این وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند. اما نمودار وسیله ۱ به صورت خط راست نیست، پس از قانون اهم تبعیت نمی‌کند.

۵-۲ عوامل مؤثر بر مقاومت رسانای فلزی در دمای ثابت

● هدف

- بررسی عوامل مؤثر بر مقاومت، نحوه ارتباط این عوامل با مقاومت

- ایجاد خلاقیت، یادگیری مادام‌العمر، سواد اطلاعاتی کار تیمی، ارتباط مؤثر، شایستگی محاسبه و ریاضی، مستندسازی

● راهنمای تدریس

با توجه به قسمت‌های قبل، تشبیه جریان الکتریکی به آب جاری در شلنگ (آهنگ روان شدن آب مانند جریان الکتریکی و اختلاف فشار بین دو سر شلنگ مشابه اختلاف پتانسیل دو سر رسانا است)، برای شناسایی عوامل مؤثر بر مقاومت فعالیت زیر پیشنهاد می‌شود:



تدریس پیشنهادی

از هنرجویان بخواهید مقاومت را مانند یک شلنگ و آبی را که از درون آن عبور می‌کند، مانند جریان الکتریکی تصور کنند. حال از آنها بخواهید بیان کنند که اگر دو شلنگ آب، یکی نازک و دیگری ضخیم، در اختیار داشته باشند، شدت آبی که از آنها خارج می‌شود چه تفاوتی با هم دارند؟ (اثر سطح مقطع) همچنین شدت آب خروجی از یک شلنگ کوتاه را با یک شلنگ بلند مقایسه کنند (اثر طول) و در نهایت دو شلنگ یکسان از نظر طول و سطح مقطع را در نظر بگیرند که درون یکی را با پنبه پر کرده و دیگری حالت معمولی داشته باشد و شدت آب خروجی را با یکدیگر مقایسه نمایند.

فیلم‌های تعاملی موجود در لوح فشرده در تدریس این بخش به شما کمک شایانی خواهند کرد.



فیلم تعاملی: بررسی عوامل مؤثر بر مقاومت

بعد از انجام این فعالیت و زمینه‌سازی‌های لازم، از دانش‌آموزان بخواهید آزمایش کنید کتاب درسی را انجام دهند تا رابطه بین مقاومت و متغیرهای مرتبط را به‌دست آورند.

آزمایش کنید

نتیجه قسمت ۲: مقاومت رسانای فلزی با طول رابطه مستقیم دارد ($R \propto L$)
 نتیجه قسمت ۳: مقاومت رسانای فلزی به جنس رسانا بستگی دارد.
 نتیجه قسمت ۴: مقاومت رسانای فلزی با مساحت سطح مقطع نسبت عکس دارد
 $(R \propto \frac{1}{A})$.

بهتر است به هنرجویان متذکر شد که برای نتیجه‌گیری بهتر و کاهش خطای آزمایش، لازم است آزمایش را چندبار انجام داده و میانگین مقادیر را به‌دست آورند. همچنین توجه هنرجویان را به قطع و وصل کردن سریع کلید جلب می‌کنیم تا ذهن هنرجویان برای عامل تأثیرگذار دیگر که دما است جلب شود.

پس از انجام آزمایش، رابطه $R = \frac{\rho L}{A}$ را معرفی کرده و توجه هنرجویان را به جدول ۱-۵ که مربوط به مقادیر مقاومت ویژه است، جلب می‌کنیم.

فکر کنید

هدف: مروری بر یکاهای فرعی در فصل اول، افزایش مهارت هنرجویان در به‌دست آوردن یکاها
 پاسخ:

$$\rho = \frac{RA}{L} \rightarrow \rho = \frac{\Omega m^2}{m} = \Omega m$$

فکر کنید

هدف: بررسی تأثیر عامل دما بر مقاومت رسانای فلزی
 پاسخ:
 بله، دما عامل چهارم است که روی مقاومت رسانای فلزی تأثیر دارد. تأثیر مستقیمی دارد یعنی با افزایش دما، مقاومت نیز افزایش می‌یابد.

بعد از پاسخ دادن به این فکر کنید، از هنرجویان بخواهید به مطالب کتاب که در ادامه همین فکر کنید در کتاب درسی آمده است، توجه کرده و پاسخ خود را با آن مقایسه کنند.

فکر کنید

هدف: مرور دانسته‌های پیشین

پاسخ:

اگر کلید برای مدت طولانی بسته بماند، سبب گرم شدن سیم و در نتیجه باعث بالا رفتن مقاومت می‌شود.

تجربه کنید

هدف: کاربرد رساناهای مختلف در زندگی روزمره

پاسخ:

موادی مانند نقره و مس که دارای مقاومت ویژه پایینی هستند، مقاومت الکتریکی کمی نیز دارند و در نتیجه در اختلاف پتانسیل ثابت جریان بیشتری از آنها عبور می‌کند؛ بنابراین از این نوع رساناها در جاهایی که عبور جریان با کمترین تلفات مد نظر باشد، استفاده می‌شود. موادی که دارای مقاومت ویژه بالا هستند مانند تنگستن و ... مقاومت الکتریکی زیادی دارند یعنی تلفات انرژی الکتریکی به صورت گرما در آنها بیشتر است. بنابراین این رساناها در وسایلی که برای ایجاد گرما ساخته می‌شوند مانند اتو، المنت سماور برقی، المنت بخاری برقی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تمرین کنید

هدف: مقایسه مقاومت دو سیم و نحوه تأثیر عوامل

پاسخ:

چون جنس و سطح مقطع دو رسانا با هم برابر است، بنابراین تنها عامل تأثیرگذار بر مقاومت طول است و چون طول رسانای دوم دو برابر طول رسانای اول است، پس مقاومت الکتریکی آن نیز دو برابر مقاومت الکتریکی رسانای اول است.



تمرین پیشنهادی

مقاومت الکتریکی و طول سیم‌های A و B با هم برابر است. اگر مقاومت ویژه سیم A دو برابر مقاومت ویژه سیم B باشد، نسبت قطر سیم A به قطر سیم B چقدر است؟

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A L_A A_B}{\rho_B L_B A_A} \rightarrow \frac{R_A}{R_A} = \frac{\rho_B L_A \pi r_B^2}{\rho_B L_A \pi r_A^2} \rightarrow \frac{r_B^2}{r_A^2} \rightarrow \frac{D_B}{D_A} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

تمرین پیشنهادی

سیم‌های فلزی C و B و A قطر یکسان دارند و به ترتیب از راست به چپ مقاومت ویژه و طول آنها (ρ و L)، (ρ و ۵/۰ L) و (ρ و ۵/۱ L) است. چه رابطه‌ای بین Rها وجود دارد؟
پاسخ:

$$R_A = 3R_C$$

$$R_C = 2R_B$$

$$R_A = 6R_B$$

۵-۳ انواع مقاومت

● هدف

- معرفی انواع مقاومت‌ها، روش‌های ساخت و تعیین مقدار مقاومت
- افزایش مهارت محاسبه، سواد اطلاعاتی، کاربرد فناوری

● راهنمای تدریس

می‌توان انواع مقاومت‌ها را به کلاس درس برد و یا از قبل از هنرجویان خواست تا مقاومت‌هایی را که در بازار وجود دارند، فراهم کرده و دربارهٔ آنها تحقیق کرده و به کلاس ارائه کنند.

● دانش افزایی

مقاومت‌ها یکی از عناصر پایهٔ مدار در علم الکترونیک هستند و نقش اصلی آنها مقاومت در برابر عبور جریان است. مقدار مقاومت را با واحد اهم و با نشانه (Ω) نشان می‌دهند. مقدار مقاومت در حقیقت معکوس رسانایی است. تقریباً تمام مدارهای الکترونیکی برای عملکرد صحیح به مقاومت‌ها نیاز دارند. مقاومت‌ها امکان کنترل جریان و یا ولتاژ ارائه شده را فراهم می‌کنند. از معمول‌ترین کاربرد مقاومت‌ها می‌توان به برقرار کردن ولتاژ و جریان بایاس (جریان راه‌انداز) موردنیاز تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری، تغییر جریان خروجی مترادف با افت ولتاژ خروجی و ایجاد تضعیف جریان به میزان تعیین

شده را نام برد. در یک مقاومت ایده‌آل مقدار مقاومت همواره ثابت است، اما در دنیای واقعی مقدار مقاومت‌ها با توجه به دما و میزان جریان عبوری ممکن است دچار تغییراتی شود؛ همین امر باعث می‌شود پارامتری به نام توان برای مقاومت مطرح شود که با واحد وات (W) اندازه‌گیری می‌شود. در حقیقت توان نامی (Nominal Power Rating) باید همواره بیش از حداکثر توان مورد نیاز مقاومت تعیین شود. توان حداکثر با استفاده از رابطه $P_{MAX} = I^2 R$ محاسبه می‌شود.

طبقه‌بندی انواع مقاومت

مقاومت‌ها را می‌توان براساس کاربرد و نوع ماده تشکیل‌دهنده طبقه‌بندی کرده، در ابتدا مقاومت‌ها به دو دسته کلی ثابت (Fixed Resistors) و متغیر (Variable Resistors) که شامل مقاومت‌های معمولی و مقاومت‌های تابع عوامل فیزیکی است، تقسیم می‌شوند.

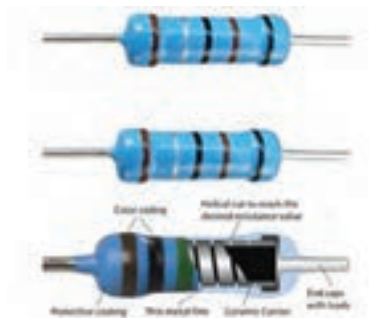
۱. مقاومت‌های ثابت (Fixed Resistors)

مقاومت‌های فیلم کربن

مقاومت‌های فیلم کربن در حقیقت پرستفاده‌ترین و ارزان‌ترین نوع مقاومت است و کمتر کسی است که تاکنون این نوع مقاومت را ندیده باشد. این مقاومت‌ها اغلب دارای تolerانس $\pm 5\%$ درصد است و معمولاً در توان‌های ۱/۸ وات، ۱/۴ وات و ۱/۲ وات در بازار یافت می‌شوند. این مقاومت‌ها همان‌طور که در تصویر روبه‌رو مشخص است، معمولاً با پیچیده‌شدن یک لایه نازک کربنی دارای ناخالصی (فیلم کربن) به دور یک هسته سرامیکی ساخته می‌شوند و دو سر مقاومت به ۲ قطعه رسانا کلاهی شکل دارای پایه متصل می‌شود که پایه‌های قطعه را تشکیل می‌دهند تا بتوان قطعه را روی برد لحیم کرد. در نهایت پوششی عایق روی مقاومت را می‌پوشاند و سپس کدهای رنگی بر روی آن درج می‌شود.

مقاومت‌های فیلم فلز

مقاومت‌های فیلم فلز (Metal Film Resistor) از نظر شکل ساختمان مانند مقاومت‌های فیلم کربن هستند با این تفاوت که به جای فیلم کربن از فیلم فلز استفاده می‌شود. این نوع مقاومت‌ها زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که دقت بیشتری نیاز داشته باشیم. نیکل کروم یا نیکروم (Cr-Ni) معمولاً به‌عنوان ماده اصلی



در ساخت فیلم فلز (Metal Film) مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقاومت‌های فیلم فلز با دقت‌های ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ در بازار موجود هستند. این مقاومت‌ها نویز کمی دارند و تأثیر دما روی آنها کم است و برای مدت زیادی با دقت بالا قابل استفاده هستند.

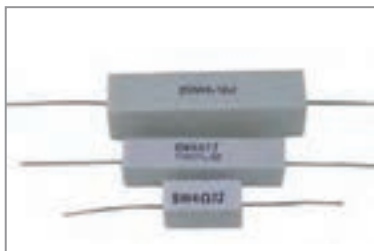
مقاومت‌های سیمی



مقاومت‌های Wire Wound یا سیمی یکی از انواع مقاومت‌های الکترونیکی هستند که با استفاده از سیم‌های فلزی دارای مقاومت ساخته می‌شوند. به علت اینکه مقدار مقاومت این مقاومت‌ها به طول سیم پیچیده شده بستگی دارد، می‌توان مقاومت‌هایی با مقادیر دقیق ساخت.

مقاومت‌های وات بالا (Wattage-High) را می‌توان با پیچیدن سیم‌های ضخیم ساخت. این نوع از مقاومت‌ها را نمی‌توان در مدارهای فرکانس‌های بالا استفاده کرد؛ زیرا در صورت استفاده، در فرکانس‌های بالا سیم پیچیده شده خاصیت سلفی پیدا خواهد نمود و باعث ایجاد اختلال در عملکرد مدار خواهد شد.

مقاومت آجری یا سرامیکی



مقاومت آجری نیز یکی از انواع مقاومت‌های سیمی است که در آن مقاومت سیمی در داخل یک کاور سرامیکی قرار می‌گیرد و زیر این کاور سرامیکی با نوع خاصی از سیمان پر می‌شود. این مقاومت‌ها از ۱ وات تا ده‌ها وات در بازار موجود هستند. نکتهٔ حائز اهمیت در مورد این مقاومت‌ها اینست که این نوع مقاومت در هنگام کار می‌تواند تا حد زیادی گرم و یا داغ شود و در هنگام طراحی مدار باید محل مناسبی برای نصب این مقاومت‌ها در نظر گرفت.

مقاومت آرایه‌ای یا شبکه‌ای



مقاومت آرایه‌ای که در سمت راست شکل نمایش داده شده است، در حقیقت شامل مجموعه‌ای از مقاومت‌ها است که در داخل یک بسته قرار گرفته‌اند. علت این کار کاهش مصرف فضای مورد نیاز است. در قسمت سمت چپ شکل، ساختمان داخلی مقاومت آرایه‌ای به‌خوبی مشخص گردیده است. معمولاً در اکثر مقاومت‌های آرایه‌ای پایه اول (در شکل روبه‌رو با علامت دایره مشخص شده است)، پایه مشترک تمام مقاومت‌ها است، از این نوع مقاومت‌ها می‌توان به‌سادگی برای پول آپ کردن یا پوش داون کردن ورودی و خروجی‌های منطقی بهره جست. همچنین

در مدارهایی که نیاز به محدود کردن جریان تعدادی LED دارید، می توانید از این مقاومت ها استفاده کنید. در اغلب مقاومت های آرایه ای یا شبکه ای، اولین پایه، پایه مشترک و سایر پایه ها هر کدام یک مقاومت است؛ اما نوع دیگری از این مقاومت تحت عنوان مقاومت آرایه ای 4S وجود دارد که هر ۲ پایه تشکیل یک مقاومت مجزا را می دهند و بر خلاف نوع معرفی شده دارای پایه مشترک نیستند.

۲. مقاومت های متغیر (Variable Resistors)

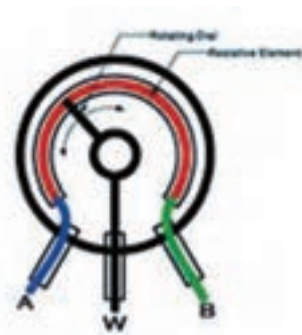
مقاومت های متغیر معمولی

پتانسیومتر (Potentiometer): پتانسیومتر نوعی مقاومت است که برخلاف مقاومت های رایج، دارای ۳ پایه است. ساختمان یک پتانسیومتر به این صورت است که دو ترمینال در طرفین وجود دارد که در شکل پایین A و B نام گذاری شده اند. بین این دو ترمینال یک المان دارای مقاومت مشخص وجود دارد که مقاومت آن برابر با مقدار درج شده روی پتانسیومتر است و مادامی که پتانسیومتر سالم باشد، این مقدار ثابت خواهد ماند (زمانی که شما یک پتانسیومتر ۱۰ کیلو خریداری می کنید، در حقیقت مقاومت بین این دو پایه تقریباً ۱۰ کیلو اهم خواهد بود) پایه سوم که بین دو پایه دیگر قرار دارد و در شکل پایین W نام گذاری شده است، دارای یک کنتاکت لغزنده است که بر روی المان مقاومتی که ترمینال های A و B را به هم وصل کرده می لغزد. با تغییر مکان کنتاکت متحرک، مقاومت پایه W نسبت به پایه A و پایه B تغییر می کند.

پتانسیومترها از نظر کاربرد دارای انواع مختلفی هستند. نوعی از پتانسیومترها برای استفاده کاربر در مدار قرار داده می شوند مانند پتانسیومتر ولوم رادیو (قطعه ای که در ایران به نام ولوم می شناسند) و برخی برای استفاده سازندگان و تعمیرکاران است؛ مانند برخی پتانسیومترهایی که بر روی برد مدار چاپی و در داخل جعبه قرار گرفته است و یکبار توسط سازنده تنظیم می شود و از آن پس نباید مقدار آن تغییر کند.

اغلب پتانسیومترها دارای زاویه چرخش تقریبی ۳۰۰ درجه هستند؛ اما نوعی از پتانسیومترها که برای دقت بیشتر به کار می روند، مولتی ترن نامیده می شوند. مولتی ترن ها دارای زاویه چرخشی بیش از یک دور هستند که با توجه به مدل مولتی ترن بین ۲ دور الی ده ها دور متغیر است.

پتانسیومترها از نظر شکل نیز انواع مختلفی، مانند پتانسیومتر ایستاده، خوابیده و تریمر دارند، اما وجه تشابه همگی نحوه عملکرد آنهاست. برخی از پتانسیومترها نیز ممکن است دوپل باشند؛ به این معنی که به جای ۳ پایه دارای ۶ پایه باشند. در این گونه پتانسیومترها در حقیقت دو پتانسیومتر مجزا با یک محور مشترک در یک پکیج قرار گرفته اند و دلیل استفاده از آنها، تغییر هم زمان دو پتانسیومتر است مانند کم و زیاد کردن صدا در سیستم های استریو (دو کانال).



۳. مقاومت‌های متغیر وابسته به عوامل فیزیکی

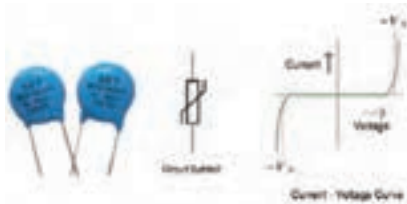
مقاومت‌های وابسته، نوعی مقاومت متغیر هستند که همانند مقاومت‌های معمولی دارای ۲ پایه هستند، اما مقاومت آنها معمولاً با توجه به یکی از پارامترهای محیطی، مانند دما، رطوبت، نور، مغناطیس، ولتاژ و ... تغییر می‌کند.

مقاومت وابسته به نور Light Dependent Resistor یا LDR



این مقاومت‌ها دارای ۲ صفحه فلزی جدا از هم هستند که بین این دو صفحه رسانا، یک خط نازک از جنس کادمیوم سولفید وجود دارد. با تابش نور به این ماده، مقاومت بین دو صفحه رسانا کم می‌شود، به گونه‌ای که در فضاهای تاریک مقاومت این قطعه معمولاً چند صد برابر مقاومت آن در فضاهای پر نور است. از این مقاومت در ساخت فوتوسل‌ها یا به عنوان سنسور نور در برخی دستگاه‌ها استفاده می‌شود. از این مقاومت در مدارهای الکترونیکی به عنوان تشخیص‌دهنده نور (نورسنج) استفاده می‌شود. از جمله کاربردهای این مقاومت استفاده از آن در دوربین‌های عکاسی و کلیدهای نوری و چشم‌های الکترونیکی است.

وریستور یا مقاومت وابسته به ولتاژ Voltage Dependent Resistor یا VDR



وریستور یک نوع مقاومت حساس به ولتاژ است. ولتاژ و مقدار مقاومت در وریستور با هم رابطه عکس دارند؛ بدین صورت که با افزایش ولتاژ دو سر قطعه، مقاومت آن کاهش می‌یابد البته رفتار این قطعه خطی نیست و در قسمت‌هایی از نمودار درحالی که ولتاژ افزایش پیدا می‌کند، جریان ثابت باقی خواهد ماند. وریستور

فاقد پلاریته است و می‌توان از آن در مدارهای AC نیز استفاده کرد. از وریستور برای محافظت از مدار در برابر اور ولتاژهای (Over Voltage) زودگذر ناخواسته استفاده می‌شود. یکی از اور ولتاژهای زود گذر، تخلیه الکتریسیته ساکن است. وریستور می‌تواند به خوبی جریان‌های گذرا (Transient) را از خود عبور دهد، بی‌آنکه خود دچار آسیبی شود. وریستورها دارای ولتاژهای فعال‌سازی (Trigger) متفاوت هستند و انتخاب وریستور با ولتاژ تریگر مناسب، می‌تواند مدار ما را در برابر برخی ولتاژهای ناخواسته محافظت کند. از وریستور در برق قدرت و پست‌های نیروگاهی نیز برای حفاظت شبکه استفاده می‌کنند. از جمله کاربردهای این مقاومت عبارت‌اند از: ۱) تثبیت‌کننده‌های ولتاژ ۲) حفاظت مدارها در مقابل اضافه ولتاژها در لحظات قطع و وصل کلید.

مقاومت وابسته به حرارت یا ترمیستور (Thermistor):

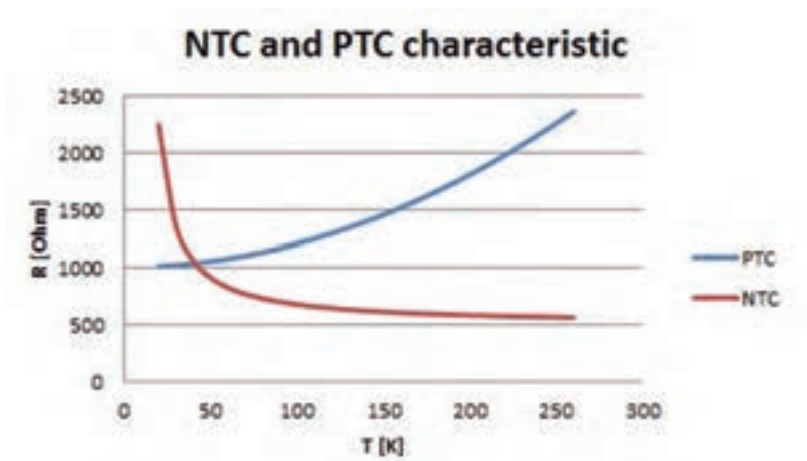
ترمیستور نیز نوعی مقاومت وابسته است که مقدار مقاومت آن با توجه به تغییرات دما، تغییر می‌کند. ترمیستورها دارای دو نوع PTC و NTC هستند.

PTC به معنی ضریب دمای مثبت (Positive Temperature Coefficient) می‌باشد و به معنی این است که مقاومت این قطعه با افزایش دما، افزایش می‌یابد.

NTC بر خلاف PTC دارای ضریب دمای منفی (Negative Temperature Coefficient) می‌باشد، در این المان با افزایش دما، مقاومت NTC کاهش می‌یابد.

از این مقاومت‌ها در مدارها به صورت حس‌کننده (Sensor) های حرارتی در مسیر دستگاه‌های الکتریکی نظیر موتورهای الکتریکی، کوره‌ها، سیستم‌های تهویه و تبرید استفاده می‌شود. به طور کلی ترمیستورها در مدارهایی که دما را اندازه‌گیری یا کنترل می‌کنند، به کار می‌روند.

در جدول زیر رابطه مقاومت بر حسب دما را در NTC و PTC به صورت تقریبی مشاهده می‌کنید.



مقاومت‌های تابع میدان مغناطیسی (MDR (Magnetic Dependent Resistors)

مقاومت‌های تابع میدان به مقاومت‌هایی گفته می‌شود که به سبب اثر میدان مغناطیسی بر آنها مقدار اهمشان تغییر می‌کند. در ساخت این مقاومت‌ها از نیمه‌هادی‌هایی استفاده شده که دارای ضریب حرارتی منفی هستند. به همین دلیل در صورت افزایش دما مقدار مقاومت آنها کاهش می‌یابد.

● دانش افزایی

محاسبهٔ مقادیر مقاومت‌های رنگی با استفاده از نرم‌افزار
Electronic assistant

طرز کار این نرم‌افزار:

پس از نصب برنامه، صفحهٔ نشان داده شده در شکل ظاهر می‌شود که صفحهٔ اصلی مربوط به خواندن مقاومت‌ها و خازن‌ها است.

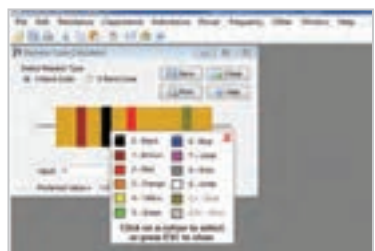
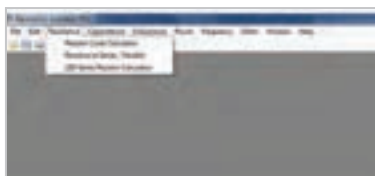
مکان‌نما را روی کلمهٔ Resistance کلیک کنید، بعد از باز شدن پنجره، جملهٔ Resistor Code Calculator را انتخاب کنید.

پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌شود. در این پنجره شما می‌توانید مقاومت‌های ۴ نواره یا ۵ نواره را انتخاب کنید و با تغییر رنگ نوارها مقدار مقاومت را بخوانید یا مقدار مقاومت را داده و رنگ کدها تعیین می‌شود. با استفاده از این پنجره می‌توانید مقاومت را ذخیره یا چاپ کنید.

برای تغییر دادن نوارهای رنگی در صورتی که طبق شکل مکان‌نما را روی هریک از نوارهای رنگی بگذارید و کلیک کنید، جدول رنگ‌ها ظاهر می‌شود. با انتخاب هریک از رنگ‌ها و کلیک کردن روی آن، رنگ نوار مقاومت عوض می‌شود. به این ترتیب می‌توانید با تغییر رنگ نوارها، کد رنگی مقاومت‌ها را تغییر دهید. پس از تغییر رنگ نوارها، مقدار مقاومت، تولرانس و مقاومت پیشنهادی استاندارد در زبانه‌های مربوطه ظاهر می‌شوند.

همچنین می‌توان مقدار مقاومت را وارد و رنگ نوارها را توسط نرم‌افزار مشخص کرد. برای این کار مراحل زیر را می‌توان انجام داد:

نوع مقاومت را روی ۴ نواره بگذارید. مکان‌نما را روی زبانهٔ مقدار (Value) برده و روی آن کلیک کنید تا مکان‌نمای چشمک‌زن روی زبانه ظاهر شود. سپس با کلیک کردن و نگهداشتن روی موس آن را بکشید تا به رنگ آبی تغییر حالت دهد. با استفاده از کلید Back space، عدد را پاک کرده و عدد موردنظر را وارد کنید. این کار را می‌توانید برای تولرانس و یکای مورد نظر نیز انجام دهید.



۵-۶ انرژی الکتریکی مصرفی

● هدف

- آشنایی با انرژی الکتریکی مصرفی و عوامل مؤثر بر مصرف انرژی الکتریکی در وسیله‌های برقی
- افزایش مهارت محاسبه

● راهنمای تدریس

- در ابتدا باید توضیح داده شود که منظور از مصرف انرژی الکتریکی، در واقع تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی‌های دیگر است.
- با طرح پرسش‌هایی مطالبی را که هنرجویان قبلاً آموخته‌اند یادآور می‌شویم:
- دلیل گرم شدن یک مقاومت در اثر عبور جریان از آن چیست؟
- آیا گرمای تولیدشده مفید و قابل استفاده می‌باشد یا خیر؟
- چه عواملی می‌توانند روی میزان گرمای تولید شده تأثیر داشته باشند؟
- آیا می‌توان میزان این گرما را محاسبه کرد؟
- پاسخ این پرسش‌ها را هنرجویان قبلاً در قسمت مقاومت آموخته‌اند و در مورد عوامل مؤثر بر گرمای تولید شده نیز می‌توانند حدس‌هایی بزنند. سپس رابطه $U=I^2Rt$ را معرفی کرده و از آنها بخواهید به مثال ۵-۷ کتاب توجه کنند.

۵-۶-۱ توان مصرفی

● هدف

- آشنایی با توان مصرفی و روش‌های محاسبه آن

● راهنمای تدریس

- برای ایجاد انگیزه، می‌توان وسایل برقی (مانند لامپ و ...) را در اختیار گروه‌ها قرار داد و از آنها خواست به عددهای ثبت شده روی آنها توجه و دقت کنند. دلیل ثبت این عددها و مفهوم هر یک از آنها چیست؟ با شنیدن نظرهای هنرجویان می‌توانیم مفهوم توان اسمی و ولتاژ اسمی را بیان کنیم.

تدریس پیشنهادی

همرا پدر و مادر خود برای خرید کتری برقی به مغازه‌ای مراجعه می‌کنید. صاحب مغازه دو نوع کتری را به شما پیشنهاد می‌دهد که ویژگی‌های آنها به صورت زیر است:

هر دو کتری گنجایش یکسان دارند، هر دو با ولتاژ 220 V کار می‌کنند؛ ولی کتری A در مدت ۱۵ دقیقه آب 2.5 را به جوش می‌آورد، در حالی که کتری B همین عمل را در مدت ۱۰ دقیقه انجام می‌دهد.

سؤال:

- کدام کتری انرژی بیشتری برای جوش آوردن آب مصرف می کند؟
- کدام کتری را برای خرید انتخاب می کنید؟ توضیح دهید.
- تفاوت این دو کتری در کدام کمیت فیزیکی است؟

پاسخ:

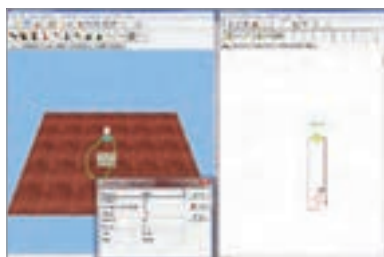
- انرژی مصرفی هر دو یکسان است؛ زیرا مقدار مشخصی از آب با دمای یکسان در هر دو کتری به جوش رسیده است.
- معمولاً پاسخ این است که کتری در زمان کوتاه تری آب را به جوش می آورد.
- اکثر هنرجویان ممکن است به زمان صرف شده اشاره کنند که با راهنمایی و یادآوری مطالب مربوط به توان که در سال های قبل آموخته اند، آنها را به تعریف توان هدایت می کنیم و در نهایت تفاوت بین دو کتری را به توان مصرفی آنها ربط می دهیم.

اگر امکان دسترسی به رایانه و نرم افزار ادیسون را دارید، فعالیت زیر پیشنهاد می شود.

تدریس پیشنهادی

از گروه ها بخواهید با استفاده از نرم افزار ادیسون لامپ با مشخصات $1/5$ ولت و 2 وات را همراه یک منبع تغذیه متغیر و آمپرسنج در مدار قرار دهند و مرحله به مرحله اختلاف پتانسیل دو سر لامپ را از صفر افزایش دهند و به نور لامپ توجه کنند. این کار را تا جایی ادامه دهند که اختلاف پتانسیل دو سر لامپ از $1/5$ بگذرد و لامپ بشکند. (در مدارهای واقعی لامپ می سوزد، ولی نمی شکند). از گروه ها می خواهیم آنچه را اتفاق افتاده است، با ذکر دلیل بیان کنند.

با انجام این فعالیت بر استفاده از ولتاژ مناسب تأکید می شود.



نرم افزار ادیسون: تغییر ولتاژ باتری و تأثیر آن بر روشنایی لامپ و با سوختن آن

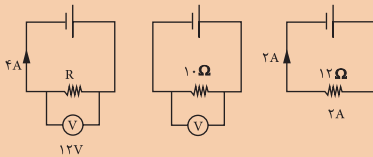
تدریس پیشنهادی

از گروه‌ها بخواهید هم‌زمان دو مدار ببندند؛ در یکی لامپ ۱/۵ ولت و ۲ وات و در دیگری لامپ ۱/۵ ولت و ۴ وات. در هر مدار آمپرسنج هم قرار دهند و شدت نور لامپ‌ها و همچنین اعداد آمپرسنج را مشاهده و مقایسه کنند. به این ترتیب هنرجویان را هدایت می‌کنیم تا به مفهوم توان برسند و آنگاه رابطه‌های توان را به دست آورند.

از آنجا که توان مصرفی رابطه‌های متنوعی دارد، بهتر است برای مهارت بیشتر مثال‌های متفاوتی طرح شود.

تمرین پیشنهادی

در مدارهای زیر توان مصرفی هر مقاومت چقدر است؟



$$P = I^2 R = (2)^2 \times 12 = 48 \text{ w} \quad \text{الف}$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(5)^2}{10} = 2.5 \text{ w} \quad \text{ب}$$

$$P = VI = 12 \times 4 = 48 \text{ w} \quad \text{پ}$$

تمرین پیشنهادی

اگر جریان عبوری از یک مقاومت ثابت را ۲ برابر کنیم توان مصرفی آن چند برابر می‌شود؟
با توجه به اینکه مقاومت ثابت است با توجه به رابطه $P = I^2 R$ ، توان با مجذور جریان رابطه مستقیم دارد. پس با ۲ برابر شدن جریان، توان مصرفی ۴ برابر می‌شود.

تمرین کنید

هدف:

آشنایی بیشتر با تفاوت توان اسمی و مصرفی

پاسخ:

$$P_{220} = \frac{V^2}{R} \rightarrow 60 = \frac{(220)^2}{R} \rightarrow R \cong 806.6 \Omega$$

$$P_{110} = \frac{(110)^2}{806.6} = 15 \text{ w}$$

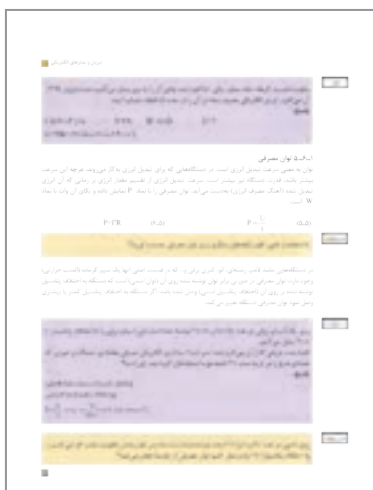
فکر کنید

هدف: به کار بردن فرمول‌های توان الکتریکی، تأکید بر توجه به اتلاف انرژی و صرفه جویی، تأکید بر مصداق ایرانی پاسخ: با افزایش ولتاژ مقدار توان تلف شده در سیم‌ها به صورت گرم کاهش یافته، همچنین در ساخت سیم‌ها از سیم‌های نازک تری استفاده می‌شود که مقرون به صرفه است.

● دانش افزایی

می‌دانیم روی هر وسیله برقی دو عدد ثبت می‌شود که یکی معرف ولتاژ اسمی (یعنی اختلاف پتانسیل مطلوب در دو سر وسیله) و دیگری توان اسمی (یعنی آهنگ مصرف یا تبدیل انرژی دستگاه در شرایطی که به ولتاژ اسمی وصل شده باشد) دستگاه است. می‌دانیم نوری که لامپ ۱۰۰ ولتی تولید می‌کند، بیشتر از لامپ ۶۰ واتی است؛ اما این به شرطی است که هر دوی آنها به ولتاژ اسمی خود یعنی ۲۲۰ ولت وصل شده باشند. در بعضی از مناطق شهری در زمان اوج مصرف عمومی برق، نور لامپ‌ها در حد مطلوب نیست و این به دلیل افت ولتاژ در آن منطقه است؛ یعنی اختلاف پتانسیل دو سر لامپ کمتر از ۲۲۰ ولت خواهد بود. لامپ‌های التهابی در این شرایط با توانی کمتر از توان اسمی خود کار می‌کنند و شدت نورشان کاهش می‌یابد، اما بعضی وسایل برقی دیگر مانند کولر، یخچال و ... که دارای موتورهای حرکتی هستند، دچار صدمه‌های جدی می‌شوند.

توجه: در رابطه‌های $P = I^2 R$ و $P = \frac{V^2}{R}$ چنین به نظر می‌رسد که توان مصرفی در یک مورد رابطه عکس با مقاومت و در دیگری رابطه مستقیم با مقاومت دارد. برای توجیه این تفاوت ظاهری می‌توان گفت رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ در مواقعی کاربرد دارد که بخواهیم توان مصرفی مقاومت‌هایی را که به اختلاف پتانسیل ثابت و یکسانی وصل می‌شوند پیدا کنیم (مقاومت‌های موازی) که در این حالت توان مصرفی با مقاومت نسبت عکس دارد. رابطه $P = I^2 R$ وقتی به کار می‌رود که جریان یکسان باشد (مقاومت‌های متوالی) که در این صورت هر چه مقاومت بیشتر باشد، توان مصرفی بیشتر است.



۵-۷ به هم بستن مقاومت‌ها

● هدف

- معرفی انواع به هم بستن مقاومت‌ها، فواید به هم بستن، آشنایی با ویژگی‌های انواع به هم بستن
- افزایش مهارت محاسبه، تفکر منطقی، خلاقیت، سواد اطلاعاتی

● راهنمای تدریس

- برای ایجاد انگیزه می‌توان به عکس اول فصل اشاره‌ای داشت و توجه هنرجویان را به نوشته زیر آن جلب نمود.
- همچنین برای درگیرکردن ذهن هنرجویان با فواید این بحث می‌توان به برخی از کاربردهای این مبحث اشاره کرد.
- در زندگی روزمره شاهد به هم بستن مصرف‌کننده‌های متعددی در منزل هستید که بسته به نوع استفاده از آنها، به هم بستن آنها متفاوت است؛

برای مثال:

- روشن شدن هم‌زمان لامپ‌های یک لوستر و یا روشن روشن تعدادی از آنها با یک کلید و تعدادی دیگر با کلیدی دیگر
- کار کردن جداگانه هر یک از وسایل خانگی طوری که اگر یکی از آنها بسوزد، روی بقیه تأثیری ندارد.

۵-۷-۱ به هم بستن متوالی

● راهنمای تدریس

تدریس پیشنهادی

- برای ورود به بحث می‌توان از تعدادی از هنرجویان خواست تا جلوی کلاس آمده و مانند زنجیر دست یکدیگر را بگیرند. همچنین از آنها بخواهیم که لیوان‌های متفاوتی در دست داشته باشند. سپس ظرف پر آبی را از ابتدای صف در اختیار آنها قرار داده و از آنها بخواهیم تا لیوان خود را پر کرده و ظرف را به نفر بعدی بدهند.
- حال می‌توانیم سؤال‌هایی از هنرجویان بپرسیم:
- ویژگی این زنجیره چیست؟
- نحوه توزیع آب در بین هنرجویان چگونه است؟

پاسخ:

- هر هنرجو فقط یکی از دست‌های نفر بعدی را در دست دارد و هیچ دو نفری دو دست یکدیگر را در دست نمی‌گیرند. (اشاره به نبودن هیچ گونه انشعابی بین مقاومت‌های متوالی).
- هر هنرجو که لیوان بزرگ‌تری دارد، آب بیشتری برمی‌دارد. پس آب ظرف بین هنرجویان تقسیم شده است. (تقسیم ولتاژ بین مقاومت‌ها).



نرم افزار phet برای مشاهده مدارهای متوالی

تدریس پیشنهادی

از هنرجویان بخواهید مداری شامل دو لامپ متفاوت را به طور واقعی و یا در نرم افزار ادیسون به طور متوالی ببندند. سپس آمپرسنج را مطابق شکل در قسمت های مختلف مدار قرار دهند و به اعداد آن توجه نمایند. و مشاهدات خود را به کلاس ارائه کنند.

پاسخ: عددی که آمپرسنج ها در همه حالت ها نشان می دهند، مساوی است. در بهم بستن متوالی دو لامپ، شدت جریان برای همه قسمت های مدار و لامپ ها مساوی است.

بعد از انجام این فعالیت توجه هنرجویان را به فکر کنید متن کتاب درسی جلب می کنید. می توانید از نرم افزار phet و ادیسون برای مشاهده مدارهای متوالی کمک بگیرید.

برای معرفی مقاومت معادل و نحوه محاسبه آن، ابتدا مقاومت معادل را به این صورت تعریف می کنیم که این مقاومت جایگزینی برای تعدادی از مقاومت هاست که بین دو نقطه خاص قرار گرفته اند. حال برای به دست آوردن رابطه مقاومت معادل فعالیت زیر پیشنهاد می شود:



تدریس پیشنهادی

از هنرجویان بخواهید در مدار شکل با داشتن اختلاف پتانسیل کل مدار و همچنین جریان کل مدار، مقاومت معادل را محاسبه کرده، سپس عدد به دست آمده را با مقادیر هر یک از مقاومت ها مقایسه کنند.

پاسخ: مقاومت معادل از تک تک مقاومت ها بیشتر و برابر مجموع مقاومت هاست.

فکر کنید

هدف: پی بردن به رابطه اختلاف پتانسیل در مدارهای متوالی

پاسخ: مجموع اختلاف پتانسیل های دو سر هر مقاومت برابر با اختلاف پتانسیل دو سر باتری است.

تمرین کنید

هدف: مرور ویژگی‌های مدارهای متوالی

پاسخ:

$$R_1 + R_2 + R_3 = R_{eq} \rightarrow 2 + 3 + 5 = R_{eq} \rightarrow R_{eq} = 10 \Omega$$

فکر کنید

هدف: پی بردن به رابطه بین مقاومت معادل و جریان گذرنده از مقاومت‌ها و توان مصرفی در مدار متوالی

پاسخ:

هر چه تعداد لامپ‌ها افزایش یابد مقاومت معادل افزایش یافته و باعث کاهش جریان کل مدار می‌گردد و توان مصرفی هر کدام از مقاومت‌ها نیز کاهش می‌یابد که باعث کاهش نور لامپ‌ها می‌گردد.

تجربه کنید

هدف: معرفی قطع مدار در مقاومت‌های متوالی و مرور مطالب بخش ۳-۵

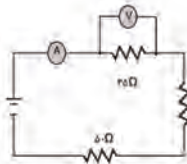
پاسخ:

دو لامپ دیگر خاموش می‌شوند یعنی با قطع جریان در یکی از لامپ‌ها، جریان در کل مدار قطع می‌شود و اینکه کدام لامپ بسوزد اهمیتی ندارد. برای رفع این مشکل می‌توان سیمی را بین دو سر لامپ سوخته بست تا مدار دوباره به مسیر بسته‌ای تبدیل گردد. در این صورت دو لامپ دیگر روشن خواهند شد.

تمرین پیشنهادی

در مدار شکل زیر ولت سنج $70V$ را نشان می‌دهد. آمپرسنج چه عددی را نشان می‌دهد؟ کدام مقاومت گرم‌تر و کدام یک سردتر است؟

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow I = \frac{70}{35} = 2A$$



گرم‌ترین مقاومت، مقاومتی است که توان بیشتری دارد که با توجه به متوالی بودن مقاومت‌ها و برابر بودن جریان‌ها، مقاومتی که مقدار مقاومت الکتریکی بیشتری دارد توان بیشتر دارد و بر عکس. پس مقاومت 50Ω گرم‌تر و مقاومت 15Ω سردترین خواهد بود.

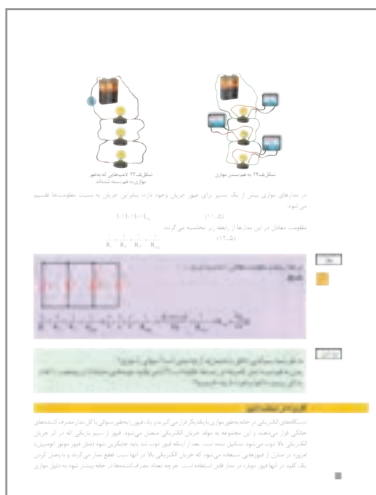


۵-۷-۲ به هم بستن موازی

● راهنمای تدریس

برای معرفی چگونگی بستن این مقاومت‌ها می‌توان از هنرجویان خواست تا در جلوی کلاس هر دو دست خود را به یکدیگر بدهند. با این فعالیت هنرجویان متوجه می‌شوند که در بستن موازی مقاومت‌ها هر دو سر مقاومت باید به یکدیگر متصل باشد. برای شناسایی دیگر ویژگی‌های مقاومت‌های موازی ابتدا توجه هنرجویان را به شکل ۲۴-۵ جلب نمایید. قابل ذکر است که این مدار را می‌توان هم در آزمایشگاه واقعی و هم به کمک نرم‌افزار بست.

برای به دست آوردن رابطه مقاومت معادل فعالیت زیر پیشنهاد می‌شود:



نرم افزار phet برای مشاهده مدارهای موازی

تدریس پیشنهادی

از هنرجویان بخواهید در مدار آزمایش، با داشتن اختلاف پتانسیل کل مدار و همچنین جریان کل مدار مقاومت معادل را محاسبه نموده، سپس عدد به دست آمده را با مقادیر هر یک از مقاومت‌ها مقایسه نمایند. پاسخ: مقاومت معادل از تک تک مقاومت‌ها کمتر است.

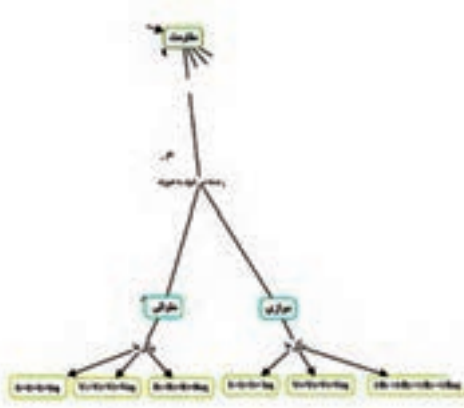
تدریس پیشنهادی

برای محاسبه مقدار مقاومت معادل می‌توانید از هنرجویان بخواهید تا در رابطه $I_{eq} = I_1 + I_2 + I_3$ به ازای هر جریان مقدار آن را از قانون اهم جایگذاری کرده و با توجه به مساوی بودن ولتاژها، با حذف مقدارهای مساوی از طرفین رابطه، رابطه مربوط به مقاومت معادل را بر حسب دیگر مقاومت‌ها به دست آورند.



تدریس پیشنهادی

می‌توان از هنرجویان خواست برای جمع‌بندی مطالب آموخته شده در مورد مقاومت‌های موازی و متوالی نقشه مفهومی مربوط به آنها را رسم کنند.
پاسخ:



تمرین پیشنهادی

از مقاومت‌های موازی ۱۲Ω ، ۶Ω و ۴Ω و جریان مجموع $۲۱A$ عبور می‌کند.
جریان عبوری از مقاومت ۶Ω چقدر است؟

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{eq}} \rightarrow \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{1}{R_{eq}} \rightarrow R_{eq} = 2\Omega$$

$$V_{eq} = I_{eq} R_{eq} = 21 \times 2 = 42V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{42}{6} = 7A$$

فکر کنید

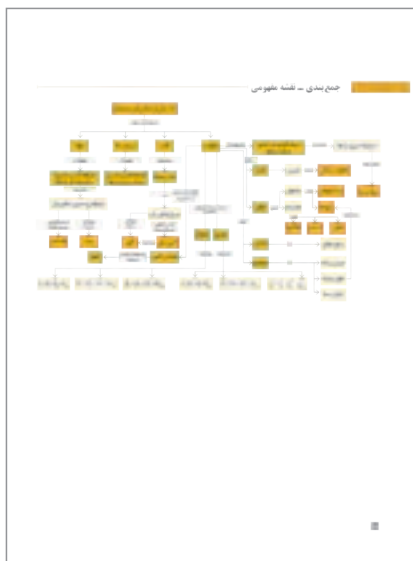
هدف: معرفی قطع مدار در مقاومت‌های موازی و مرور مطالب بخش ۳-۵
پاسخ: اگر در یکی از شاخه‌ها، لامپی حذف شود، این عمل باعث قطع جریان در شاخه دیگر نمی‌شود.

فکر کنید

هدف: مرور دانسته‌های پیشین و جمع‌بندی مطالب مربوط به مدارهای متوالی و موازی و پاسخ: در هر دو حالت مدارها موازی‌اند؛ زیرا با سوختن یکی از لامپ‌ها یا یکی از وسایل منزل، بقیه در مدار باقی می‌مانند. مثال‌های دیگر از به هم بستن موازی در اطرافمان: اتصال چراغ‌های اتومبیل، نور بالا و نور معمولی در لامپ جلوی اتومبیل

تحقیق کنید

هدف: وسایل الکتریکی برای کار کردن احتیاجی به سه پین یا سیم ندارند و با ۲ سیم هم روشن می‌شوند، یعنی سیم سوم را حتی اگر قطع کنیم، دستگاه به کار خودش ادامه می‌دهد، اما سیم سوم برای محافظت از برق گرفتگی و در برخی مواقع آتش‌سوزی تعبیه شده است. اگر به هر دلیلی جریان الکتریکی به بدنه دستگاه اتصال پیدا کند و اتفاقی، شخصی به آن دست بزند، حتماً دچار برق‌گرفتگی می‌شود. سیم سوم برای هدایت جریان اضافی یا ناخواسته به زمین است. اگر به شکل سمت راست در کتاب درسی که باز شده پریزهای سه شاخه را نشان می‌دهد توجه کنید می‌بینید که یک فیوز داخل آن تعبیه شده است. با این کار اگر جریان به هر شکلی از یک حدی بیشتر شود فیوز می‌پرد و برق دستگاه به‌طور کامل قطع می‌شود.





پاسخ پرسش‌های پایان فصل

۱. شیب خط در نمودار $I-V$ با مقاومت رابطه وارون دارد. پس خط b چون شیب کمتری دارد، مقاومت بیشتری خواهد داشت.
- ۲.

$$R_1 = \frac{\rho L_1}{A_1} = \frac{\rho L}{2A}$$

$$R_2 = \frac{\rho L_2}{A_2} = \frac{\rho \times 1/2 L}{\frac{A}{2}} = 3 \frac{\rho L}{A}$$

$$R_3 = \frac{\rho L_3}{A_3} = \frac{\rho L}{A}$$

از مقایسه مقاومت‌ها متوجه می‌شویم که:

$$R_1 < R_3 < R_2 \rightarrow I_1 < I_3 < I_2$$

۳. الف) نادرست؛ با توجه به اینکه جهت جریان از سر مثبت باتری است، پس جهت جریان خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.
- ب) نادرست - دو مقاومت متوالی هستند بنابراین جریان‌های مساوی از آنها عبور می‌کند.
- پ) درست؛ چون جریان‌ها برابرند، V با R رابطه مستقیم دارد. پس هر چه مقاومت بیشتر باشد ولتاژ نیز بیشتر خواهد بود.
- ت) درست؛ با مساوی بودن جریان و با در نظر گرفتن رابطه، توان با مقاومت رابطه مستقیم دارد، پس هر چه مقاومت بیشتر شود، توان مصرفی نیز بیشتر است.
۴. خیر، اگر دو مقاومت $18 \text{ k}\Omega$ به‌طور موازی بسته شود، مقاومت معادل $9 \text{ k}\Omega$ و اگر به‌طور موازی بسته شوند، مقاومت $6 \text{ k}\Omega$ خواهد بود.
۵. الف) متوالی ب) موازی پ) موازی
۶. نور لامپ در مداری بیشتر است که توان مصرفی بیشتری دارد.

پاسخ مسئله‌ها

۱.

$$V = RI \rightarrow V = 5 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^7 = 100 \text{ V}$$

۲.

$$R = \frac{\rho L}{A} \rightarrow 20 = \frac{1/7 \times 10^{-8} \times 1 \times 10^7}{A} \rightarrow A = 0.85 \times 10^{-5}$$

$$A = \pi r^2 \rightarrow R = \sqrt{\frac{0.85 \times 10^{-5}}{3.14}}$$

$$= 0.52 \times 10^{-2} \text{ m} = 0.52 \text{ mm}$$

۳. الف) به دلیل یکسان بودن مقاومت سیم‌ها، کل جریان بین ۱۲۵ رشته سیم

تقسیم می‌شود.

ب)

$$I_{\text{شاخه}} = \frac{0.75}{125} = 0.006$$

۴.

$$P = IV \rightarrow I = \frac{V}{9}$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = \frac{V}{9} \times (5 \times 60 \times 60) = 1/4 \times 10^7 \text{ C}$$

۵.

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(120)^2}{14} = 1.028 \times 10^3 \text{ J}$$



۶.
(الف)

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_{eq}} \rightarrow \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{1}{R_{eq}} \rightarrow R_{eq} = 2\Omega$$

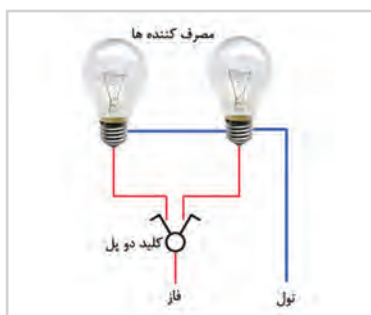
(ب) ابتدا مقاومت‌ها را از روی نوارهای رنگی محاسبه می‌کنیم:

$$R_1 = 3400\Omega \quad R_2 = 560\Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 \rightarrow R_{eq} = 3400 + 560 = 3960\Omega$$

پروژه پایان فصل

مدار سؤال اول



مدار سؤال دوم

