

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.

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

اهداف فصل در حوزه یادگیری علوم

دانش	مهارت	نگرش (ارزش)
<p>- آشنایی با برخی مبانی، مفاهیم، قوانین و نظریه‌های فیزیکی در حوزه مکانیک</p> <p>- با تعریف سینماتیک و دینامیک آشنا شود.</p> <p>- با مفاهیم جابجایی و نمودار مسیر حرکت آشنا شود.</p> <p>- با مفاهیمی مانند سرعت شتاب و نیرو آشنا شود.</p> <p>- با روش مطالعه و تحقیق و تحلیل‌های دانشمندان برای پیشرفت فیزیک و ساخت ابزار جدید آشنا شود.</p> <p>- با قوانین نیوتن برای حرکت اجسام آشنایی پیدا کند.</p> <p>- آشنایی با انواع نیروها</p> <p>- استفاده از قوانین نیوتن برای حل مسایل حرکت</p> <p>- آشنایی با انواع حرکت از قبیل یکنواخت و شتاب دار</p>	<p>- آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌ها در ساخت و استفاده از بعضی ابزارهای مورد نیاز در زندگی روزانه.</p> <p>- کسب توانایی لازم برای انجام برخی آزمایش‌های مکانیک و جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها</p> <p>- کسب توانایی به کارگیری مواد آموزشی مختلف</p> <p>- پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیتهای گروهی و جمعی</p> <p>- توجه به تجارب روزانه زندگی از نظر مبنای علمی آن پدیده‌ها و مشاهده علمی آنها</p> <p>- تقویت مهارت پرسشگری در زمینه تجارب روزانه و شغلی</p> <p>- قوانین موجود در این فصل (مثلاً قانون لختی) را در حل مسائل مربوط به حوزه شغلی خود به کار ببرد.</p>	<p>- ارج نهادن به کار دانشمندان در زمینه مکانیک</p> <p>- تقویت حس کنجکاوی نسبت به توجیه پدیده‌های مرتبط با مکانیک</p> <p>- ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطه بین علت و معلول در پدیده‌های فیزیکی</p> <p>- پی بردن به وجود یک خالق و نظم دهنده یکتا با توجه به مشاهده نظام‌مند بودن پدیده‌های طبیعی</p> <p>- تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه‌های متفاوت و پذیرفتن منطقی در گفتگو</p> <p>- پرورش و تقویت روحیه احترام به نظم و قانون در عمل و مسئولیت پذیری در کار گروهی</p>

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 مناسب برای مطالعه بیشتر درباره مفهوم حرکت

● 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.

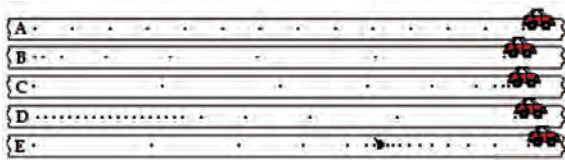
۲-۲ نمودار مسیر حرکت و مفهوم سرعت

● 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 حرکت‌شناسی 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 تاپر 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 کمیاب 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 فیزیکی 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:

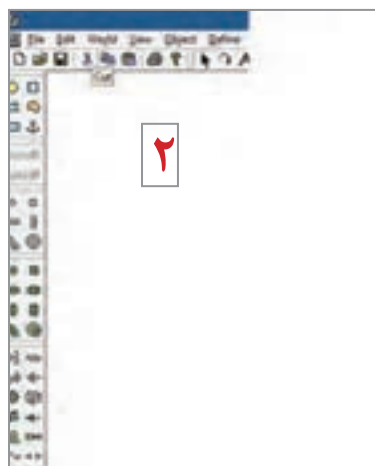
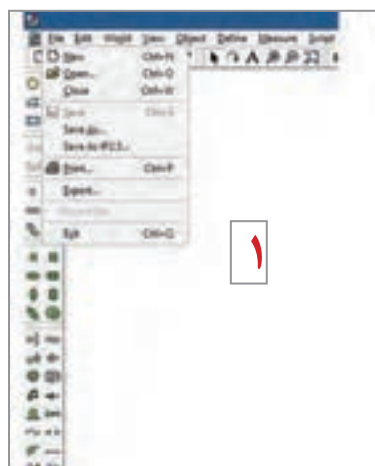
۱. بعد از باز شدن پنجره نرم افزار روی File کلیک کنید و New را انتخاب کنید تا محیط کار مهیا شود. ما در این قسمت از آموزش از قسمت Body استفاده می کنیم که آن را می توانید در سمت چپ صفحه پیدا کنید.

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 گذشته 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 آندروید گوگل دانلود کنید. این نرم‌افزار می‌تواند با استفاده از فناوری سنسش 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 سنسش 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.



● راهنمای تدریس



انواع دینامومتر (نیروسنج)

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 کولپینگ 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.



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.

جسم صلب: در حالت ایده‌ال واژه «صلب» بر جسمی اطلاق می‌شود که فاصله ذرات آن از یکدیگر ثابت باشد. هرچند این تعریف در مورد جسم صلب ایده‌ال، 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 واقعا 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 نامه نابغه فیزیک (ایزاک نیوتن) برای هنرجویان صحبت کنید. موارد جالبی در زندگی نیوتن هست که می‌تواند برای هنرجویان جذاب باشد. در دانشنامه 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.

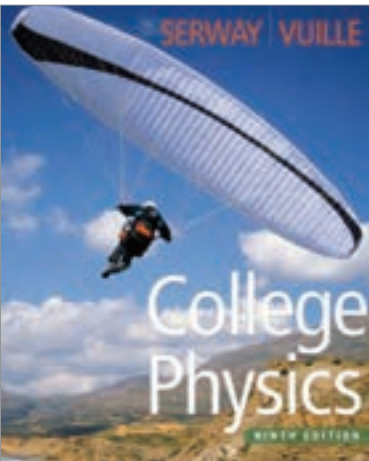
● دانش پیش نیاز

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:

$$x_0 > 0, v > 0$$

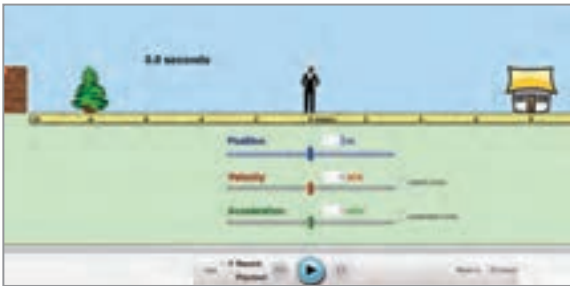
۴. متحرک از جایی در سمت راست مبدأ شروع به حرکت می‌کند و به سمت چپ می‌رود:

$$x_0 > 0, v < 0$$

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 نرم‌افزار شبیه ساز تعاملی Phet



● تدریس پیشنهادی

آشنایی با نرم‌افزار **Phet**: شبیه‌سازی تعاملی Phet (شبیه‌ساز رشته‌های علوم پایه) ابزارهای تعاملی هستند برای ارائه مجموعه گسترده‌ای از شبیه‌سازی‌ها تا به کمک آنها بتوان نحوه تدریس و یادگیری دروس علوم پایه نظیر فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و ریاضی را بهبود بخشید. برای کمک به هنرجویان در درک بصری این مفاهیم علمی، شبیه‌سازی Phet با استفاده از شکل‌های گرافیکی و روش‌های کنترل شهودی مانند کلیک‌کردن و جابه‌جا کردن، جدول‌ها و دکمه‌های رادیویی، آنچه را که با چشم نمی‌توان مشاهده کرد به شکل متحرک شبیه‌سازی می‌کند. تمام شبیه‌سازی‌های Phet به رایگان از طریق تارنمای Phet در دسترس و به‌آسانی قابل استفاده بوده و می‌توانند در کلاس درس مورد استفاده قرار گیرند.

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

تصویر حرکت یکنواختی را نشان می‌دهد که به وسیله نرم‌افزار 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.

$$A(0, 125) \left. \vphantom{A(0, 125)} \right\} \Rightarrow \frac{x - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow \frac{x - 125}{t - 0} = \frac{0 - 125}{5 - 0}$$

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 آموخته‌شده، 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.

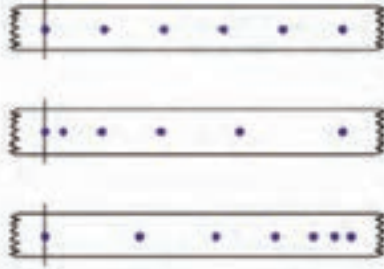
● دانش پیش نیاز

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.

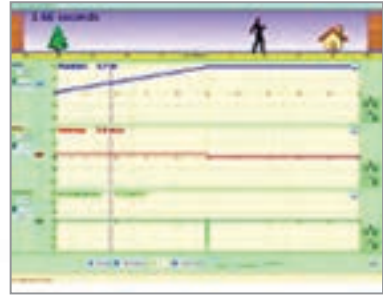


● راهنمای تدریس

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 شتاب سنج 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.

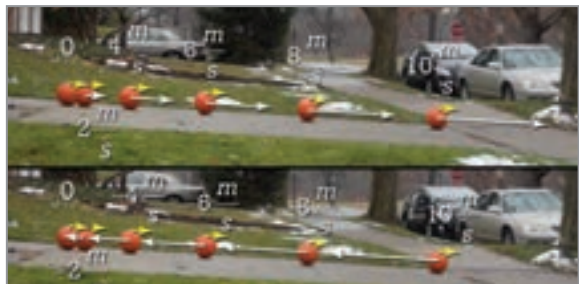
● دانش پیش نیاز

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 کندشونده

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 می‌شود بیشتر وقت تدریس خود را در این بخش به تشریح همین نمودارهای مسیر حرکت اختصاص دهید. گوشی‌های هوشمند دارای شتاب‌سنج‌های قوی هستند. این گوشی‌ها هم قدرت تشخیص موقعیت و هم شتاب و سرعت دارند. نرم‌افزارهای متنوعی هم برای اندازه‌گیری سرعت و شتاب روی آنها نصب می‌شود. برای تعیین سرعت و شتاب خود، هنرجو و یا هر جسم دیگر از این گوشی‌های هوشمند و برنامه‌های 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 می‌توانید 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، حرکت‌هایی است که با شتاب ثابت رخ می‌دهد. 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، الکتریسیته 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 پرتوهای به غذاها و انرژی هسته‌ای دارد. در پایان هر فصل کتاب، خلاصه اصطلاح‌ها، پرسش‌ها، محاسبه‌های یک‌مرحله‌ای، پروژه‌ها و تمرین‌ها آمده است.

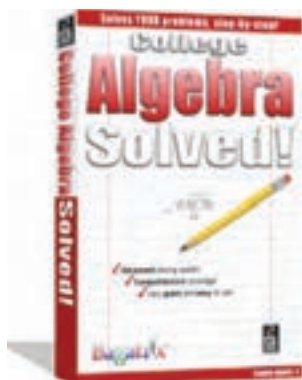


شکل ۲-۱۱ از درس نامه سایت کلاس فیزیک هم برای تدریس بهتر می‌توانید بهره ببرید

● 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 نرم‌افزار قادر است برخی مسائل جبری را حل کرده و بسیاری از نمودارها را رسم کند. کار با آن ساده است. این نرم‌افزار یک بسته آموزش ریاضی و محصول شرکت باگاتریکس است. این نرم‌افزار 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 چندجمله‌ای، حل معادلات مثلثاتی و چندمعادله و چندمجهول است. استفاده از این نرم‌افزار برخلاف نرم افزارهای مشابه احتیاج به دانش برنامه‌نویسی ندارد و همانند نوشتن معادلات در دفتر مشق هنرجویان عمل می‌کند. محیط جذاب و سه‌بعدی و تعاملی آن از برجستگی‌های آن است. برای دانلود این نرم‌افزار 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 کج فهمی همراه است که در اینجا به دو مورد آن اشاره می‌کنیم:

الف) در برخی موارد مشاهده شده که هنرجویان 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 هنرجویان 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 هنرجویان 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 کرهٔ 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 دربارهٔ جرم و وزن را نیز مطرح کرده و از همان ابتدا تفاوت اساسی بین جرم و وزن را برای هنرجویان مشخص کنید. دیدگاه‌های آنها دربارهٔ جرم و وزن را جویا شوید و سپس در صورت وجود کج‌فهمی‌های 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 شدهٔ کتاب را می‌توانید برای سایر سیارات منظومهٔ شمسی نیز حل کنید. جدول زیر مقدار شتاب گرانشی را برای سایر کرات منظومه شمسی نمایش می‌دهد

جرم	وزن
100 کیلوگرم	1000 نیوتن
10 کیلوگرم	100 نیوتن
1 کیلوگرم	10 نیوتن
100 گرم	1 نیوتن
10 گرم	0.1 نیوتن
1 گرم	0.01 نیوتن

جدول ۲-۱ مقدار گرانشی در کرات مختلف

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

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 هنرجونش 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 تکیه بزنید و بگویید من الان به دیوار تکیه زده‌ام، بعد به سمت هنرجویان اشاره کرده و بگویید شما هم اکنون به نیمکت‌ها تکیه زدید و مفهوم نیروی تکیه‌گاه را به همین سادگی برای هنرجویان تشریح کنید. پریدن از بلندی یا از پله‌ها مثال خوبی برای نداشتن تکیه‌گاه است. از هنرجویان 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 هنرجویان 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 هنرجویان 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:

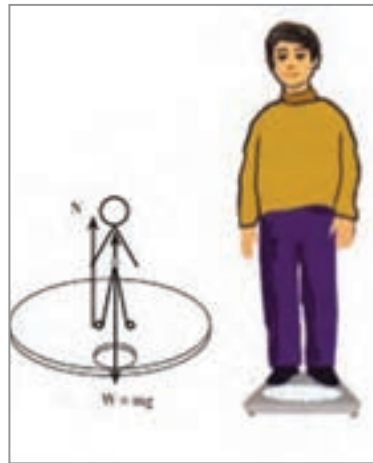
$$N - W = 0 \rightarrow N = W$$

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 می‌شود:

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

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، بیشینه 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

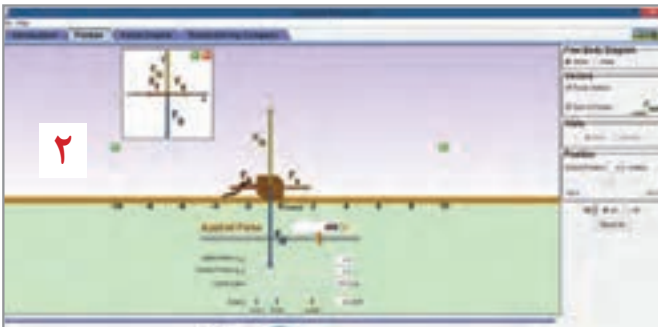
در کتاب علوم نهم اشاره کلی به مبحث اصطکاک شده، ولی در آنجا از مواجهه کردن هنرجو با هرگونه رابطه خودداری شده، و تنها به معرفی برخی کلیات پرداخته شده است، برای فهم بهتر نیروی اصطکاک، آشنایی با نیروهای وزن، نیروی عمودی تکیه‌گاه، قوانین دوم و سوم نیوتن و جبر بردارها الزامی به نظر می‌رسد.

● 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 راه رفتن یا دویدن دارد. فکر کنید ۷ به همین موضوع اشاره دارد.

فکر کنید

همان‌گونه 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 پرسشی‌های پایان فصل

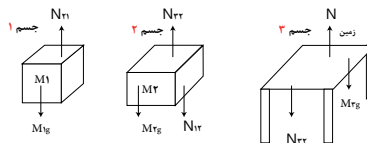
۱. الف) دوندۀ B سریع‌تر است چون شیب خط آن بزرگ‌تر است.

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_2 و t_2 تا t_3 در حال دور شدن از مبدأ

است. ب) دوبار در لحظات t_1 و t_2 ج) در جهت محورها بوده است.

۳.



$$1- N_{11} = M_1 g \quad 2- N_{rr} = M_2 g + N_{rr}$$

$$3- N_n = N_{rr} \quad N_n = N_{rr}$$

$$1 \& 2 \implies N_{rr} = M_2 g + M_1 g = (M_1 + M_2) g$$

$$2 \& 3 \implies N_{زمین} = (M_1 + M_2) g + M_3 g = (M_1 + M_2 + M_3) g$$

$$N_{زمین} > N_{32} > N_{12}$$

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 (دوستتان) 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 دوستتان صبر کرده تا شما برسید.

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

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:

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

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:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 = 70 + 75 + m + 20 = 165 \text{ Kg}$$

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.

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

دانسته‌های 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.

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

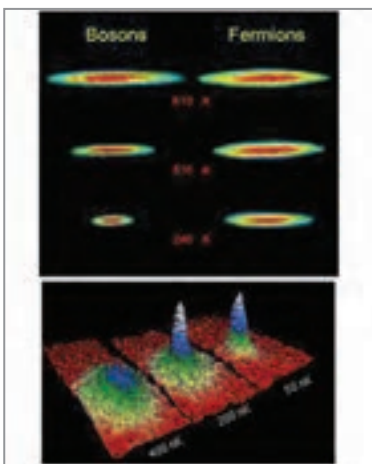
حالت‌های دیگر برای مواد: علاوه بر چهار حالتی که در کتاب درسی مطرح کردیم، می‌توان دو حالت کشف شده در سال‌های اخیر را به عنوان حالت‌های پنجم و ششم ماده مطرح کرد، یعنی حالت مادهٔ چگال بوز اینیشتین که در سال ۱۹۹۵ کشف شد؛ و ذراتی به نام بوزون‌ها (Bosons) با سرد شدن در دماهای بسیار پایین پدید می‌آید. بوزون‌های 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 تراکم پذیری مایع و گاز

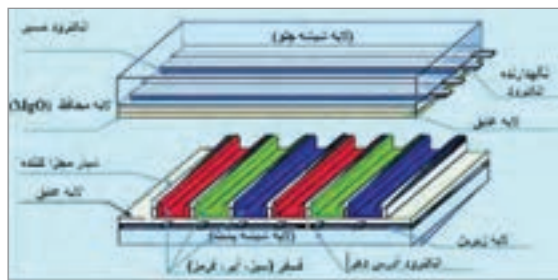
پاسخ: بطری محتوی آب با نیروی کم فشرده نمی‌شود، به دلیل اینکه آب مایع و تراکم‌ناپذیر است؛ اما بطری محتوی هوا به دلیل تراکم‌پذیری فشرده می‌شود.

● 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 به‌عنوان 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 نوعی 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، به‌کارگیری 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.

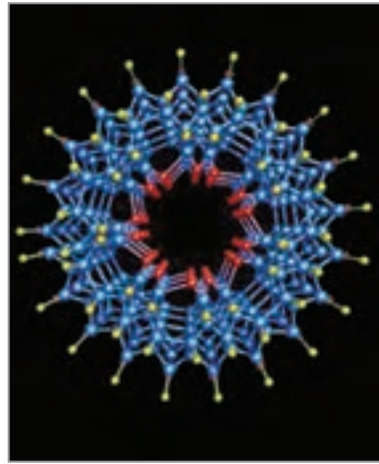
علم نانو و علوم مرتبط با آن چندان جدید نیستند؛ زیرا صدها سال است که شیمی‌دانان از تکنیک‌هایی در کار خود استفاده می‌کنند که بی‌شباهت به تکنیک‌های امروزی نانو نیست. پنجره‌های رنگارنگ کلیساهای قرون وسطی، شمشیرهای یافت‌شده در حفاری‌های سرزمین‌های مسلمانان، همگی گویای این مطلب هستند که بشر مدت‌هاست از برخی 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 تانیکوشی، 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.

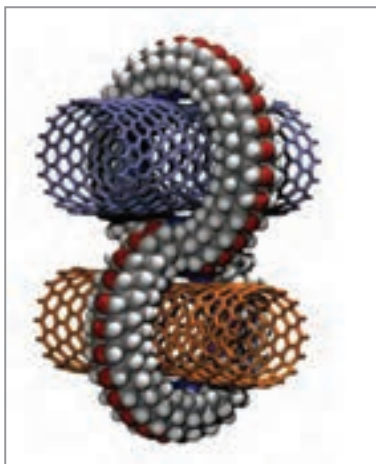


فناوری نانو و نانو علوم، در اوایل دهه ۱۹۸۰ با تولد علم کلاستر (خوشه) و اختراع میکروسکوپ تونل زنی پیمایشی (STM) آغاز به کار کرد و افق جدیدی را به دنیای مهیج و شگفت‌انگیز اتمی - مولکولی گشود (در سال ۱۹۸۱ روشی برای ساخت خوشه‌های فلزی ابداع شد و در سال ۱۹۸۵ این روش برای اولین بار در ساخت فولرین C₆₀ استفاده 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 مقیاسه 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 مقیاسه 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 هرچه قدر 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.

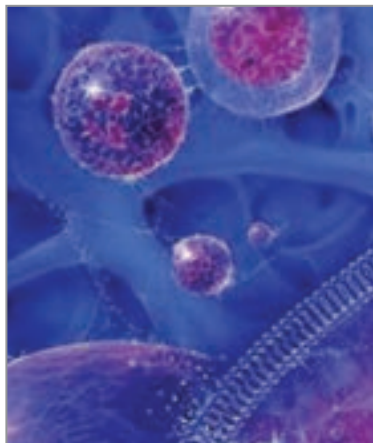
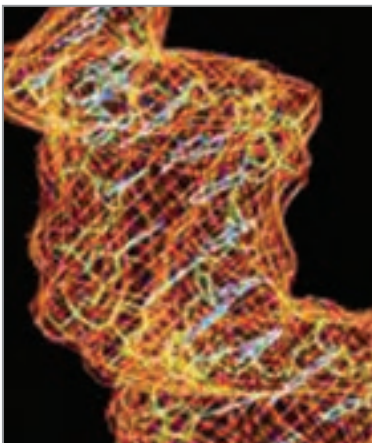
شاخه‌های فناوری نانو

فناوری نانو در حیطه‌های گسترده و متنوعی کاربرد دارد. برای مطالعه آسان تر نانو فناوری، آن را به شاخه‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌کنیم و هر یک 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.

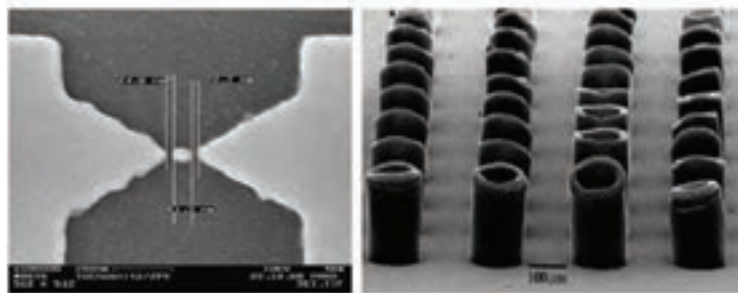
در نانوتکنولوژی خشک که از علوم فیزیک و شیمی مشتق می‌شود، تشکیل ساختارهای کربنی، سیلیکون و مواد غیر آلی و فلزی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. چنانچه انجام برخی آزمایش‌های نانویی در آزمایشگاه و با تجهیزات موجود ممکن نباشد و یا از نظر هزینه مقرون به صرفه نباشد، در نانوتکنولوژی محاسبه‌ای، با استفاده از شبیه‌سازی‌های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

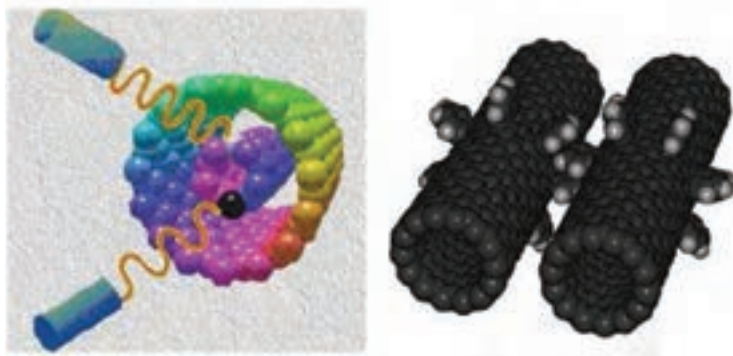


انجام واکنش‌ها می‌شوند، در فناوری خشک خصوصیات فیزیکی ماده را پدید می‌آورند. در نانوتکنولوژی خشک، کاربرد مواد نانویی در الکترونیک، مغناطیس و ابزارهای نوری مورد مطالعه قرار می‌گیرد؛ برای مثال طراحی و ساخت میکروسکوپ‌هایی که بتوان با استفاده از آنها مواد را در ابعاد نانومتر دید.

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 نانوله‌های 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 چگالی

● 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 با پرسش زیر باشد:
اگر چند مایع با غلظت (چگالی) متفاوت را در یک ظرف بریزیم، چه اتفاقی می افتد!؟

تدریس پیشنهادی

در لیوانی مشابه شکل لیوان رنگها چند مایع با چگالی های متفاوت می ریزیم. این مایعات می توانند شربت آلبالو، گلیسیرین، آب، الکل طبی و روغن ذرت باشند که به هر کدام از آنها می توان یک رنگ خوراکی متفاوت اضافه کرد.

با انجام این آزمایش در کلاس، هنرجویان مشاهده خواهند کرد که این مایع ها در ارتفاع های متفاوتی نسبت به هم در لیوان یا پارچ شیشه ای قرار می گیرند و شاید با انتخاب رنگ غذای مناسب برای هر کدام رنگین کمائی را ایجاد کرد.

البته آزمایش های تجربه کنید ۳-۲ و یا آزمایش مربوط به شکل ۳-۷ الف کتاب، هم زمان با تدریس در کلاس می تواند جذابیت بیشتری برای این بحث ایجاد کند.



نام ماده	چگالی (گرم بر سانتی متر مکعب)	تراکم (گرم بر لیتر)
آب	1.0	1000
روغن ذرت	0.92	920
گلیسیرین	1.26	1260
الکل	0.79	790
شربت آلبالو	1.05	1050
شربت زردچوبه	1.15	1150
شربت نعناع	1.05	1050
شربت لیمو	1.05	1050
شربت پرتقال	1.05	1050
شربت انار	1.05	1050
شربت گیلاس	1.05	1050
شربت توتالین	1.05	1050
شربت زردچوبه	1.15	1150
شربت نعناع	1.05	1050
شربت لیمو	1.05	1050
شربت پرتقال	1.05	1050
شربت انار	1.05	1050
شربت گیلاس	1.05	1050
شربت توتالین	1.05	1050

این بخش شامل تصاویر و توضیحات آموزشی است که به دانش آموزان کمک می کند تا مفهوم چگالی را درک کنند. تصاویر شامل لیوانی با لایه های رنگی مختلف و یک پارچ شیشه ای است که در آن مایعات با چگالی های مختلف قرار داده شده اند. توضیحات به زبان ساده بیان می کند که چگونه چگالی می تواند به ما کمک کند تا بفهمیم چرا بعضی اشیاء در بعضی مایعات شناور می مانند و بعضی دیگر در آن ها غرق می شوند.

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)

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{1/0}{250} = 0.004 \text{ m}^3$$

(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)

$$m_{\text{چدن}} = \rho_{\text{چدن}} V_{\text{بوته}} = 6800 \times 0.010987 = 74.68 \text{ kg}$$

(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 پیکنومتری: 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- 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:

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

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



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 توریچلی

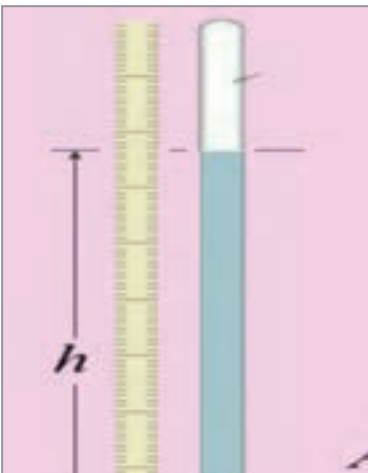
● هدف

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 توریچلی 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 توریجلی 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 هنرجویانی 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 (ρ, 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:

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



تمرین کنید

هدف: محاسبه فشار کل در هر نقطه دلخواه از مایع با یکاهای رایج
 پاسخ: $P_0 = \rho gh = 13600 \times 10 \times 0.75 = 1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$

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

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

$$P = 1.02 \times 10^5 \text{ Pa} = 12 \text{ kPa}$$

$$P = \rho gh \Rightarrow 1.02 \times 10^5 = 13600 \times h \times 10 \Rightarrow h$$

$$= \frac{1.02 \times 10^5}{136000} = \frac{1.02}{1.36} = 0.75 \Rightarrow h$$

$$= 75 \text{ cmHg}$$

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 می شود؛ بنابراین با توجه به فشار هوا روی سطح آب مخزن می توان نوشت:

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

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

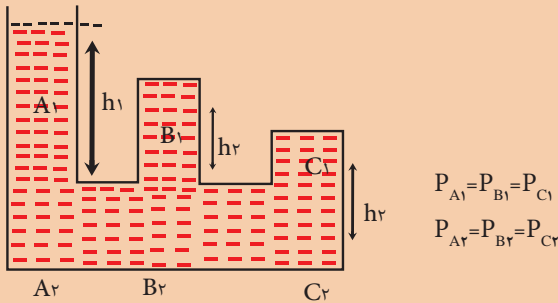
تدریس پیشنهادی

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.



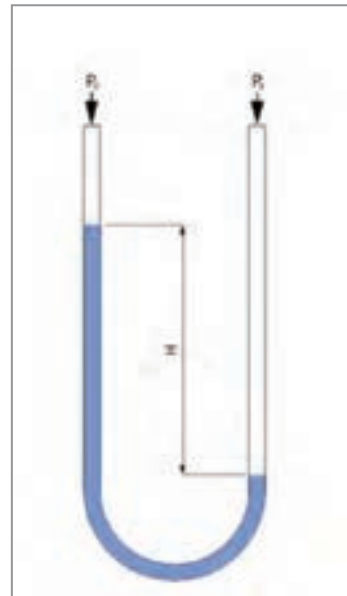
در شکل زیر $h_1 = 2h_2 = 4h_3$ نقاط (C1B1A1) و نیز (A2B2C2) هم ترازند. اندازه فشار این نقاط را با هم مقایسه کنید.
 پاسخ: همهٔ نقاطی که درون یک مایع ساکن هم تراز باشند، هم فشارند.



● 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 هیچ‌گونه 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، اثرهال 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 بالابرها (دستی یا کمپرسوری) و تیوپ‌های محتوی خمیر اشاره شده، سپس رابطهٔ ۳-۷ بررسی و در آخر به مرور مثال ۳-۷ پرداخته شود.

تمرین کنید

هدف: به‌کارگیری 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 قرقره، 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 می‌زد

(**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.



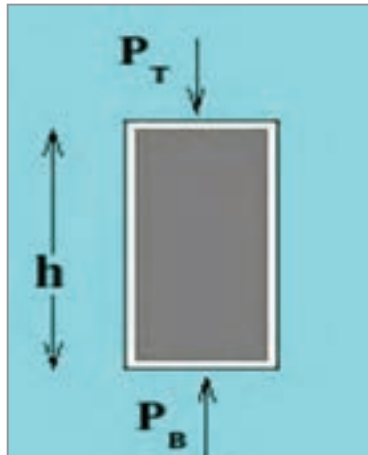
اصل ارشمیدس: اگر جسمی کامل یا بخشی از آن در شاره‌ای غوطه‌ور باشد، نیروی شناوری بالاسویی که برابر با وزن شاره جابه‌جا شده است، بر آن وارد می‌شود. او برای فاش کردن خیانت زرگر، نیاز به یک ظرف آب و سه وزنه با وزن‌های مساوی داشت که این سه وزنه همان تاج شاهی، هم‌وزن تاج از طلای ناب و هم‌وزن تاج از نقره ناب 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 وسیله 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 رابطه 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 وسیله حجم استوانه غوطه‌ور است.



محاسبه چگالی به کمک اصل شناوری:

اگر فرض کنیم W_0 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:

$$W_a = W_0 - F_B$$

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

$$V = \frac{W_0 - W_a}{\rho_L g}$$

و چگالی جرمی جسم هم برابر است با:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{W_0}{W_0 - W_a} \rho_L$$

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

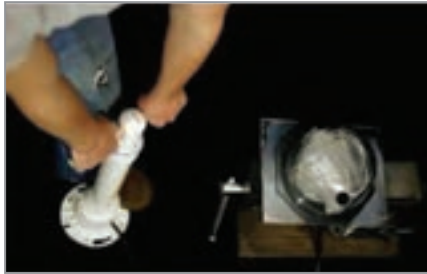
با توجه به نیروی ارشمیدس ایجاد سرمایه‌ش از سقف و ایجاد گرمایش از کف، در ساختمان‌ها یا مترو انجام می‌گیرد.

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 پنجرگیری 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-

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times \frac{3}{14} (6380 + 10^3)^3 = -1$$

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

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

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

$$\frac{\rho_r}{\rho_1} = 0/72 \Rightarrow \rho_r = 1 \times 0/72 = 0/72 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad -2$$

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

$$h'_1 = h_1 - h_r = 30 - 12 = 18 \text{ cm} \quad -3$$

$$h'_r = h_r - h_1 = 20 - 12 = 8 \text{ cm}$$

$$\frac{\rho_r}{\rho_1} = \frac{h'_1}{h'_r} = \frac{18}{8} = \frac{9}{4}$$

$$P_0 = P_{\text{مائع}} + P \quad \text{نگاز درون لوله}$$

-۴

$$72 = P_{\text{مائع}} + 2 \rightarrow P_{\text{مائع}} = 70 \text{ cmHg}$$

$$\rho_{\text{Hg}} h_{\text{Hg}} g = \rho_{\text{Hg}} h_{\text{Hg}} g \Rightarrow h = \frac{13.6 \times 70}{6.8} = 140 \text{ cm}$$

$$P_2 - P_1 = \rho g h = (610 - 95) \times 1000 = 1030 \times 10 \times h \rightarrow h = 50 \text{ m}$$

-۵

$$\text{وزن آب اضافه شد} \quad w = mg = \rho Vg = 1000 \times 4 \times 10^{-6} \times 10 = 4 \times 10^{-2} \text{ N} \quad -۶$$

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

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