بسم الله الرحمن الرحیم

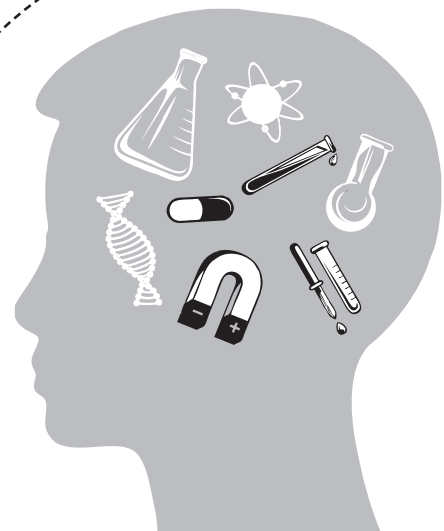
رشد آموزش
فیزیک
۱۱۳
فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دورهٔ سی و یکم، شمارهٔ ۲، زمستان ۱۳۹۴

یادداشت سردبیر / ارزش کارهای تجربی / ۲
فیزیک در سر میز غذا!! / ریک مارشال، ترجمهٔ قاسم خسروبیگی / ۳
آزمایشگاه فیزیک جدید در سال جهانی نور / نوشین مدنی، آزیتا سید فدایی / ۸
اقدام پژوهشی دربارهٔ تدریس فیزیک نور / محمد اصغری / ۱۲
باید جسارت شکستن چارچوب‌ها را داشته باشیم / هیئت تحریریه مجله / ۱۸
نانو فناوری / افسرالسادات شیریزدی، نسرین انصاری / ۲۲
مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۲۵
چگونه کلاس فیزیک را به خلق آزمایش‌های ساده سوق دادم / مژگان ربیعی / ۳۰
طراحی الکتروسکوپ هوشمند بااستفاده از خاصیت یکسوسازی دیود / حسن اتحاد مهرآباد / ۳۴
درک مفاهیم فیزیک با مثال‌های ملموس / سیدرضا معصومی‌نژاد / ۳۶
مطالعه الگوی دما و شوری در منطقه حفاظت شده حرا و تأثیر آن بر بوم‌شناسی ماهی‌های زینتی آن / مریم خوشخو، افسانه کرمی‌پور و... ۳۹
آموزش فیزیک و گذر از کج‌فهمی‌های مبتنی بر فهم متعارف: بررسی چند مثال در فیزیک / سید هدایت سجادی / ۴۴
پایستگی جرم، پایستگی انرژی و اصل برنولی / ریچارد ولفسون، ترجمهٔ آرش ظهوریان پردل / ۴۷
طرح درس مبتنی بر روش‌مندی فلسفی / خدیجهٔ حسن بیک‌زاده / ۵۰
اندازه‌گیری ضریب‌شکست مایعات / سیدمهدی میرفتحی / ۵۳
گزارش کمیتهٔ علمی شانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران / دکتر سلیمان رسولی، اسفندیار معتمدی / ۵۶
محاسبه لختی دورانی بدون استفاده از حسابان / ریچارد مک‌کال، ترجمهٔ مرجان روح‌نواز / ۶۰
خطای سیستماتیک در آزمایش قانون بویل / ریچارد پی. مک کال، ترجمهٔ رضوانه طالبی‌پور / ۶۲

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

مدیرمسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، دکترسید حجت‌الحق حسینی، دکتر آزیتا سیدفدایی، دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: دکتر منیژه رهبر
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲
roshdmag :
نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴) ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲
پیام‌گیر نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۴۸۰۰ نسخه

تصویر روی جلد: نانو تکنولوژی



مجله رشد آموزش فیزیک،
نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت،
به‌ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشند، می‌پذیرد:

- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
- شکل قرار گرفتن جدول‌ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه‌ی مطلب نیز مشخص شود.
- نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.
- مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.
- در متن‌های ارسالی باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود.
- زیرنویس‌ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره‌ی صفحه مورد استفاده باشد.
- مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات کمک‌آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش‌های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شود، معذور است.

ارزش کارهای تجربی

آزمایش و تجربه‌کردن نه تنها در علوم پایه بلکه در علوم انسانی نیز اهمیت فراوان دارد. پس از موفقیت‌های بارزی که استفاده از روش تجربی در علم به‌دست آمد و دانشمندان به‌جای نظریه‌پردازی صرف، با در معرض آزمون قرار دادن خود به نتایج شگفت‌انگیزی دست یافتند، این روش در علوم اجتماعی نیز مورد توجه قرار گرفت. بنابراین، در هر گونه برنامه‌ریزی آموزشی موفقیت‌آمیز، باید این بخش مورد توجه کامل قرار گیرد.

با این همه، در برنامه‌ریزی‌های درسی ما به‌رغم تأکید نظری براین نکته، وقتی پای عمل به میان می‌آید به بخش تجربی و آزمایشگاهی برنامه بهای چندانی داده نمی‌شود یا کاملاً به فراموشی سپرده می‌شود. شاید ریشهٔ آن در فرهنگ ما باشد که بیشتر اهل حرف زدن و نظریه‌پردازی هستیم تا عمل کردن و آزمایش، و بسیاری از ما کار کردن را رفتاری چندان قابل ستایش به شمار نمی‌آوریم. به‌خاطر دارم در یکی از کنفرانس‌های دانشجویی که شرکت‌کنندگان بیشتر درگیر موارد نظری بودند وقتی به یکی از آن‌ها گفتم که چرا به کارهای تجربی نمی‌پردازید، پاسخ داد که ترجیح می‌دهد از مغزش استفاده کند، چنانچه انگار فعالیت‌های عملی نیازی به فکر کردن ندارد. این موضوع فرهنگ غالب در جامعهٔ ما را نشان می‌دهد که متأسفانه یکی از ویژگی‌های جامعهٔ توسعه نیافته نیز هست. در این نوع تفکر آنچه نادیده گرفته می‌شود آن است که هر نظریهٔ علمی تنها در صورتی معتبر خواهد بود که تجربه آن را تأیید کند و در غیر این صورت از درجهٔ اعتبار ساقط می‌شود.

در آموزشگاه‌های ما در همهٔ سطوح آنچه مورد توجه قرار می‌گیرد، بیشتر مطالب نظری است که حتی در مورد آن‌ها هم تعمق کاری صورت نمی‌گیرد و فقط به گونه‌ای حفظ می‌شوند تا از امتحان سربلند بیرون آیند. این روند به مدد مؤسسه‌هایی که شکل گرفته‌اند تا با قرار دادن پاسخ پرسش‌های امتحانی در اختیار شاگردان در هر سطح باعث موفقیت آن‌ها شوند روزبه‌روز به کمک تبلیغات گسترده در رسانه‌ها تقویت هم می‌شود.

اما وقتی پای تجربه به میان آید کمیت کار لنگ می‌شود. در بسیاری از مدارس ما وسیله‌های آزمایشگاهی کافی موجود است. اما معلم برای جلوگیری از شلوغی و اغتشاش از آن‌ها استفاده نمی‌کند. به‌علاوه، چون در آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها پرسش تجربی وجود ندارد پس یاد گرفتن آن‌ها هم بی‌مورد است. در سطوح بالاتر در دانشگاه‌ها نیز آزمایش‌هایی انجام می‌شود، اما کمتر دانشجویی واقعاً توجه دارد که چه‌کاری را انجام می‌دهد و چگونه می‌تواند روش مورد استفاده را در آنچه در زندگیِ روزمره با آن روبه‌رو می‌شود به کار ببرد.

نتیجه آن نیز کاملاً روشن است؛ زیرا چرا کشور ما به‌رغم رشد سریع تولید علم، سرمایه سرشار نفت، گاز، موادکانی قابل ملاحظه، منابع طبیعی متنوع و نیروی انسانی تحصیل کرده چرا باید چنین ارقام و شاخص‌های توسعهٔ لرزان را داشته باشد. محصولات صنعتی ما از کیفیت بالایی برخوردار نیستند و کمتر مدیر صنعتی را سراغ داریم که برای رفع مشکل محصولات خود به دانشگاه‌ها مراجعه کند. از این جهت تقصیری هم ندارند، زیرا اگر مراجعه کرده باشند هم نتیجه‌ای نگرفته‌اند. وقتی مؤسسه‌های زیادی شکل گرفته‌اند که برای هر نوع پایان‌نامه در هر مقطع تحصیلی و حتی مقاله‌های علمی لازم برای ارتقای دانشگاهی سفارش می‌گیرند، دیگر چه انتظاری می‌توان از این نوع دانش‌آموختگان داشت.

مؤسسه‌های آموزشی ما فارغ التحصیلانی را تحویل جامعه می‌دهند که از انجام ساده‌ترین کارها در جهت رفع مشکلات خود و جامعه عاجزند. این روند، سرمایه‌های انسانی جامعهٔ ما را که بزرگ‌ترین سرمایهٔ جوامع توسعه‌یافته به‌شمار می‌آیند عملاً بی‌فایده ساخته است.

گزارش سالانهٔ مجمع جهانی اقتصاد در خصوص سرمایه‌های انسانی وضعیت نیروی انسانی کشورهای جهان و چگونگی آموزش و مهارت و به‌کارگیری نیروی آموزش دیده در بازار کار کشورهای مختلف جهان را نشان می‌دهد. کشورهای توسعه یافته همواره برای بهبود شرایط بازار کار خود این گزارش را مورد توجه قرار می‌دهند. ولی کشور ما مانند گزارش سایر نهادهای بین‌المللی به آن توجه چندانی ندارد. گزارش سال ۲۰۱۵ این مجمع نشان می‌دهد که ایران در بین ده کشور برتر منطقه خاورمیانه که در این جهت تلاش کرده‌اند هیچ جایگاهی ندارد. این در حالی است که ایران در بین همهٔ کشورهای جهان پس از روسیه و امریکا رتبهٔ سوم را در بین فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی، عمران و شهرسازی دارد. بد نیست بدانیم که رتبهٔ ایران در رده‌بندی جهانی توسعهٔ نیروی انسانی ۸۰ است.

در جهان امروز که نیروی انسانی متخصص و کارامد بزرگ‌ترین سرمایهٔ هر کشور را تشکیل می‌دهد، بی‌توجهی به کیفیت آموزش تجربی و ناتوانی دانش‌آموختگان از به‌کارگیری آنچه آموخته‌اند، هیچ نتیجه‌ای جز هدر دادن وقت و استعداد آن‌ها و سرمایهٔ اصلی کشور ندارد. بنابراین، شایسته است که مسئولان به این نکتهٔ مهم توجه بیشتری مبذول دارند تا افراد بتوانند آنچه را که آموخته‌اند در جهت بهبود کیفیت زندگی خود و ارتقای وضعیت کشور در جامعهٔ جهانی به‌کار برند.

فیزیک در سر میز غذا!

با غذایت بازی نکن، مهمانان را سرگرم کن و آموزش بده

ریک مارشال[1]
ترجمهٔ قاسم خسروبیگی، دبیر فیزیک شهرستان کمیجان

چکیده

میز غذا فرصت مناسبی را برای نشان دادن حدود ۵۰ مفهوم فیزیک (نگاه کنید به پیوست که به‌عنوان مرجع فهرست‌بندی شده است) فراهم می‌آورد. گسترهٔ این موارد از پیش پاافتاده‌ترین حالت تا اساسی‌ترین آن‌ها از جمله پیامدهای گرم شدن کرهٔ زمین همین‌طور برخی از اصول اخترشناسی را در برمی‌گیرد. یکی دو تا از آن‌ها به اضافه‌کردن موهومی چیزهای ساده به میز برای «انجام» نمایش‌ها نیاز دارد که امکان یادآوری نقش آزمایش‌های فکری در توسعهٔ فیزیک را فراهم می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: میزغذا، آزمایش فکری، کنش و واکنش، قانون‌های نیوتون

چیدن میز

اینکه هر چیزی در همان جایی که گذاشته شده است باقی می‌ماند قانون اول نیوتون را نشان می‌دهد. وزن آن‌ها با نیروهای واکنش مربوطه ناشی از میز متوازن می‌شود. نبود نیروی نامتوازن یا برآیند به معنی عدم تغییر در حرکت است، بنابراین همه چیز ساکن می‌ماند. این کنش و واکنش مثالی از قانون سوم نیوتون نیست، زیرا کنش‌ها ناشی از کارد و چنگال و غیره و واکنش‌های مربوط میز همان نوع نیرویی نیستند که لازم دارد.

زوج نیروهای قانون سوم نیوتون وزن هر جسم و نیروهای جاذبهٔ گرانشی مربوط به آن‌ها بر سیارهٔ زمین است.

چاقو

تیغهٔ تیز چاقو بازتاب را نشان می‌دهد، به نظر می‌رسد که تصویر (مجازی) پشت سطح بازتابنده باشد و در نتیجه نمی‌توان آن را روی یک پرده نشان داد. چرخاندن آرام تیغه نشان می‌دهد که باریکهٔ بازتابیده با سرعت دو برابر چرخش تیغه حرکت و اثر اهرم اپتیکی را نشان می‌دهد.

استفاده از چاقو برای هدفی که طراحی شده است، یعنی بریدن، هم مفهوم فشار و هم اصل یک اهرم را به نمایش می‌گذارد. وقتی غذا را با عمل اره کردن نمی‌برید، چاقو به عنوان اهرم (نوع ۱) عمل می‌کند. نیرو را شخص خورنده به دستهٔ چاقو اعمال می‌کند، واکنش غذای مقاوم بار است، و تکیه‌گاه بین تلاش و بار قرار دارد. این کار با شکل خمیده قسمت تیره بسیاری از چاقو آسان می‌شود. انگشت به سطحی بزرگ‌تر از سطح بین تیغه و غذا فشار می‌آورد. اگر نقطهٔ اتکای مؤثر وسط بار و نیرو بود، نیروی انگشت همان نیرویی بود که به غذا وارد می‌شد، اما فشار وارد بر غذا بزرگ‌تر از چیزی است که انگشت حس می‌کند. نصب در چاقویی که به عنوان اهرم عمل می‌کند. اما اکنون فاصله‌هایی که بار و نیرو به نسبت

از شاخه‌های چنگال می‌توان برای مشاهدهٔ پراش نور استفاده کرد. چنگال را طوری بگیرید که شاخه‌های آن به طرف بالا باشد و آن را از چشمان خود دور کنید

عکس بار به نیروست، به‌طوری که ورودی انرژی (فاصله طی شده در جهت نیرو× نیرو= کار) همان کار خروجی است که اصل پایستگی انرژی ایجاب می‌کند.

چرا بریدن ورقهٔ نازک پنیر از انتهای یک قطعه دشوارتر از بریدن از وسط آن قطعه است؟ در هر دو مورد یک ماده را تا یک عمق می‌بریم. بنابراین باید مربوط به آن باشد که نیروهای وارد بر تیغهٔ چاقو در دو مورد فرق می‌کند. نیروهای وارد به لبهٔ تیز در دو مورد یکسان‌اند، اما برطرف دیگر هنگام بریدن از وسط نیروی اصطکاک بیشتری وارد می‌شود زیرا جدا کردن قطعه پنیر ضخیم‌تر انعطاف‌پذیری کمتری دارد. در این صورت اصطکاک با سطح تماس متناسب است، بنابراین بسیاری از کاردهای پنیر طوری طراحی شده‌اند که روی سطح تیغهٔ منفذهایی داشته باشند. فروشندگان پنیر برای بریدن قطعات بزرگ از سیم‌های پنیر (همه‌اش تیغه و بدون عمق) استفاده می‌کنند.

اگر تیغهٔ چاقو از لبهٔ میز بیرون بزند تیر طره می‌شود. اگر با اعمال نیروی معلوم به دورترین نقطهٔ آن از لبهٔ میز تیغه را منحرف کنیم، اندازه‌گیری‌های ساده تعیین مدول یانگ E (سفتی) مادهٔ تیغه را با استفاده از $E=4WL^3/bd^3y$ امکان‌پذیر می‌سازد که وزن بار = W، طول مؤثر=L، عرض تیغه=b، ضخامت تیغه=d و انحراف انتهای تیغه از امتداد افقی= y. در بسیاری از پل‌ها از تیرطره استفاده می‌شود.

چنگال

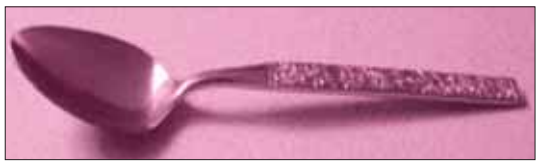
از شاخه‌های چنگال می‌توان برای مشاهدهٔ پراش نور استفاده کرد. چنگال را طوری بگیرید که شاخه‌های آن به طرف بالا باشد و آن را از چشمان خود دور کنید. از بین شاخه‌ها به یک چشمهٔ نور (شاید شمعی روی میز دیگر) نگاه کنید. دستهٔ چنگال را به آرامی بچرخانید که گاف مؤثر بین شاخه‌ها کوچک‌تر شود. به واسطهٔ بر هم نهش ویرانگر امواج نور پراشیده شده، نوارهای تاریک موازی شاخه‌های چنگال ظاهر می‌شوند.

با استفاده از معیار ریلی برای توان تفکیک، می‌توان مقدار تقریبی طول موج نور را با استفاده از توانایی چشم برای تشخیص اجسام نزدیک به هم (شاخه‌های چنگال) به دست آورد. ببینید چقدر دور از چنگال را می‌توانید مشاهده کنید به‌طوری که صرفاً بتوانید تک‌تک شاخه‌ها را از هم تمیز دهید. این آزمایش به یک رستوران یا اتاق غذاخوری وسیع و کاملاً روشن نیاز دارد. فاصلهٔ شاخه‌های چنگال معمولاً ۱۲mm، قطر مردمک چشم ۵mm، و اگر D فاصله تا چنگال وقتی باشد که شاخه‌ها را از هم تمیز می‌دهید (تفکیک شده)، داریم

$$\frac{\text{فاصله شاخه‌ها}}{\text{فاصلهٔ مشاهده D}} = \frac{\text{طول موج نور}}{\text{قطر مردمک}}$$

برای چشم سالم D حدود ۲۰m خواهد بود که طول موج را 5×10^{-7} m (گسترهٔ نور «سفید» طول موج‌های $4/5\times10^{-7}$ تا $7/0\times10^{-7}$ m است.)

قاشق



یک قاشق براق می‌تواند به‌عنوان آینهٔ کوژ و آینه کاو عمل کند (تیغهٔ تخت چاقو را می‌توان به‌عنوان آینهٔ تخت به کاربرد). غیر از مواردی که از فاصلهٔ نزدیک به قاشق نگاه کنید، آینهٔ کاو (دو طرف قاشق به طرف شما خم شده باشد) یک تصویر حقیقی معکوس، و آینه کوژ (دو طرف قاشق از شما دور باشد) یک تصویر مجازی مستقیم (در پشت آینه به‌طوری که نمی‌توانید آن را روی پرده بیندازید) تشکیل می‌دهد. مهمانانی که رانندگی می‌کنند با آینه‌های کوژ آشنا هستند زیرا در دو طرف اتومبیل به کار می‌روند.

قاشق می‌تواند دو نوع تعادل را نشان دهد. قاشق را طوری روی میز بگذارید که پشت آن به طرف بالا باشد. اگر یک گوی کوچک موهومی در بالاترین نقطهٔ آن قرار داشت در وضعیت تعادل ناپایدار می‌بود. زیرا با اندکی اختلال از وضعیت اولیه‌اش دور می‌شد و هرگز به آن باز نمی‌گشت. در صورتی که اگر آن را بچرخانید، گوی قرار گرفته در قاشق در ته آن مستقر می‌شود. با ضربه‌زدن آرام به آن، گوی از وضعیت اولیه‌اش منحرف می‌شود، اما دوباره به آن برمی‌گردد و هنگامی که از نوسان بازایستد به نقطهٔ اولیه‌اش برمی‌گردد، بنابراین وضعیت آن تعادل پایدار نامیده می‌شود. به طور دقیق‌تر در حالت تعادل شبه پایدار است. زیرا با زدن ضربه شدید به آن به‌طوری که از قاشق بیرون جهد، هرگز به حالت اولیه برنمی‌گردد.

حرکت گوی هنگام نوسان در قاشق یک مثال از حرکت یکنواخت فراگیر در سراسر جهان فیزیکی است- هر چیز از

اتم‌ها گرفته تا پل‌های معلق ـ حرکت مشابهی را از خود نشان می‌دهند.

میز تخت، تعادل بی‌تفاوت را نشـان می‌دهد. گوی خیالی ما را می‌توان در هر کجای میز در حال سکون قرار داد. اگر به آن ضربـه بزنید، از محل اولیهٔ خود به محـل دیگری می‌رود و در آنجا ساکن می‌شود. هرگز حول نقطهٔ شروع حرکت خود نوسان نمی‌کند و هرگز شروع به شتاب گرفتن نمی‌کند.

سـه نوع تعادل را بر حسب تغییر انرژی پتانسیلی که هنگام اختلال در دسـتگاه در این مورد گـوی صورت می‌گیرد، بهتر می‌توان توضیح داد، در سر میز غذا تغییرات ممکن در پتانسیل گرانشی بر حسب مکان مورد توجه ماست. وقتی دستگاه آشفته شـود، تعادل پایدار متناظر با محلی اسـت کـه در آن انرژی پتانسیل کمینه است. تعادل ناپایدار نظیر محل انرژی پتانسیل بیشینه است و تعادل بی‌تفاوت متناظر با حالتی است که انرژی پتانسیل ثابت می‌ماند.

متوازن ساختن یک قاشق عمود بر لبهٔ دستهٔ چنگالی که روی پهلویش قرار دارد ایدهٔ مرکز جرم را به نمایش می‌گذارد. بدیهی است که نقطهٔ تعادل در وسط طول قاشق نیست، بلکه نیمی از جرم کل قاشق در یک طرف دستهٔ چنگال و نیم دیگر در طرف دیگر آن است.

پس از متوازن سـاختن، زدن ضربه‌ای کوچک به قاشق مثال دیگری از حرکت هماهنگ را نشان می‌دهد. اصطکاک بین دو جسم در تکیه‌گاه در جلوگیری از سُر خوردن قاشق به روی میز نقش اساسی دارد. وقتی قاشق شروع به حرکت می‌کند، مرکز جرم آن بالا می‌رود و انرژی پتانسیل قاشق افزایش می‌یابد. این معادل بالا رفتن گوی از طرف آشفته نشدهٔ قاشق است.

با ارزیابی خطرات حاصل، قاشق را طوری به هوا پرتاب کنید که نسـبت به مرکـز جرمش بچرخـد. آن را بگیرید. وقتی در هواست چشم به‌طور طبیعی مسیر مرکز جرم را دنبال می‌کند. هنگام استفاده از قانون‌های حرکت برای بررسی مسیر پرتابه، روال استاندارد ترکیب دو مؤلفه است که در این مورد عبارت‌اند از مرکز جرم قاشق و حرکت بخش‌های مختلف قاشق نسبت به مرکز جرم آن، دو مثال متداول این تجزیه در فیزیک رنگ‌هایی اسـت که از اتم‌هـای برانگیخته گسـیل می‌شـود و توضیح کشـندهای اقیانوس. برای اتم‌ها، حرکت نسبت به مرکز جرم انرژی الکترون‌ها و در نتیجه بسامد نور گسیل شده از اتم‌های برانگیخته را تعیین می‌کند. حرکت مرکز جرم به‌صورت انتقال این بسامدها به واسطهٔ اثر دوپلر نمایان می‌شود. برای دستگاه زمین- ماه حرکت مرکز جرم طول سـال را تثبیت می‌کند، در حالی که حرکت زمین و ماه نسـبت به مرکز جرم مشترکشان برای درک اینکه در هر روز دو کشند وجود دارد ضروری است.

لیوان آب

لیـوان آب را در یـک بشقاب کوچک پیش‌دستی بگذارید تا آب اضافی ناشی از نمایش‌هـا در آن جمـع شـود. یک قطعـه یخ به آن اضافه کنید، سپس بشر را تا لبه از آب پر کنید به‌طوری لبریز نشود تا کوژی تا کاوی لبهٔ لیوان را نشان دهد. این دلیـل نیـروی جاذبـه بین مولکول‌ها (آب) است.

قطعهٔ یخ از وسـط آب، که خودش بالاتر از لبهٔ لیوان اسـت، بیـرون می‌زند. یخ آب هم حجمـش را جابه‌جا می‌کند (اصل ارشمیدس)، بنابراین وزن معینی از یخ حجم بیشتری از همان وزن آب را اشـغال می‌کند که شـناوری و چگالی را به نمایش می‌گذارد.

آب مایعی بسـیار غیر عادی (اما نه منحصربه‌فرد) اسـت زیرا هنگام منجمد شدن فشرده‌تر شود و هنگام ذوب شدن منقبض می‌شـود. وقتی قطعه یخ ذوب شـود، آب از لیوان سـرریز نمی‌شود- یخ ذوب شـده حجمی را اشغال می‌کند که یخ قبلاً غوطه‌ور آب چگال‌تر اشـغال کرده بود. بنابراین گرم شـدن سراسری کوه‌های یخ فی‌نفسـه باعث بالا رفتن آب دریاها نخواهد شـد، فقط ذوب‌شدن یخ‌های موجود در خشکی به بالا رفتن مستقیم سطح دریا می‌انجامد. آب دریا نیز بر اثر گرم شدن منبسط می‌شود، و این موضوع بیشترین سـهم را در بالا رفتن فعلی سطح دریاها دارد. رها کردن یخ در حال ذوب و آب درحال گرم شدن باعث لبریز شدن بشر می‌شـود. پیـش از اینکه این اتفاق بیفتد بـه دقت مقداری نمـک اضافه کنید. می‌توان مقداری نمک افزود بدون اینکه آب از لیوان لبریز شـود که نشان می‌دهد در واقع گاف‌هایی بیـن مولکول‌هـای آب وجود دارد که نمـک را در خود جا می‌دهد.

بـا اسـتفاده از دسـتمال سـفر مقـداری آب را بمکید تا موئینگی را نشـان دهید و مقدار بیشـتری آب نمک بدون ریخته شدن آهسته خالی شود، اکنون یک چاقو را در لیوان بگذارید تا اثر شکسـت را در توهم اپتیکی چاقوی خم شده به نمایش بگذارید.

سرانجام، آب را هم بزنید تا گردابی به وجود آید. فرورفتگی ایجاد شـده در آب ناشـی از تأثیر خالـص نیروهای گرانی، کشـش سـطحی و به اصطلاح نیروی مرکزگرای وارد بر آن

متوازن ساختن یک قاشق عمود بر لبهٔ دستهٔ چنگالی که روی پهلویش قرار دارد ایدهٔ مرکز جرم را به نمایش می‌گذارد. بدیهی است که نقطهٔ تعادل در وسط طول قاشق نیست، بلکه نیمی از جرم کل قاشق در یک طرف دستهٔ چنگال و نیم دیگر در طرف دیگر آن است

دو عدسی ساخته شده از لیوان پایه‌دار در یک خط یک تلسکوپ شکستی تشکیل می‌دهند. یک لیوان نقش عدسی شیئی را بازی می‌کند و تصویر جسم دوردست را در صفحهٔ کانونی خود تشکیل می‌دهد

است. مورد اخیر مثالی از نیروهای پنداری است. نیروهای حقیقی همواره به صورت زوج ظاهر می‌شوند.

لیوان پایه‌دار

وقتی لیوان خالی است به لبهٔ مرطوب آن انگشت بمالید. لیوان شروع به ارتعاش می‌کند. این ارتعاش‌ها تقویت می‌شوند تا دامنهٔ آن‌ها برای شنیده شدن به قدر کافی بزرگ شود. اندازهٔ امواج (طول موج) و نت موسیقایی به inter alia در پیرامون لیوان پایه‌دار بستگی دارد. مالش لبهٔ لیوان هموار یا پیوسته نیست، بلکه حرکت نامنظم موسوم به سریدن- چسبیدن، است. همین حرکت هنگام نواختن سازهای آرشه‌ای رخ می‌دهد و حرکت صخره‌های منشأ زمین‌لرزه نیز هست. نت وقتی تشکیل می‌شود که بسامد حرکت‌های سریدن- چسبیدن با بسامد امواجی که اندازه و شکل لیوان ممکن می‌سازد هماهنگ شود، که به پدیدهٔ تشدید معروف است. ریختن نوشابه در لیوان باعث تغییر نت و چگونگی ارتعاش لیوان می‌شود.

یک لیوان پایه‌دار پر از آب به‌عنوان عدسی کوژ عمل می‌کند. این لیوان تصویری حقیقی تولید می‌کند که می‌توانید محل آن را با یک کارت فنو یا دستمال سفره به عنوان پرده تعیین کنید. محل آن کاملاً نزدیک به لیوان است.

دو عدسی ساخته شده از لیوان پایه‌دار در یک خط یک تلسکوپ شکستی تشکیل می‌دهند. یک لیوان نقش عدسی شیئی را بازی می‌کند و تصویر جسم دوردست را در صفحهٔ کانونی خود تشکیل می‌دهد. اگر این بر صفحهٔ کانونی چشمی منطبق شود یک تصویر مجازی بزرگ شده به‌دست می‌آوریم. این تصویر معکوس نیز هست، اما برای یک تلسکوپ مشکلی به‌وجود نمی‌آورد. تغییر در بزرگ‌نمایی با تغییر فاصلهٔ عدسی‌ها را مشاهده کنید. این کار را با حالتی شروع کنید که فاصلهٔ لیوان‌ها تقریباً برابر قطر آن‌هاست. از این لیوان‌ها برای نشان دادن مکان‌های خورشید، زمین و ماه هنگام خسوف و کسوف استفاده و نشان دهید که اولی هنگام ماه کامل و دومی درست پیش از ماه نو رخ می‌دهد.

فنجان قهوه

راه رفتن با در دست داشتن یک فنجان پر از قهوه امواجی را در سطح مایع به وجود می‌آورد. این مثال دیگری از تشدید است (و شاید الهام‌بخش اختراع نعلبکی باشد؟) در بسیاری از دریاچه‌ها همین نوع حرکت موجی (امواج ایستاده در محفظهٔ بستهٔ آب) وقتی مشاهده می‌شود که اختلاف ناگهانی فشار در دو سر دریاچه به وجود آید و آب را آشفته کند. حرکت رفت و برگشتی قهوه در فنجان دارای یک بسامد طبیعی وابسته به اندازهٔ فنجان است. اندازه‌های معمولی باعث بسامد طبیعی شلپ‌شلپ کردن می‌شود که درست با حرکت پای شخص در هنگام راه رفتن هماهنگ است.

حتی بی‌نظمی‌های مختصر در گام شخص می‌تواند باعث تقویت نوسان‌های شدیدتر شود که احتمال ریختن را زیاد می‌کند.

هم زدن قهوه حباب‌هایی را به‌وجود می‌آورد که در ابتدا در یک تودهٔ چرخان دور هم جمع می‌شوند. اگر آن‌ها در فاصلهٔ ۵mm یا مانند آن از کنار فنجان جمع شوند بلافاصله به یک طرف کشیده می‌شوند که اثرات تقریباً بلند برد کشش سطحی را نشان می‌دهد.

دستمال سفرهٔ کاغذی

گوشه‌های یک دستمال سفرهٔ کاغذی را پاره کنید، آن را به شکل گوی مچاله کنید و پایین بیندازید. سرعت این گلوله به سرعت ثابت می‌شود که باز هم قانون اول نیوتون را به

نمایش می‌گذارد. اکنون وزن آن با کشش هوا متوازن شده است به‌طوری که هیچ نیروی برآیندی بر کاغذ وارد نمی‌شود و تغییری در حرکت آن صورت نمی‌گیرد.

فوت کردن برای خنک کردن غذا یا گرم کردن دست‌ها

اگر غذا داغ باشد می‌توان آن را با فوت کردن خنک کرد. توجه کنید که برای این کار طبعاً لب‌هایتان را جمع می‌کنید و باعث می‌شود که هوای بیرون داده شده منبسط و خنک شود (انبساط بی‌دررو). این برخلاف موردی است که با فوت کردن دست‌هایتان را گرم می‌کنید و لب‌هایتان را بسیار بازتر می‌کنید تا هوای خروجی حتی‌الامکان گرم باشد (انبساط تکدما). در ماشین‌هایی گرمایی این فرایندها را (همراه با روش‌های رسیدن به تراکم) در یک چرخه با هم ترکیب می‌کنند تا تبدیل انرژی گرمایی به مکانیکی صورت گیرد.

شمع

یک شمع سوزان نیز با تبدیل انرژی شیمیایی از طریق انرژی گرمایی به انرژی مکانیکی، به‌صورت یک ماشین بسیار ساده عمل می‌کند. از جریان همرفتی صعودی یک شمع می‌توان برای چرخاندن یک توربین کوچک استفاده کرد (موردی که در کریسمس در برخی تزئینات به کار می‌رود). جریان انرژی باعث به‌وجودآمدن حرکت منظم مولکول‌های هوا می‌شود که برخلاف حرکت کاتوره‌ای مولکول‌های اطراف در هوای گرم نشده است. به راه انداختن همرفت فرایندی جالب توجه است- شروع ناگهانی حرکت منظم میلیاردها مولکول که در غیر این صورت آشوبناک می‌بود.

شمع فروزان انرژی را در دو بخش (مجاور) طیف الکترومغناطیسی تابش می‌کند. می‌توانیم «گرمای» (فروسرخ) نامرئی را حس کنیم و نور مرئی را ببینیم.

خلال دندان

سرانجام، یک مفهوم فیزیکی اسرارآمیز حاکم بر بخش اعظم فیزیک- تقارن و شکست تقارن است. اگر روی میز خلال دندان وجود دارد یکی از آن‌ها را عمودی بایستانید. البته باید نوک آن را با انگشت نگه دارید تا نیفتد. اما، به‌طور کلی باید بتوان یک خلال دندان کامل را روی یکی از دو انتهایش متوازن ساخت، پس باید مجسم کنید که برای نگه‌داشتن عمودی آن استفاده از انگشت لازم نیست. همهٔ جهت‌های خروجی از خلال دندان هم‌ارزند. فضا همسانگرد و یک وضعیت دارای تقارن کامل است. یک وضعیت تعادل ناپایدار نیز هست. خلال دندان فقط می‌تواند در یک جهت فروافتد، پس اگر فروبیفتد انرژی آن کم و تقارنش شکسته می‌شود. شرایط مشابه در بسیاری از حوزه‌های فیزیک، از رفتار ذرات بنیادی گرفته تا آنچه در مرحلهٔ اول تورمی تحول عالم رخ داده است، همین‌طور در پدیده‌های روزمره مشاهده می‌شود. ساختار آب پیش از منجمد شدن به صورت بلورهای یخ متقارن است. پس از آن مولکول‌های آب نمی‌توانند در هر جهت دلخواه قرار بگیرند. مثال آشنای دیگر شروع همرفت است. حرکت مولکول‌ها پیش از گرم شدن کاتوره‌ای است. در حرکت همرفتی آن‌ها به‌صورت منظم در جهت خاص حرکت می‌کنند. مغناطیسی شدن نیز شکست تقارن را نشان می‌دهد. هنگام آهنربا شدن تکه‌ای ماده مغناطیسی چه اتفاقی می‌افتد؟ قبلاً، اتم‌های مغناطیده در تکه‌ای از آهن سمتگیری خاصی ندارند، اما پس از آن به خط و آهنربا می‌شوند. در واقع، هر تغییری که موجب افزایش نظم در ساختار یا ترتیب شود به هزینهٔ درجه‌ای از تقارن دستگاه است. همه تغییر حالت‌ها (مثلاً، از مایع به جامد: از نامغناطیده به مغناطیده) را می‌توان بر این اساس توصیف کرد و مثال‌های مختلفی از یک واقعیت فیزیکی در نظر گرفت.

سخن آخر

اما، انجام نمایش‌های موفقیت‌آمیز (که تمرین می‌تواند آن‌ها را کامل کند) بسته به نوع حضار یک چیز است و توصیف خوب چه چیزی اتفاق می‌افتد یک چیز دیگر.

پی‌نوشت

1. Rick Marshal

منبع

physics Education, May 2013, pp 390-395

آزمایشگاه فیزیک جدید در سال جهانی نور

نوشین مدنی، دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی
آزیتا سیدفدایی، دکترای آموزش فیزیک

چکیده

طیف نمایی[1] کاربردهای مهمی در زمینه‌های مختلف صنعت و پزشکی دارد. در این مقاله، با به کارگیری نرم‌افزار Tracker که یک نرم‌افزار تحلیل فیلم است، به بررسی طیف عناصر مختلف و مقایسه آن‌ها در شرایط متفاوت پرداخته می‌شود. فیلم‌های موجود توسط یک دوربین فیلم‌برداری که در مقابل آن توری پراش قرار گرفته، ثبت و ضبط شده‌اند. از دو لیزر نقطه‌ای با طول موج معلوم به‌عنوان مقیاس اندازه‌گیری استفاده شده است.

کلیدواژه‌ها: طیف نور مرئی، نرم‌افزار Tracker، آموزش فیزیک

مقدمه

بیشتر دانش‌آموزان به کمک منشور طیف نور مرئی را مشاهده کرده‌اند، همچنین با رنگین‌کمان مواجه شده‌اند، ولی تاکنون موفق به اندازه‌گیری طول موج و شدت تابش نور نشده‌اند. این اندازه‌گیری‌ها با نرم‌افزار tracker امکان‌پذیر شده است و برای دانش‌آموزان علاقه‌مند پلی به سوی حوزه‌های فیزیک جدید محسوب می‌شود.

فناوری اطلاعات نظام‌های آموزشی را در مقابل موج عظیمی از تحولات قرار داده و روش‌های آموزشی را به چالش کشیده است. برای ایفای نقش در این کاروان علم باید با استفاده از فناوری روز به هم‌اندیشی پرداخت.[1]

معرفی نرم‌افزار

Tracker نرم‌افزاری است که دانش‌آموزان می‌توانند به‌طور تعاملی به بررسی جزئیات طیف‌ها بپردازند.[2] این نرم‌افزار به کاربر امکان تجزیه و تحلیل طیف‌ها را می‌دهد. نرم‌افزار Tracker از طریق پیوند زیر قابل دسترسی است:

http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker

نصب این نرم‌افزار باید در محیط Java ۱٫۶ انجام پذیرد. فیلم‌های ویدئویی مناسب برای استفاده و تحلیل توسط این نرم‌افزار با فرمت مناسب در سایت معرفی شده موجود است. برای دانلود آن‌ها باید برنامه Quicktime را داشته باشیم.

معرفی آیکون‌های نرم‌افزار

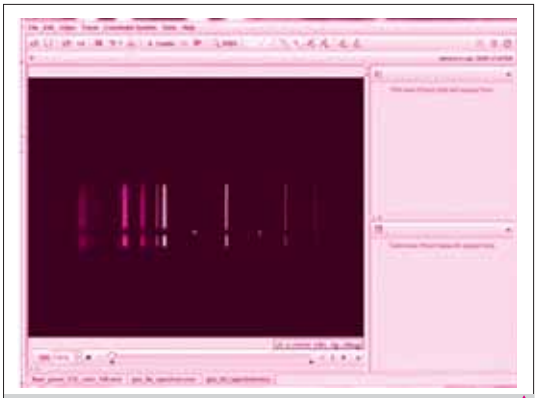
۱. پس از نصب نرم‌افزار و اجرای آن صفحه زیر ظاهر می‌شود. (شکل ۱)

شکل ۱

۲. برای نمایش فیلم با استفاده از آیکون open file در نوار ابزار بالای صفحه فایل فیلم‌های موجود در نرم‌افزار باز می‌شود. (شکل ۲)

شکل ۲

۳. یکـی از فیلم‌هـا را انتخاب می‌کنیم. نـام هر فیلمی که در ضمن کار با نرم‌افزار باز شـده اسـت، در نـوار ابزار پایین صفحه ثبت می‌شود. این امتیاز مهمی برای نرم‌افزار محسوب می‌شود. (شکل ۳)



شکل ۳

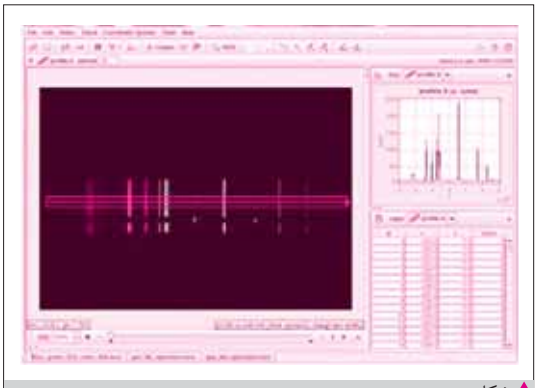
٤. برای تحلیل فیلم از نوار ابزار بالای صفحه گزینهٔ tracks ، سپس new، و در نهایت line profile را انتخاب می‌کنیم.

Tracks →new→ line profile

۵. با گرفتن دکمهٔshift، مکان‌نما را روی طیف می‌کشـیم. هم‌زمان، نمودار شـدت نور مرئی بر حسـب luma نسبت به مکان رسـم می‌شود و جدول داده‌های مربوط به همان طیف کامل می‌شود. (شکل ٤)

شکل ٤

٦. برای تغییـر عرض line profile بـالای صفحه، زیر نوار ابزار گزینهٔ spread ظاهر می‌شـود. با وارد کردن عدد دلخواه، (مثلاً عدد ۱۰) در کادر آن عرض line profile بیشتر می‌شود. (شکل ۵)



شکل ۵

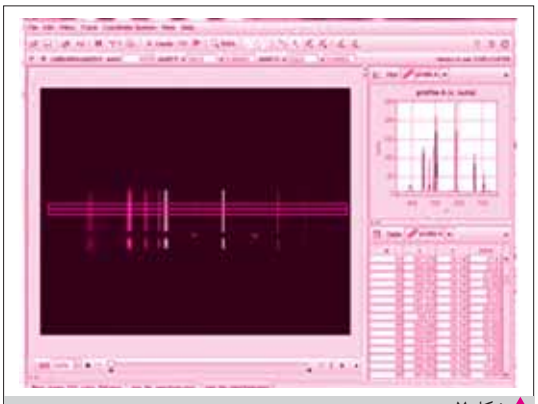
مهم‌تریـن قسـمت نرم‌افزار در بخش طیـف نمایی، گزینهٔ line profile اسـت. line profile در طول محور افقی، شدت روشـنایی بر حسب طول موج یا دیگر اطلاعات مربوط به هر پیکسـل فیلم ویدئویی را اندازه می‌گیـرد. البته برای افزایش دقت و کاهش نوفه، مقدار میانگین شدت پیکسل‌های داخل کادر را در نظر می‌گیرد.

۷. مـدرج کردن بـه معنی تنظیم صفر دسـتگاه یا تعیین مقیاس مناسب برای اندازه‌گیری است.

نرم‌افزار به‌طور پیش‌فرض مبدأ مختصات را روی نور لیزر سبز قرار می‌دهد و طول موج‌های دیگر را نسبت به آن اندازه‌گیری می‌کند. اگر بخواهیم طول موج واقعی تمام نقاط معلوم شود، از آیکون (Calibration tools) گزینهٔ Calibrayion points را انتخاب کرده و همراه با کلید shift روی هر یک از ۲ نور لیزر کلیـک می‌کنیم. در کادر بـالای صفحه طول موج معلوم نور لیزر سبز و قرمز را به جای مختصه x وارد می‌کنیم. (شکل٦)

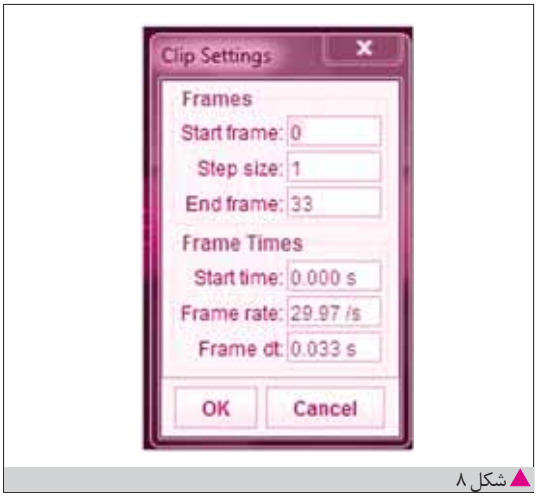
شکل ٦

بدین ترتیب نمودار شدت روشنایی نور مرئی بر حسب طول موج رسم خواهد شد. (شکل۷)



شکل ۷

۸. اگر بخواهیم فقط قسمتی از یک فیلم را تحلیل کنیم، در نوار ابزار گزینهٔ clip setting را انتخاب و شماره ابتدا و انتهای فریم‌های مورد نظر را وارد می‌کنیم. (شکل۸)

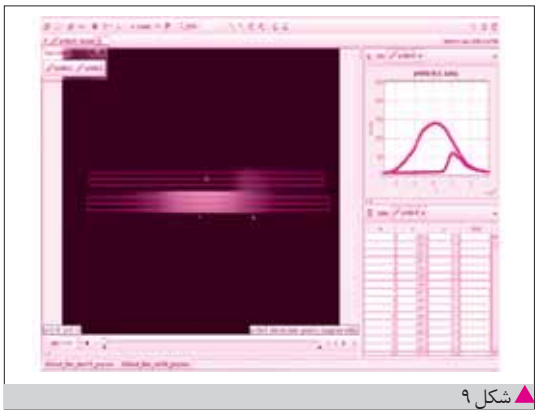


شکل ۸

حال به بررسی چند نمونه از کاربردهای این نرم‌افزار می‌پردازیم.

مثال۱: در تعدادی از فیلم‌ها در مقابل نیمی از چشمهٔ نور فیلتر رنگی استفاده شده است. یکی از آن‌ها را مشاهده کنید و برداشت‌های خودتان را بنویسید.

پاسخ: همان‌طور که در شکل۹ دیده می‌شود، برای بررسی هر قسمت طیف از profileA و profileB استفاده شده است. چون رنگ فیلتر قرمز بوده است، فقط طول موج‌های مربوط به نور قرمز را عبور داده است. دو نمودار برای مقایسه در یک صفحه رسم شده‌اند. (60wsoft-filter-red106-grey.mov)


شکل ۹

مثال۲: طول موج خطوط روشن طیف هیدروژن را توسط نرم‌افزار tracker به دست آورید. جواب خود را با محاسبهٔ نظری مقایسه کنید. (شکل۱۰)

(خطوط مرئی طیف هیدروژنی سری بالمر نامیده می‌شود)

محاسبه نظری:

$n=3,4,5$ و $\frac{1}{\lambda}=R_H(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2})$

n=۳	λ=۶۶۰nm
n=۴	λ=۴۸۹ nm
n=۵	λ=۴۳۶٫۸ nm

شکل ۱۰

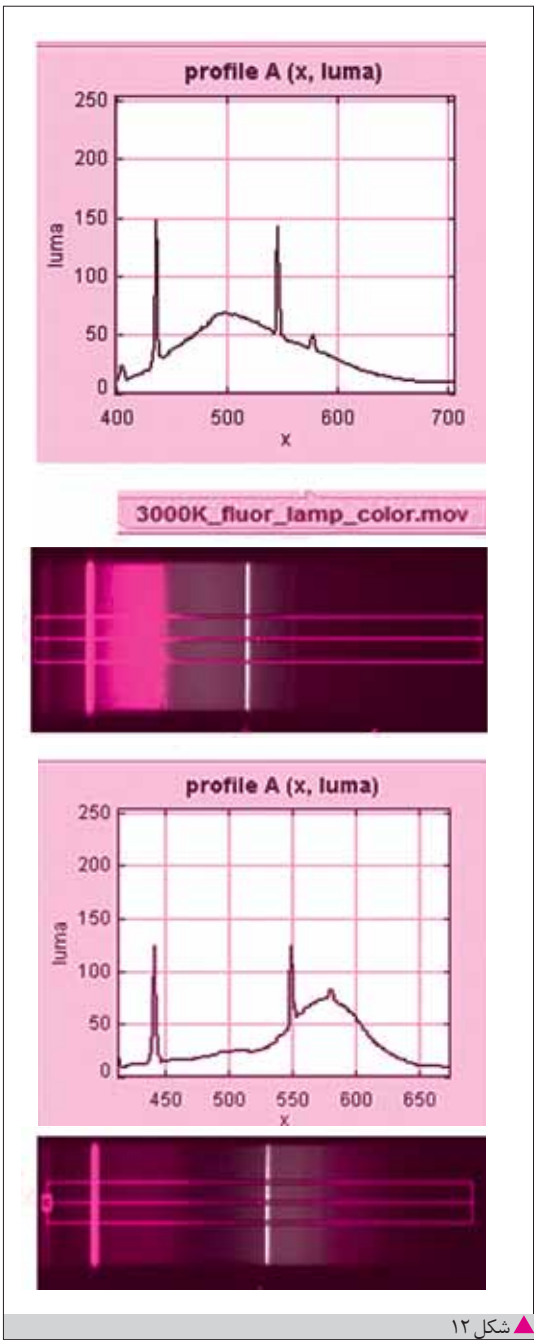
بـا توجه به اینکه در بعضـی از فیلم‌های موجود در نرم‌افزار از لامپ فلوئورسـان در دماهای مختلف اسـتفاده شده است، دربارهٔ مادهٔ فلوئورسان توضیحاتی داده می‌شود.

شـاید بدانید ماده فلورسنت، در اثر جذب نور فرابنفش، نور مرئی تابش می‌کند. بعضی سنگ‌های معدنی و موجودات زنده هم این ویژگی را دارند. (شکل ۱۱)

شکل ۱۱

در لامپ فلورسـنت هم بر اثر تحریک بخـار جیوه موجود در گاز آرگون یا نئون، پلاسـمایی ایجاد می‌شـود که از خود، پرتو فرابنفش (uv) گسـیل می‌کند. سپس این پرتو به ماده فلوئورسان تابیده و به نور مرئی تبدیل می‌شود.

مثال۳: دو طیف
3000k-flour-lamp-color و 6300k-flour- lamp-color
را مشاهده کنید.
الف. به نظر شما چه نوع گازی درون لامپ بوده است؟
ب. افزایش دما چه تغییری در شدت و طول موج نور تابشی تولید می‌کند؟
پاسخ: الف. با مشاهده این دو طیف و مقایسه با طیف نشری خطی عناصر، متوجه می‌شویم که لامپ حاوی بخار جیوه بوده است. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲

ب. با توجه به نمودارها با افزایش دما رنگ‌هایی با طول موج کمتر و با شدت بیشتری تابش می‌شوند.
مثال٤: طیف مربوط به این دو چشمهٔ نور را مقایسه کنید. (جدول۱) نتیجه را بنویسید.

Video film	Luma (max)	x=λ
60w soft- 60v- gray. mov		
60w soft- 100v- gray. mov		

پاسخ: این فیلم‌ها مربوط به دو لامپ رشته‌ای ٦٠W است، که با ولتاژهای ٦٠V و ١٠٠V روشن شده‌اند. مقاومت درون لامپ در اثر عبور جریان گرم شده و شروع به تابش می‌کند. هرچه ولتاژ، بیشتر باشد، دمای رشتهٔ لامپ بالاتر می‌رود و شدت تابش افزایش می‌یابد و بیشینهٔ تابش به سمت طول موج‌های کوتاه پیش می‌رود. (جدول۲) مانند تابش جسم سیاه که تابندگی افزایش می‌یابد و بیشینهٔ تابندگی به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر می‌رود. البته تابندگی با شدت تابش متفاوت است. شدت تابش انرژی کل طول موج‌ها در واحد زمان از واحد سطح می‌باشد ولی تابندگی انرژی طول موج‌های بین λ و λ+Δλ گسیل شده در واحد زمان از واحد سطح است.

Video film	Luma (max)	x=λ
60w soft- 60v- gray. mov	۳۸,۷۵	۵۷۵
60w soft- 100v- gray. mov	۱۹۱,۷۱	۵۵۲

نتیجه‌گیری

این نرم‌افزار توانایی‌های دیگری نیز دارد که در این مقاله فرصت پرداختن به آن‌ها نیست. این نرم‌افزار به معلمان و دانش‌آموزان علاقه‌مند به فیزیک جدید توصیه می‌شود. با این نرم‌افزار آزمایشگاهی خواهیم داشت که می‌توانیم شدت نور مرئی تابش شده از لامپ‌های رشته‌ای، لامپ‌های فلوئورسان و لیزر جامد را اندازه‌گیری کنیم. تأثیر دما و تغییر ولتاژ هریک از لامپ‌ها بر طول موج قابل ارزیابی است. تعدادی از فیلم‌ها در حالی ضبط شده‌اند که فیلتر رنگی در مقابل چشمهٔ نور قرار داشته است. تفاوت حساسیت سلول‌های چشم انسان با حسگرهای CCD دوربین در تشخیص رنگ، موجب فیلم‌برداری در حالت gray (سیاه و سفید) شده‌است. در زمینهٔ طیف‌سنجی این نرم‌افزار منحصربه‌فرد است. با مقداری دقت و حوصله و با استفاده از روش‌هایی که برای تهیه فیلم‌ها به کار گرفته شده می‌توان موقعیت‌های دیگری برای فیلم‌برداری آفرید.
یکی از اهداف تعلیم‌وتربیت، پرورش دانش‌آموزانی است که بدون اتکا به معلم یا کتاب درسی می‌توانند بیندیشند و استدلال کنند.[۳] استفاده از این نرم‌افزار دانش‌آموز علاقه‌مند را در این راه یاری می‌دهد.

اقدام پژوهشی دربارهٔ تدریس فیزیک نور

محمداصغری
دبیر فیزیک ناحیهٔ ۲ شهرری

چکیده

در سال‌های متمادی تدریس خود، همیشه القای مفاهیم بازتاب و تصویر مجازی و حقیقی، در مبحث بازتاب نور و آینه‌ها، از مسائل چالش‌برانگیز درکلاس درسم بوده است.

در سال تحصیلی ۹۳- ۹۲ تصمیم گرفتم با انسجام بیشتری موضوع را دنبال کنم تا اثربخشی این فرایند را مشاهده کنم.

از وسایلی که دانش‌آموزان در اختیار داشتند مانند لیزر مدادی، آینه‌ها و ذره‌بین و همچنین کیت نور لیزری استفاده کردم تا به تداعی موضوع در ذهن دانش‌آموزان کمک کنم.

به‌همین منظور در چندین جلسه فعالیت‌هایی مانند بازتاب نور و شکست در آینه‌های تخت و کروی و همچنین تشکیل تصویر حقیقی را در کلاس درس انجام دادم.

در نتیجهٔ این فعالیت‌ها رشد قابل‌توجهی در سطح دانشِ دانش‌آموزان، در مبحث آینه‌ها مشاهده شد که در پیِ برگزاری آزمونِ دانش و نگرش به‌عمل آمد.

کلیدواژه‌ها: بازتاب، شکست، آینهٔ محدب، آینهٔ مقعر، کانون

مقدمه

درس فیزیک در دورهٔ دبیرستان از اهمیت خاصی برخوردار است چرا که صنعت و پیشرفت علمی وابسته به مباحث فیزیکی است. شروع فیزیک به‌طور رسمی از کلاس اول دبیرستان انجام می‌شود و ایجاد انگیزه در یادگیری بهتر و علاقه‌مند کردن فراگیران به مباحث فیزیک بسیار مهم است.

اینجانب در باب تدریس فیزیک در کلاس اول دبیرستان همیشه دغدغهٔ آموزش بهتر مباحث و جذاب کردن موضوع را با امکانات موجود داشته‌ام.

در مبحث بازتاب و شکست نور همیشه از وسایل ساده و در دسترس برای تفهیم موضوع استفاده می‌کنم. از جمله در سال تحصیلی ۹۳- ۹۲ تصمیم به اجرای منسجم‌تر فعالیت‌های مربوط به مباحث بازتاب و شکست نور گرفتم تا فهم این مبحث مهم و اصطلاحات آن در اذهان دانش‌آموزان بهتر صورت گیرد.

با توجه به اینکه موضوع بخش اعظم کتاب درسی فیزیک ۱ راجع به بازتاب و شکست نور است، در رسم بازتاب و شکست نور همیشه پاسخ‌های نادرست و بی‌ارتباط از سوی دانش‌آموزان مشاهده می‌شود، و این حاکی از جنبهٔ حفظی مطلب است. لذا سعی کردم این روش را اجرا کرده تا از نتایج آن مطلع شوم.

صاحب‌نظران آموزش علوم تجربی، انجام آزمایش را ضروری‌ترین بخش برنامهٔ درسی علوم تجربی می‌دانند. بدون شک انجام آزمایش، نقش زیربنایی در درک عمیق مفاهیم دارد و مثال چینی که می‌گوید:

می‌شنوم، فراموش می‌کنم؛
می‌بینم، به یاد می‌آورم؛
انجام می‌دهم، می‌فهمم؛

فصل اول

تشخیص مسئله

توصیف موضوع: (بیان مسئله)

الف. شرح تجربه

در تدریس آینه‌ها و بازتاب نور مشاهده کردم که دانش‌آموزان در درک این موضوع، حتی در ساده‌ترین مورد که رسم بازتاب‌هاست دچار مشکل می‌شوند.

به‌عنوان مثال در نوع تصویر اعم از مجازی یا حقیقی، دانش‌آموزانِ معنی حقیقی را نمی‌توانستند درک کنند، در رسم پرتوها اصولاً ذهنیت روشنی نداشتند و در عمل هیچ‌گونه معادلی برای موضوع در نظر نداشتند حتی دانش‌آموزان با معدل بالا.

در بحث آینه مقعر و محدب در تشخیص کانون و اینکه چه نقطه‌ای را کانون می‌نامیم برای آن‌ها فقط جنبهٔ حفظی داشت و یا آنکه در آینهٔ مقعر در هنگامی‌که تصویر را وارونه می‌بینیم، این تصویر کجا تشکیل می‌شود، آن‌ها جواب می‌دادند، در داخل آینه!

هدف و انگیزهٔ من در این مورد، اجرای آزمایش و تفهیم موضوع قبل از تدریس مبحث آینه‌ها بود.

در بازتاب نور از آینهٔ تخت، از مثال‌های بازگشت توپ از سطح زمینِ استفاده کردم ولی دریافتم که مشاهدهٔ واقعی از بازتاب قطعاً موضوع را قابل لمس‌تر نشان می‌دهد.

ب. استدلال برای اقدام

با توجه به تجربیات سالیان قبل خود در تدریس بازتاب و شکست نور و نتایج حاصله انتظار بیشتری در درک موضوع از فراگیران داشتم. با طرح مسائل مختلف در این زمینه و حل آن‌ها سعی در پر کردن این خلأ داشتم ولی نتایج همچنان ضعیف بود. دنبال راهکار بهتری برای تفهیم مطالب بودم و این ناشی از مشاهدهٔ نتایج پرسش‌ها و مسائلی بود که از دانش‌آموزان پرسیده می‌شد ولی آن‌ها کمتر استدلال منطقی برای آن داشتند.

از آن‌ها می‌پرسیدم که تصویر حقیقی یا مجازی چیست و آن‌ها جوابی نمی‌دادند.

در انجام این کار علاوه بر محک زدن توانایی خودم این‌گونه مباحث انگیزه‌های دیگری داشتم از جمله:

انجام فعالیت‌های عملی به دانش‌آموز کمک می‌کند تا مهارت‌های لازم را کسب کند. این مهارت‌ها عبارت‌اند از: برنامه‌ریزی، مشاهدهٔ دقیق، اندازه‌گیری، ثبت دقیق و درست اطلاعات، نمایش شفاف و به دور از اغراق اطلاعات، ارائهٔ صحیح نتایج و یافتن ارتباط منطقی بین متغیرها.

پرداختن به فعالیت‌های عملی سبب می‌شود تا دانش‌آموزان حقایق و مفاهیم علمی را بهتر درک کنند.

استفاده از فعالیت‌های عملی سبب فعال شدن یادگیری می‌شود و دانش‌آموزان را وامی‌دارد تا دربارهٔ اهداف فعالیت عملی فکر کنند. بنابراین با اجرای فعالیت‌های عملی، به‌جای اینکه دانش‌آموزان در مقابل هجوم یک‌طرفهٔ اطلاعات از طرف معلم تسلیم شوند، به‌طور فعال در مبادلهٔ اطلاعات و تجربه با معلم شریک می‌شوند.

انجام فعالیت‌های عملی سبب واقعی‌تر جلوه دادن حقایق در دروس علوم تجربی و هیجان و علاقهٔ بیشتری می‌شود.

انجام فعالیت‌های علمی سبب رشد مهارت‌های مورد نظر برنامهٔ درسی و اهداف آموزشی نظیر: رشد ارتباط‌های علمی، رشد سواد علمی، و توانایی استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات می‌شود.

روان‌شناسان انسان‌گرا معتقدند که انگیزهٔ واقعی انسان‌ها در یادگیری، انگیزهٔ درونی و خودجوش آن‌هاست. بر طبق این نظریه، افراد بشر در صدد کشف اطلاعات و درک معانی امور هستند و این امر موجب یادگیری آن‌ها می‌شود. لذا هرقدر مطالب معنی‌دارتر و منطقی‌تر باشد فرد بیشتر کنجکاو می‌شود. بنابراین معلم باید هم مطالب یادگیری را معنی‌دار جلوه دهد و هم فرصت یادگیری اکتشافی را برای دانش‌آموزان فراهم کند، تا دانش‌آموزان خود به کشف معنی مطالب بپردازند. (سیف، ۱۳۷۱، ص ۲۸۱)

اگر هنگام برخورد با مشکلات به‌موقع به کمک دانش‌آموزان بشتابیم و اگر به دانش‌آموزان وقت لازم برای یادگیری مطلب در حد تسلط بدهیم، همچنین اگر نوعی ملاک روشن برای سنجش آنچه در یادگیری در حد تسلط می‌دانیم وجود داشته باشد، آنگاه اکثریت دانش‌آموزان خواهند توانست به سطح بالایی از یادگیری نایل آیند. (ساکی، ۱۳۸۸، ص ۳۳)

انگیزش مانند آمادگی ذهنی یا رفتارهای ورودی، یک پیش‌نیاز یادگیری به حساب می‌آید؛ و تأثیر آن بر یادگیری، یکی از امور بدیهی است. اگر دانش‌آموزی، نسبت به درس بی‌علاقه و دارای انگیزش سطح پایینی باشد، به توضیحات معلم توجه نخواهد کرد، تکالیف خود را با جدیت انجام نخواهد داد، و بالاخره پیشرفت چندانی نصیب او نخواهد شد. اما اگر علاقهٔ او نسبت به مطلب درسی بالا باشد و دارای انگیزهٔ زیادی باشد هم به توضیحات معلم بادقت گوش خواهد داد، هم تکالیف درسی خود را، با جدیت انجام می‌دهد، هم به دنبال کسب اطلاعات بیشتری در زمینهٔ مطالب درسی خواهد رفت، و هم پیشرفت زیادی نصیبش خواهد شد. (سیف، ۱۳۷۱، ص ۳۳۷). بنابراین اولین قدم برای بهبود وضعیت درسی دانش‌آموزان این است که انگیزهٔ یادگیری را در آن‌ها تقویت کنیم.

معلم باید سعی کند تا در تمام مراحل آموزشی برای همهٔ یادگیرندگان فرصت کسب موفقیت فراهم آورد. (سیف، ۱۳۷۱، ص ۳۵۹)

تحقیقاتی که تا به حال به عمل آمده است نشان می‌دهد که از طریق تدریس معمولی تنها ۳۰ درصد از مطالب مورد تدریس یاد گرفته می‌شود در حالی‌که اگر یادگیری با استفادهٔ صحیح از وسایل ارتباطی به عمل آید میزان یادگیری افراد را تا ۷۵ درصد بالا می‌برد. (جهانگیری، وبلاگ دانشجویان مدیریت دانشگاه پیام نور)

چنانچه قبل از شروع درس معلم بتواند بخش عاطفی مغز را تحریک کند، کمک می‌کند تا دانش‌آموزان استدلال بهتری داشته باشند و تمرکز بیشتری به‌دست آورند. (جنسن، ۱۳۹۱، تخلیص ص ۱۵۳) مطالعات انجام شده بیانگر رابطهٔ بین عزت‌نفس تحصیلی و پیشرفت تحصیلی است. هر فرد

انجام فعالیت‌های عملی به دانش‌آموز کمک می‌کند تا مهارت‌های لازم را کسب کند. این مهارت‌ها عبارت‌اند از: برنامه‌ریزی، مشاهدهٔ دقیق، اندازه‌گیری، ثبت دقیق و درست اطلاعات، نمایش شفاف و به دور از اغراق اطلاعات، ارائهٔ صحیح نتایج و یافتن ارتباط منطقی بین متغیرها

فعالیت‌هایی را که با موفقیت انجام داده است و یا می‌تواند انجام دهد دوست دارد. تصور دانش‌آموز دربارهٔ موفقیت با شکست در یک تکلیف یادگیری مبتنی بر تجاربی است که وی در ارتباط با آن تکلیف یا تکلیف مشابه، از معلمان، والدین، همسالان، و همچنین اشخاصی که به طریقی با تکلیف مورد نظر رابطه داشته‌اند، کسب کرده است. اگر فرد معتقد باشد که در گذشته تکالیف مشابهی را با موفقیت انجام داده است احتمالاً با تکلیف‌های بعدی با نوعی نگاه مثبت برخورد خواهد کرد و اگر اعتقاد داشته باشد که در تکالیف مشابه گذشته با شکست مواجه شده است، احتمالاً با تکلیف بعدی با نوعی نگاه منفی روبه‌رو خواهد شد. (بیابانگرد، ۱۳۸٤، ص ۷٦ و ۷۷) اگر یادگیرنده معتقد شده باشد که، در گذشته، در یادگیری مطالب مشابه با مطالب جدید، موفق بوده است؛ با علاقه‌مندی با مطلب جدید برخورد خواهد کرد. اما اگر به این اعتقاد رسیده باشد که یادگیری مطلب جدید نیز مانند یادگیری مطالب مشابه گذشته منجر به شکست خواهد شد، علاقه‌ای نسبت به یادگیری از خود نشان خواهد داد. (سیف، ۱۳۷۱، ص ۳٥٤ و ۳٥٥)

با وجود این، چون تا حدی موقعیت‌های خوشایند یادگیری را به‌وسیلهٔ این روش فراهم کرده‌ایم، انگیزهٔ دانش‌آموز در یادگیری را افزایش داده‌ایم.

روان‌شناسان انسان‌گرا معتقدند که انگیزهٔ واقعی انسان‌ها در یادگیری، انگیزهٔ درونی و خودجوش آن‌هاست. بر طبق این نظریه، افراد بشر در صدد کشف اطلاعات و درک معانی امور هستند و این امر موجب یادگیری آن‌ها می‌شود. لذا هرقدر مطالب معنی‌دارتر و منطقی‌تر جلوه کنند. کنجکاوی فرد بیشتر برانگیخته می‌شود. بنابراین معلم باید هم مطالب یادگیری را معنی‌دار جلوه دهد و هم فرصت یادگیری اکتشافی را برای دانش‌آموزان فراهم کند، تا دانش‌آموزان خود به کشف معنی مطالب بپردازند. (سیف، ۱۳۷۱، ص ۲۸۱)

روان‌شناسان انسان‌گرا معتقدند که انگیزهٔ واقعی انسان‌ها در یادگیری، انگیزهٔ درونی و خودجوش آن‌هاست. بر طبق این نظریه، افراد بشر در صدد کشف اطلاعات و درک معانی امور هستند و این امر موجب یادگیری آن‌ها می‌شود

فواید وسایل کمک‌آموزشی

استفاده از وسایل کمک‌آموزشی دارای مزایای زیر است:

۱. کارایی آموزشی را از لحاظ کمی و کیفی افزایش می‌دهد.
۲. می‌تواند یادگیری را انفرادی کند.
۳. آموزش را با قدرت بیشتری عملی می‌سازد.
٤. اساس قابل لمس را برای تفکر و ساختن مفاهیم فراهم می‌سازد و در نتیجه از میزان واکنش گفتاری دانش‌آموز می‌کاهد.
٥. مورد علاقهٔ زیاد و فراوان شاگردان هستند و توجه به آن‌ها را به موضوع اصلی معطوف می‌سازد.
٦. مبنای لازم برای یادگیری تدریجی و تکمیلی را آماده می‌سازد و در نتیجه آن را دائمی می‌کند.
۷. تجارب واقعی و حقیقی را در اختیار شاگردان قرار می‌دهد و در نتیجه موجب فعالیت ایشان می‌شود.
۸. باعث پیوستگی افکار می شود.
۹. در توسعه و رشد معنی در ذهن شاگرد مؤثر هستند.
۱۰. مهارتی را به‌طور کامل و مؤثر به دانش‌آموزان می‌آموزد.
۱۱. تجاربی را در اختیار شاگردان قرار می‌دهد که از راه‌های دیگر امکان ندارد.

(جهانگیری، وبلاگ دانشجویان مدیریت دانشگاه پیام‌نور)

ج. طرح چند سؤال در مورد مسئله و ریشه‌های آن

کلمات بازتاب، حقیقی و مجازی برای فراگیران واژه‌هایی ابهام‌آمیز به‌نظر می‌رسند. برای القای صحیح مفاهیم انجام آزمایش یک امر ضروری به نظر می‌رسد که در این راستا چند سؤال در ذهن دانش‌آموزان نقش می‌بندند:

قوانین بازتاب نور را چگونه پذیرفته‌اید؟ آیا آن‌ها را آزمایش کرده‌اید؟

هنگامی‌که آینه دوران پیدا می‌کند، پرتو بازتاب چقدر می‌چرخد؟

چرا تصویر را مجازی یا حقیقی می‌نامیم؟

پرتوهای بازتاب چگونه و بر چه اساسی رسم می‌شوند؟

چگونه تصویری را رسم می‌کنیم و در عمل چگونه اتفاق می‌افتد؟

آیا تصویر وارونه در آینهٔ مقعر در داخل آینه است یا ما خطا در دید داریم؟

ریشه‌یابی این پرسش‌ها

کلماتی جدید در ذهن دانش‌آموزان می‌تواند با یک آزمایش ساده سریع‌تر القا شود و آنچه که در این میان جایی ندارد یک آزمایش ساده با وسایل کاملاً ساده است که در میان دبیران این رشته به آن اهمیت داده نمی‌شود و وسایل آزمایشگاهی خاک می‌خورند.

گردآوری اطلاعات برای تشخیص بهتر مسئله

در تدریس واژه‌های مختلف در فصل بازتاب نور، آشنا ساختن فراگیر با وسایلی که در زندگی روزمره استفاده می‌شود ضروری به نظر می‌رسد.

در اوایل فصل بازتاب نور پرسش‌های بسیار ابتدایی از دانش‌آموزان می‌پرسیدم، آن‌ها در پاسخ به ساده‌ترین پرسش دچار مشکل بودند، به‌عنوان ساده‌ترین پرسش، در اتومبیل چه نوع آینه‌ای استفاده می‌شود یا در دندان‌پزشکی چه نوع؟ در رسم ساده‌ترین بازتاب نور تصور درستی از رسم نداشتند. تداعی نوع وسایل که در تخته رسم می‌شد برای فراگیران مشکل می‌نمود و رسم اشکال در تخته با مقیاس ناموزون انجام می‌گرفت.

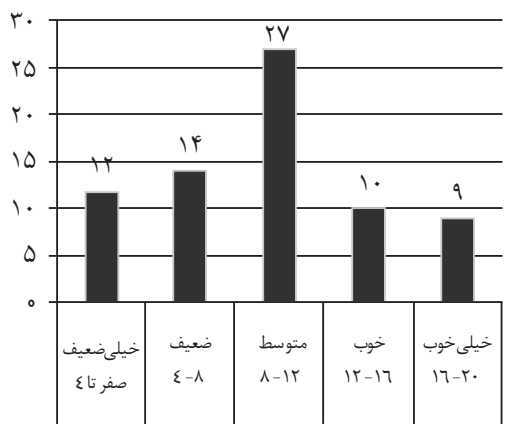
برای آنکه بتوانم اطلاعات جامع‌تری به‌دست آورم آزمونی را برای ۷۲ نفر انجام دادم و برای نگرش‌سنجی از آن‌ها

پرسشنامه‌ای را تهیه و در پایان اجرای طرح به دانش‌آموزان دادم.

موضوع دیگری که ذهن را مشغول می‌کند، سادگی موضوع در مقابل مباحث دیگر است. به‌عنوان مثال در مقایسه با فصل‌های پیشین مانند فصل الکتریسیته، مباحث نور از سهولت بیشتری برخوردار است چرا که تداعی موضوع با انجام آزمایش‌های ساده امکان‌پذیر است ولی در فصل الکتریسیته دقت بالا در وسایل شرط انجام آزمایش است.

برای گردآوری اطلاعات اولیه از میزان درک دانش‌آموزان از موضوع، از همهٔ کلاس‌ها آزمونی استاندارد مطابق سرفصل‌های کتاب درسی به عمل آمد. در این آزمون دو کلاس ۳۶ نفره شرکت کردند که نتایج آن با فاصلهٔ طبقاتی ٤ نمره در جدول صفحهٔ بعد آمده است.

نمودار نمرات دانش‌آموزان در آزمون علمی به‌صورت زیر است.



▲ نمودار ستونی نمرات در آزمون قبل از اعمال متغیر

فصل دوم
اجرا
تفکر و جست‌وجو برای پیدا کردن راه‌حل

در سال‌های قبل روش‌های گوناگونی را به مرحلهٔ اجرا گذاشتم که عبارت بودند از:

۱. توصیه به دانش‌آموزان در رسم اشکال مختلف با رایانه، یا نقاشی سایه‌ها و نیم‌سایه و بازتاب و شکست

۲. انجام آزمایش‌ها به‌وسیلهٔ برگشت توپ تنیس از دیوار صاف و دیوار دارای خمیدگی

۳. این روش را در کلاس درس با توجه به ذهنیت دانش‌آموزان در امر ورزش و توپ پیاده کردم که تا حدی جوابگو بود.

٤. انجام آزمایش‌های مجازی در کلاس هوشمند

در سال قبل و پیش از آن در دبیرستان شهید بهشتی امکانات کلاس هوشمند فراهم شد و تا حد ممکن آزمایش توسط نرم‌افزار لوکینگ گلاس انجام گرفت و نتایجی به‌دست آمد اما برای من رضایت‌بخش نبود.

۵. انجام آزمایش‌ها در آزمایشگاه دبیرستان

در کلاس آزمایشگاه با مشکلات بسیاری روبه‌رو شدم که ناشی از ازدحام و شلوغی کلاس و در نتیجه حواس‌پرتی دانش‌آموزان در کلاس و بدتر از همه، گم شدن وسایل آزمایشگاهی بود!

٦. استفاده از وسایل معمول و ساده که قبلاً گردآوری کرده بودم یا در دست دانش‌آموزان می‌دیدم و در صورتی‌که نیاز نداشتند آن‌ها را به من می‌دادند.

همیشه برای حل مسئله راه‌حل‌های مختلف را بررسی کردیم و بهترین و کوتاه‌ترین راه در هر مبحث فعالیت مورد نظر در کتاب درسی توسط آزمایش با دانش‌آموزان مطابقت داده شد.

در کلاس‌های درس موضوع نور لیزر برای دانش‌آموزان جذاب بود و چند نفر از آن‌ها لیزر مدادی را همراه خود داشتند. در راستای این پدیده و انجام آزمایش‌های ساده من نیز آینه‌های مختلف را در کلاس درس می‌آوردم تا موضوع بازتاب‌ها را به نمایش بگذارم.

اجرای راه‌حل

برای انجام طرح یک کیت لیزری را که در پژوهشگاه دیده بودم برای این کار مناسب بود چرا که نوع سادهٔ این وسیله همانی بود که دانش‌آموزان در کلاس درس به همراه خود می‌آوردند ولی از کاربرد آن در کتاب درسی خود اطلاعی نداشتند.

در گام نخست تمامی فعالیت‌های کتاب درسی که شرح آن خواهد آمد توسط کیت لیزری به اجرا درآمد. شور و شوق دانش‌آموزان را احساس می‌کردم و امید اینکه بتوانم در این روش موفق‌تر عمل کنم بسیار بیشتر از هنگامی بود که در سال‌های قبل از کلاس آزمایشگاه مجازی بهره می‌جستم.

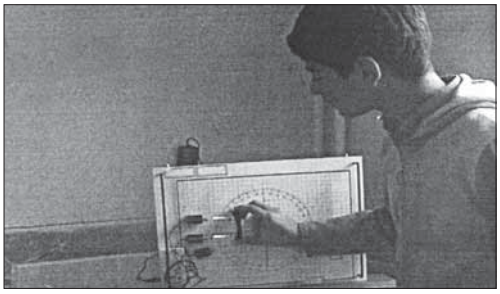
شاید دانش‌آموزان هم به اهمیت آزمایش بر پایهٔ کنجکاوی خود پی برده بودند.

این وسیله که قابلیت حمل به آسانی دارد و برای آزمایش دردسری کمتر دارد برای هر میزی در کلاس درس انجام شد. در جلسات بعدی از نمونهٔ لیزر مدادی که اکثر دانش‌آموزان داشتند استفاده کردم تا مفهوم بازتاب و کانون را در آینهٔ مقعر و محدب بیان کنم.

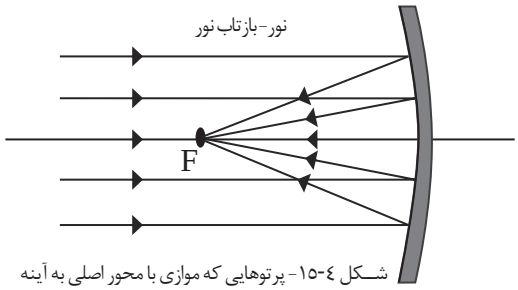
در درس‌های بعدی جهت تشکیل تصویر حقیقی از شمع و آینه‌های مقعر استفاده کردم.

در اجرای طرح، آزمایش‌ها با کمک دانش‌آموزان انجام گرفت و آن‌ها تکرار آزمایش و زوایای مختلف را بررسی کردند.

در کلاس‌های درس موضوع نور لیزر برای دانش‌آموزان جذاب بود و چند نفر از آن‌ها لیزر مدادی را همراه خود داشتند. در راستای این پدیده و انجام آزمایش‌های ساده، من نیز آینه‌های مختلف را در کلاس درس می‌آوردم تا موضوع بازتاب‌ها را به نمایش بگذارم

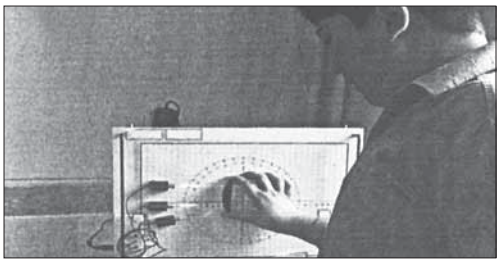


تصویر ۱. تشکیل کانون آینهٔ مقعر

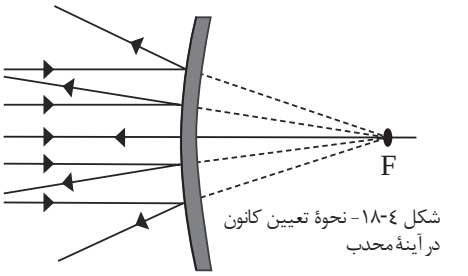


شـــکل ٤-١٥- پرتوهایی که موازی با محور اصلی به آینه می‌تابد، پس از بازتاب، از کانون می‌گذرند.

▲ در این تصویر دانش‌آموز نحوهٔ تشکیل کانون را در آینهٔ مقعر انجام می‌دهد، آنچه که در کتاب درسی مطرح گردیده، در شکل سمت راست بالا مشاهده می‌کنید. دانش‌آموز در شکل ۱ در عمل این تشکیل کانون را مشاهده می‌کند.
قبل از انجام آزمایش تفکر دانش‌آموز در بازتاب همان آینهٔ تخت را ارزیابی می‌کند و بازتاب را روی خود پرتوها مجسم می‌کند در حالی که با انجام آزمایش این موضوع محرز می‌شود.
این آزمایش توسط دانش‌آموزان مدرسه ملاصدرا و شهید بهشتی انجام گردید. نتایج به‌دست آمده از آزمون، تشخیص بازتاب پرتوها بود و نتایج مطلوب در درک موضوع کانون آینهٔ مقعر را نشان می‌دهد.



تصویر ۲. تشکیل کانون آینهٔ محدب



شکل ٤-١٨- نحوهٔ تعیین کانون در آینهٔ محدب

▲ تشکیل کانون در آینهٔ محدب از مشکل‌ترین موضوعات مفهومی در مبحث آینه‌های کروی است. برای تسهیل در یادگیری این موضوع از پرتوهای موازی لیزری استفاده گردید و دانش‌آموزان با رسم امتداد خطوط در پشت آینه توانستند این کانون را مشخص کنند.
تا قبل از انجام این آزمایش درک صحیح و اصولی از موضوع برای اکثر دانش‌آموزان مشکل بود و آن‌ها توانستند با آزمایش ساده این موضوع را برای خود به مرحلهٔ یادگیری برسانند. این آزمایش توسط دانش‌آموزان کلاس اول در دو مدرسهٔ ملاصدرا و شهید بهشتی انجام گردید. در آزمون نهایی، پاسخ‌ها به نسبت دیگر دانش‌آموزان که این آزمایش را انجام نداده بودند از درصد بالاتری برخوردار بود.

فصل سوم
ارزیابی

بـــرای ارزیابی موضـــوع و تأثیر فرایند انجام شـــده علاوه بر پرســـش‌های کوتاه در کلاس درس و برگزاری آزمون، آزمونی جامع‌تـــر برای آگاهـــی از نحوهٔ عملکرد دانش‌آمـــوزان برگزار گردیـــد. در این آزمون کارایی فرایند در کلاس‌های مورد نظر مورد ارزیابی قرار گرفت و با مقایســـه با گروه‌های دیگر اثرات مطلوب مشـــاهده گردید، همچنین در آزمـــون، این موضوع به‌طور مشـــهود دیده شد که کلاس‌های تحت آزمایش نتیجهٔ مطلوب‌تری داشتند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها
نتیجه‌گیری

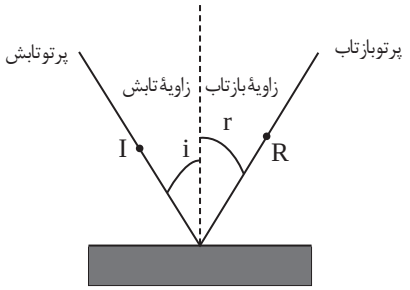
در پایـــان طرح نظرات دانش‌آموزان مؤید تأثیر مفید اجرای طـــرح بود و در فهم موضوع بســـیار تأثیر داشـــت. برخی این آزمایش‌های در پیوست به‌صورت عکس درج شده. همان‌طور که در توضیح شکل‌ها آمده است، اشتیاق و علاقهٔ دانش‌آموزان به انجام آزمایش و موضوع‌های مختلف در کتاب درسی که تنها با شکل نمایش داده شده است توسط آزمایش انجام می‌شود. آزمایش‌ها در میز توسط دو نفر الی چهار نفر دانش‌آموز انجام شد تا تک‌تک فرایند آزمایش را دنبال کنند. نکتهٔ جالب توجه در این پژوهش برای من، اولاً تشکر و قدردانی دانش‌آموزان از انجـــام آزمایش و ثانیاً نتیجهٔ مطلوب نمرات در امتحان پایانی بود.

در پرسش‌های مطرح شده و حل مسائل در صورت موفقیت، از آن‌هـــا می‌پرســـیدم چه عاملـــی در یادگیری شـــما مؤثرتر بوده اســـت و آن‌ها در پاســـخ، انجام آزمایش‌ها را بسیار مؤثر می‌دانستند.

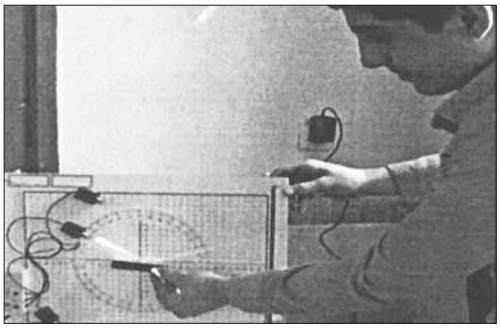
در تأثیر ایـــن فرایند بر نگرش‌ها یک آزمون نگرش‌ســـنج برگزار گردید که از دانش‌آموزان خواســـته شد که با صداقت به آن پاســـخ دهند که در این مورد نگرش خوبی را نســـبت به فیزیک ارائه می‌دهد و نمودار ستونی آن در پیوست آمده است.

فعالیت‌های عملی یکی از ارکان اصلی آموزش علوم تجربی

برای ارزیابی موضوع و تأثیر فرایند انجام شده علاوه بر پرسش‌های کوتاه در کلاس درس و برگزاری آزمون، آزمونی جامع‌تر برای آگاهی از نحوهٔ عملکرد دانش‌آموزان برگزار گردید

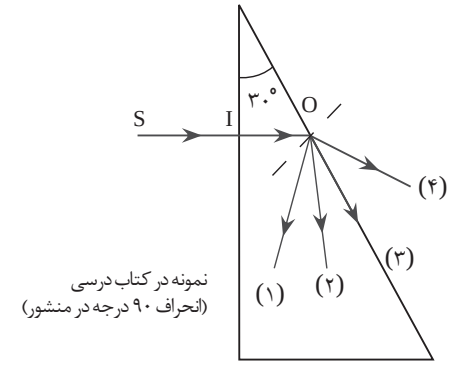


شکل ٤-٧- بازتاب نور از سطح یک آینه



تصویر ۳. آزمایش بازتاب نور از آینهٔ تخت

▲ موضوع بازتاب نور، از آینهٔ تخت هرچند از مفاهیم ساده در فیزیک ۱ است ولی در ذهن برخی دانش‌آموزان این موضوع کاملاً شکل نگرفته است چون در بیان قوانین بازتاب نور زاویهٔ تابش و بازتاب و همچنین خط عمود را نمی‌توانند تجسم کنند و با انجام این آزمایش آن‌ها می‌توانند موضوع بازتاب و زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتاب را درک کنند. این آزمایش برای دو کلاس در فیزیک ۱ انجام گردید.



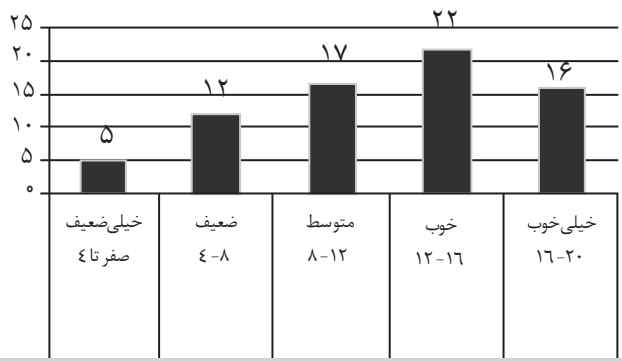
تصویر ۴. آزمایش منشور

▲ این آزمایش را دانش‌آموزان کلاس اول دبیرستان ملاصدرا و دبیرستان شهید بهشتی ناحیهٔ ۲ شهری انجام داده‌اند. آزمایش انجام شده در تصویر ٤ کلاس درس توسط دانش‌آموز که به جواب تمرین به‌طور شهودی رسیده است.
این سؤال یکی از مهم‌ترین مفاهیم مربوط به شکست نور در منشور قائم‌الزاویه است، که نور به اندازهٔ ۹۰ درجه منحرف می‌شود و منشور انحراف ۹۰ درجه نام دارد. این آزمایش به منظور درک شهودی دانش‌آموزان از شکست نور در منشور انجام شد. آن‌ها قبل از انجام آزمایش به سختی این موضوع را متوجه می‌شدند ولی پس از انجام آزمایش به این موضوع پی بردند. در آزمون نهایی به این سؤال ۹۰ درصد پاسخ درست داده بودند. در حالی که کلاس‌هایی که این آزمایش برای آن‌ها انجام نشده بود عکس این اتفاق روی داده بود.

محسوب می‌شود و موجبات رشد دانش علمی، مهارتی و نگرش‌های علمی دانش‌آموزان را فراهم می‌سازند. انجام فعالیت‌های عملی علاوه بر تثبیت یادگیری و افزایش طول عمر ماندگاری مفاهیم آموخته شده، سبب دست‌ورزی و کسب مهارت‌هایی می‌گردد که در زندگی روزانه مورد استفاده قرار گرفته و زمینه‌های نوآوری دانش‌آموزان را فراهم می‌سازد. هرچند مشکلات متعددی در انجام فعالیت‌های عملی در مدارس وجود دارد؛ اما بر همهٔ افراد دخیل در آموزش علوم تجربی باید با برطرف نمودن مشکلات، شرایط استفاده از فعالیت‌های عملی در آموزش علوم را فراهم سازند.

بررسی نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که:

- فراگیرانی که تداعی موضوع برای آن‌ها اتفاق می‌افتد در حل مسائل ایدهٔ بهتری دارند؛
- انگیزش مثبت در ادامهٔ تدریس برای گروه آزمایش نتیجهٔ مطلوب‌تری را نشان می‌دهد؛
- علاقه‌مندی دانش‌آموزان به انجام آزمایش؛
- ایجاد حس کنجکاوی در آنان؛
- آشنا شدن دانش‌آموزان با فناوری‌ها.



▲ نمودار پیشرفت در آزمون پس از اعمال متغیر

پای صحبت دکتر عزالدین مهاجرانی، رئیس پژوهشکدهٔ لیزر و پلاسما

باید جسارت شکستن چارچوب را داشته باشیم

گفت‌وگوکنندگان: هیئت تحریریه مجله

اشاره

سال ۲۰۱۵ از سوی مرکز علمی فرهنگی سازمان ملل، یونسکو، به نام سال جهانی نور نام‌گذاری شد. این موضوع، فرصتی فراهم کرد تا هیئت تحریریه مجلهٔ رشد آموزش فیزیک، گفت‌وگویی با یکی از استادان برجستهٔ نور و فوتونیک کشورمان را داشته باشد.

è انگیزهٔ شما برای تحصیل در رشته فیزیک چه بود؟

é شاید بسیاری از ویژگی‌های افراد در دوران کودکی و طی دوره تحصیل دبستان و دبیرستان شکل می‌گیرد. دوران تحصیل من قبل از ورود به دانشگاه دوران فعال و خوبی بود. من در شهر اراک متولد شدم و پس از گذراندن دوران ابتدایی در دبستان هدایت و داوودی به دبیرستان صمصامی رفتم که از دبیرستان‌های صاحب نام شهر با مدیریت مرحوم آقای علی‌اکبر مجدی بود. ایشان از مشاهیر و چهره‌های اصیل و اثرگذار شهر بودند. همین‌طور معلم‌های آن مدرسه همگی از افراد معتمد و قوی شهر بودند. فعالیت و ایجاد انگیزه در این دوره بسیار کلیدی بود و اثر زیادی در آینده من داشت. خاطرم می‌آید با زمینه‌ای که پدرم ایجاد کرده بود و علاقه‌ای که به عکاسی داشت و تشویق یکی از معلم‌ها، عکاسی و چاپ عکس را به شکل گسترده به همراه برادرم در آن دوران تجربه کردیم. آقای شمشیربند معلم تاریخ بود که یکی از تکلیف‌های ایشان عکس‌برداری از مناظر تاریخی شهر بود. من و برادرم مسئولیت چاپ عکس‌ها را که ده‌ها حلقه بود به عهده گرفتیم. وقتی کاری را در این سطح قرار است تحویل بدهید تجربه جالبی را ایجاد می‌کند. سال‌های حدود ۱۳۵۱ بود و من حدود ۱۴ یا ۱۵ سال سن داشتم. کلاس پنجم دبیرستان در مسابقه عکاسی شرکت کردم و در استان اول شدم. دبیرستان سپری شد و احساس خوبی داشتم فکر می‌کردم روی کل مفاهیم درسی به‌خصوص درس‌های ریاضی و فیزیک تسلط دارم. کلاس خوب و پر رقابتی داشتیم و اغلب در دانشگاه‌های خوب قبول شدند. من هم فیزیک شیراز قبول شدم. در واقع می‌شود گفت با اکراه چند رشته مهندسی هم زدم ولی تمرکزم روی فیزیک بود. جالب است که تابستان سال قبل از ششم دبیرستان برای گردش خانوادگی شیراز رفته بودیم وقتی که اطراف حافظیه می‌گشتیم فکر کردم باید سال آینده اینجا باشم که همان شد. دانشگاه شیراز الان هم اعتبار خوبی دارد ولی آن موقع به‌عنوان دانشگاه بین‌المللی اعتبار و شهرت خاصی داشت.

با ورود به دانشگاه در سال ۱۳۵۵ التهاب‌های دوران انقلاب شروع شد و پس از آن انقلاب فرهنگی به بسته شدن موقت دانشگاه‌ها منجر شد. زمان انقلاب فرهنگی وقتی دانشگاه تعطیل شد من دانشگاه ماندم و در بخش فیزیک شروع به فعالیت کردم. آقای دکتر ثبوتی رئیس بخش بودند و گفتند که می‌توانید اینجا مشغول باشید و هر کاری که دوست دارید انجام بدهید. آقای دکتر ثبوتی یک بار آمدند سری زدند و گفتند دارید چه کار می‌کنید. ما توضیح دادیم بعد ایشان گفتند مشغول باشید خرابکاری بهتر از بیکاری است، تشویقی که ایشان می‌کردند را فراموش نمی‌کنم. اتفاقاً این دوره فعالیت درست وسط درس‌ها بود یعنی هنوز تعداد قابل توجه‌ای درس برای بعد از بازگشایی مانده بود و تجربه جالبی شد.

è اتفاقاً بچه‌های شیراز خیلی خاطره تعریف می‌کردند مخصوصاً از آن ماجراهای دکتر ثبوتی و دکتر بهکامی...

é بله حالت و جو خاصی وجود داشت با وجودی که در آن

زمان ادامه تحصیل مثل حالا متـداول نبود می‌توانم بگویم از آن گروهی که من عضوش بودم همه ادامه تحصیل دادند همه آن‌ها الان بشمارم درگیر کارهای جدی هستند.

è چه سالی دوره کارشناسی شما شروع شد؟

é من سـال ۵۵ وارد دانشـگاه شیراز شـدم ولی پایان دوره لیسانس تا سـال ٦٤ طول کشید. ترم اول به‌جز ١٦ آذر اتفاق خاصی نیفتـاد ولی از ترم دوم التهاب‌های انقلاب با شـدت و گستردگی زیاد شروع شد. خاطرات دوران انقلاب در نوع خود بی‌نظیر است که فرصت و بحث دیگری می‌طلبد.

من تقریباً بیشتر این مدت ۹ سال را در شیراز اقامت داشتم. در واقـع چند بار که در تعطیلی‌هـا چه زمان انقلاب چه زمان انقلاب فرهنگی که به اراک برگشـتم دیدم عمـلاً کار زیادی نمی‌شود انجام داد به همین خاطر در شیراز ماندم. زمان انقلاب فرهنگـی حدود ۳۰ واحد از ۱۱۰ واحد درس مانده بود و فقط افـرادی که ۲۵ واحد درس، مانده بـود مجاز به تکمیل درس خود شـدند که البته بعداً دیدم این تأخیر در ادامه درس برای من خیر بود. بعد از انقلاب فرهنگی ابتدا طرحی برای سـاخت وسـایل کمک آموزشی مدارس به دانشـگاه دادم که حمایتی نشـد و با پول توجیبی آن زمان هم امکان خرید را نداشـتم. بعد یکی از دانشجویان ارشد (آقای عطارد) گفتند نیوتون چند قرن پیش خودش عدسـی درسـت می‌کرده پس ما هم باید بتوانیم. من هم دانشجوی سال پایین بودم و تازه درس‌های پایه و بعضی تخصصی‌ها را گذرانده بـودم. هر چند همان درس‌ها پایه‌هـای تفکر علمی را ایجاد کرده بـود ولی هنوز درس‌های اصلی مثل مکانیک کوانتومی و الکترومغناطیس مانده بود. یک کوره اسقاطی از گروه شیمی پیدا کردیم بیرون محوطه که دور انداخته بودند. آوردیم و المنت‌های شکسته را جایگزین کرده و برای آن برد کنترل درسـت کردیم و کوره را راه انداختیم. بعد در یکی از اتاق‌های بخش فیزیک شروع کردیم به ذوب کردن خورده شیشـه، و بعد ذوب مواد اولیه که دیدیم کار پیچیده‌تر است. بعد از مدتی درون یک سوله مستقر شدیم.

کمک هزینه تحصیلی ماهیانـه ۳۰۰ تومان بود که به‌خاطر همین فعالیت‌ها این کمک هزینه را بلاعوض پرداخت می‌کردند. بودجه دیگری نداشتم با معرفی دانشگاه مواد شیمیایی و وسایل را خریـداری می‌کردیم البته از همان دریافتی. مثلاً یک نمونه که یادم هست کوارتز مرک را بسته‌ای ۳٦ ریال با همان معرفی می‌خریدیم. کم کم یک کمد پر از مواد شـیمیایی داشـتیم و حرفه‌ای‌تر کار کردیم. در آن موقع اغلب کارخانه‌های شیشـه اطراف شیراز و تهران را گشتم البته آن موقع تعدادشان زیاد نبود. هر کسی هم کمکی به این آزمایشگاه می‌کرد مثلاً میکروسکوپ یا یک سـری ابزار تراش شیشـه مربوط به بیمارستان خلیلی کـه در انبار بود را آوردیم و با زحمت زیاد آن‌ها را بازسـازی و مرتب کردیم. کم کم سوله با همان پول توجیبی تبدیل به یک کارگاه شـد. بعد از بازگشایی دانشگاه بچه‌ها برای کارآموزی از این امکانات اسـتفاده می‌کردند. بعد آنجا کارگاه بخش فیزیک شد و دفعه آخری که شیراز رفتم دیدم ظاهر آن کارگاه تغییر کرده بود ولی هنوز هم یک چیزهایی از قبل هست.

بـه هر حال خاطرات از بخش فیزیک و خصوصاً دکتر ثبوتی هم به کلاس‌ها و درس‌ها برمی‌گشت و هم به برخوردهایی که در طول فعالیت در راه‌اندازی کارگاه و اجرای پروژه داشتیم.

è اسـم اسـتاد اپتیک دانشگاه شـیراز آن زمان چه کسی بود؟

é آقای دکتر براتی.

è بله دکتر توسلی همیشه اسم ایشان را می‌بردند.

é یـاد همگی به خیر، بله واقعـاً دوران خوبی بود مهم‌ترین ویژگـی آن دوره انگیزه و جـدی کردن کارها بـود که این را در بقیه دوسـتانم نیز می‌دیدم. بله دکتر ثبوتی علاقه‌مند بود و همیشـه تشـویق می‌کرد و خود شـما هم علاقه‌مند بودید. خیلی خوب است آدم انگیزه داشته باشد و پیگیری کند... حالا خوشبختانه اپتیک و لیزر خیلی مورد توجه واقع شده و خیلی کارهای شگفت‌انگیز می‌کنند. آقای دکتر ثبوتی یک ویژگی که داشـتند این بود که به کارهایی که انجام می‌شده بهای زیادی می‌دادند و کاری که باید انجام می‌گرفت و می‌توانسـت انجام بگیرد ولی انجام نمی‌گرفت را خیلی تقبیح می‌کرد. یادم می‌آید که سر کلاس بودیم که دکتر ثبوتی گفتند پنج تا تمرینی که داده‌اند چه کسـی حل کرده یک سـری دست‌هایشان را بلند کردنـد و همین ترتیب برای سـه تا، دوتا، تـا یکی که در آخر دو نفر دستشـان را بلند نکرده بودند دکتر گفتند یعنی شماها تمریـن حل نکردید؟ یکی از آن‌ها گفت من سـعی کردم یک کارهایـی هم کردم ولی نتیجـه‌ای نگرفتم. دکتر گفتند لااقل دسـتت را کمی بالا کن تا من دلم خوش باشـد که لااقل شما هم کار کردید.

ولی یادم می‌آید کارهایی که انجام می‌شـد را بها می‌دادند و خیلی به آن‌ها احترام می‌گذاشتند.

è به‌طور کلی مشوق خوبی‌اند برای دانشجوها و... برای همه

é هنوز هم حضور وجودشان نعمت است. من یکی از خاطرات دیگری که با ایشـان داشتم و یادم می‌آید آن موقعی که ستاره دنباله‌دار هالی در آسمان بود رصدخانه پاتوق ما بود، البته تفننی چون من خیلی دید نداشـتم، از آنجا که به عکاسی علاقه‌مند بودم عکس زیاد می‌گرفتم. یادم میاد که با اولین پس‌اندازم یک دوربین خریدم. یک شب در رصدخانه تنها بودم همان طور که

خیلی خوب است آدم انگیزه داشته باشد و پیگیری کند... حالا خوشبختانه اپتیک و لیزر خیلی مورد توجه واقع شده است و خیلی کارهای شگفت انگیز می‌کنند

هالی را دنبال می‌کردم گشتی زدم و آسمان را دیدم. نور جالبی توجه من را جلب کرد و از آن عکس گرفتم مجموعه پر نور که هاله‌ای دورش بود فردای آن شب رفتم به دوستان نشان دادم که این چیست؟ گفتند نمی‌دانیم برویم به دکتر ثبوتی نشان بدهیم گفتم نه دیگر ایشان را اذیت نکنیم. به هر حال عکس را بردیم و به ایشان نشان دادیم. چون هوا کمی غبارآلود بود عکس واضح نبود خیلی سعی کردند با شناسایی ستاره‌های اطراف حدسی بزنند ولی واضح نبود. زمان طولانی این اسلاید روی دیوار بود و نگاه می‌کردند بعد گفتند موقعیت این مجموعه را در آسمان خاطرت هست گفتم بله بعد گفتند که امشب به رصدخانه می‌رویم حتی اگر سنگ از آسمان بیاید شاید یک چیز مهمی باشد. و باید بفهمم که چه است. ما رفتیم سنگ نمی‌آمد ولی باران می‌آمد و دکتر ثبوتی هم نیامدند. زنگ زدیم، آقای دکتر تشریف نمی‌آورید گفتند دیگر کجا بیایم، البته همان شب با کمک دوستان نقشه را بررسی کردیم و معلوم شد که خوشه پروین بوده و به‌خاطر غبار و شکل عکاسی آن طور مبهم شده بود.

è کنفرانس فیزیک ۶۴ شیراز بود آن وقت شما شیراز تشریف داشتید؟

é موقعی که من به شدت در حال برنامه‌ریزی برای سفر به انگلیس برای ادامه تحصیل بودم درگیر میزبانی کنفرانس به‌عنوان یکی از دست‌اندرکاران اجرا هم بودم. فکر می‌کنم روز بعد از کنفرانس من هم حرکت کردم.

è انگلیس کجا تشریف بردید؟

é من ردینگ تقریباً نزدیک لندن بودم، یک دوره ارشد یک ساله داشتند با عنوان اپتیک مدرن و کاربردی. دوره خوبی بود و تجربه‌های علمی و کاری، سیستمی خوبی کسب شد. دوره دکترا کمی طولانی‌تر از معمول شد.

è در واقع شروع بحث اپتیک و لیزر در واقع همان جا بوده است؟

é نه در واقع من به خاطر سابقه و علاقه قبلی اپتیکی‌ام آنجا رفتم، به قول یکی از دوستان شوخی می‌کرد و می‌گفت از بچگی اپتیکی بودی چون از ۱۰ سالگی عینک داشتم و به شکلی با اپتیک سروکار داشتم ولی در اصل فعالیت‌هایی که در زمان انقلاب فرهنگی شکل گرفته بود شروع کار در این زمینه بود. در آن دوره هر چند ساخت شیشه مسئله اصلی ما بود ولی کلی درگیر مباحث اپتیکی هم بودم. من برای ادامه تحصیل به دنبال دانشگاهی با برنامه اپتیک و نور رفتم. از بین دانشگاه‌هایی که پذیرش گرفتم دانشگاه ردینگ انگلیس را انتخاب کردم که دوره خیلی خوبی بود چون به غیر از اپتیکی که من می‌شناختم وارد دیگر مباحث نور از جمله لیزر و اپتیک غیرخطی شد که من کمتر سروکار داشتم. ارشد تمام شد برای دکترا هم خیلی جاها پذیرش گرفته بودم و در انتها تصمیم گرفتم با استادم پرفسور جف میچل کار را شروع کنم. در واقع علاوه بر موضوع کاری پیشنهادی ایشان، من جذب پرکاری ایشان شدم. ایشان به شکل غیرعادی پر کار بودند. کار پیشنهادی ایشان اپتیک غیرخطی در پلیمرها و مواد آلی بود.

آن موقع این بحث خیلی داغ شده بود و از جمله بحث‌های بین‌رشته‌ای فعال بود. شاید یکی از علل هیجان‌انگیز بودن این موضوع همان بین رشته‌ای بودن آن بود. آن زمان موضوع‌های بین رشته‌ای هنوز آن‌قدر رونق نداشت. شن یکی از پیش‌کسوت‌های اپتیک غیرخطی در اول کتابش می‌گوید: هر چند که خطی بودن در فیزیک جالب و جذاب است و به فیزیک زیبایی می‌دهد، ولی غیرخطی بودن به فیزیک هیجان می‌دهد، خوشبختانه ما در دنیایی زندگی می‌کنیم که غیرخطی است.

در این فضا کاملاً شاهد این هیجانات هستیم. مثلاً در اپتیک غیرخطی می‌توان آینه‌ای را تصور کرد که وقتی نور با هر زاویه‌ای به آن برخورد کند با همان زاویه باز می‌تابد یا اینکه نور قرمز به یک محیط بتابانیم و نور سبز خارج شود. این‌ها نمونه‌هایی از همان هیجان‌های غیرخطی بودن است. من هم کاملاً از ابتدای کار پر از هیجان بودم، موضوع جدید و هیجان‌انگیز بود و استادم خیلی فعال و پر کار بود آن‌قدر از ابتدا هیجان‌زده بودم که فکر می‌کردم مهم‌ترین کار دنیا را انجام می‌دهم و اگر کارم جلو برود علم پیش می‌رود و اگر خوب پیش نرود علم جا می‌ماند. به‌خاطر دارم که در آن دوره دکتر شاهزمانیان در سفارت سمیناری را برای معرفی کارهای دانشجویان دکترا در انگلیس برنامه‌ریزی کردند. شروع کارم بود و من گفتم هنوز نمی‌دانم موضوع چیست. سه ماه بعد قرار بود سمینار اجرا شود و من در این سه ماه آن‌قدر از کاری که می‌کردم اطمینان پیدا کرده بودم که رفتم و خواهش کردم که باید یک جا به من بدهید این موضوع خیلی مهم است و من باید مطالبم را ارائه دهم که با اصرار زیاد یک جا باز کردند که صحبت کنم.

è چه چیز در نظام آموزشی آنجا توجه شما را به خود جلب کرد، آیا از اینکه شما را به حال خود گذاشته بودند تا راه‌تان را پیدا کنید راضی بودید؟

é بله اتفاقاً در چند ماه اول کار، پس از تعیین موضوع به سختی می‌توانستم استادم را ببینم. خیلی سرش شلوغ بود. همان‌طور که گفتم غیرعادی فعال بود. یک سری توصیه برای دانشجویان درگیر کارهای تحقیقاتی داده بودند که یکی از بندهای آن این بود که بدانید سر استادتان خیلی شلوغ است و اگر شلوغ نبود حتماً استادتان را عوض کنید. من صبح هر چه زودتر می‌رفتم ایشان را می‌دیدم شب هم هر چه دیرتر

در اپتیک غیرخطی می‌توان آینه‌ای را تصور کرد که وقتی نور با هر زاویه‌ای به آن برخورد کند با همان زاویه بازتاب کند یا اینکه نور قرمز به یک محیط بتابانیم و نور سبز خارج شود. این‌ها نمونه‌هایی از همان هیجان‌های غیرخطی بودن است

می‌رفتم باز می‌دیدم در دفترشـان هسـتند. وقتی که فرصتی بـرای دیدار و بحث پیش آمد این‌طور توجیه می‌کردند که من باید می‌گذاشـتم خودتان پیدا کنید که چگونه است و اگر این کار را نمی‌کردم و مسـئله برایتان درسـت می‌کردم که رشـد نمی‌کردید. البته بحث‌های خیلی مهم و مفیدی با هم داشتیم.

è بلـه و تجربه خوبی بود و بعد آدم ممنون می‌شـود محبـت آن کسـی می‌کند که بگـذارد شـما روی پای خودتان بایستید در همه موارد این چنین است در مورد علمی بیشتر، حالا اتفاقاً یادم هست اوایل که دانشجو بودیم فکر می‌کردیم که اپتیک به آخر رسـیده و چیز جدیـدی نـدارد ولی به سـرعت یک حـوزه جدید باز می‌شود و می‌بینید که واقعاً چه کارهای شگفت‌انگیزی می‌شود انجام داد.

é آقای دکتر توسلی معمولاً نقل می‌کنند از عبدالسلام که قرن قبل پیشـاپیش این قرن را قرن تکنولوژی مبتنی بر نور اسـم‌گذاری کردند و گفتند که به این سمت بروید. علاوه بر آن مطلب دیگری که اهمیت دارد این اسـت که شـاید قبل از اوایـل قـرن قبل خیلی از پدیده‌ها ناشـناخته بود و برنامه بشـر برای کندوکاو علمی عمدتاً شـناخت اطـراف و ارضای کنجکاوی‌هایش بود و البته از طریق این شـناخت تسهیلات زندگی هم مهیا می‌شـد. ولی الان این‌ها با هم مخلوط شده و علـم تکنولوژی با هم دارد جلو مـی‌رود و بازخوردهایی که به هم می‌دهند را تقویت می‌کنند و همان‌طور با رشـد دانش تکنولوژی هم شـکل می‌گیرد. در واقـع ذی‌صلاح‌ترین افراد برای شـکل دادن تکنولوژی افرادی هستند که دانش مربوط به آن را شکل می‌دهند. البته به شرطی که دید کافی از نیازها داشته باشند.

هر چه دید قوی‌تری از نیازها داشـته باشند به دانش جهت بهتری می‌دهند و مسائل مناسب‌تری را طرح می‌کند. در قرن فعلی فعالیت‌های علمی با افق‌هایی روشـن برای دستیابی به تکنولـوژی خاص انجـام می‌گیرد و هـر موضوعی که انتخاب شود هدف روشنی دارد. موضوعات و مسائل علمی و تحقیقاتی براسـاس نقشـه راه برای حل موضوع‌های مشـخص طراحی می‌شوند و دیگر کسـی صرفاً برای شناخت تحقیق نمی‌کند. حتی موضوع‌هایی که به‌نظر خیلی انتزاعی می‌آیند هدفمند و با برنامه است. البته ناگفته نماند که شناخت از آنچه توجیه صریح فیزیکی دارد بسیار پخته شده است ولی بسیاری مفاهیم هنوز مبهم است که جای کار دارد. همچنین ابزار جدید روی شناخت بیشتر مفاهیم اثر جدی داشته است.

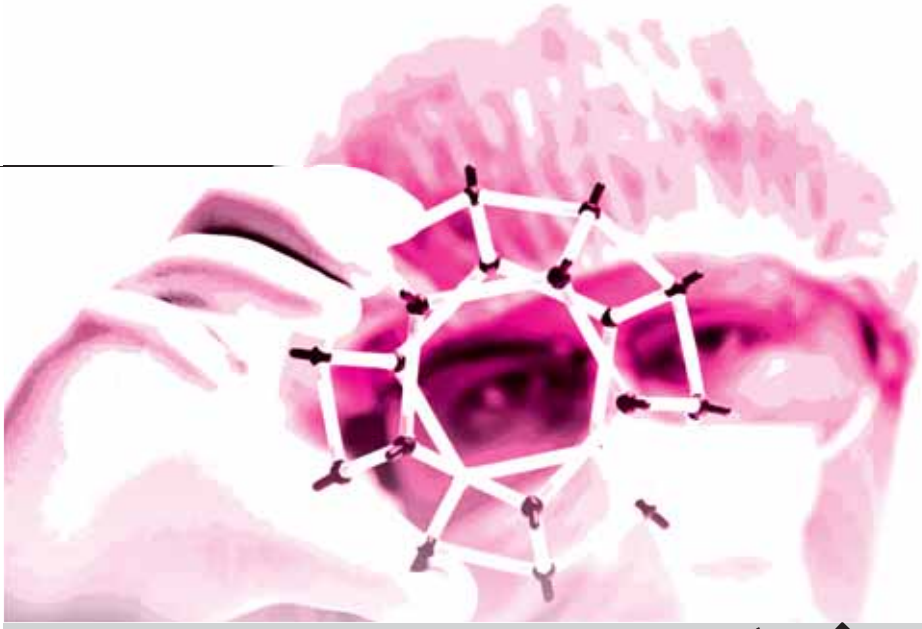
è واقعیـت هم این اسـت که علم باید بـرای جامعه فایده داشـته باشـد ارزش ایجاد کند مثلاً یک سـری نظریه‌پردازها می‌گویند که علم را برای خود می‌خواهند البته بگویم در کشور ما شاید به‌واسطه انجام کار عملی شاید بعضی‌ها ترجیح بدهند که یک معادله‌ای حل کنند ولی من فکر می‌کنم که باید تأکید کرد که علمی که به وجود می‌آوریم باید در جهت اعتلا و رفاه جامعه باشـد و مشکلات جامعه را حل کند و دانشگاه‌ها سعی کنند کارهایـی انجام دهند که در جهت رفع این مشـکلات باشند.

در قرن فعلی فعالیت‌های علمی با افق‌هایی روشن برای دستیابی به تکنولوژی خاص انجام می‌گیرد و هر موضوعی که انتخاب شود هدف روشنی دارد

é بلـه من اعتقـاد دارم که دانشـگاه مأموریت‌هایی دارد که مهم‌ترین آن‌ها تربیت آدم است که در طی آن نه فقط دانشجو بلکه استادش هم یاد می‌گیرد در واقع دارد در ارتباط با دانشجو رشـد پیدا می‌کند. دانشـجو خروجی اصلی اسـت ولی حتی کارمندی که اینجاست یا تکنسینی که در دانشگاه کار می‌کند با تکنسـین بیرون فرق دارد و عملاً دانشگاه جایی است برای تربیـت، این تربیت تمام بار فرهنگی را نیـز به همراه دارد که متأسفانه دانشگاه‌ها بخش فرهنگی را به‌عنوان بخشی مجزا در نظر می‌گیرند، در اصل در دل همین تربیت است.

عملاً من این را جدا نمی‌بینم، این تربیت شـامل چند بخش اسـت اگر برای دانشجو در نظر بگیریم یکی آموزش علمی که مطالـب به فرد منتقل می‌شـود، یکی آمـوزش روش برخورد با مسـئله علمی اسـت و دیگری چگونگی کار کردن علمی و اسـتاندارد. در واقع داشتن برنامه و افق، شاید مهم‌تر از کسب علم کسب و ارتقای منش و رفتاری که خداوند از بشر به‌عنوان اشرف‌مخلوقات انتظار دارد هم‌زمان با گسترش دید علمی است. . همه این‌ها در دل مأموریت اول یعنی تربیت افراد و به‌خصوص دانشجوست.

طرز درست کار کردن و پیدا کردن منش فرهنگی این است. وقتی کسی از دانشگاه فارغ‌التحصیل می‌شود بداند کجای کار اسـت و خودش را به کجا رسانده، آیا اصلاً افقی برای خودش دیده و این در واقع تمام آن بخش تربیت اسـت که از آموزش علم درس گرفته و از آموزش شیوه گرفته است.



نانوفناوری

افسر السادات شیریزدی، دبیر آموزش‌وپرورش ناحیه ۱ یزد
نسرین انصاری، دبیر آموزش‌وپرورش ناحیه ۱ یزد

نانوفنـاوری ابـزار بـازی و دسـتکاری طبیعـت ـ اتم‌ها و مولکول‌هـا ـ را به ما داده اسـت. هر چیزی از این‌ها سـاخته می‌شـود و در احتمال سـاخت چیزهای جدیـد محدودیتی وجود ندارد.

هورست استومر

کلیدواژه‌ها: نانوفناوری، دنیای کوانتومی، قانون مور

فناوری همه چیز از هیچ

تسلط بر ابزار دستاوردی عظیم است که انسان را از حیوان متمایز می‌سـازد. با توجه به اسـاطیر یونان و روم این فرایند هنگامی آغاز شـد که پرومته[1] کـه دلش به‌حال بدبختی‌های انسان می‌سوخت آتش را از کورهٔ ولکان[2] دزدید. اما این دزدی خدایان را به خشـم آورد. زئوس[3] برای تنبیه انسـان‌ها حقه جالبـی بـه‌کار برد. او از ولکان خواسـت که یک جعبه و یک زن زیبا از فلز بسـازد. ولکان این مجسـمه را که پاندورا[4] نام داشـت ساخت و به شکل سحرآمیزی به آن زندگی بخشید و از او خواست که هرگز جعبه را باز نکند. اما او یک روز از روی کنجکاوی این کار را کرد و طوفان هرج‌ومرج و بدبختی را در دنیا پراکند و تنها امید را در جعبه باقی گذاشت.

پـس رویاها و زجر بشـریت هر دو از کـورهٔ خدایی ولکان سرچشـمه گرفت. امروزه دستگاه‌های کاملاً جدیدی طراحی می‌کنیم که والاترین ابزارهاسـت و از اتم ساخته شده است.

امـا آیا آن‌ها آتش دانش و حقیقـت را پخش خواهند کرد یا طوفان آشوب؟

در طول تاریخ بشـریت تسلط بر ابزار سرنوشت ما را تعیین کرده است. هنگامی‌که هزاران سال پیش تیروکمان به کمال خود رسید بدین معنا بود که می‌توانستیم اشیا راخیلی دورتر از توان دسـتمان پرتاب کنیم که این کار شـکار را مفیدتر و ذخیره (مواد غذایی) را افزایش می‌داد. هنگامی‌که ۷۰۰۰سال پیش فلزکاری (استخراج و ذوب فلزات) اختراع شده توانستیم سـاختمان‌های بزرگ و محکم را جایگزین کلبه‌های کاهگلی کنیم. به فاصلهٔ کمی امپراتورهای مختلفی از جنگل و صحرا سـربرآوردند که همگی با ابزار به‌دست آمده از فلزات ساخته شده بودند.

و اکنون در شـرف تسلط بر گونه دیگری از ابزار هستیم که بسیار قدرتمندتر از هر چیزی است که تا کنون دیده‌ایم. حالا خواهیم توانسـت بر اتم‌ها تسلط پیدا کنیم اتم‌هایی که همه چیز از آن‌ها تشـکیل شده اسـت. اکنون می‌توانیم مهم‌ترین ابزاری که می‌توان تصور کرد را در اختیار داشته باشیم.

سرانجام، شاید اقتصاد دنیا و سرنوشت ملت‌ها به نانوفناوری بسـتگی داشته باشد. حدود سـال ۲۰۲۰ یا کمی پس از آن قانـون مور[5] دچار تزلزل و لغزش خواهد شـد و شـاید حتی سـرانجام رد شود. اگر فیزیک‌دانان نتوانند جایگزین مناسبی برای ترانزیسـتورهای سیلسـیمی به منظور قدرتمندسازی رایانه‌هـا پیدا کنند اقتصـاد جهان دچار فاجعه و اغتشـاش می‌شود. راه‌حل این مشـکل می‌تواند نانوفناوری باشد. شاید

تا پایان قرن حاضر دستگاهی ساخته شود که تنها خدایان می‌توانند آن‌را کنترل کنند. دستگاهی که تقریباً از هیچ هر چیزی را به‌وجود می‌آورد.

دنیای کوانتومی

در این حوزه از فیزیک ریچارد فاینمن برندهٔ جایزه نوبل جلب توجه می‌کند که این پرسش ساده و فریبنده را مطرح کرد که چقدر می‌توان یک دستگاه را کوچک کرد. رایانه‌ها به تدریج کوچک‌تر می‌شدند و چهرهٔ صنعت را تغییر می‌دادند. پس واضح است که پاسخ این پرسش می‌توانست تأثیر شگرفی بر جامعه و اقتصاد داشته باشد.

فاینمن در یک سخنرانی پیشگویانه در سال ۱۹۵۹ برای انجمن فیزیک امریکا تحت عنوان «فضای زیادی در پایین وجود دارد» گفت که «فکر می‌کنم جالب است که در واقع یک فیزیک‌دان بتواند هر مادهٔ شیمیایی که یک شیمیدان ثبت می‌کند را ترکیب کند. شیمی‌دان دستورالعمل می‌دهد و فیزیک‌دان آن‌ها را ترکیب می‌کند. چگونه؟! اتم‌ها را بگذارید جایی که شیمی‌دان می‌گوید و بدین ترتیب ماده را بسازید.» فاینمن به این نتیجه رسیده بود که ساخت دستگاه با استفاده از اتم‌ها امکان‌پذیر است. قوانین جدید فیزیک به‌وجود آوردن این دستگاه‌ها را سخت می‌کند اما غیرممکن نمی‌سازد.

بنابراین شاید سرانجام اقتصاد جهان و سرنوشت ملت‌ها به اصول غیرشهودی (ضد بصری) و نامأنوس نظریه کوانتومی بستگی داشته باشد. معمولاً فکر می‌کنیم که در مقیاس‌های کوچک‌تر نیز قوانین فیزیک یکسان هستند.

در فیلم‌هایی از والت دیسنی مانند «عزیزم من بچه‌ها را کوچک کردم» و «مرد باور نکردنی کوچک» ما این برداشت اشتباه را داریم که انسان‌های کوچک قانون‌های فیزیک را همانند ما تجربه می‌کنند. برای مثال در صحنه‌ای از این فیلم‌ها قهرمانان کوچک ما در یک باران شدید سوار بر مورچه هستند. قطره‌های باران به زمین می‌خورند. قطرات ریزی همانند دنیای ما به‌وجود می‌آیند. اما در واقع قطرات باران می‌توانند بزرگ‌تر از مورچه‌ها باشند. پس وقتی یک مورچه با یک قطره باران مواجه می‌شود یک کره بزرگ آب می‌بیند. این کرهٔ آب از هم نمی‌پاشد زیرا نیروی کشش سطحی مانند توری عمل می‌کند که قطره را یکپارچه نگه می‌دارد. در دنیای ما نیروی کشش سطحی نسبتاً کم است و ما متوجه آن نمی‌شویم. اما در مقیاس یک مورچه کشش سطحی به شکل قابل ملاحظه‌ای عظیم است و باران به قطرات کوچک‌تر تبدیل می‌شود.

(علاوه بر این اگر مورچه را تا به اندازه یک خانه بزرگ کنیم یک مشکل دیگر خواهیم داشت. پاهای مورچه می‌شکند. با بزرگ کردن اندازه مورچه وزن آن بیشتر از توانایی پاهایش افزایش می‌یابد. اگر اندازه مورچه را با ضریب ۱۰ زیاد کنیم حجم و در نتیجه وزن آن ۱۰×۱۰×۱۰= ۱۰۰۰ برابر سنگین‌تر می‌شود. در حالی‌که قدرت مورچه به ضخامت ماهیچه‌هایش بستگی دارد که فقط ۱۰×۱۰= ۱۰۰ برابر قوی‌تر می‌شود. بنابراین می‌توان گفت مورچه بزرگ ۱۰ برابر ضعیف‌تر از یک مورچه معمولی است. این بدان معنی است که کینگ کونگ[۶] (نام یک گوریل غول پیکر در فیلمی با همین نام) اگر از ساختمان امپایراستیت نیویورک بالا می‌رفت به جای ایجاد ترس و وحشت بین مردم خودش نابود می‌شد.)

فاینمن گفت که این نیروها در مقیاس اتم نیز وجود دارند، مانند ترکیب هیدروژن و نیروهای واندروالسی که توسط نیروهای الکتریکی بسیار کوچک بین اتم‌ها و مولکول‌ها ایجاد می‌شود. بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی این مواد را نیروها تعیین می‌کنند.

برای درک این موضوع مشکل سادهٔ دست‌انداز در بزرگراه‌ها را در نظر بگیرید. در زمستان آب داخل شکاف‌های آسفالت می‌شود. آب با یخ‌زدن منبسط و آسفالت را خرد می‌کند و دست‌اندازهایی در آن به‌وجود می‌آورد. اما اینکه آب با یخ زدن منبسط می شود با عقل سلیم همخوانی ندارد. به‌خاطر پیوند هیدروژنی است که آب بر اثر انجماد منبسط شود. شکل مولکول آب شبیه V است که اتم اکسیژن در پایین آن قرار دارد. مولکول آب بار الکتریکی منفی کمی در پایین و بار الکتریکی مثبت در بالا دارد.

بنابراین هنگامی‌که آب را منجمد و مولکول‌های آب را یک‌جا جمع می‌کنیم آن‌ها منجمد شده و یک شبکه منظم یخ با فضای زیاد بین مولکول‌ها را به‌وجود می‌آورند. مولکول‌های به‌صورت شش ضلعی در کنارهم قرار می‌گیرند. پس هنگامی‌که آب یخ بزند در آنجا که فضای بیشتری بین اتم‌ها در شش ضلعی وجود دارد منبسط می‌شود. به همین دلیل است که دانه‌های برف نیز شش گوشه دارند و همچنین یخ بر روی آب شناور می‌ماند در حالی‌که باید در آب فرو رود.

ردشدن از دیوار

علاوه بر کشش سطحی ترکیب‌های هیدروژنی و واندروالسی اثرهای کوانتومی عجیبی هم در مقیاس اتمی وجود دارد. معمولاً ما تأثیر نیروهای کوانتومی را در زندگی روزمره خود نمی‌بینیم. اما نیروهای کوانتومی همه‌جا هستند. برای مثال در واقع چون فضای اتم‌ها بسیار خالی است باید بتوانیم از دیوارها رد بشویم. بین هسته اتم و پوسته‌های الکترون فضای خالی بزرگی وجود دارد. اگر اتم را به اندازهٔ یک استادیوم فوتبال در نظر بگیریم مادهٔ موجود در آن به سختی به اندازهٔ یک ریزگرد می‌شود.

گاهی دانش‌آموزان خود را با یک نمایش ساده شگفت‌زده

هنگامی‌که آب را منجمد و مولکول‌های آب را یک‌جا جمع می‌کنیم آن‌ها منجمد شده و یک شبکه منظم یخ با فضای زیاد بین مولکول‌ها را به‌وجود می‌آورند

می‌کنـم. یک شـمارگر گایگـر را در مقابـل دانش‌آموز قرار می‌دهم و یک چشمهٔ پرتوزای ضعیف را در پشت او می‌گذارم. دانش‌آموز با دیدن اینکه بعضی ذرات از بدن او عبور می‌کنند و شمارگر گایگر را به کار می‌اندازد هیجان‌زده می‌شود انگار او بسیار تهی است، که هست.

اما اگر بسـیار تهی هسـتیم پس چرا نمی‌توانیم از دیوار رد شـویم؟! در فیلم روح پاتریک سوایزه توسط رقیبش کشته و تبدیل به روح می‌شـود. هربار که می‌خواهد نامزد سابق خود را لمس کند موفق نمی‌شـود. دسـتانش از هـر چیزی عبور می‌کند. او در می‌یابد که وجود جسـمی ندارد. به سـادگی از شـئی جامد عبور می‌کند. در یک صحنه او سر خود را داخل یـک مترو در حال حرکت می‌کند. در حالی‌که سـر او داخل قطار اسـت، قطار حرکت می‌کند اما او چیزی حس نمی‌کند (فیلـم این را توضیح نمی‌دهد که چرا نیـروی جاذبه او را به سـطح زمین و حتی مرکز زمین نمی‌کشد. ظاهراً ارواح از هر چیزی عبور می‌کنند به جز زمین).

پـس چرا ما نمی‌توانیـم مانند ارواح از اشـیای جامد عبور کنیم؟! پاسـخ این پرسـش در یک پدیده غریـب کوانتومی اسـت. اصل طردپاولی بیان می‌کند که هیچ دو الکترونی در یک حالت کوانتومی یکسـان نیسـتند. بنابراین هنگامی که دو الکترون تقریباً یکسـان بیش از حد به هم نزدیک شـوند یکدیگر را دفع می‌کنند و پس می‌زنند. به همین دلیل اسـت که اشـیای جامد به نظر می‌رسند که این یک خطای حسی است. واقعیت این است که آن شیء اساساً تهی است.

وقتی روی یک صندلی می‌نشـینیم، فکر می‌کنیم که با آن در تمـاس هسـتیم. در واقع بالای آن در فاصلـه‌ای کمتر از نانومتر معلق هستیم و توسط نیروهای الکترونی و کوانتومی صندلـی دفع می‌شـویم. این یعنـی وقتی چیـزی را لمس می‌کنیم به هیچ وجه تماس مسـتقیم با آن برقرار نمی‌کنیم بلکه توسط این نیروهای بسیار کوچک اتمی از آن شیء جدا می‌شـویم (این بدین معنی است که اگر ما بتوانیم به شکلی اصل طردپاولی را خنثی کنیم، شاید بتوانیم از دیوار نیز عبور کنیـم. البتـه هیچ‌کس نمی‌داند که ایـن کار را چگونه انجام دهد.)

نظریه کوانتومی نه تنها از برخورد اتم‌ها با یکدیگر جلوگیری می‌کند، بلکه آن‌ها را به هم می‌چسباند و مولکول‌ها را می‌سازد. فرض کنید اتم مانند منظومه شمسـی است که سیاره‌ها دور خورشید می‌چرخند. حال اگر دو منظومه شمسی این‌چنین به‌هـم برخورد کنند، سـیاره‌ها با هم برخـورد می‌کنند و یا هرکدام در مسـیری خواهند رفت که باعث می‌شود منظومه فروبپاشـد؟ منظومه‌های شمسی هنگامی که با یک منظومه شمسـی دیگر برخورد کنند ثبات خود را از دست می‌دهند، به همین شکل اتم‌ها نیز هنگامی‌که با یکدیگر برخورد کنند فروپاشیده می‌شوند.

فرض کنید اتم مانندمنظومه شمسی است که سیاره‌ها دور خورشید می‌چرخند. حال اگر دو منظومه‌شمسی این‌چنین به‌هم برخورد کنند، سیاره‌ها با هم برخوردمی‌کنند و یا هرکدام در مسیری‌خواهند رفت که باعث می‌شودمنظومه فروبپاشد؟

درواقـع هنگامی که دو اتم خیلی به‌هم نزدیک می‌شـوند، بلافاصلـه از هم دور و یا با هم ترکیب می‌شـوند و مولکول با ثبات و پایداری را می‌سـازند. دلیل اینکه اتم‌ها مولکول‌های پایدار و با ثباتی را به‌وجود می آورند این اسـت که الکترون‌ها می‌توانند بین دو اتم به اشـتراک گذاشته شوند. معمولاً، این ایده که الکترون بین دو اتم به اشـتراک گذاشـته شـود در صورت پیروی اگر الکترون از قانون نیوتون غیرممکن اسـت. اما براسـاس اصل عدم قطعیت نمی‌دانیـد که الکترون دقیقا کجاست. درواقع بین دو اتمی که آن‌ها را کنار هم نگه داشته سـرگردان است. به‌عبارت دیگر اگر نظریه کوانتومی را از بین ببرید، مولکول‌های شما هنگامی‌که با یکدیگر برخورد می‌کنند از هم جدا شـده و به ذراتی از گاز تبدیل می‌شـوند. بنابراین نظریـه کوانتومی توضیح می‌دهد که چـرا اتم‌ها می‌توانند به یکدیگر بپیوندند و مواد جامد را شـکل دهند و این مواد جدا از هم و متلاشی نشوند.

(به‌همین دلیل اسـت که نمی‌توانیم دنیایی در دنیای دیگر داشته باشیم. بعضی افراد تصور می‌کنند که منظومه شمسی می‌تواند مانند یک اتم در یک منظومه بسیار عظیم باشد. در واقع این آخرین صحنه فیلم «مردان سیاه‌پوش» بود که تمام این عالمی که می‌شناسـیم تنها اتمی از توپ‌بازی یک تمدن بیگانه بود. اما براساس قوانین فیزیک چنین چیزی غیرممکن اسـت، زیرا هنگامی‌که از یک مقیاس به مقیاس دیگر برویم قوانین فیزیکی نیز تغییر خواهند کرد. قوانین اتم‌ها با قوانین حاکم در کهکشان‌ها با یکدیگر متفاوت هستند.)

برخی اصول تأثیرگذار بر نظریه کوانتومی از این قرارند:

ـ شـتاب و محل هیـچ ذره‌ای را نمی‌توان دقیقاً شـناخت. همیشه عدم قطعیت وجود دارد.

ـ برخـی مواقـع ذرات می‌توانند در یک زمـان در دو نقطه باشند.

ـ تمام ذرات ترکیبی هم‌زمان از حالت‌های مختلف هستند. برای مثال، ذرات چرخان می‌توانند ترکیبی از ذراتی باشد که هم‌زمان حول محورهای بالا و پایین می‌چرخند.

ـ می‌توانید ناپدید و سپس در جایی دیگر پدیدار شوید.

تمـام ایـن عبارت‌ها مضحک بـه نظر می‌رسـند. در واقع اینشـتین در زمانی گفت: «نظریـه کوانتومی هرچه موفق‌تر باشد، مضحک‌تر به نظر می‌رسد. هیچ‌کس نمی‌داند این قوانین نامأنوس و عجیب و غریب از کجـا می‌آیند. این‌ها انگارهایی بدون توضیح هسـتند. نظریه کوانتومـی تنها یک چیز دارد: صحیح است (درست است، وجود دارد). صحت آن در مقیاس یک به ده میلیارد اندازه‌گیری شـد که همین باعث شـد این نظریه موفق‌ترین نظریه همه دوران باشد.

دلیـل اینکه ما این اتفاق باورنکردنـی را در زندگی روزمره خـود نمی‌بینیم این اسـت که مـا از میلیاردهـا میلیارد اتم تشکیل شده‌ایم آن‌ها به شکلی بر میانگین تأثیر می‌گذارند.

پی‌نوشت‌ها

1. Prometheus
2. Vulcan
3. Zeus
4. Pandora
5. Moore's Law
6. King Kong

مرزهای فیزیک
تازه‌ترین اخبار پژوهشی
منیژه رهبر

پلاسمونیک فناوری‌های مبتنی بر نور را متحول می‌سازد

هنرمندان قرن‌ها برای ساخت شیشه‌های رنگین جهت تزیین ساختمان‌ها گرد نقره و طلا را با شیشه مخلوط می‌کردند. نتیجهٔ این کار تحسین‌برانگیز بود، اما آن‌ها دلیل علمی اینکه چگونه این ترکیبات شیشهٔ رنگی به‌وجود می‌آورد را نمی‌دانستند. در اوایل قرن بیستم، گوستاو می[1] فیزیک‌دان متوجه شد که رنگ یک نانو ذرهٔ فلزی به اندازه و ویژگی‌های اپتیکی فلز و مواد مجاور آن بستگی دارد.

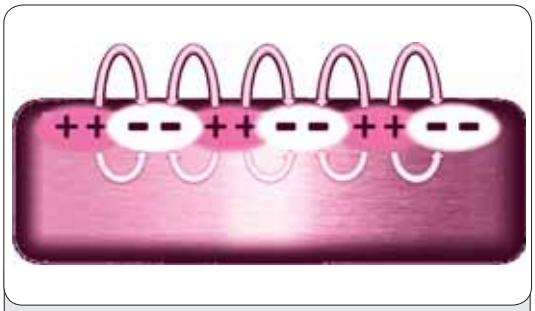
پژوهشگران فقط اخیراً موفق به درک قطعهٔ گمشدهٔ این معما شده‌اند. بدون شک شیشه‌گران قرون وسطایی از درک اینکه در واقع چیزی را به‌کار می‌گرفتند که دانشمندان امروزی **پلاسمونیک** می‌نامند شگفت‌زده می‌شدند. پلاسمونیک زمینهٔ جدیدی مبتنی بر نوسان‌های الکترون موسوم به پلاسمون است.

متمرکز کردن نور

پلاسمونیک نشان می‌دهد که چگونه می‌توان نور را در سطوح فلزی یا در لایه‌های فلزی به ضخامت نانومتر هدایت کرد. کار آن بر این مبناست که بلورهای فلز دارای ساختار شبکهٔ بسیار سازمان‌یافته‌اند. شبکه حاوی الکترون‌های آزادی است که وابستگی شدید به اتم‌های فلز ندارند و با نوری که به آن‌ها برخورد کند برهم‌کنش می‌کنند.

این الکترون‌های آزاد دسته‌جمعی نسبت به هسته‌های دارای بار مثبت ثابت در شبکه شروع به نوسان می‌کنند. چگالی الکترون در شبکه فلز، مثل چگالی هوا در یک موج صوتی، به‌صورت یک موج پلاسمون افت‌وخیز پیدا می‌کند.

بنابراین نور مرئی را که دارای طول موج تقریباً نیم میکرومتر است می‌توان با ضریب ۱۰۰ طولی متمرکز کرد که در لایه‌های فلزی به ضخامت فقط چند نانومتر (nm) حرکت کنند. این مقدار ۱۰۰۰ بار کوچک‌تر از موی انسان است. حالت موجی جدید آمیزهٔ نور ـ الکترون برهم‌کنش‌های شدید نور ـ ماده با ویژگی‌های اپتیکی بی‌سابقه را امکان‌پذیر می‌سازد.

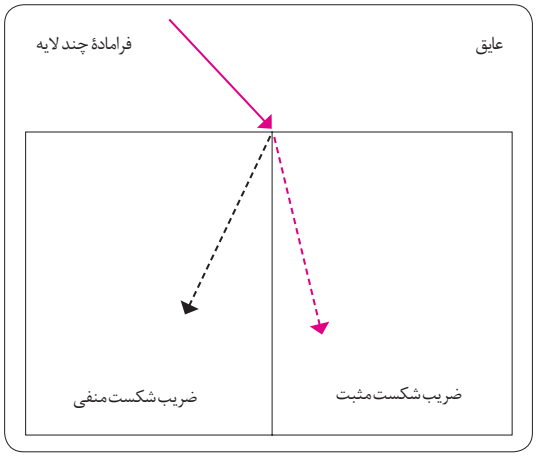


▲ طرح سادهٔ نوسان‌های الکترون (پلاسمون‌ها) در فصل مشترک فلز/هوا. ابرهای تیره و روشن به ترتیب نواحی با تراکم الکترون کمتر و بیشتر را نشان می‌دهد. پیکان‌ها نشانگر خط‌های میدان الکتریکی در داخل و خارج فلزند.

پلاسمون‌ها چه می‌توانند بکنند؟

پلاسمون‌ها می‌توانند روش انتقال داده‌ها در مدارهای مجتمع الکترونیکی رایانه‌ها و تلفن‌های هوشمند را متحول سازند. انتقال داده‌ها در مدارهای مجتمع کنونی از طریق جریان الکترون در سیم‌های فلزی صورت می‌گیرد. در پلاسمونیک، این کار ناشی از حرکت نوسانی حول هسته‌های مثبت است. بنابراین انتقال داده با فناوری قدیمی زمان بسیار بیشتر لازم دارد. چون انتقال دادهٔ پلاسمونیک با امواج نورگونه و نه با جریان الکترون‌ها (جریان الکتریکی) در سیم‌های فلزی متداول صورت می‌گیرد، این کار بسیار سریع (با سرعت نزدیک به سرعت نور) ـ مانند فناوری‌های فیبر نوری کنونی ـ صورت می‌گیرد. اما لایه‌های فلزی پلاسمونیک بیش از ۱۰۰ بار از فیبرهای شیشه‌ای نازک‌ترند. این می‌تواند به فناوری‌های اطلاعات سریع‌تر، نازک‌تر و سبک‌تر بینجامد.

پلاسمون‌های سطح به ماده مجاور لایهٔ فلزی بسیار حساس‌اند. وجود مقدار بسیار کم اتم‌ها، مولکول‌ها یا باکتری‌های وابسته به سطح فلز می‌تواند ویژگی پلاسمون‌های آن را تغییر دهد. از این ویژگی می‌توان در پی بردن زیست‌شناختی و شیمیایی مقادیر اندک مواد ـ مثلاً بررسی آلودگی آب ـ استفاده کرد.



جهت نور هنگام ورود به عایق شفاف با ضریب شکست مثبت یا فرامادهٔ با ضریب شکست منفی تغییر می‌کند.

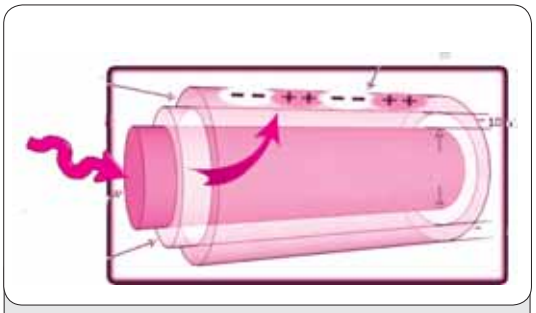
چند لایه‌های نانوساختار پلاسمونیک فلز/عایق که به خوبی طراحی شده باشند فراموادِ مصنوعی را تشکیل می‌دهند. فراموادِ برخلاف مواد موجود در طبیعت دارای ضریب‌شکست منفی

هســـتند. این معیاری از چگونگی تغییر جهت نور هنگام ورود به عایق شـــفاف است. عایق‌ها، از جمله شیشه، دارای ضریب‌شکست مثبت‌اند؛ نور هنگام ورود به آن‌ها به امتداد عمود بر ســـطح عایق نزدیک می‌شود.

فراماده‌هـــای چندلایه برخلاف آن نور را در جهت «مخالف» خم می‌کنند. از این ویژگی جالب می‌توان برای پنهان کردن اجسام با پوشاندن آن‌ها در پوششی از فراماواد استفاده کرد. این ورقه به‌جای بازتاب نور آن را به آرامی در اطراف جسم هدایت می‌کند. به‌صورت تقریباً باورنکردنی، جسم پوشانده‌شده نامرئی می‌شود.

ســـایر کاربردهای آن شامل اَبَرعدسی‌های اپتیکی با توان تفکیک بسیار بیشتر از میکروســـکوپ‌های اپتیکی معمولی است. آن‌ها این امکان را در اختیار دانشمندان می‌گذارند که اجسام به اندازه ۱۰۰nm را مشاهده کنند. این مقدار یک‌دهم اندازهٔ یک میکروب معمولی است.

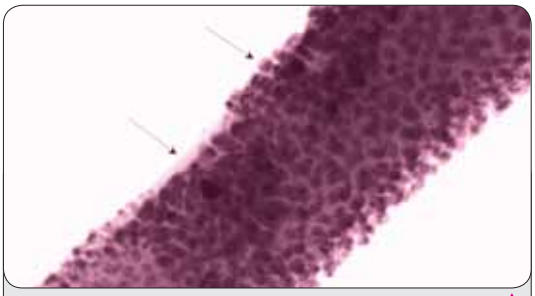
چند شنل نامرئی و اَبَرعدســـی را برای اثبات مفهوم وجود دارد. اما اتلاف‌های مقاومتی شدید در لایه‌های فلز، که انرژی موج نور ـ الکتـــرون را به گرما تبدیل می‌کنند، فعلاً امکان چنین کاربردها را محدود ساخته است.



طرح سادهٔ یک نانوسیم ناجورساختار پلاسمونیک فلز/مادهٔ آلی/نیمرسانا. گسیل ناشی از نانوسیم که با برانگیزش توسط باریکهٔ لیزر به‌وجود آمده است به‌عنوان پمپ انرژی برای جبران اتلاف‌های مقاومتی در پوستهٔ فلزی به‌کار می‌رود. یک لایهٔ فاصله‌گذار آلی به ضخامت ۱۰nm برای کنترل این انتقال انرژی قرار داده شده است.

ساخت نانوسیستم‌های پلاسمونیک

اتلاف‌های مقاومتی شدید مهم‌ترین شکل پلاسمونیک است. برای غلبه بر این محدودیت‌ها یک نانوسیم ناجور ساختار پلاسمونیک فلز/ماده آلی/نیمرسانای منحصربه‌فرد را طراحی کردیم و ساختیم. هدف ما برانگیختن نانوسیم‌های نیمرسانا با یک چشمهٔ نور خارجی و ســـپس استفاده از تابش داخلی آن‌ها به‌عنوان منبع پمپ انرژی برای جبران اتلاف‌های فلزی است. به این ترتیب، نانوسیم‌ها انرژی نور را با نوسان‌های نور ـ الکترون در لایهٔ فلزی هماهنگ می‌سازند و دامنهٔ موج پلاسمون میرا را به وضعیت اولیه برمی‌گردانند.



تصویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی تراگسیلی از یک نانوسیم که هستهٔ آن GaAS_ALGaAS و پوشش آن ۱۰nm کینولین آلومینیم و لایهٔ خوشه طلا به ضخامت ۵ تا ۱۰nm بر روی آن است.

محیط جدید و منحصربه‌فرد فلز ـ نیمرسانا در اختیار می‌گذارد. امید می‌رود که بتوانیم چشم‌اندازهای جدیدی از طراحی ابزارهای پلاسمونیکی با اتلاف کم یا بدون اتلاف در اختیار بگذاریم. در حالت ایـــده‌آل این موضوع کاربردهای مهمـــی در فناوری‌های اطلاعات، حسگرهای زیست‌شـــناختی و دفاع ملی خواهد داشت. همچنین بررسی‌های ما می‌تواند تأثیر شدیدی بر دیگر حوزه‌های پژوهشی مانند ارتقای گسیل نور در دیودهای نور گسیل یا لیزرها یا بهبود کیفیت گردآوری نور در ابزارهای فوتو ولتانیک داشته باشد.

همهٔ زیبایی شیشه‌های رنگی مربوط به نوسان‌های الکترون است.

پی‌نوشت‌ها

1. Gustav Mie

منبع

Hans- Peter Wagner and Masoud kaveh Baghbadorani, University of Cincinnaty of cincinnati, CC By- ND

چگونه پژوهشگران به امواج گرانشی گوش می‌سپارند

یـــک قرن پیش، آلبرت اینشـــتین[1] در نظریهٔ نســـبیت عام خود وجود امواج گرانشـــی را پیش‌بینی کـــرد. اما این واپیچیدگی‌های فضازمان تاکنون با سرسختی از مشاهده مستقیم پنهان مانده‌اند. پژوهشگران انســـتیتوی ماکس پلانک[2] برای فیزیک گرانشی در هانوفر[3] با آشکارساز GEO۶۰۰ در کوره‌راه این پدیده هستند. در قلب این دستگاه یک لیزر قرار دارد.

ایزاک نیوتون نه در باغ بهشـــت بلکه در یک بوســـتان انگلیسی گردش می‌کرد، با وجود این با یک ســـیب درگیر شد ـ به عبارت دقیق‌تر سیب به سر نیوتون خورد. یا شاید جلوی پایش قِل خورد؟ مشکل بتوان گفت. در مورد صحت این داستان افتادن سیب تردید وجود دارد. اما مثل همهٔ افســـانه‌ها، دســـت‌کم سرهم‌بندی خوبی است. این داســـتان را اولین‌بار هَنری پمبرتون[4] در سال ۱۷۲۸ در زندگینامهٔ فیزیک‌دان معروف بیان کرد.

در واقع دانشگاه کمبریج از سال ۱۶۶۵ تا ۱۶۶۶ به‌علت طاعون تعطیل بود و اســـتادان وقت زیادی برای فکر کردن داشتند. به هر حال، رویارویی با ســـیب بـــرای نیوتون ثمربخش بود. گفته‌اند این موضوع باعث شد نیوتون به این فکر بیفتد که پدیدهٔ فیزیکی مربوط به حرکت سنگی که به هوا پرتاب می‌شود، مدار ماه به دور زمین، و حرکت سیبی که به زمین می‌افتد یکسان و مربوط به گرانی است.

بنابراین، اواســـط قرن هفدهم میلادی آغـــاز تاریخچهٔ گرانش ـ نیرویی که به دورترین گوشـــه‌های عالم می‌رسد و اجزای جهان را به هم پیوند می‌دهد ـ را مشخص می‌کند. به عبارت دقیق‌تر: «دو

جرم نقطه‌ای یکدیگر را با نیرویی جذب می‌کند که در امتداد خط بین آن‌هاست، با حاصلضرب جرم آن‌ها نسبت مستقیم و با مجذور فاصلهٔ آن‌ها نسبت عکس دارد.» قانون گرانش نیوتون با زندگی روزمرهٔ ما به خوبی سازگار است. این قانون توجیه می‌کند که چرا زمین دور خورشید می‌گردد همچنین چرا تلفن‌های همراه (البته، حتی گرانبهاترین آن‌ها) بر اثر افتادن به زمین می‌شکنند. خُب، اوضاع تا اینجا روبه‌راه است، اگر این مشکل کوچک وجود نداشت که کاربرد قانون گرانش محدود است.

وقتی اخترشناسان قرن نوزدهم حرکت سیارات را با دستگاه‌هایی مشاهده کردند که مدام بهتر می‌شد، متوجه شدند که نزدیک‌ترین نقطهٔ عطارد به خورشید (حضیض) در فضا جابه‌جا می‌شود. گرچه این اثر برای همهٔ سیارات رخ می‌دهد، چون آن‌ها هم به یکدیگر نیروی گرانشی عکس مجذوری وارد می‌کنند ـ اما حرکت تقویمی حضیض کاملاً نمایان و بزرگ‌تر از چیزی است که از فیزیک نیوتونی انتظار می‌رود: مقدار آن در هر قرن حدود $\frac{۱}{۸۰}$ درجه است. آیا این اثر مربوط به یک جسم آسمانی پنهان بود؟ یا شاید ساخت نظریه گرانش کلاسیک ایراد طراحی داشت؟

در سال ۱۹۰۷ یک «متخصص درجهٔ دو» در ادارهٔ ثبت اختراع برن عمیقاً دربارهٔ گرانی فکر می‌کرد. او دو سال پیش از آن پنج مقاله به مجلهٔ انالن در فیزیک[۶] ارائه کرده بود که عنوان یکی از آن‌ها «دربارهٔ الکترودینامیک اجسام متحرک» بود. در این مقاله پژوهشگر تفننی کار پایه‌های فیزیک را همان‌قدر به لرزه درآورد که با پیوست سه صفحه‌ای خود تحت عنوان «آیا لختی یک جسم به محتوای انرژی آن بستگی دارد؟» تکان داده بود.

این دو اثر بعداً نظریهٔ نسبیت خاص نامیده شد. نام نویسندهٔ مبتکر آلبرت اینشتین و سال ۱۹۰۵ سال معجزه‌آسای او بود. او در ۲۰ ژوئیه انتشار اثری همراه با همسرش میلوأ را جشن گرفت او پایان این جشن پرشور را در یک کارت‌پستی برای دوستش کزاد هابیشت[۷] چنین شرح داده است: «کاملاً سرمست، متأسفانه هر دو در زیر میز.»

نظریه نسبیت خاص عقیدهٔ جزمی نیوتونی مربوط به زمان مطلق را همراه با سایر موارد در هم شکست، و این ادعا را که سرعت‌ها همواره مستقیماً با هم جمع می‌شوند باطل کرد. به‌علاوهٔ این موضوع که هر تغییر در اثر گرانشی جسم باید طبق نظریهٔ نیوتونی بلافاصله در سراسر عالم قابل آشکارسازی باشد. این بدان معناست که گرانی بلافاصله در همه جا عمل می‌کند. در واقع، این با گزاره انیشتین سازگار نبود که بیان می‌کرد یک حد سرعت ـ سرعت نور ($C=۳۰۰۰۰۰ \ km/S$) ـ برای انتشار آثار هر نوع نیرو وجود دارد.

بنابراین انیشتین قوانین گرانش را در جایگاهی جدید قرار داد. او بعداً یادآور شد: «در سال ۱۹۰۷ این فکر بکر از ذهنم گذشت که میدان گرانشی فقط دارای موجودیتی نسبی است. زیرا اگر ناظری را که، مثلاً از بام یک خانه، سقوط آزاد می‌کند در نظر بگیریم، برای او در طی این سقوط ـ دست‌کم در حول‌وحوش او ـ هیچ میدان گرانشی وجود ندارد. همهٔ اجسامی که این ناظر رها سازد، بدون توجه به سرشت شیمیایی یا فیزیکی آن‌ها، در حال سکون یا در حرکت یکنواخت باقی می‌مانند.

ترفند اینشتین را می‌توان به‌صورت بسیار ساده شرح داد: او با استفاده از شتاب گرانی را شبیه‌سازی می‌کند، زیرا شتاب هم، مانند آنچه در آسانسوری که به سرعت شتاب می‌گیرد رخ می‌دهد، نیروهایی را تولید می‌کند. اگر اتاقک آسانسور عایق صدا و عایق نور بود، افراد داخل آن می‌توانستند فکر کنند که گرانی زمین ناگهان افزایش یافته است. اما آیا گرانی آن‌طور که نیوتون بیان کرده است اصلاً یک نیروست؟

تشخیص اینکه گرانش دست‌کم تا اندازه‌ای به دستگاه مرجع مربوط می‌شود اینشتین را به ایده‌های انقلابی رهنمون شد که او آن‌ها را هشت سال بعد در نظریهٔ نسبیت عام خود مطرح کرد. انحراف‌های اندک از مدل نیوتونی ناشی از نظریهٔ نسبیت عام برای حرکت سیارات است. این اثر برای عطارد که در فاصله نزدیک به سرعت دور خورشید می‌گردد از همه واضح‌تر است. حرکت تقدیمی حضیض را می‌توان به دقت محاسبه کرد و توضیح داد. اینشتین پس از حل این معما نوشت: «به مدت چند روز هیجان‌زده و از خود بیخود بودم.»

نظریه نسبیت عام اینشتین ـ درست مثل الکترودینامیک ماکسول ـ اساساً یک نظریهٔ میدان است. فیزیک‌دان و ریاضی‌دان اسکاتلندی جیمز کلارک ماکسول[۸] در معادله‌های خود میدان الکتریکی و مغناطیسی را به بارها و جریان‌ها مربوط می‌سازد. اکنون، ما پیامدهای الکترودینامیک را به‌صورت طبیعی و غیرقابل اجتناب تجربه می‌کنیم: آن‌ها رادیو و تلویزیون را به‌صورت امواج الکترومغناطیسی به خانه‌های ما می‌آورند. این امواج را شتاب گرفتن بارهای الکتریکی تولید کرده‌اند. گرچه نظریهٔ نسبیت عام و الکترودینامیک از بسیاری جهات متفاوت‌اند، اما چندین جنبهٔ مشترک نیز دارند.

در الکترودینامیک، میدان‌ها ناشی از توزیع بارند و به نوبهٔ خود بر ذرات باردار تأثیر می‌گذارند که به سهم خود دارای اثری روی میدان‌ها هستند. در نظریهٔ نسبیت عام، توزیع ماده هندسهٔ فضازمان را تعیین می‌کند که اثری روی توزیع ماده دارد که سرانجام هندسه را تغییر می‌دهد.

دو نظریه نقطهٔ مشترک دیگری نیز دارند: برای ماکسول، آشفتگی‌های میدان‌های مغناطیسی از نقطهٔ مبدأ، مثلاً بار الکتریکی، با سرعت نور حرکت می‌کنند. برای اینشتین، حرکت شتابدار جرم‌ها در یک میدان گرانشی به آشفتگی‌هایی می‌انجامد که با سرعت نور در فضا حرکت می‌کنند. در هر دو مورد، به‌جای آشفتگی‌ها می‌توان از امواج استفاده کرد.

▲ پژوهش میدانی: در روته۹ در نزدیکی هانوفر، GEO۶۰۰ هر دو بازوی ۶۰۰ متری خود را گشوده است. قلب آن ساختمانی در مرکز است که دستگاه لیزر (نزدیک، سمت چپ) در آن قرار دارد.

اگر روی ترامپولین بالا و پایین بپرید، انرژی (نه فقط به‌صورت کالری) از دست می‌دهید و امواجی را در فضا زمان تولید می‌کنید. اما، جرم یک شخص نسبتاً کم است و آهسته بالا و پایین می‌پرد. بنابراین، امواج گرانشی گسیل شده به‌صورت غیرقابل اندازه‌گیری کوچک‌اند.

خوشبختانه، لرزش‌های بسیار شدیدتر فضازمان در عالم هنگامی رخ می‌دهد که دو ستارهٔ نوترونی یا سیاهچاله با سرعت زیاد دور هم بچرخند، یا حتی به یکدیگر برخورد کنند. یا وقتی ستارهٔ پرجرمی به‌صورت ابَرنواختر منفجر شود. این رویدادهای کیهانی امواج گرانشی با انرژی‌های حدود ۱۰۴۵ وات تولید می‌کند.

داسل هالس[9] و جوزف تیلور[10] اخترشناسان امریکایی در واقع نشان داده‌اند که دورهٔ حرکت مداری دو ستارهٔ نوترونی PSR۱۹۱۳+۶ از این‌رو کاهش می‌یابد که این دستگاه دوتایی انرژی از دست می‌دهد و آن را به‌صورت امواج گرانشی گسیل می‌کند. این پژوهشگران به‌خاطر این کشف خود جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۹۳ را دریافت کردند. اما چگونه می‌توان این امواج موجود در فضازمان را آشکارسازی کرد؟ چگونه می‌توان این امواج را حس کرد؟

به این منظور، یک ورقهٔ لاستیکی مجازی را در نظر بگیرید که دو آزمایشگر، که آن‌ها را آلبرت و ایزاک می‌نامیم، هریک دو گوشهٔ مقابل آن را گرفته‌اند اکنون آلبرت و ایزاک با دو یا سه قدم عقب رفتن همزمان این ورقه را می‌کشند. با دور شدن آن‌ها از یکدیگر، بازوهایشان نزدیک بدن آن‌ها باقی می‌ماند. ورقهٔ لاستیکی بلندتر و باریک‌تر می‌شود.

سپس، آلبرت و ایزاک به طرف هم حرکت و در عین حال بازوهایشان را از بدن دور می‌کنند: ورقه لاستیکی کوتاه‌تر و پهن‌تر می‌شود. سرانجام، دو آزمایشگر به حمل اولیهٔ خود بازمی‌گردند. در طی این آزمایش، تصویر آلبرت اینشتین که روی ورقهٔ لاستیکی نقاشی شده است منبسط و متراکم می‌شود و انگار یک موج گرانشی از ته صفحهٔ ورقه به سر آن فضا را واپیچیده کرده است.

در آزمایش دوم، دو دایره را روی ورقه در فاصلهٔ حتی‌الامکان دور از هم نقاشی می‌کنیم. یکی از آن‌ها را شروع/ پایان و دیگری را نقطهٔ بازگشت می‌نامیم. سپس لشگری از مورچه‌های آموزش‌دیده را سازمان‌دهی می‌کنیم. همهٔ آن‌ها را در دایره شروع/ پایان قرار می‌دهیم و می‌گذاریم یکی پس از دیگری در بازه‌های زمانی منظم به نقطهٔ بازگشت بدوند و برگردند. چون مورچه‌ها با سرعت ثابت حرکت می‌کنند، همگی آن‌ها در همان بازه‌های زمانی منظم که نقطهٔ شروع را ترک کرده بودند به آن نقطه برمی‌گردند.

اکنون آلبرت و ایزاک ورقهٔ لاستیکی را تا دو برابر اندازهٔ آن می‌کشند. این کار باعث می‌شود که ترتیب حرکت لشکر مورچه‌ها نیز کشیده شود و فاصلهٔ بین مورچه‌ها افزایش یابد: مورچه‌ها به فاصلهٔ دوبرابر فاصله زمانی اولیه به نقطهٔ پایان می‌رسند. اما با این تأخیر زمانی یک رویداد موقتی فقط برای مورچه‌ها بین راه است. اگر ورقه با ضریب دو کشیده باقی بماند. مورچه‌هایی که شروع به حرکت می‌کنند باز هم در همان بازه‌های زمان باز می‌گردند. موج گرانشی (شبیه‌سازی شده) این اثر را دارد که مورچه‌ها زمانی تندتر و زمانی کندتر از آنچه انتظار می‌رود دنبال هم حرکت کنند. چنانکه در بالا شرح داده شد، موج گرانشی فاصلهٔ اجسام موجود در فضا را در جهت عمود بر جهت انتشار تغییر می‌دهد. اندازه‌گیری این بسیار دشوار است. بگذارید سناریوی بدترین مورد در کهکشان خود را در نظر بگیریم که انفجار یک ستارهٔ پر جرم است. امواج گرانشی ناشی از این رمبش ـ هنگام رسیدن به منظومهٔ شمسی ما پس از زمان انتشار چند هزار سال ـ فاصلهٔ بین خورشید و زمین ($۱/۵\times۱۰^{۱۱}$m) در مدت چند ده‌هزارم ثانیه فقط به اندازهٔ قطر اتم هیدروژن ($۱۰^{-۱۰}$m) تغییر می‌دهند.

بنابراین آلبرت اینشتین فکر می‌کرد آشکارسازی امواج گرانشی ناممکن است. و اکنون تعداد از دانشمندان دستگاه‌هایی را ابداع کرده‌اند که انتظار می‌رود موفق به انجام این کار شوند. اولین نسل این وسایل از استوانه‌های آلومینیومی به وزن چند تن تشکیل شده بود که به حسگرهایی مجهز بودند. امواج گرانشی باید باعث نوسان آن‌ها مانند زبانه زنگ کلیسا می‌شدند. اما، این آشکارسازهای تشدیدی به‌رغم تقویت‌کننده‌های بسیار حساس آن‌ها نتیجه‌ای تولید نکردند.

بنابراین پژوهشگران گیرنده‌های حساس‌تری طراحی کردند. اصل آن‌ها مبتنی بر آزمایش فکری با ورقهٔ لاستیکی است. برای این منظور به‌جای دایره شروع/ پایان یک لیزر و به‌جای نقطهٔ برگشت یک آینه قرار دادیم و فرض کردیم مورچه‌ها ستیغ‌های موج یک سیگنال نور باشند. برای آشکارسازی تأخیرهای مختصر در زمان رسیدن، باید یک مسیر باریکهٔ دیگر عمود بر باریکهٔ اول را چنان ترتیب دهیم که امواج نور این دو بازو بر هم نهاده شوند.

این تداخل‌سنج مالکیسون از سال ۱۸۸۲ میلادی وجود داشته است؛ این وسیله ابتدا برای آزمایش ثابت بودن سرعت نور ساخته شد. با مجهز کردن این وسیله به فناوری بسیار پیشرفته، برای آشکارسازی امواج گرانشی ایده‌آل خواهد بود. تجهیزات GEO۶۰۰ که در مزرعه‌ای در روته در نزدیکی هانوفر قرار دارد. طبق اصل تداخل‌سنج مایکلسون کار می‌کند.

نور را چند دیود لیزر تولید می‌کنند که مانند چیزی است که در

در زیر زمین: در GEO۶۰۰ باریکه‌های نور در لوله‌های فولاد و ضدزنگ شیاردار به قطر ۶۰ سانتی‌متر و دیواره‌های به ضخامت ۰/۹ میلی‌متر (راست) در زیر زمین حرکت می‌کند. این دستگاه در مقابل ارتعاش محافظت و کاملاً تخلیه شده است.

دستگاه‌های پخش CD به‌کار می‌رود. یک بلور کوچک نور را به باریکه لیزر فروسرخ تبدیل می‌کند که توان آن پس از آماده‌سازی دقیق و فیلتر کردن فقط ده وات است ـ بسیار بیشتر از یک اشاره‌گر لیزری، و بسیار ضعیف برای اندازه‌گیری‌های مفید.

بنابراین پژوهشگران از «بازیافت نور» استفاده می‌کنند. آینه‌ای تمام نور مصرف‌نشده را به طرف لیزر برمی‌گرداند که آن را دوباره به طرف تداخل‌سنج هدایت می‌کند. این چرخه چند بار تکرار و نه‌تنها تا توان نور ۱۰۰۰ وات تقویت می‌شود، بلکه حساسیت آشکارساز را نیز زیاد می‌کند. لیزر بسیار پایدار است و نور با دامنه و بسامد ثابت را برای ماه‌ها و سال‌ها تولید می‌کند.

لوله‌های به طول ۶۰۰ متر دو بازوی تداخل‌سنج را تشکیل می‌دهند که در کانال‌هایی نصب شده‌اند. ایده آن است که باریکه‌های لیزر می‌توانند بدون اختلال ناشی از تأثیرهای خارجی در لوله‌ها حرکت کنند. در واقع، ارتعاش‌های ناشی از ترافیک، حرکت‌های لرزه‌ای یا امواج دریای شمال باید حذف شوند. لرزه‌سنج‌ها نوسان‌ها را اندازه می‌گیرند و سپس آن‌ها با عملکردهای مکانیکی پیزوالکتریک خنثی می‌شوند.

علاوه بر این دستگاه فعال، تمام قطعات اپتیکی به دستگاه غیرفعال هم مجهزند که ضربه‌گیرهای دولایه از جنس لاستیک و فولاد ضدزنگ است. فنرهای شمش و آونگ‌های چندمرحله‌ای نیز به‌عنوان ضربه‌گیر ارتعاش عمل می‌کنند. به منظور کمینه کردن افت‌وخیزهای گرمایی چگالی هوای داخل دستگاه، تداخل‌سنج در داخل لوله‌های فولاد ضدزنگ تخلیه شده قرار گرفته است. پمپ‌های توربومولکولی خلأ بسیار خوب بهتر از ۱۰-۱۱ بار تولید می‌کنند.

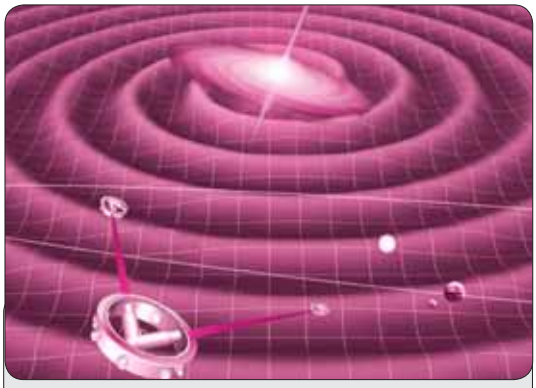
GEO۶۰۰ یک طرح مشترک به رهبری انستیتوی ماکس‌پلانک برای فیزیک گرانشی و دانشگاه لایب نیتس[9] هانوفر برای آلمان و دانشگاه کاردیف و گلاسکو برای بریتانیای کبیر است. این تأسیسات یکی از چند ایستگاه زمینی با وظیفهٔ گوش سپردن به کنسرت ستارگان است.

در پایان سال ۲۰۱۵، ایالات متحده aLico را در دو محل به فاصله ۳۰۰۰km به‌کار می‌اندازد که از آشکارسازهای تداخل‌سنج نسل دوم هر یک با بازویی به طول ٤ کیلومتر است و از فناوری‌های اندازه‌گیری به‌وجود آمده در GEO۶۰۰ استفاده می‌کند. در نزدیکی شهر ایتالیایی پیزا، Virgo بازوهای خود به طول سه کیلومتر را گسترده است، و دانشمندان ژاپنی نیز آشکارساز زیرزمینی KAGRA با همان اندازه را می‌سازند. انتظار می‌رود که اولین پیام‌ها از فضا در چند سال آینده دریافت شوند.

با این همه، اخترشناسان اکنون به سال ۲۰۳٤ می‌اندیشند که قرار است تداخل‌سنج eLSA به امواج گرانشی کم بسامد از سراسر عالم مرئی گوش بسپارد و به این وسیله آشکارسازهای زمینی را تکمیل کند.

گزاره‌های کلیدی نظریهٔ نسبیت خاص

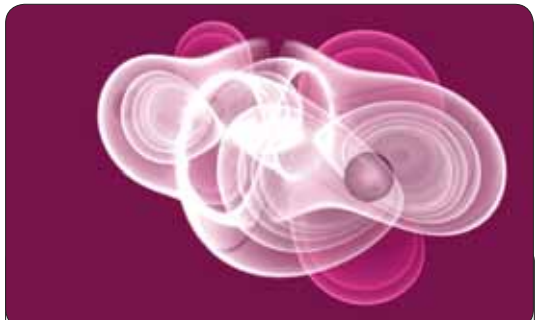
- اتری وجود ندارد که حامل نور و امواج رادیویی باشد.
- همهٔ قانون‌های فیزیک در دستگاه‌هایی که با سرعت یکنواخت نسبت به هم حرکت می‌کنند یکسان‌اند.
- فضا و زمان به‌طور ناگسستنی به هم مربوط‌اند.
- همزمانی مطلق وجود ندارد.
- سرعت نور یک ثابت عمومی و مستقل از حرکت نسبت به چشمه نور است.
- انرژی و جرم هم‌ارزند، جرم معیار سرراستی از انرژی موجود در یک جسم است. و: نور جرم را منتقل می‌کند...



▲ آینده در فضا قرار دارد: در آشکارسازهایی که در روی زمین قرار دارند هرگز نمی‌توان از لرزش‌ها کاملاً اجتناب کرد و آن‌ها اندازه‌گیری امواج گرانشی زیر ده هرتز را آشفته می‌سازند. یک گروه بین‌المللی از دانشمندان طرح eLISA۱۰ (آنتن فضایی با تداخل‌سنج لیزری تحول‌یافته) را برنامه‌ریزی می‌کنند. این طرح در سال ۲۰۳٤ آغاز می‌شود و سه ماهواره زمین را در فاصلهٔ ۵۰ میلیون کیلومتر دنبال و مثلثی به ضلع میلیون‌ها کیلومتر به‌وجود می‌آورند. این تداخل‌سنج لیزری فضایی قادر خواهد بود امواج گرانشی کم‌بسامد را از سراسر عالم مرئی دریافت کند.

گزاره‌های کلیدی نظریهٔ نسبیت عام

- گرانی یک نیرو به معنای متعارف نیست، بلکه یک ویژگی هندسهٔ فضازمان است.
- ماده فضازمان را خم می‌کند و میزان خمیدگی با جرم یک جسم افزایش و با زیاد شدن فاصله از آن کاهش می‌یابد. فضا و زمان کمیت‌هایی دینامیکی هستند و به نوبهٔ خود حرکت ماده را تعیین می‌کنند.
- زمان نقش مهمی در نظریهٔ نسبیت عام دارد. ساعت در نزدیکی یک جسم آسمانی پر جرم کندتر از نواحی دور که کمتر تحت تأثیر گرانی آن هستند تیک می‌زند.



▲ برخورد کیهانی: امواج گرانشی وقتی تولید می‌شوند که سیاهچاله‌ها دور هم بچرخند و حتی برخورد کنند ـ در اینجا با رایانه شبیه‌سازی شده است.

پی‌نوشت‌ها

1. Albert Einstein
2. Max Planck Institute
3. Hanover
4. Henry Pem berton
5. Annalen der Physik
6. Mileva
7. Conrad Habicht
8. James Clark Maxwell
9. Leibnitz Uini-versitat
10. evolved Laser interferometer Space Antenna

منبع

Max Plank Sou-ety

چگونه کلاس فیزیک را به خلق آزمایش‌های ساده سوق دادم؟

مژگان ربیعی
دبیر علوم‌تجربی همدان، نهاوند

چکیده

اقدام‌پژوهی حاضر برای بررسی تأثیر انجام آزمایش‌های فیزیک با استفاده از وسایل ساده در کلاس درس و سوق دادن فکر و استعداد دانش‌آموز به این سمت و سو که می‌توان با وسایل خیلی ساده هم آزمایش‌های زیبا خلق کرد، در مدرسه تیزهوشان نهاوند انجام شده است. در این تحقیق به اهمیت و جایگاه یادگیری به همراه کارهای عملی توجه خاص شده و سعی شده استعداد دانش‌آموز در خلق آزمایش‌های نو و زیبا به‌کار گرفته شود و با طراحی وسایل و آزمایش‌هایی مرتبط با موضوع درس تحولی نو در یادگیری درس فیزیک در مدرسه تیزهوشان به‌وجود آید.

کلیدواژه‌ها: تیزهوش، آزمایش فیزیک، یادگیری اثربخش، فعالیت‌آزمایشگاهی

مقدمه

(اگر در پی دنیایی باشیم که جایی بهتر برای زیستن باشد، دنیایی که در آن مردم به حقوق یکدیگر احترام بگذارند و درک متقابل داشته باشند و از پیشرفت‌های دانش، نه برای ایجاد تمایز بین مردم، بلکه برای ارتقای توسعه جامعه انسانی بهره گیرند، باید آموزش به قصد بیداری وجدان‌ها و پرورش شهروندان فعال را، از مدرسه آغاز کنیم.)

(ژاک‌دلور، ۱۹۹۶، به نقل از قزوینی و رؤوف، ۱۳۷۶، ص ۱۶)

لازمه پاسخگویی به این جهش‌های پرشتاب، ایجاد تغییرات اساسی و دگرگونی‌هایی بنیادی در روش‌های تدریس نظام آموزشی، از جمله نظام آموزشی تیزهوشان است که از سرعت انتقال بیشتر و قدرت درک عمیق‌تر و وسیع‌تری برخوردارند.

توصیه روسو در امر آموزش چنین است:

خود دانش‌آموزان باید فعالیت کنند و کمک دیگران به دانش‌آموزان نباید به گونه‌ای باشد که همه‌چیز را آماده در اختیارش بگذارند و خودش نیازی به تلاش برای یافتن پاسخ نداشته باشد. چنین برخوردی با دانش‌آموزان باعث می‌شود نتواند با مسایل برخورد کند و در پی حل آن‌ها برآید. (آرمند، ۱۳۷۲، ص ۱۳)

علوم‌تجربی همان‌گونه که از اسم آن پیداست علمی و دانشی هستند که با تجربه به‌دست می‌آید. برای ایجاد خلاقیت، هوش، استعداد، مهارت و تلاش لازم است ولی کافی نیست انگیزه درونی نیز باید به آن اضافه شود تا خلاقیت صورت بگیرد. همچنین باید برای دانش‌آموزان فرصت‌هایی را به‌وجود بیاوریم و مهارت‌هایی را آموزش دهیم که استعدادهایشان را گسترش دهند و این محقق نخواهد شد مگر اینکه بین مهارت‌ها و علایق آن‌ها وجه مشترکی بیابیم و آن‌ها را رشد دهیم. بهترین وجه مشترک بین موارد آموزشی و دانش‌آموزان، مشاهده و به‌کارگیری این آموخته‌ها در

محیط زندگی است. معلم وظیفه دارد در کنار درس، دانش‌آموزان را به این سمت سوق دهد. اساس این کار باید بر اصول یادگیری اکتشافی استوار باشد.

توصیف وضعیت موجود و بیان مسئله

در سال گذشته در مدرسه تیزهوشان نهاوند (متوسطه اول) مشغول به تدریس شدم. مدرسه نوسازی که مختص دانش‌آموزان تیزهوش است. چهار پایه اول متوسطه و دو پایه سوم متوسطه دارد. البته متوسطه دوم هم در همین مدرسه قرار دارد. امکانات آموزشی خوبی در مدرسه موجود است. یکی از دروسی که تدریس می‌کنم فیزیک است. به درس فیزیک خیلی علاقه دارم و معتقدم اگر بچه‌ها خوب راهنمایی شوند در این مقطع تحصیلی موفق خواهند بود.

در تمام طول خدمتم معتقد بودم که تدریس موفق فعالیتی است که بتواند ترکیب مناسبی از نظریه‌ها، مهارت‌ها، فنون، سازماندهی و هنر آموزش دادن را به کار گیرد، و در مسیر تحقق اهداف اساسی و محوری تعلیم‌وتربیت گام بردارد. توانایی حل مسئله، آموزش تفکر و عقلانی بارآوردن دانش‌آموزان جهت اخذ تصمیمات منطقی درباره آنچه که انجام می‌دهند و یا به آن معتقدند از آن جمله است. از آنجا که دانش‌آموزان این مدرسه به‌عنوان تیزهوش وارد این مدرسه شده‌اند انتظار از آنان چه از جانب اولیا و چه از طرف اطرافیان بیشتر از بقیه دانش‌آموزان است. همین حس، فشاری بر دانش‌آموزان وارد می‌کند که خود نیاز به تعمل و تفکر دارد. برای دانش‌آموزان خوب این مدرسه فقط درس خواندن کافی نیست. آن‌ها باید در سطح المپیادها و جشنواره‌ها بدرخشند پس مشتاق یادگیری بیشتر هستند.

از ابتدای سال با روش سخنرانی، استفاده از فیلم و فلش، پاورپوینت، گروه‌بندی تدریس را آغاز کردم. یک ماهی به همین ترتیب پیش رفتم. احساس می‌کردم بچه‌ها مشتاق یادگیری بیشتر هستند و دوست دارند مطالبی بالاتر از سطح کتاب برای آن‌ها گفته شود. به هر درسی که می‌رسیدم آزمایش مربوط به آن درس را انجام می‌دادم. مثلاً درس ماشین‌های ساده قرقره‌ها، چرخ و محور و یا سطح شیبدار را به کلاس آورده و آزمایش‌های مربوط به درس را انجام می‌دادم. در جلسه بعد هم از بچه‌ها می‌خواستم که هر گروه یکی از ماشین‌ها را به‌عهده گرفته و به شکل گروهی به انجام آزمایش بپردازند. تا اینکه به درس فشار رسیدیم. آزمایش‌های مطرح شده در کتاب را انجام دادم و با بچه‌ها به تعامل و همفکری در مورد درس و آزمایش پرداختم. آزمایش موجود در کتاب قوطی خالی فلزی است که پر از آب داغ کرده بعد خالی می‌کنیم و سپس یک‌باره زیر آب یخ گرفته، یکباره مچاله می‌شود به این دلیل که فشار از دیواره داخلی برداشته شده و فشار هوا از خارج موجب این مسئله می‌شود. بعد از جمع‌بندی درس در پایان کلاس چند دقیقه‌ای وقت داشتیم. به بچه‌ها گفتم چون زمان داریم آزمایشی مرتبط با درس ولی خارج از کتاب برایتان انجام می‌دهم.

ظرف آبی را برداشتم و کمی مایع ظرفشویی در آن ریختم و به هم زدم تا آب و کف درست شود. بعد یک شیشه نوشابه کوچک را از عرض نصف و ته خالی آن را در آب و کف زدم. یک حباب در ته بطری درست شد. در دهانه بطری هوا را فوت کردم و کنار زدم. حباب ته بطری به سمت بالا حرکت کرد به این دلیل که فشار هوا از سطح بطری برداشته شده بود. این آزمایش مورد توجه همه کلاس قرار گرفت. مفهوم فشار را خیلی زیبا و ساده به کلاس تفهیم کردم. چون در کلاس تیزهوشان بعضی از مطالب مرتبط به درس ولی بالاتر از سطح کتاب توضیح داده می‌شود برای قضیه فشار چگونگی حرکت هاورکرافت بر روی آب را توضیح دادم که چگونه با استفاده از هوای فشرده بر روی آب حرکت می‌کند.

جلسه بعد که وارد کلاس شدم به ارزشیابی تشخیصی از درس قبل که فشار بود پرداختم. به گروه یاس که شامل (زهرا، هانیه، مریم و محبوبه) بود رسیدم. گفتند خانم ما یک هاورکرافت طراحی کرده‌ایم. بادکنکی را پر از هوا کرده و دهانه آن را از سوراخ وسط یک سی‌دی خام عبور داده و با نخ بسته بودند. البته بادکنک به سی‌دی چسبده بود. نخ بادکنک را کشیده و سی‌دی را روی میز گذاشتند. سی‌دی شروع به حرکت کرد و ثابت کردند فشار هوای خارج شده از بادکنک موجب حرکت سی‌دی شده است. از اینکه بچه‌ها یک آزمایش هرچند ساده طراحی کرده بودند خیلی خوشحال شدم.

این مسئله فکر مرا به چهار موضوع مهم جلب کرد:

۱. شناختم را نسبت به دانش‌آموزان تیزهوش بیشتر کنم.

۲. در کلاس از این‌گونه آزمایش‌ها بیشتر استفاده کنم.

۳. دانش‌آموزم را به سمت و سویی سوق دهم که فکر نکند فقط وسایل موجود در آزمایشگاه مدرسه برای آزمایش لازم است بلکه خود می‌تواند با وسایل خیلی ساده آزمایش‌های زیبایی خلق کند.

٤. دانش‌آموزان توانایی خلق آزمایش‌هایی مرتبط با درس را دارند.

گردآوری اطلاعات (شواهد ۱)

با مراجعه به کتابخانه‌های شهر، صحبت با استادان پیام‌نور نهاوند، صحبت با آقای روح‌اله خلیلی‌بروجنی مؤلف فیزیک هفتم، صحبت با دانش‌آموزان به جمع‌آوری اطلاعات پرداختم.

کتاب‌های (فیزیک زنده) و (۱۰۱ آزمایش لذت‌بخش فیزیک)، (مجموعه کتاب‌های علوم پایه) که همه از انتشارات مدرسه هستند و همچنین (کتاب ۱۰۱+۱۰ آزمایش فیزیک) که یک کتاب انگلیسی است. هم‌چنین سایت‌های مفیدی مثل سایت آونگ، چیستا و سایت‌های (phet, edumedi.IR) و نرم‌افزارهایی که برای رشته رایانهٔ مدارس فنی‌وحرفه‌ای تهیه شده است به‌عنوان منابع مناسبی برای استفاده معرفی شدند.

تجزیه و تحلیل شواهد (۱)

تحلیل کیفی بررسی‌های انجام شده موارد زیر را نشان داد.

۱. یادگیری تنها از طریق حفظ و تکرار صورت نگیرد و رغبت‌ها و احتیاجات شاگردان مورد توجه قرار گیرد.

۲. به‌جز معلم و کتاب منابع دیگری در دسترس دانش‌آموزان قرار دارد که می‌توانند از آن‌ها استفاده کنند.

۳. معلم می‌تواند با ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان آن‌ها را به سمت جمع‌آوری اطلاعات هدف‌دار هدایت کند.

٤. توجه به علایق و سلیقه‌های دانش‌آموزان تأثیر مثبتی در

در تمام طول خدمتم معتقد بودم که تدریس موفق فعالیتی است که بتواند ترکیب مناسبی از نظریه‌ها، مهارت‌ها، فنون، سازماندهی و هنر آموزش دادن را به کار گیرد، و در مسیر تحقق اهداف اساسی و محوری تعلیم و تربیت گام بردارد

آموزش دارد.

۵. بـا ایـن روش زمینه‌ی مناسـبی برای رشـد اسـتعدادهای دانش‌آموزان فراهم شد.

٦. محیطی شاد با ارزش گذاشتن بر تلاش دانش‌آموز فراهم شد.

۷. درس فیزیک درسـی اسـت که بـا اجـرای کارهای عملی لذت‌بخش‌تر می‌شود.

۸. دانش‌آموزان تیزهوش توانایی بالایی دارند که می‌توان از آنان به روش مطلوب استفاده کرد.

ارائه راه‌حل

برای افزایش سطح کیفی آموزش روش‌های زیر را انتخاب کردم:

۱. تهیه کتاب‌های فیزیک زنده، علوم من، ۱۰۱ آزمایش لذت‌بخش فیزیک و کتاب ۱۰+۱۰۱ آزمایش فیزیک با متن انگلیسـی جهت کتابخانه مدرسه و دانش‌آموزانی که مایل به خرید بودند.

۲. تقسـیم کار بیـن گروه‌های کلاس براسـاس موضوع جهت جمع‌آوری آزمایش‌ها و طراحی آزمایش‌های نو.

۳. تهیه فهرسـتی از کارهای بچه‌ها و نگهداری در آزمایشـگاه مدرسه برای استفاده دانش‌آموزان در سال‌های بعد.

٤. برگزاری جشنواره آزمایش‌ها و دست‌سازه‌ها.

اجرای راه‌حل

درس فیزیک برای مدرسـه فرزانگان هر هفته ۲ ساعت است. از ابتدا قرار گذاشـتیم هر دو جلسـه یک بار کلاس را در آزمایشگاه مدرسـه تشـکیل و یک ربع آخر کلاس را به بررسی آزمایش‌های دانش‌آموزان اختصاص دهیم.

سه هفته اول اجرای طرح:

۱. دانش‌آموزان از ابتدای سـال گروه‌بندی شـده بودند. برای هر گروه دو یا سه موضوع را مشخص کردم که به طراحی یا جمع‌آوری آزمایش‌های سـاده در مورد آن بپردازند. برای اینکه دست بچه‌ها برای کار باز باشـد، موضوع‌ها را فقط منحصر به پایه سـوم نکردم بلکه آزمایش‌ها می‌توانسـت بعضی از موضوع‌های پایه اول و دوم (سال‌های قبل) را هم دربرگیرد.

البته در انتخاب موضوع‌ها دانش‌آموزان این آزادی را داشتند که آن‌ها را با هم عوض کنند یا موضوع دو گروه یکی باشد ولی به شرط اینکه آزمایش‌ها تکراری نباشد.

تا سه هفته کار را به همین شکل پیش بردیم. آزمایش‌هایی که دانش‌آمـوزان به کلاس می‌آوردند بیشـتر آزمایش‌هایی بود که از منابع مورد مطالعه آن‌ها گردآوری می‌شـد و موارد کمی خلاقیت خود دانش‌آموزان بود، ولی باز برای زحمات و مطالعاتشـان ارزش زیادی قائل بودم و مرتب آن‌ها را تحسین می‌کردم.

کاغذ رسـم بزرگی تهیه و به دیوار آزمایشگاه نصب کردیم و نام گروه و توضیح مختصری از آزمایش‌های آن‌ها را ثبت کردم.

۲. هفته چهارم:

یک سـری از وسایلی که معلم می‌توانسـت در انجام آزمایش‌ها از آن‌ها اسـتفاده کند تهیه و روی میز بزرگ وسط آزمایشگاه قرار دادیم. گردآوری این وسایل بیشتر با خود من بود. مثلاً بطری خالی نوشـابه، لیوان آب، بادکنک، خط‌کش و... هر دو جلسه یک بار که کلاس را در آزمایشـگاه تشکیل می‌دادیم به تعامل و هم‌فکری با بچه‌هامی‌پرداختیم.

آرام‌آرام که پیش می‌رفتیم کاملاً متوجه شدم که بچه‌ها دوست دارند آزمایش‌هایی که ناشـی از خلاقیت خود آن‌ها باشد طراحی کنند و مطالب جدیدی به کلاس ارائه دهند. در واقع منابعی که در اختیار آن‌ها قرار داده بودم محرک خوبی برای این کار بود.

مثلاً در یکی از جلسـات طبق آزمایش کتاب قرار شـد برق‌نما بسازند. از دانش‌آموزان خواستم با سکه، شیشهٔ مربا، ورقه آلومینیمی برق‌نما بسازند و به کلاس بیاورند. (طبق آزمایش کتاب) تمام گروه‌ها این کار را انجام داده بودند ولی گروه بنفشه کار زیباتری انجام داده بودند که مفهوم برق‌نما را می‌رسـاند ولی به شکل متفاوتی. آن‌ها از دو طرف یک تکه سـیم برق کمی از لایه پلاستیکی را برداشته و سـیم مسی یک طرف را به دو قسمت تقسیم کرده به‌عنوان دو ورقـه برق‌نمـا و یک طرف هم به‌عنوان کلاهک از وسـط که لایه پلاستیکی داشت سیم را با دست نگه داشته وقتی جسم بارداری را به کلاهک نزدیک می‌کردند ورقه‌ها دور و نزدیک می‌شـدند که کاملاً مفهوم برق‌نما را می‌رساند. کاملاً احساس می‌کردم یک ربع آخر کلاس که بچه‌ها دور میز بزرگ وسط آزمایشگاه جمع می‌شوند لذت‌بخش‌ترین ساعت کلاس است.

۳. هفته پنجم:

این جلسه گروه یاس با کمک جوش‌شیرین و سرکه موشکی را طراحی کرده بودند. آن‌ها این دو ماده را درون بطری پلاسـتیکی جای نوشـابه ریخته بودنـد. از واکنش این دو مـاده گازی ایجاد می‌شـود که وقتی با فشار خارج شـود بطری پرت و یک موشک ساده به وجود می‌آید. نکته جالب اینکه جوش‌شیرین را داخل کاغذ پیچیده بودند. وقتی دلیل را جویا شـدم گفتند برای این است که واکنش کمی دیرتر انجام شود و حرکت موشک محسوس‌تر باشد.

۴. هفته ششم:

در این جلسـه بحث بر سـر نیروی دافعه بین قطب‌های همنام آهنربا بود. وقتی دو آهنربا را با دست می‌گیریم نیروی دافعه کامل احساس می‌شد ولی چطور دور شدن دو آهنربا را ببینیم؟ یکی از بچه‌ها دو تا چرخ کوچک را زیر یک تخته کوچک چوب چسبانده بود. با قرار دادن دو عدد از این گاری‌ها و دو آهنربا روی آن می‌شد کامل دافعه بین دو آهنربا را مشاهده کرد.

در این جلسه روی تابلو نوشتم بچه‌ها به‌نظر شما با یک لیوان آب، خودکار، نایلون فریزر، و... چه آزمایش‌هایی را می‌توان طراحی کرد؟ جواب را جلسه بعد به کلاس بیاورید.

۵. هفته هفتم:

آزمایش‌هایی که طراحی کرده بودند در نهایت سادگی زیبا بود، که به مواردی از آن‌ها اشاره می‌کنم.

از دانش‌آموزان خواستم با سکه، شیشهٔ مربا، ورقه آلومینیمی برق‌نما بسازند و به کلاس بیاورند. (طبق آزمایش کتاب) تمام گروه‌ها این کار را انجام داده بودند ولی گروه بنفشه کار زیباتری انجام داده بودند که مفهوم برق‌نما را می‌رساند ولی به شکل متفاوتی

چه آزمایش‌هایی را می‌توان با یک **لیوان شیشه‌ای و آب** انجام داد؟

۱. تجزیه نور خورشید
۲. بازتاب کلی
۳. چگالی مواد مختلف
٤. تعیین نقطه جوش آب در فشارهای مختلف
۵. ضریب شکست نور خورشید در آب و هوا
٦. گردی سطح آب و نیروی بین‌مولکولی
۷. مقایسه حجم خالی حفره‌های اسفنج با حجم آب خارج شده پس از فشردن
۸. تشکیل سایه با جاری کردن آب
۹. تشکیل رنگین‌کمان با آب صابون

چه تعداد آزمایش می‌توان با **خودکار** انجام داد؟

۱. جلو نور خورشید می‌گیریم و نور را تجزیه می‌کنیم.
۲. درون آب قرار می‌دهیم و شکست نور را می‌بینیم.
۳. از آن به‌عنوان یک اهرم استفاده کنیم.
٤. با دو خودکار و مالش به پشم نیروی دافعه ایجاد می‌کنیم.
۵. جلوی مهتابی می‌گیریم و طیف نور را می‌بینیم.
٦. با مالش به موی سر در آن بار الکتریکی به‌وجود می‌آوریم که با گرفتن روی آب باریکه آب کج می‌شود که نشان‌دهندهٔ باردار بودن خودکار است.
۷. تغییر بسامد با سوت زدن.
۸. تغییر بسامد با گرداندن انگشت دور لیوان با تغییر مقدار آب.

تمامی این مسائل نشان‌دهنده ذوق و خلاقیت دانش‌آموزان خوب فرزانگان و مطالعات عمیق آن‌ها بود.

شواهد (۲)

۱. بعد از چهار ماه که از اجرای طرح می‌گذشت در یک نظرسنجی میزان علاقه‌مندی به درس فیزیک مجدداً پرسیده شد که تمامی بچه‌های کلاس مشتاقانه به درس فیزیک اظهارعلاقه کردند.

۲. تقریباً ۳ ماهی از اجرای آزمایش‌ها می‌گذشت طبق معمول در توضیح درس به نکاتی بالاتر از سطح درس اشاره کردم. در تدریس درس مغناطیس به جهت‌یابی پرندگان اشاره کردم که پرندگان برای رسیدن به مقصد از نور خورشید و مغناطیس زمین استفاده می‌کنند.

جلسه بعد که وارد کلاس شدم متوجه شدم یکی از گروه‌ها گروه (گل مریم) کبوتری را به کلاس آورده و یک آهنربای خیلی کوچک را در درون یک پارچه خیلی کوچک پیچیده و روی سر پرنده بسته بودند. دلیل را جویا شدم گفتند خانم این را به کلاس آورده‌ایم تا تأثیر مغناطیس بر حرکت پرندگان را عملاً بررسی کنیم. از اینکه دانش‌آموزانم این‌قدر به انجام کارهای عملی علاقه‌مند شده بودند که حتی زحمت آوردن پرنده‌ای به کلاس را به خود داده بودند خیلی خوشحال شدم و متوجه شدم به هدفم رسیده‌ام. البته عملاً محیط برای اجرای این آزمایش مناسب نبود.

۳- تهیه پاورپوینت‌ها و اسلایدهایی از آزمایش‌ها توسط دانش‌آموزان

از بچه‌ها خواستم فهرستی از آزمایش‌ها را گردآوری کنند تا در آزمایشگاه مدرسه نگه‌داری شود و سال‌های بعد برای دانش‌آموزان دیگر قابل استفاده باشد. تعدادی از دانش‌آموزان با سلیقه خاصی از آزمایش‌ها پاورپوینت تهیه کرده بودند.

اعتباربخشی به کار

۱. در جشنواره الگوی برتر تدریس درس علوم هفتم فیلمی از تدریس براساس کارهای عملی را به استان ارسال کردم که رتبه دوم استان را کسب کردم که این خود نشان‌دهنده موفق بودن طرح بود.

۲. یک روز را روز برگزاری جشنواره قرار دادم و از دبیرانی که در آن روز در مدرسه حاضر بودند. دعوت کردم تا به کلاس بیایند و از نزدیک اجرای آزمایش‌ها را مشاهده کنند. این روش خیلی مورد توجه آنان قرار گرفت و بچه‌ها را تشویق می‌کردند. بعضی از همکاران از اجرای آزمایش‌ها فیلم‌برداری کردند.

نتیجه‌گیری

هیچ‌یک از ما انتظار نداریم که تمامی دانش‌آموزان یک کلاس به دانشمندان پژوهشگر تبدیل شوند. اما بدون شک یک نگرش مثبت به فعالیت‌های کارگاهی و آزمایشگاهی نه تنها در یادگیری عمیق دانش‌آموزان مؤثر است بلکه در آن‌ها نگرش مثبت‌تری نسبت به علوم و همه درس‌های عملی و مفاهیم آن ایجاد می‌شود.

فعالیت‌های آزمایشگاهی به بیشتر شاگردان آزادی انتخاب می‌دهد. در این فعالیت‌ها دانش‌آموز آزاد است که روش خود را برای حل مسأله انتخاب کند یا حتی مسئله‌ای برای بررسی شناسایی کند.

یکی از عوامل کلیدی در انگیزش و یادگیری، تنوع است. متنوع بودن انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی می‌تواند نقش مهمی در ایجاد علاقه به یک درس (مانند علوم و...) ایفا کند.

با استفاده از انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی می‌توان توجه شاگردان را به کاری که باید انجام گیرد جلب کرد.

در این روش به شاگردان اجازه انجام کار و یادگیری عمیق‌تر داده می‌شود و از این طریق می‌توان توجه آن‌ها را به داده‌های جمع‌آوری شده متمرکز کرد تا به آن‌ها در درک مطالب و یا انطباق آن‌ها با چارچوب مفهومی و علمی موجود کمک کرد.

پیشنهادها

۱. اجرای اصل زمینه‌محوری در کلاس به‌ویژه در درس علوم‌تجربی یعنی ارتباط دادن محتوای دروس با تجارب واقعی زندگی.
۲. ایجاد مدرسه‌ای شوق‌انگیز با روش‌های شاد در کلاس.
۳. استفاده از استعدادهای دانش‌آموزان تا حد ممکن.
٤. اهمیت بیشتر به تجهیز آزمایشگاه مدارس.
۵. تقدیر از دانش‌آموزانی که فعالانه در کارهای عملی ظاهر می‌شوند.

بدون شک یک نگرش مثبت به فعالیت‌های کارگاهی و آزمایشگاهی نه تنها در یادگیری عمیق دانش‌آموزان مؤثر است بلکه در آن‌ها نگرش مثبت‌تری نسبت به علوم و همه درس‌های عملی و مفاهیم آن ایجاد می‌شود

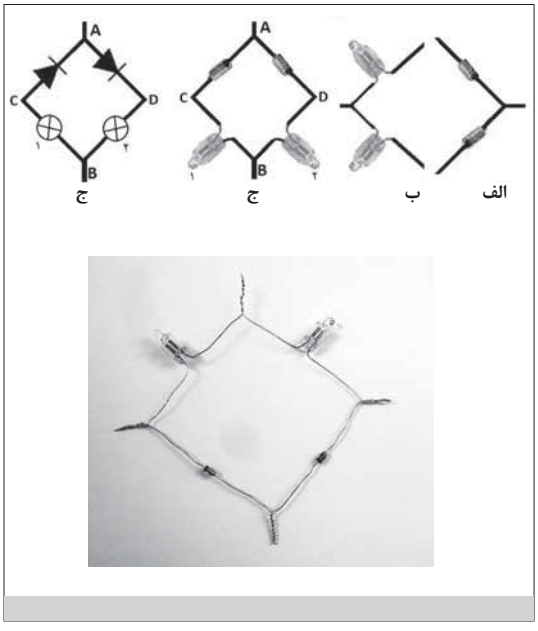
طراحی الکتروسکوپ هوشمند با استفاده از خاصیت یکسوسازی دیود

حسن اتحاد مهر آباد

کلیدواژه‌ها: الکتروسکوپ هوشمند، یکسوسازی دیود، طراحی

دیود[1] یا یکسوساز، قطعه‌ای است که جریان الکتریکی را فقط یک جهتِ آن از خود عبور می‌دهد و جهت دیگر در مقابل عبور جریان از خود مقاومت بسیار بالایی نشان می‌دهد و حتی مانع از عبور جریان الکتریکی می‌شود. با بهره‌گیری از این ویژگی می‌توان یک الکتروسکوپ هوشمند طراحی کرد که بتواند نوع بار الکتریکی یک جسم باردار را نشان دهد. برای این کار لازم است:

دو عدد دیود و دو عدد لامپ نئون را مطابق شکل به‌طور متوالی به همدیگر متصل و سپس دو سر آن‌ها را در نقاط C و D به همدیگر وصل می‌کنیم.



هرگاه وسیله طراحی شده را از نقطهٔ B با دست خود نگه داریم و یک جسم باردار، با بار الکتریکی مثبت، را به نقطهٔ A نزدیک کنیم، به علت نقش یکسوسازی دیود، لامپ شماره۲ روشن می‌شود، اما اگر یک جسم باردار با بار الکتریکی منفی را به این نقطه نزدیک کنیم، لامپ شماره۱ روشن خواهد شد.

یک نکته قابل توجه: ممکن است در برخی موارد، اگر بار الکتریکی جسم باردار خیلی زیاد باشد، با توجه به یونیده شدن هوای اطراف، هر دو لامپ همزمان روشن شوند. برای حل این مشکل می‌توانیم سیم متصل به نقطهٔ A را بلندتر انتخاب کنیم.

وابستگی مقاومت الکتریکی به دما

اغلب مقاومت‌های الکتریکی تابع دما هستند. در فلزات رسانا با افزایش دما مقاومت الکتریکی نیز افزایش می‌یابد. در برخی فلزات این افزایش مقاومت قابل توجه است؛ مثلاً در فلزات خالص با گرم‌کردن به آن‌ها تا $100^{\circ}C$ افزایش مقاومت به ۴۰ تا ۵۰ درصد می‌رسد، در حالی‌که در آلیاژها این میزان افزایش مقاومت با دما کمتر محسوس است. حتی آلیاژهای خاصی وجود دارند که تغییر مقاومت آن‌ها با افزایش دما تقریباً صفر است (مثل کنستانتان و منگانین).

مقاومت الکتریکی الکترولیت‌ها با تغییر دما رابطه عکس دارد به‌طوری که با گرم کردن و افزایش دما مقاومت الکترولیت کاهش می‌یابد.

در برخی مواد جامد نیز، مثل زغال‌سنگ و نیمرساناها، با افزایش دما اندازهٔ مقاومت الکتریکی کاهش می‌یابد. در نیمرساناها تغییر مقاومت با دما ۱۰ تا ۲۰ برابر فلزات رساناست، یعنی با گرم کردن آن‌ها به اندازهٔ $100^{\circ}C$ مقاومت الکتریکی آن‌ها در حدود $\frac{1}{50}$ می‌شود.

از این ویژگی در ساخت دماسنج‌های مقاومتی برای اندازه‌گیری دماهای بسیار پایین و یا بسیار بالا، که خارج از گسترهٔ کاربرد دماسنج‌های جیوه‌ای است، بهره می‌گیرند و با توجه به اینکه نیمرساناها دارای ضریب مقاومت دمایی بسیار بالایی هستند به مقاومت‌های حساس به دما یا ترمیستورها معروف‌اند و در کنترل خودکار، فاصله‌سنجی و نیز دماسنج‌های خیلی دقیق و بسیار حساس کاربرد دارند.

تغییر مقاومت ناشی از گرم کردن فلز به اندازهٔ $1^{\circ}C$ تقسیم بر مقاومت اولیه را ضریب دمایی مقاومت α گویند. در ضمن خود ضریب دما هم تابع دماست ولی در بیشتر موارد، در مقدار α در گستره‌ای وسیع تغییر ناچیزی دارد و برای این

فاصله می‌توان از مقدار میانگین ضریب دمایی αm استفاده کرد.

اگر مقاومت رسانایی در دمای θ_0 برابر R_0 در دمای θ برابر R باشد مقدار میانگین را می‌توان از رابطه زیر به‌دست آورد.

$$\alpha m = \frac{R - R_0}{R_0} \times \frac{1}{\theta - \theta_0}$$

معمولاً موادی که مقاومت الکتریکی آن‌ها با افزایش دما افزایش می‌یابد دارای ضریب دمای مثبت‌اند و با PTC [2] نشان داده می‌شوند؛ اما موادی که مقاومت الکتریکی آن‌ها با افزایش دما کاهش می‌یابد دارای ضریب دمای منفی هستند و با NTC [3] نشان داده می‌شوند.

بررسی اثر دما روی مواد با ضریب دمای منفی (NTC)

۱. با مچاله کردن بخشی از طول یک سیم مسی لخت انتهای آن را کلفت می‌کنیم و در یک لولهٔ شیشه‌ای نازک فرو می‌بریم.

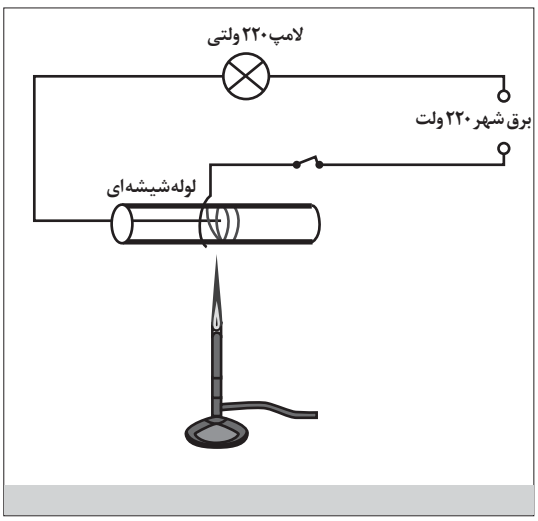
۲. انتهای یک سیم مسی دیگر را روی سطح خارجی همان لوله، در محلی که سیم مسی مچاله شده در درون لوله قرار گرفته است، می‌پیچیم.

۳. مطابق شکل، مداری شامل یک لامپ ۲۲۰ ولتی و یک کلید قطع و وصل ترتیب می‌دهیم.

٤. دو سر مدار را به برق ۲۲۰ ولت وصل می‌کنیم. مشاهده می‌شود به علت زیاد بودن مقاومت الکتریکی شیشه در مدار، لامپ روشن نمی‌شود.

۵. به‌وسیله چراغ بونزن محل اتصال سیم‌ها با سطح درونی و بیرونی لوله شیشه‌ای را از بیرون گرم می‌کنیم. مشاهده می‌شود با اندکی افزایش دمای لوله شیشه‌ای لامپ روشن می‌شود.

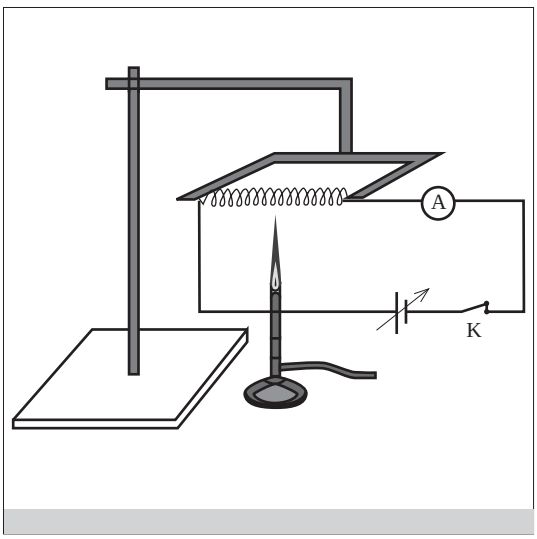
٦. با خاموش نمودن چراغ بونزن و به محض کاهش دمای لوله شیشه‌ای مقاومت الکتریکی لوله افزایش یافته و لامپ خاموش می‌گردد.



بررسی اثر دما روی مواد با ضریب دمای مثبت (PTC)

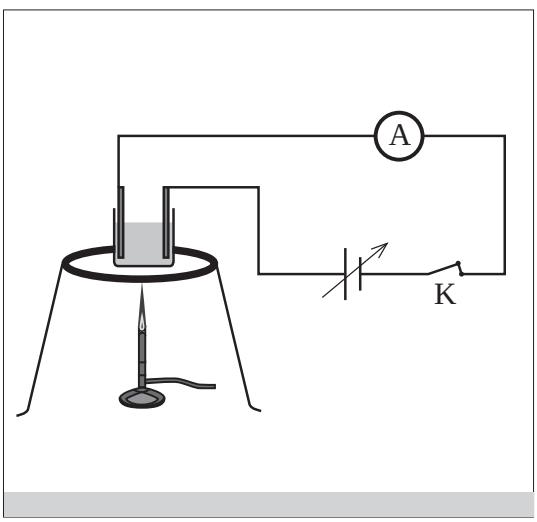
چند متر سیم آهنی نازک را دور یک قلم خودکار می‌پیچیم و به‌صورت فنر در می‌آوریم و آن را در مداری شامل یک مولد با ولتاژ قابل تنظیم و یک آمپرسنج حساس قرار می‌دهیم.

اختلاف پتانسیل مولد را طوری انتخاب می‌کنیم که عقربهٔ آمپرسنج تقریباً تا آخرین درجهٔ ممکن منحرف شود. با کمک چراغ بونزن سیم را به شدت گرم می‌کنیم. در حین گرم شدن سیم می‌بینیم شدت جریان مدار، روی آمپرسنج، کمتر می‌شود؛ به عبارت دیگر مقاومت سیم بیشتر می‌شود.



بررسی اثر دما روی مقاومت الکتریکی الکترولیت‌ها

اگر در آزمایش فوق به‌جای سیم آهنی از محلول الکترولیت استفاده کنیم می‌بینیم، با گرم کردن، درجات آمپرسنج بیشتر می‌شود. به عبارت دیگر مقاومت الکترولیت کمتر می‌شود.

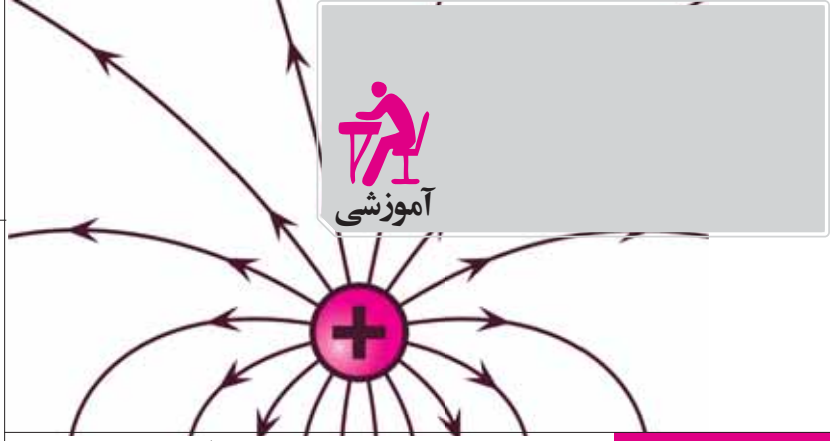


منابع

۱. لندسبرگ، گ. س. دورهٔ درسی فیزیک جلد دوم. ترجمه لطیف کاشیگر، ناصر مقبلی، مهرانگیز طالب‌زاده. چاپ سوم. تهران. انتشارات فاطمی

۲. احمدی، احمد، مهرناز طلوع شمس، آزیتا سید فدایی (۱۳۸۹)- کتاب راهنمای معلم (راهنمای تدریس) فیزیک ۳ و آزمایشگاه- تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

۳. قلمسیاه، ابوالقاسم و محمدعلی پیغامی. فیزیک سال سوم آموزش متوسطه عمومی. تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.



درک مفاهیم فیزیک با مثال‌های ملموس

سیدرضا معصومی‌نژاد
تهران، منطقهٔ ۲، دبیرستان مفید، گروه فیزیک

چکیده

یکی از دغدغه‌های اصلی دبیران محترم فیزیک در آموزش مفاهیم فیزیکی عدم برقرار کردن ارتباط دانش‌آموزان با این مفاهیم است. از این‌رو است که برای انجام این مهم روش‌های آموزشی مختلفی به فراخور سطح علمی مخاطبان پیشنهاد می‌شود. یکی از این روش‌ها که برای نگارنده به تجربه قابل استفاده و جذاب بوده است ارائه مثال‌های ملموس‌تری از زندگی عادی و محیط غیردرسی آن‌هاست که راه را برای فهم مباحث بعضاً دشوار هم فراهم می‌آورد. در این فرصت به بیان چند نمونه آن می‌پردازم. در این مورد مفاهیمی مثل مقایسه مصرف انرژی در مقاومت‌های سری و موازی، مفهوم مقاومت الکتریکی، جریان الکتریکی و شار مغناطیسی مورد بررسی قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: مثال‌های قابل لمس، درک مفاهیم فیزیکی، جذابیت در آموزش فیزیک، توان مصرفی مقاومت‌های سری و موازی، مفهوم شار مغناطیسی، مفهوم مقاومت الکتریکی، مولد الکتریکی

مقدمه

استفاده از تمثیل، تشبیه و بیان داستان یکی از روش‌های رایج و تأثیرگذار در انتقال و تثبیت مفاهیم درسی در روش‌های مختلف آموزشی است.

استفاده از این روش در بحث آموزش فیزیک شاید چندان رایج نباشد اما در صورتی که به‌صورت هنرمندانه انتخاب و مطرح گردد می‌تواند دارای تأثیرات زیر باشد.

- آسان کردن فرآیند آموزش
- ایجاد جذابیت و نشاط و ارائه مفهوم
- تثبیت مفهوم با یادآوری تمثیل

نکته‌ای را که در آموزش این مفاهیم باید مورد توجه قرار گیرد در مثال‌های ارائه شده تمام بخش‌های تشبیه با مفاهیم فیزیکی مطابقت نخواهد داشت و تنها بخش مورد نظر را باید در نظر دانش‌آموز و مخاطب پررنگ کرد. مثال‌هایی که ارائه خواهد شد سعی در تبیین بیشتر این روش دارد.

مثال ۱. انرژی مصرفی در مقاومت‌های موازی

در شهری دو فروشگاه وجود دارد که عرضه‌کننده محصولات یک کارخانه هستند. محصولات این دو فروشگاه شرایط یکسانی دارد و مردم شهر در خرید از این دو فروشگاه آزاد هستند. یک فروشگاه محصولات را با سود بیشتر (گران‌فروش) و فروشگاه دیگر با سود کمتر (حاجی ارزونی) ارائه می‌کند.

▲ شکل ۱. فروشگاهی که محصولات را با قیمت ارزان به مصرف‌کننده ارائه می‌کند مثل مقاومت الکتریکی کم دارای ورودی (جریان) بیشتری است. به‌نظر شما کدام فروشگاه در یک ماه در شرایط مساوی سود بیشتری به‌دست می‌آورد؟ فروشگاهی که با سود بیشتر گران‌تر می‌فروشد یا آنکه با سود کمتر ارزان‌تر می‌فروشد؟

▲ شکل ۲. فروشگاهی که محصولات را با قیمت و سود بالا به مصرف‌کننده ارائه می‌کند مثل مقاومت الکتریکی زیاد دارای جریان (مشتری) کمتری است.

پاسخ: چون مشتریان در خرید محصولات مختار هستند بنابراین مشتریان (ورودی) فروشگاه ارزان‌فروش بیشترند شکل (۱و ۲) و در مجموع سود بیشتری از فروشگاه گران‌فروش کسب می‌کند.

ارتباط با فیزیک

فروشگاه گران‌فروش مقاومت الکتریکی بزرگ‌تر و فروشگاه ارزان‌فروش را مقاومت الکتریکی کمتر در نظر بگیرید. اگر این دو را یک‌به‌یک مولد به‌صورت موازی وصل کنیم چون جریان بیشتری از مقاومت کمتر عبور می‌کند در مجموع انرژی بیشتری در مقاومت کمتر در اتصال موازی مصرف می‌شود.

مشتری = جریان الکتریکی ورودی
فروشگاه ارزان‌فروش = مقاومت الکتریکی کمتر
فروشگاه گران‌فروش = مقاومت الکتریکی بیشتر
سود فروشگاه = انرژی مصرفی
سود ماهانه = انرژی مصرفی در کل

$$P = \frac{V^2}{R} = I^2 R$$

$V_1 = V_2$

$R_1 < R_2$

$I_1 > I_2$

$P_1 > P_2$

مثال ۲. انرژی مصرفی در مقاومت‌های سری

در یک شـهر تنها یک فروشگاه کفش و یک فروشگاه لباس وجود دارد و همه اهالی شـهر مجبورند مایحتاج خود را از این دو فروشـگاه تهیه کنند. فروشگاه کفش سود کمتر و فروشگاه لباس سود بیشتری از اجناس خود دریافت می‌کند. در ابتدای هر سال جدید اهالی شهر کفش و لباس جدید می‌خرند پس از خرید سال جدید کدام فروشگاه بیشترین سود را داشته است؟

پاسخ: با توجه به اینکه مشتریان این دو مغازه ثابت و با هم برابرند. پس مغازه گران‌فروش سود بیشتری برده است.

ارتباط با مفاهیم فیزیک

شـرایط این دو فروشگاه شـبیه ۲ مقاومت سری است که جریان‌هـای عبوری از آن‌هـا با هم برابر اسـت. پس در این شـرایط مقاومت بزرگ‌تـر انرژی بیشـتری از مقاومت کمتر مصرف می‌کند.

با توجه به شکل مشاهده می‌کنیم که تمام افراد شهر از این دو فروشگاه باید خرید کنند یعنی جریان الکتریکی ورودی

$P = I^2 R$

$R_1 < R_2$

$I_1 = I_2$

$P_1 < P_2$

برابر اسـت. پس با لحـاظ کردن همـان ارتباطات مثال ۱ می‌توان فروشـگاه سودآورتر که نماد مصرف الکتریکی بیشتر است را تعیین کرد.

شکل ۳. ورودی در فروشگاه مثل دو مقاومت سری یکسان است.

مثال ۳. مفهوم شار مغناطیسی

فرض کنید دوسـت شما، شـما را به ماهیگیری از رودخانه پرآبـی دعوت کرده اسـت. شـما تجربه ماهیگیـری ندارید. دوسـت‌تان به شما می‌گوید کافی است با یک تور ماهیگیری دسـته‌دار در مسـیر آب بایسـتید و با قرار دادن تور در آب ماهی‌هایی که توسـط جریان پرتلاطم آب رودخانه وارد تور می‌شـوند را بگیریـد. برای اینکه در این مدت بیشـتر ماهی بگیرید در مـورد انتخاب تور، محل ماهیگیـری و نحوه قرار دادن تور در آب به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱. دهانه تور ماهیگیری را بزرگ انتخاب می‌کنید یا کوچک؟

۲. در محلی قرار می‌گیرید که سرعت آب زیاد باشد یا کم؟

۳. تور را در آب در چه حالتی قرار می‌دهید که بیشترین آب (ماهی) از آب بگذرد؟

شکل ٤. برای ماهیگیری با تور به چه عواملی توجه می‌کنید؟

مسلماً پاسخ پرسـش‌های بالا تور بزرگی است که در محل پرسرعت آب و سطح تور عمود بر جریان آب قرار می‌گیرد.

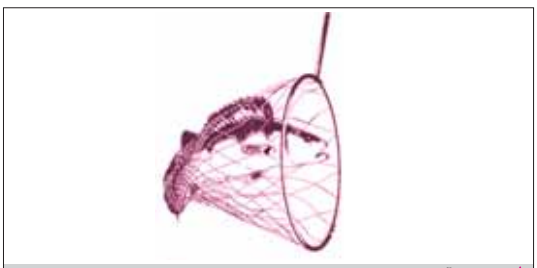
ارتباطات فیزیکی

مساحت دهانه تور ماهیگیری: مساحت حلقه بسته

سرعت جریان آب: میدان مغناطیسی گذرنده از حلقه

زاویه تور با جریان آب: زاویه حلقه با میدان مغناطیسی

مفهوم شارژ مغناطیسـی یعنی میدان مغناطیسی عبوری از صفحه مشابه جریان آبی است که از حلقه تور ماهیگیری می‌گذرد پس بیشترین شار مغناطیسی معادل بیشترین آب و در نتیجه ماهی عبوری از تور خواهد بود با این مثال معرفی می‌شود.



شکل ۵. آب عبوری از تور ماهیگیری را می‌توان معادل شار مغناطیسی گذرنده از یک صفحه در نظر گرفت

$\phi = BA\cos\alpha$

مثال ۴. مفهوم مقاومت الکتریکی

بچه‌های دو محله با هم رقابت دارند. بچه‌های محله A قرار است برای رفتن به سینما از کوچه‌ای در محله B با سرعت بگذرند. بچه‌های این کوچه خبردار شده و در کوچه مستقر شده‌اند تا اینکه جلوی حرکت بچه‌های محله A را بگیرند مقداری وسایل قدیمی و دست‌دوم هم در کوچه ریخته‌اند.

بچه‌های محله A با سرعت از کوچه B عبور می‌کنند و در مسیر عبورشان با بچه‌های این محله برخورد می‌کنند و در هنگام عبور مورد ضرب‌وشتم قرار می‌گیرند و در هنگام فرار با وسایل مستعمل و تیرهای چراغ‌برق هم برخورد می‌کنند. در هنگام خروج از کوچه بچه‌های محله A درب‌وداغون‌اند و انرژی اولیه خود را از دست داده‌اند.

شکل ٦. الکترون در جریان الکتریکی با الکترون‌های دیگر برخورد می‌کند و انرژی خود را از دست می‌دهند.

بچه‌های محله A= جریان الکتریکی

کوچه: مسیر حرکت جریان (مقاومت الکتریکی)

بچه‌های محله B: الکترون‌های موجود در مقاومت الکتریکی

وسایل مستعمل و تیر چراغ برق: ناخالصی‌های موجود در مسیر

تفاوت انرژی بچه‌های محله A قبل و بعد از ورود به کوچه: اختلاف پتانسیل الکتریکی جریان الکتریکی عبوری

با استفاده از این تشبیه می‌توان افت پتانسیل جریان را قبل و بعد از عبور از مقاومت بیان کرد و برخی از مفاهیم فیزیکی را بهتر توضیح داد:

الف. هرچه کوچه تنگ‌تر باشد و برخوردها بیشتر شده و افت پتانسیل بیشتر است.

$$R \propto \frac{1}{A}$$

ب. هرچه کوچه طولانی‌تر باشد برخوردها بیشتر است و افت پتانسیل افزایش می‌یابد.

$$R \propto L$$

ج. هرچه بچه‌های محله B فعال‌تر باشند برخوردها بیشتر است. با افزایش دما می‌توان فعالیت الکترون‌های مقاومت را افزایش داد و مقاومت را بیشتر کرد.

$$R \propto \Delta T$$

مثال ۵. مفاهیم جریان الکتریکی[۱]

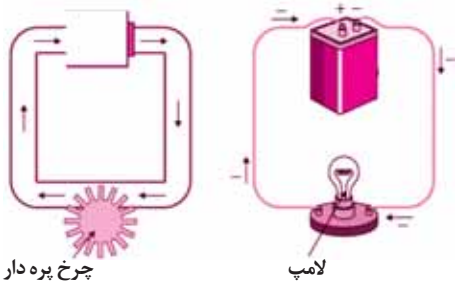
از تشبیه جریان الکتریکی جریان آب بسیاری از مفاهیم فیزیکی را می‌توان توضیح داد.

ـ پیوستگی جریان آب و جریان الکتریکی.

ـ افزایش پتانسیل جریان آب توسط پمپ و تشبیه آن به مولد الکتریکی

ـ کاهش پتانسیل جریان آب در برخورد با توربین و تشبیه آن به مقاومت الکتریکی

ـ تشبیه کلید جریان الکتریکی به شیر آب



شکل ۷. فرآیندهای باتری به یک پمپ آب تشبیه شده است.

مثال ۶. تشبیه عملکرد خازن به فلش‌تانک

آنچه در فلش‌تانک (سیفون) اتفاق می‌افتد شباهت بسیاری به عملکرد خازن دارد. در فلش‌تانک، آب با فشار نه‌چندان زیاد ذخیره می‌شود و انرژی آن افزایش می‌یابد تا در زمان مورد نیاز انرژی ذخیره شده در زمان محدود تخلیه شود. شبیه همین فرآیند در خازن برای ذخیره شدن بار الکتریکی و انرژی الکتریکی رخ می‌دهد و تخلیه آن در زمان مورد نیاز ما صورت می‌گیرد.

شکل ۸. ذخیره انرژی در خازن به عملکرد فلش‌تانک (سیفون) تشبیه شده است.

نتیجه‌گیری

برای درک مفاهیم تازه و بعضاً پیچیده خوب است بر اطلاعات قدیمی دانش‌آموزان که در ذهن آن‌ها تثبیت شده است تأکید کنیم. با کمی تلاش شاید بتوان برخی از مفاهیم فیزیکی نه همه آن‌ها را با بیان مثال‌های ملموس‌تری برای دانش‌آموزان ارائه کرد که در این مقاله با بیان چند مثال ساده سعی در انتقال تجربه و ایجاد فرصتی برای نقد و بررسی و تکمیل نظرات نگارنده فراهم شده است.

منبع

بلت، فرانک، **فیزیک پایه**، انتشارات فاطمی، جلد ۳، صفحه ٦٦٨، (۱۳۸۵)، (محمد خرمی)

مطالعه الگوی دما و شوری در منطقه حفاظت شده حرا و تأثیر آن بر بوم‌شناسی ماهی‌های زینتی آن

مریم خوشخو
کارشناسی ارشد فیزیک دریا، استاد پژوهش‌سرای رازی ری ۱
افسانه کرمی‌پور
کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دبیر فرزانگان شیراز
هنده مجدی، محدثه تاجیک
دانش‌پژوه، عضو پژوهش‌سرای رازی ری ۱

چکیده

تقریباً هفتاد درصد سطح زمین را آب فراگرفته است که بخش اعظم آن را اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند. در مناطقی که مرجانی و یا صخره‌ای (جزیره‌ای) هستند گونه‌های مختلفی از ماهی‌ها زندگی می‌کنند که اصطلاحاً به آن‌ها ماهیان مرجانی می‌گویند که می‌توانیم بسیاری از این گونه‌ها را در محیط آکواریوم نگه داریم. خلیج فارس یکی از پیکره‌های مهم آبی است که به واسطه برخورداری از شرایط حاد محیطی از قبیل دما و شوری، زیست‌بوم بسیار سخت و طاقت‌فرسایی بر آن حاکم است. جزیره قشم دارای نقش اساسی در تنوع و پراکنش در رفتارهای زیستی موجودات است، به همین لحاظ اطلاع و آگاهی از چگونگی شرایط حاکم بر آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی ویژگی‌های منابع بوم‌شناختی نخستین گامی است که برای هرگونه مطالعه در جهت شناخت عوامل تأثیرگذار بر رفتار و شرایط موجود در دریا صورت می‌گیرد. در تحقیق حاضر با اندازه‌گیری‌های انجام شده تغییرات ماهانه مربوط به ویژگی‌های فیزیکی آب‌های جزیره قشم و منطقه خوریات خوران از قبیل دمای آب، شوری و چگالی تعیین شده است.

تأثیر شرایط اقلیمی از جمله وجود جنگل مانگرو (حرا) و آثار ناشی از تغییرات جزر و مد دریا، در نزدیکی تنگه هرمز، ورود احتمالی آب‌های شیرین از دریای آزاد و تأثیر در غلظت شوری و مواد مغذی و... مورد تحلیل قرار گرفته است. همچنین فراوانی وقوع شرایط پایدار، ناپایدار و خنثی (عدد ریچاردسون) در لایه‌ها نشان داده شده است که بیشتر در این منطقه شرایط پایداری لایه‌های آب حاکم است که نتایج رگراسیون نیز مطلب بالا را تأیید می‌کند.

کلیدواژه‌ها: بوم‌شناسی، شوری، همرفت پخش دوگانه، ساختار لایه‌ای

مقدمه

منابع بوم‌شناختی در برگیرندهٔ عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی‌اند و تغییر در شرایط فیزیکی و یا عوامل دیگر تأثیر مستقیم در بستر زیستی موجودات زنده به‌ویژه در مناطق ساحلی دارد. دما و شوری آب دریا کمیت‌های پایسته‌اند و از عوامل مهم محیطی تأثیرگذار بر الگو و پراکندگی موجودات دریا به‌شمار می‌روند. جریان‌های عمقی و گردش ترموهالاین[1] به‌وسیلهٔ اختلاف چگالی در لایه‌های آب دریا ایجاد می‌شوند. این جریان‌ها به سبب جابه‌جا کردن مواد مغذی، برای زندگی جانداران دریایی اهمیت فراوان دارند.

استان هرمزگان با داشتن مرز آبی با خلیج فارس و دریای عمان، وجود تعداد نامتناهی خور و خلیج کوچک، محیط مناسبی جهت زندگی، تخم‌ریزی و یا مهاجرت آبزیان با ارزش شیلاتی در قسمت‌های ساحلی استان شده است. در سال‌های اخیر تقاضای بهره‌برداری از این منطقه و به‌کارگیری صنایع جدید در تولید مواد غذایی این پیکرهٔ آبی، فزونی یافته است.

به‌علاوه تردد کشتی‌ها، قایق‌ها و غیره، این ناحیه را از نظر شرایط زیستی دستخوش تحول و دگرگونی کرده و در آستانهٔ یک بحران قرار داده است، به‌طوری که احتمال از بین رفتن منابع زیستی آن امری بدیهی و روشـن اسـت. لذا باتوجه به اهمیت پرورش ماهی در منطقه، شناخت هر یک از عوامل تشکیل دهندهٔ این بوم سـامانه اعم از فیزیکی، شیمیایی و زیستی از اساسی‌ترین مواردی است که امکان بهره‌برداری بهینه از این منطقه را مهیا خواهد کرد. (۱)

در اغلب پژوهش‌های به عمل آمده در منطقهٔ دریایی قشـم، ویژگی‌هـای آب به صـورت محدود مورد توجه قـرار گرفته و جداولی از مقادیر بیشینه، کمینه و غیره برای پارامترها ذکر شده اسـت. تاکنون تحقیقی منحصر به مشخصات فیزیکی آب این منطقه و برای دراز مدت، صورت نگرفته و بیشـتر هدف تعیین شرایط زیستی منطقه بوده است.

بیان مسئله و اصل پژوهش

لازمه کاربری مناسب از دریا، شناخت ویژگی‌های فیزیکی آن و این امر مسـتلزم بررسـی و نمونه‌برداری در نواحی مورد نظر است. به‌طور کلی، مطالعات جدی در مورد رفتار دینامیکی آب و توسعهٔ فعالیت‌های شیلاتی، شناخت پارامترهای مرتبط با محیط دریا را ایجاب می‌کنـد. ویژگی‌های آب دریا از جمله مهم‌ترین پارامترهای محیطی اسـت کـه پراکنش و تنـوع موجودات و گیاهان دریا را تحت تأثیر قرار می‌دهند. [۲]

تعاریف پایه

الف. شوری آب دریا: شوری به‌صورت مقدار کل مادهٔ جامد حل شده بر حسب گرم در یک کیلوگرم آب دریا، که کل کربنات آن به اکسید تبدیل شده باشد تعریف می‌شود. شوری تابعی از فشار و دما است. براساس پژوهش‌های به عمل آمده، رابطهٔ ثابتی بین یون کلر و شوری آب دریا وجود دارد و در اندازه‌گیری دقیق غلظت شـوری، از یون کلر موجود در آن به‌صورت زیر استفاده می‌کنند:

$$S‰ = ۱/۸۰۵۵‰ CL‰ + ۰/۰۳$$

(۱-۱)

ب. چگالی سطحی (σ_t): از عوامل تعیین کنندهٔ چگالی آب دریا، دما و شوری به همراه فشار آب دریا است. اما معمولاً، مگر در آب‌های عمیق اقیانوسی، اثر فشار را نادیده می‌گیرند. چگالی آب دریا با دما رابطهٔ عکس و با شـوری رابطه مستقیم دارد. به علت محدود بودن تغییرات چگالی آب دریا، و به منظور افزایش دقت در تعیین میزان چگالی و راحتی عمل، برای به‌دست آوردن چگالی آب دریا از σ_t استفاده می‌کنیم. در این تحقیق منظور از σ_t، همان چگالی سطحی به‌صورت زیر است:

$$\sigma_t = P_{S,T,O} - ۱۰۰۰$$

که $P_{S,T,O}$ چگالی آب بر حسب $g/cm^۳$ یا $kg/m^۳$ در فشار صفر است.

ج. لایهٔ شیو چگالی[۲]: لایه‌ای است که در آن گرادیان چگالی بیشینه باشـد. در این لایه، پایداری سـتون آب بیشینه و کار بیشتری برای اختلاط آب مورد نیاز است.

د. لایهٔ شیو دما[۳]: لایه‌ای است که در آن گرادیان دما بیشینه باشـد. در نواحی استوایی لایهٔ شیو دمای اصلی و در عرض‌های میانی لایه شیو دمای فصلی[۴] وجود دارد. در عرض‌های جغرافیایی بالا لایه پیکر شیو دما[۵] دیده می‌شود.

ه. لایهٔ شـیو شوری: لایه‌ای است که در آن گرادیان شوری بیشـینه باشد. لوینسـون و همکاران (۱۹۹۸) به بررسی اثرات طوفان فلیکس[۷] در خلیج چساپیک با استفاده از اندازه‌گیری‌های میدانی، شوری، چگالی آب و داده‌های هواشناسی نظیر سرعت و جهـت باد و غیـره قبل و پس از طوفـان، پرداختند. چرا که این پدیدهٔ جـوی بر مهاجرت جانوران دریایی و اقتصاد منطقه تأثیرگذار بوده است. [۸، ۷]

ابراهیمی و صادقیان (۱۳۷۵) در تحقیقی تحت عنوان «بررسی شرایط فیزیکوشـیمیایی دریای عمان» پاره‌ای از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب، از جمله دما، اکسیژن محلول، شوری و pH آب را (از تنگـهٔ هرمز تا خلیج گواتـر) در ماه‌های خرداد، آبان و اسفند سال ۱۳۷۲، در لایه‌های مختلف (یک متری سطح، عمق میانی و بستر) مورد نمونه‌برداری و بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که دریای عمان یک سکون گرمایی در خلال ماه‌های گرم دارد، به علاوه شـوری در فصل زمستان به علت چرخش و مخلوط شدن توده‌های آب متعادل‌تر می‌شود و در ماه‌های گرم سال از تغییرات و نوسان‌های مختلفی برخوردار است. چابکسوار و ترابی‌آزاد (۱۳۷۶)، پنج پارامتر فیزیکی و شیمیایی مهم شامل دما، شوری، اکسـیژن محلول، یون‌های فسفات و نیترات را در سرتاسر سواحل جنوبی دریای خزر (آستارا تا بندر ترکمن) در مدت زمان یک سال مورد مطالعه و اندازه‌گیری قرار دادند.

نیکویـان و همکاران (۱۳۷۷) در بررسـی خـود در آب‌های خلیج چابهـار، میزان فراوانی و تنـوع دو کفه‌ای‌ها را در خلیج چابهار (۱۲ ایستگاه، شکل ۲-۱) طی سه دوره نمونه‌برداری در ماه‌های اردیبهشت (پیش مونسون)، تیر (مونسون) و آبان (پس مونسون) سال ۱۳۷۴ مورد بررسی قرار دادند. به منظور بررسی نتایج، شـرایط فیزیکی و شیمیایی آب دریا، پارامترهایی نظیر دما، شوری، اسیدیته (pH) و اکسیژن محلول آب، توسط بطری نمونه‌بردار[۸] از اعماق مورد نظر (۵ الی ۱۹ متری) برداشت شده است. [۳]

طبق نتایج به‌دست آمده شوری آب در تیرماه (مونسون) نسبت به اردیبهشت (پیش مونسون) و آبان ماه (پس مونسون) کاهش یافته ولی میزان اکسیژن محلول و دمای آب افزایش یافته است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در ایسـتگاه‌های مورد بررسی به‌صورت میانگین در جدول شماره (۲-۱) نشان داده شده است.

نیکویـان (۱۳۷۶) وضعیت پراکنش، فراوانـی، تنوع و تولید

جدول ۱. مقادیر میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در خلیج چابهار (سال ۱۳۷٤).

زمان نمونه‌برداری	اکسیژن محلول (mg/ l)	شوری (قسمت در هزار)	اسیدیته (ph)	دما (°C)
اردیبهشت	٦	۳۷/۹	۸/۲۱	۲٦
تیر	٦/۹	۳٥/۹	۸/۳۱	۲۹/۹
آبان	٥/۹٦	۳۸/۱٥	۸/۰۸	۲٦/۲

جدول ۲. آزمون همبستگی بین فراوانی ماکروبتوزها و پارامترهای محیطی در خلیج چابهار.

ماه	درجه حرارت آب	شوری	اکسیژن محلول	مواد آلی	سیلیکات
اردیبهشت	-۰/۲۹۸	۰/۰۲۰	۰/۱٥٤	-۰/۰۱۹	۰/۰۳٥
تیر	-۰/۱٤٥	۰/٥۳۹	۰/٦۱۹	۰/۱٦۹	-۰/۰٦۲
شهریور	۰/۲٤۲	-۰/۱۷۹	۰/۳۳۲	۰/۱۳۷	-۰/٥۲٤
آبان	۰/۰۹۰	-۰/۱٦۱	۰/۱٤٥	۰/۲۹۷	-۰/۰۱۷
دی	-۰/۰۳٦	۰/۰۰۹	۰/۲۹۷	-۰/۳۰٦	۰/۰۱۱
اسفند	۰/۲٤۸	۰/۱۸٦	۰/۰۸٥	۰/۱۳۸	-۰/۱۱٤

بی‌مهرگان کفزی (ماکروبتوزها) را در خلیج چابهار از طریق برداشت نمونه هر دو ماه یک‌بار از اردیبهشت‌ماه تا اسفند سال ۱۳۷٤ مورد بررسی و تحلیلی قرار داد. پارامترهای محیطی شامل دما، شوری، pHو غیره بودند که در ۱٥ ایستگاه از سطح و بستر آب برداشت شدند. به‌منظور تعیین میزان تأثیر این پارامترها روی ماکروبتوزها در هر ماه، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد (جدول ۲-۳) و نتایج بیانگر توزیع و پراکنش ناهمگون ماکروبتوزها به‌صورت مکانی و فصلی بود و تغییرات زمانی این پراکنش، ناشی از جریان‌های موسمی بوده است.

ایستگاه‌های نمونه‌برداری با توجه به جزر و مدهای پیاپی و نفوذ ذرات جامد به خوریات و احتمال رسوب ذرات معلق در دهانه و گه‌گاه در بستر خوریات انتخاب شدند. بدین منظور تعداد ۸ ایستگاه نمونه‌برداری در خور سید احمدی و خور مساگه در نظر گرفته شده است. از این‌رو و با لحاظ کردن وضعیت شیب ساحل سعی شد ایستگاه‌ها نمونه‌برداری به گونه‌ای انتخاب شوند که ضمن پوشش دادن بخش وسیعی از آب‌ها، اعماق مختلف را نیز در برگیرد و وسعت بیشتری از آب‌های منطقهٔ مورد مطالعه را شامل شود.

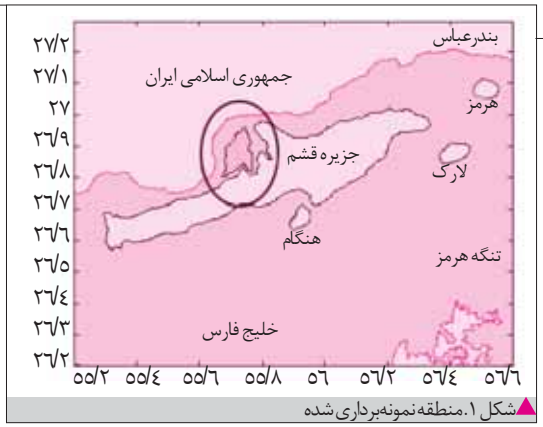
مهم‌ترین عوامل محدود کننده که در تعیین ایستگاه‌ها نقش داشته‌اند عبارت‌اند از:

الف. وجود اسکله در منطقه، از جمله اسکله پایانه نفتی و اسکله سازی

ب. وجود بنادر مهم و جزایر اقتصادی در غرب جزیره قشم

ج. وجود جنگل حرا (مانگرو) در سواحل خلیج فارس، بندر لانت، شمال جزیره قشم و... که بر روی خاک‌های سختی ناشی از رسوب خاک‌های حاصل از فرسایش سواحل رشد یافته‌اند.

د. مساعد بودن شرایط اکولوژیکی حفاظت شده، جنگل‌های حرا محل زیستگاه ماهیان تزیینی و پرنده‌های مهاجر در فصل

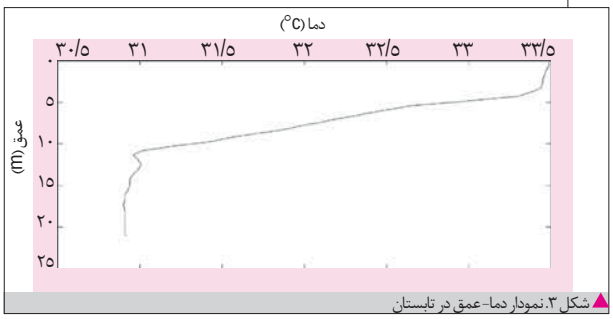


شکل ۱. منطقه نمونه‌برداری شده

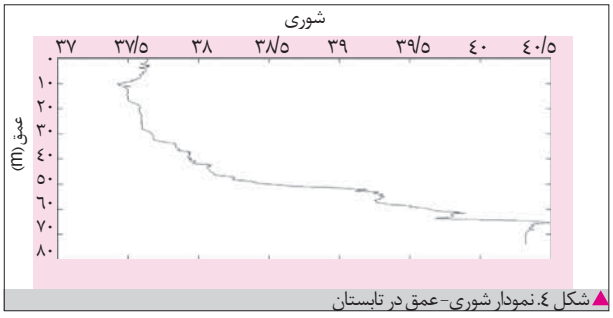
شکل ۲. موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

فیزیک اقیانوس‌شناسی ساحلی فرآیندهایی را در بر می‌گیرد که در آن‌ها خط ساحلی نقاط مجاور خشکی و آب کم عمق نقش دارند. برای مثال در بیشتر نواحی ساحلی جریان‌های غالب، جزر و مدی هستند. فرآیندهای اصطکاکی نسبتاً نقش بیشتری در اقیانوس ساحلی دارند. گردش‌های ساحلی بیشتر توسط میدان‌های ناپایدار زودگذر، تحت تأثیر قرار می‌گیرند تا در اقیانوس‌های باز. هر چه آب کم عمق‌تر باشد واکنش مستقیم‌تر است. هر چه دورتر از ساحل حرکت کنیم وابستگی بین باد و جریان‌ها کمتر می‌شود. جریان خروجی رودخانه بر روی سطح جاری می‌شود در نتیجه هالوکلاین پایداری ستون آب را افزایش می‌دهد. این به نوبه خود می‌تواند تیزی لایهٔ دمای فصلی را افزایش دهد. چون اختلاط قائم در لایهٔ شیو شوری تضعیف می‌شود اهمیت جریان‌های ساحلی: آب عمیق و سرد که به سطح آورده می‌شود مواد مغذی را به منطقه روشنی می‌آورد که می‌توانند توسط فیتوپلانکتون‌ها جذب شوند. خلیج‌فارس بزرگ‌ترین پناهگاه موجودات دریایی به‌ویژه آبزیان ظریف و کوچک از قبیل ماهی‌های تزئینی زیبا و رنگارنگ مرجان‌ها، صدف‌ها، حلزون‌ها، نرم‌تنان، شقایق‌ها، اسفنج‌ها، عروس‌های دریایی و غیره است. تعداد زیادی از این آبزیان که در نوع خود زیباترین موجودات دریایی هستند، به‌علت حوادث مختلف و مسایل زیستی به این پناهگاه آرام و گرم پناه آورده‌اند و از هزاران سال پیش در آن به زندگی خویش ادامه می‌دهند. قباد (شاه ماهی)، را شکوه حلوا سفید یا زبیده، شوریده، حلوا سیاه، سرخو، شعری، سبیتی، خاور و دختر ناخدا از مهم‌ترین ماهی‌های خوراکی و اره ماهی، بمبک، ماهی لقمه، اسب ماهی

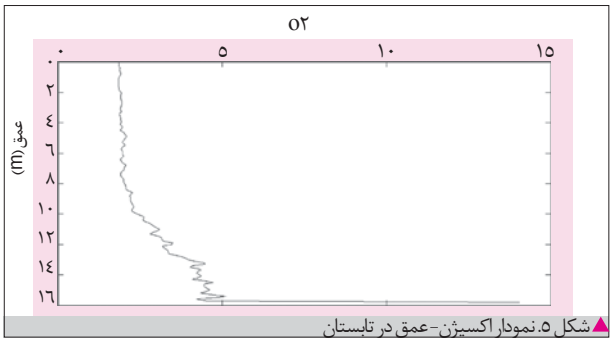
از ماهی‌های غیر خوراکی خلیج فارس محسوب می‌شوند. علاوه بر این خلیج فارس دارای صدها گونه ماهی تزئینی اســت. که برخی از نمونه‌های آن مانند (امپراتور) در جهان نادر است جراح دم زرد، آنتــن‌دار، دلقک آبی، کاردینال، هامور، ســقماهی، دم گاوی، نئون، آرایشگر، صندوق ماهی، شاخدار، خروس دریایی، پیکاسو، ملوان، چیتی، شقایق، ژله و پیکاسوی مشکی از دیگر ماهی‌های تزئینی آب‌های خلیج فارس هســتند. فرشته ماهی یکی از ماهی‌های تزیینی در منطقه قشم است که در عمق یک تا ۱۰۰ متری دیده می‌شود و به زندگی گروهی عادت ندارد. به این معنی که این ماهی به شکل انفرادی و تنها به سر می‌برد اما گاهی هم آن‌ها را به‌صورت جفت می‌بینید [۵، ٤].



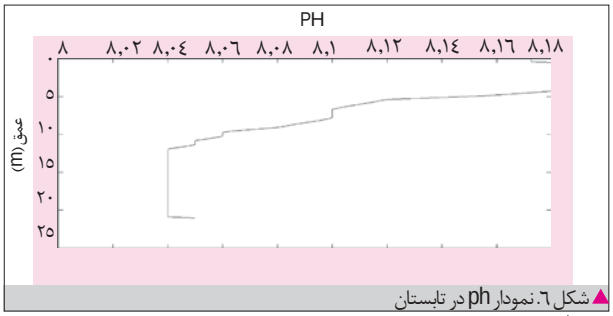
شکل ۳. نمودار دما- عمق در تابستان



شکل ٤. نمودار شوری- عمق در تابستان



شکل ۵. نمودار اکسیژن- عمق در تابستان



شکل ٦. نمودار ph در تابستان

ماهیان آب شور در محیطی هستند که مایعات بدنشان نسبت به آب اطراف خود رقیق‌تر (هیپوتونیک) اســت در نتیجه فشار اسمزی، آب تمایل به خروج از بدن ماهی و نمک و املاح تمایل بــه ورود بدن ماهی دارند. ماهیان دریایی مجبورند به‌طور دائم حدود نیم‌درصد وزن بدن خود در هر ساعت آب بخورند این امر منجر به جذب سدیم و سایر املاح از روده‌ها می‌شود و ماهیان بــرای حفظ آب بــدن خود ادرار خیلی کم اما بســیار غلیظ‌تر از ماهیان آب شــیرین دفــع می‌کنند و غلظت آن برابر غلظت مایعات بدن اســت و موجب ترشــح نمک‌ها نمی‌شود. مسئله قابل ذکر دیگر در مورد ماهیان مناطق مرجانی این اســت که اکثر ماهیان این مناطق رژیم گوشتخواری دارند (یعنی بیشتر گوشتخوار و کمتر گیاهخواری) و دیگر اینکه اکثر آن‌ها قلمرو طلب هستند که بایستی در راه‌اندازی و نگه‌داری از آکواریوم آب شــور این مسائل را مدنظر قرار داد. به این مسئله توجه داشته باشــید که آب دارای pH مناسب (حدود ۷/۲) و فاقد هر گونه آلودگی باشد. عموماً برای آب شور دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد لازم اســت لیکن برای گونه‌های متفاوت دماهای متفاوتی هم توصیه می‌شود که در بخش ماهی‌های آب شور ضمن معرفی گونه‌ها به شرایط مورد نیاز و از جمله دمای آب هم اشاره خواهد شــد. ســلامتی ماهی‌ها را از نظر ظاهری، حرکت در آب، غذا خوردن، شادابی و... بررسی کنید. [٦]

معرفی بعضی ماهیان زینتی منطقه حرا

ماهی جراح دم زرد:

ماهی جراح ارغوانی را در ایران به نام جراح دم زرد می‌شناسند. جراح دم زرد یکی از معروف‌تریــن جراح ماهیان آکواریم‌های مرجانی اســت و از نظر شفافیت رنگی یکی از بهترین ماهیان آب شور محسوب می‌شود. برای نگهداری آن‌ها به آکواریومی با حداقل ٤۰۰ لیتر گنجایش، مخفیگاه‌های فراوان، فضای شنای زیاد نیاز اســت. این ماهی نسبت به سایر جراح ماهیان به‌ویژه ردهٔ زبراسوما[۹] حساس است و رفتاری بسیار تهاجمی دارد. تغذیه جراح دم زرد از غذاهای مختلف گوشتی است و حتماً در کنار این غذاها از قرص‌های حاوی جلبک‌های دریایی نیز اســتفاده کنید تا به حفظ سلامت و رنگ زیبای آن کمک کند. در تصویر زیر این نمونه ماهی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۷. ماهی جراح دم زرد موجود در منطقه خلیج فارس

جراح دلقک:

جـراح راه راه یـا جراح خط آبی نام‌هـای دیگر این ماهی بومی آب‌های مالدیو و فیجی اسـت که دارای بدنی مخطط به رنگ‌های آبی، زرد و نارنجی اسـت. برای نگهداری از این جراح به آکواریومی با فضای شـنای بسـیار زیاد و با حداقل گنجایـش ۶۰۰ لیتر نیاز خواهید داشـت. حتماً دقت کنید آب آکواریوم کاملاً تمیز و شـفاف و میزان اکسـیژن‌دهی به آب نیز زیاد باشد. جراح دلقک نسبت به سایر جراح ماهیان و یـا ماهیان دارای ظاهری مشـابه رفتاری تهاجمی خواهد داشـت. علاوه بر غذاهای گوشتی حتماً از قرص‌های حاوی جلبک‌های دریایی نیز برای تغذیه در اختیار این جراح قرار دهید.

جراح ماهی بادبانی:

این ماهی را با نام جراح بادبانی پاسیفیک نیز می‌شناسند. رنگ بدن این ماهی قهوه‌ای بوده و خطوط سـفید رنگی به صـورت عمودی در طول بدن تـا نزدیکی دم قرار گرفته‌اند. ایـن جراح بـا بازکردن باله‌های زیریـن و بالایی تا حدود ۲ برابر بزرگ‌تر به نظر می‌رسد. آکواریومی با حداقل ۵۰۰ لیتر گنجایش و فضای شنای زیاد محیط ایده‌آلی برای نگهداری آن اسـت. جـراح دم بادبانی با سـایر جراح ماهیـان رفتار تهاجمی دارد اما با سایر ماهیان مشکلی نخواهد داشت.

نتیجه‌گیری

توصیف الگوهای دما، شوری، چگالی و فرآیندهای مرتبط با توزیع آن‌ها که در اقیانوس یافت می‌شود، مطالعه حرکت آب، مانند امواج ، جزرومد، جریان‌ها و فرآیندهایی که عامل بـه وجود آورنده آن‌ها هسـتند، انتقال انـرژی و تکانه بین اقیانـوس و جـو خواص ویژه آب دریا مانند انتشـار صوت و انـرژی نورانی اسـت. در حوزه خلیج فـارس و غرب جزیره قشـم توپوگرافی بستر به دلیل بسـته بودن خلیج برخلاف نتایـج اقیانوس‌ها اسـت. آب‌های منطقه قشـم با دارا بودن ویژگی‌هـای خاص مکانـی، منطقه‌ای کم‌عمق از یک سـو و جزرومدهـای نیمروز، از سـوی دیگـر و همچنین مناطق زیسـتی از جمله جنگل حراء بیشـتر از محیط‌های دریایی و عمیـق تحت تأثیـر تغییرات دمایی قـرار دارد. زیاد بودن گرمای ویـژه آب، رطوبت بالا قرار گرفتن منطقه قشـم در یک محدوده جغرافیایی، سبب می‌شود که گرم و سرد شدن آب در طول شـبانه‌روز به کندی صورت بگیرد. این فرایند و فرایند اختلاط ناشـی از تنش باد در آب‌های کم‌عمق، باعث می‌شود که ساختار لایه‌ای این منطقه در زمان‌های محدود ضعیف باشـد و این سـاختار ضعیف لایه‌ای می‌تواند ناشی از ورود آب‌هـای سـطحی از تنگه هرمز (دریـای عمان) به منطقـه باشـد، در این ناحیه کمبـود آب از دریای عمان از لایه‌های سـطحی جبران خواهد شـد و با توجه به عمق کم منطقه تقریباً لایه‌بندی در تمام فصول ضعیف خواهد بود. فرآیند عدم ایجاد ساختار لایه‌ای ناشـی از ایجاد همرفت پخش دو جانبه که به مقدار نسبت چگالی (ضرایب تغییر چگالی به دلیل تغییر دما و شوری و گرادیان‌های محلی قائم دما و شوری اسـت) وابسته است، باعث ایجـاد گردش‌هـای خرد در مقیـاس محلی می‌شود. در این تحقیق با توجه به نمودارهای دما برحسـب عمق دیده می‌شود که در فصل تابستان در اکثر ایستگاه‌های مورد نظر دما با عمق کاهش پیـدا می‌کند به‌طوری که عمق لایه آمیخته از سـاحل به دریا در هر ایستگاه بیشتر می‌شـود و در چند ایستگاه لایهٔ شیو دمای فصلی مشـاهده می‌شود و همچنین در زیر لایهٔ شـیو دما با عمق به آهسـتگی تغییر می‌کند. در تمام ایسـتگاه‌ها مشاهده می‌شود که هر چه از سـاحل بـه دریا حرکت کنیم و از جزیره و خشـکی‌های اطراف دورتر شـویم عمق لایه آمیخته بیشـتر می‌شـود. با توجه بـه داده‌های مربـوط به دما در هر ایسـتگاه مشاهده می‌شـود که در چند سانتی‌متر اول اندازه‌گیری با افزایش عمق دما زیاد و سـپس کم می‌شود که این به لایه سطحی برمی‌گردد. در لایه سطحی که مولکول‌ها بیشترین نقش را در انتقال تکانه، شوری، دما و... را دارند و به محض اینکه لایه سطحی را رد کنیم و به لایه آمیخته برسـیم دما با افزایـش عمق کاهش می‌یابـد. [طبـق معادلـه ناویل اسـتوکلس: ترم اصطکاک در معادلـه تکانه به دو صورت پیچکـی و مولکولی قـرار دارد که بعد از لایه سـطحی پیچک‌ها باعث هم‌دما شدن محیط می‌شوند ولی در لایه سطحی مولکول‌ها تأثیر بیشـتری می‌گذارند.] شـوری از عوامل مهم محیطی دریا محسـوب می‌شـود و میزان آن نقـش مهمی بر الگـو و پراکندگی موجودات آن دارد. میزان تغییرات شوری آب‌های تنگه هرمز و منطقه قشـم حداکثـر psu ۳۷/ ۹ و حداقل psu ۴۱/ ۷ اسـت که دامنه تغییرات آن psu ۸/۳ اسـت. [۴] از عوامـل مؤثـر بر شـوری می‌توان به تبخیـر، بارندگی، ورودی رودخانه‌ها و میعان و انجماد اشـاره نمود، که شـوری به ترتیب با تبخیر، انجماد، و ورودی رودخانه‌هـا رابطه مسـتقیم و بـا بارندگی و میعان رابطه عکس خواهد داشـت. در منطقه مذکور انجماد و میعان وجود ندارد.

پی‌نوشت‌ها

1.Thermohaline
2. Pycnocline
3. Thermocline
4. Seasonal Thermocline
5. pico Thermocline
6. Halocline
7. Felix
8. Water Sampler Ruthner
9. Zebrasoma

منابع

۱. ابراهیمی، محمود، ۱۳۸۱، بررسـی تغییـرات فصلی مواد مغـذی و عوامل فیزیکی و شیمیایی در آب‌های محدوده شـمال شـرقی خلیج فارس، پایان‌نامه کارشناسـی ارشـد رشته شـیمی دریا دانشگاه آزاد واحد تهران شمال.

۲. ترابـی، آزاد، م، ۱۳۷۸. مدل حرکات در مقیاس متوسط خلیج فارس، رساله دکترا، رشـته فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

۳. جغرافیایـی طبیعی خلیـج فارس، ۱۳۶۸. انتشـارات دانشـگاه اصفهـان.

جـوکار، ک، ۱۳۸۳. بررسـی رونـد تغییرات برخـی پارامترهای فیزیکی و چگونگی ارتباط آن‌ها در حوزه شـمالی خلیج فارس (منطقه بوشهر)، پایان‌نامه کارشناسـی ارشد رشـته فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

٤. کرمی‌پور شـمس آبـادی، ا، ۱۳۸٤. تحلیـل پارامترهـای فیزیکـی در طی گشت قدس در سـال ۲۰۰۱ در خلیج فـارس. پایان‌نامه کارشناسـی ارشـد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۵. کمیجانـی، ف، ۱۳۸۷. مطالعه روند تغییرات فصلـی پارامترهـای فیزیکی دما، شـوری و چگالی در خلیج چابهار، ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

٦. نیکویـان، علیرضا، ۱۳۸۳. بررسـی هیدرولـوژی و هیدروبیولـوژی خلیـج فـارس در محـدوده آب‌هـای اسـتان خوزستان. بوشهر و هرمزگان، انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران.

7. Annis, J. L., 1996. An Examination of Surface Salinity and Wind Field TO Confirm Dynamics of Plume Migration within Elliott Bay, Seattle. Senior Research Project, University of Washington, School of Oceanography.

8. Beer, T., 1983. Enviromental oceanography an Introduction. 1rd Edition, progamon press publisher, oxford, 296 PP.

Brewer. P. G and etal, 1978, Chemical Oceanography data from the ATLANTIS II Surrey in the Persian Gulf, ReportA Woods Hole Oceanography, Institute.

آموزش فیزیک و گذر از کج‌فهمی‌های مبتنی بر فهم متعارف: بررسی چند مثال در فیزیک

سیدهدایت سجادی
دکترای فلسفه علم و فناوری

مقدمه

تاریخ علم پر از مواردی است که در آن، فهم متعارف[1] بشر به چالش کشیده شده است. یکی از موارد ملموس آن جایگزینی نظریه خورشید- مرکزی به‌جای مدل زمین- مرکزی بود. بشر مدت‌ها می‌پنداشت که خورشید به دور زمین می‌گردد و معرفت خود از جهان را بر این مبنا صورتبندی کرده بود. اما ارائه نظریه کوپرنیک در قرن شانزدهم، انقلابی در این تفکر محسوب می‌شود و ناکارآمدی و اعتماد به فهم متعارف به چالش کشیده شد. به بیان ساده، فهم متعارف بر فهم طبیعی افراد و درک عام در مورد یک موضوع خاصی اطلاق می‌شود که معمولاً نیاز به دانش و معرفت ویژه‌ای ندارد و اغلب افراد، معمولاً متفق‌القول‌اند که این باور یا قضاوت آن‌ها در مورد موضوع، صحیح و معتبر است.[2] اعتماد به فهم متعارف، در موارد متعددی سبب برخی کج‌فهمی‌ها به‌ویژه در حوزه آموزش علوم شده است. منظور از کج‌فهمی، باورهای نادرست درباره موضوع‌ها و رویدادهای محیط پیرامون (طبیعی و اجتماعی) است که معمولاً در تعامل مستقیم با محیط، به مثابه پیش‌دانسته‌ها و چارچوب مفهومی خام (ماقبل تبیین علمی) برای فرد شکل می‌گیرند. هدف از این نوشتار این است که با بررسی چند مثال ساده در فیزیک، نقش فهم متعارف در شکل‌گیری کج‌فهمی‌ها برای نوآموزان فیزیک توضیح داده شود و اهمیت توجه به آن در آموزش فیزیک بررسی شود. در ادامه گام‌هایی برای رفع این کج‌فهمی‌ها با توجه به فهم متعارف نوآموزان فیزیک، پیشنهاد خواهند شد تا در این زمینه، یادگیری معنادارتر، پایدارتر و جذاب‌تری برای دانش‌آموزان شکل گیرد.

کلیدواژه‌ها: فهم متعارف، کج‌فهمی، آموزش فیزیک.

کج‌فهمی‌ها در آموزش فیزیک: بررسی چند مثال

به‌طور کلی برخی از کج‌فهمی‌ها در آموزش، ریشه در استعمال زبان روزمره و نیز ریشه در فهم متعارف دارند. می‌توان به برخی از این موارد که دانش‌آموزان در فرایند یادگیری با آن‌ها مواجه می‌شوند اشاره کرد.

کار در فیزیک و کار در زبان روزمره: کمیت «کار» در فیزیک، از جمله مواردی است که به‌دلیل استعمال واژه کار در زبان روزمره، سبب کج‌فهمی برای دانش‌آموزان می‌شود. در واقع کاربرد واژه کار در زندگی روزمره، برداشتی عمومی از آن به‌وجود آورده است که با کاربرد این اصطلاح در فیزیک متفاوت است. به‌عنوان مثال، اگر شخصی سطل پر از آبی را که در دست دارد از گوشه‌ای از اتاق به گوشه دیگری ببرد تا زمانی که زاویه بین جابه‌جایی و نیروی وارد از طرف دست بر سطل عمود باشد از نظر فیزیک، این شخص کاری انجام نداده است، اما از نظر درک عمومی، این شخص در حال انجام کار است. این تفاوت در مفهوم واژه کار، سبب شده است که دانش‌آموزان و در مواردی دانشجویان در درک آن دچار خطا شوند.

وزن و جرم در فیزیک و در زبان روزمره: مورد دیگری از کج‌فهمی، تمایز میان «جرم» و «وزن» است که معمولاً دانش‌آموزانی که برای بار اول با اصطلاح جرم آشنا می‌شوند در مورد آن ابهام دارند. دانش‌آموز هرگاه که برای خرید، مثلاً میوه، به میوه‌فروشی مراجعه کرده و به فروشنده گفته که این میوه‌ها را وزن کنید، پاسخی که شنیده این بوده که وزن آن‌ها مثلاً دو کیلوگرم است.

از این‌رو، این شناخت برای دانش‌آموز به‌وجود می‌آید که مقدار ماده، وزن آن است و بر حسب کیلوگرم هم بیان می‌شود؛ در حالی که در فیزیک با واژه جرم آشنا می‌شود که در واقع جایگزین برداشت وی از مفهوم وزن در زبان روزمره می‌شود. در فیزیک وزن، یک نیرو و یکای آن نیوتون است، و جرم در تعاریف مقدماتی و اولیه آن، مقدار ماده[3] و یکای آن کیلوگرم است.

کج‌فهمی در باب قوانین نیوتون: در قانون اول نیوتون آمده است «یک جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت خود روی خط راست را حفظ می‌کند، مگر آنکه تحت‌تأثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود.» برداشت اولیه دانش‌آموزان این است که برای هرگونه حرکتی نیرو لازم است و برای آنکه یک حرکت یکنواخت تداوم داشته باشد نیاز به نیرو دارد. همچنین سکون وقتی اتفاق می‌افتد که دیگر نیرویی وجود نداشته باشد. این فهم متعارف و عمومی یک فرد از حرکت و سکون است، قبل از اینکه با مفهوم قانون اول نیوتون در فیزیک آشنا شود. در فیزیک به دانش‌آموز یاد داده می‌شود این فهم از حرکت و سکون و نسبت آن با نیرو، فهم درستی نیست و باید تغییر کند. این بحث زمینه تاریخی هم دارد. در تاریخ علم قرن‌های متمادی این نگرش ارسطویی بر اذهان حاکم بود که جسم متحرک موقعی به حال سکون درمی‌آید که نیرویی که آن را می‌راند دیگر نتواند تأثیر کند و آن را براند.[4] کشف استدلال علمی و استفاده آن به‌وسیله گالیله، به ما آموخت که برداشت‌های شهودی که به تعبیر اینشتین نتیجه بلاواسطه مشاهده هستند همیشه قابل اعتماد نیستند.[5] بر مبنای کارهای گالیله، نیوتون توانست قانون لختی (قانون اول) خود را تدوین کند و به فهم نادرست مبتنی بر شهود مستقیم درباره حرکت و سکون و نسبت آن‌ها با نیرو پایان دهد. این نگرش تاریخی برای دانش‌آموزان دوباره در حین یادگیری تکرار می‌شود. در واقع دانش‌آموز می‌فهمد که نیرو نه با سرعت (فهم متعارف)، بلکه به تغییر سرعت (فهم علمی) نسبت دارد.

بنا به قانون گرانش نیوتون بین هر دو جسم (دارای جرم)، نیروی جاذبه‌ای وجود دارد که با حاصل ضرب جرم آن ها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله میان آن‌ها نسبت عکس دارد. بر طبق قانون سوم نیوتون، نیروهایی که این دو جرم بر هم وارد می‌کنند هم‌اندازه و در خلاف جهت همدیگر هستند. حال دو جسم سیب و زمین را در نظر بگیرید؛ اگر از دانش‌آموز پرسیده شود نیرویی که سیب بر زمین وارد می‌کند بیشتر است یا زمین بر سیب. پاسخی که احتمالاً در ابتدا خواهد داد این است که مگر سیب هم بر زمین نیرو وارد می‌کند. اگر به دانش‌آموز گفته شود سیب هم بر زمین نیرو وارد می‌کند، احتمالاً در این حالت پاسخ خواهد داد که طبیعتاً نیرویی که زمین بر سیب وارد می‌کند بیشتر است؛ زیرا سیب به سمت زمین سقوط می‌کند نه زمین به سمت سیب. اگر به دانش‌آموز گفته شود که نیروهایی که آن دو بر هم وارد می‌کنند برابر است، احتمالاً تعجب می‌کند، زیرا با فهم متعارف همخوانی ندارد.

کج‌فهمی درباره پرتابه‌ها: جسمی را در راستای قائم به طرف بالا پرتاب کنید.[6] با فرض نادیده گرفتن اتلاف انرژی، اگر سرعت اولیه جسم را داشته باشید بیشترین ارتفاع جسم قابل محاسبه است. محاسبه ارتفاع نقطه اوج از جمله مسائلی است که به نوآموزان فیزیک داده می‌شود. فرض کنید به‌عنوان معلم از دانش‌آموزان خود بپرسید اگر یک جسم سنگین و یک جسم سبک را با فرض نادیده گرفتن اتلاف انرژی، با سرعت مساوی در راستای قائم به طرف بالا پرتاب کنید ارتفاع کدام یک از دو جسم بیشتر خواهد. احتمالاً قریب به اتفاق دانش‌آموزان خواهند گفت جسمی که سبک‌تر است ارتفاع بیشتری بالا خواهد رفت. دلیل این استنباط به تجارب شخصی دانش‌آموزان برمی‌گردد که زمینه فهم متعارف آن‌ها را فراهم کرده است. دانش‌آموزان هرگاه جسم سنگینی را به طرف بالا پرتاب کرده‌اند معمولاً ارتفاع کمتری نسبت به یک جسم سبک‌تر بالا رفته است. این تجربه در زندگی روزمره، فهم متعارفی برای آن‌ها به‌وجود آورده است که راهنمای آن‌ها در پاسخ به آن پرسش معلم است. در واقع، دانش‌آموز در فیزیک می‌آموزد که برخلاف فهم متعارف وی، با فرض اتلاف انرژی، ارتفاع نقطه اوج به دو جسم به جرم اجسام بستگی ندارد.

کج‌فهمی در حوزه نجوم: از دانش مکانیک آموخته‌ایم زمین در مسیری بیضوی به دور خورشید می‌چرخد؛ به‌گونه‌ای که خورشید در یکی از کانون‌های بیضی است. اگر از نوآموز نجوم پرسیده شود انقلاب تابستانی و زمستانی را روی شکل بیضی نشان دهید، احتمالاً کوتاه‌ترین مسیر تا خورشید را انقلاب تابستانی معرفی می‌کند و طولانی‌ترین را انقلاب زمستانی. زیرا فهم متعارف مبتنی بر تجارب روزمره این نوآموز، این نگرش را در وی ایجاد کرده است که هرچه به منبع گرما نزدیک‌تر باشد گرم‌تر است. در حالی‌که واقعیت امر، با این فهم عمومی وی در تضاد است.

کج‌فهمی در موضوع گرما و ترمودینامیک: اگر بخواهیم در حوزه گرما و ترمودینامیک مواردی از کج‌فهمی را برشماریم می‌توان به این موارد اشاره کرد: مثلاً دانش‌آموز تصور می‌کند در فرایند بی‌دررو، چون گرمایی بین دستگاه و محیط مبادله نمی‌شود دمای دستگاه هم تغییر نمی‌کند؛ زیرا مبتنی بر فهم متعارف خود، دانش‌آموز تغییر دما را منوط به مبادله گرما می‌داند. لازم به ذکر است که از نظر تاریخی، سال‌ها طول کشید تا تمایز میان گرما و دما روشن شود. مفهوم گرمای نهان نیز در تغییر حالت‌ها برای دانش‌آموز ابهام دارد.

همچنین اگر از دانش‌آموزان پرسیده شود دو سیب‌زمینی یکسان را در دو ظرف آب‌جوش قرار می‌دهیم شعله زیر آن‌ها با هم متفاوت است. در کدام حالت سیب‌زمینی زودتر پخته می‌شود احتمالاً دانش‌آموزان تصور می‌کنند که سیب‌زمینی در آب‌جوشی که شعله زیر آن بیشتر است زودتر پخته می‌شود.

کج‌فهمی در حوزه الکتریسیته: مفهوم جریان الکتریکی را در نظر بگیرید؛ نوآموز فیزیک، در مواجهه با واژه جریان، یک موضوع ملموس‌تری برای وی تداعی می‌شود: جریان آب. در جریان آب ذرات آب از طریق لوله و یا شیلنگ آب منتقل می‌شوند و از نقطه‌ای به نقطه دیگر جریان می‌یابند. نوآموز فیزیک همین مفهوم جریان را به الکتریسیته هم تعمیم می‌دهد و جریان الکتریکی

دانش‌آموز تصور می‌کند در فرایند بی‌دررو، چون گرمایی بین دستگاه و محیط مبادله نمی‌شود دمای دستگاه هم تغییر نمی‌کند؛ زیرا مبتنی بر فهم متعارف خود، دانش‌آموز تغییر دما را منوط به مبادله گرما می‌داند

را هم در مشابهت با جریان آب، انتقال الکترون‌ها از یک نقطه سیم به نقطه دیگر تلقی می‌کند و این مقایسه، سبب کج‌فهمی در باب توصیف جریان الکتریکی می‌شود.

آموزش فیزیک: رفع کج‌فهمی‌ها و توجه به فهم متعارف:

موارد متعددی از این کج‌فهمی‌ها در فیزیک یافت می‌شوند که دبیران فیزیک، قطعاً در تجربه تدریس خود با آن‌ها مواجه بوده‌اند. در این نوشتار قصد بر آن نیست که همه این موارد برشمرده شوند؛ لازم به ذکر است در همین موارد اشاره شده، وجوه دیگری از کج‌فهمی‌های مبتنی بر فهم متعارف یافت می‌شوند که از توضیح آن‌ها صرف‌نظر شده است. در برخی نظریه‌های یادگیری، برای آنکه یادگیری معنادار شود باید میان آموخته‌های جدید و آموخته‌های پیشین دانش‌آموز ارتباط برقرار شود. با توجه به اینکه دانش‌آموزان در محیط زندگی خود تجربه‌های یادگیری داشته‌اند و همین تجارب، فهمی متعارف برای آن‌ها شکل داده است، در یادگیری مطالب جدید، توجه به این فهم متعارف و برقراری ارتباط آموزه‌های جدید با آموزه‌های پیشین اهمیت دارد. این فهم متعارف در بسیاری موارد منجر به کج‌فهمی می‌شود؛ از این‌رو برای یادگیری مطالب علمی جدید، ضروری است نسبت به این فهم متعارف شناخت پیدا کرده و ارتباط کج‌فهمی نوآموزان با آن مورد توجه قرار گیرد، تا بتوان اصلاحاتی در نگرش و فهم دانش‌آموز انجام داد. در حین این فرایند، آموخته‌های جدید با آموخته‌های پیشین مرتبط می‌شوند و یادگیری معنادارتر، پایدارتر و جذاب‌تری برای دانش‌آموز شکل می‌گیرد. در این فرایند، نقش معلم هم تغییر می‌یابد و شناخت نگرش دانش‌آموزان به موضوع‌ها و نیز شناخت کج‌فهمی‌ها و ارتباط آن با فهم متعارف آن‌ها، اهمیت بیشتری در فرایند یادگیری می‌یابد.

در این فرایند چند راهکار می‌توان ارائه کرد که در جهت آموزش و فهم بهتر علوم (از جمله فیزیک)، هم برای دانش‌آموزان و هم دبیران می‌تواند مفید واقع شود. لازم به ذکر است که در روش‌های تدریس فعال، معلم به مثابه راهنما می‌تواند زمینه مشارکت دانش‌آموز را در این فرایند یادگیری فراهم کند.

نخست، شناخت کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان، و ریشه‌یابی علت این کج‌فهمی‌ها در مباحث فیزیک.

برجسته‌سازی کج‌فهمی‌ها، و ریشه‌یابی صحیح آن‌ها، گام اول در رفع این کج‌فهمی‌ها و شکل‌گیری فهم علمی دقیق‌تر از واقعیت است.

دوم، شناخت فهم متعارف دانش‌آموزان در مورد مباحث خاص علمی.

زمینه شناخت این دو مورد (شناخت کج‌فهمی و فهم متعارف دانش‌آموزان)، با پیش‌آزمون‌ها و یا پرسش‌ها و گفت‌وگوهایی که با دانش‌آموزان ترتیب داده می‌شود فراهم خواهم شد.

سوم، برقراری و تحلیل ارتباط منطقی میان کج‌فهمی‌ها و فهم متعارف دانش‌آموزان.

معلم در امر آموزش علم بهتر است ضمن برقراری ارتباط میان کج‌فهمی‌ها و فهم متعارف دانش‌آموزان، تشریح آن را بخشی از فرایند آموزش و تدریس خود تلقی کند (در روش‌های تدریس غیرفعال)؛ یا معلم می‌تواند زمینه‌ای برای دانش‌آموز فراهم کند تا خود در فرایند تشخیص کج‌فهمی‌های خود و علل آن دخیل باشد (در روش تدریس فعال).

چهارم، رفع کج‌فهمی‌ها و اصلاح فهم پیشین و نگرش‌های قبلی دانش‌آموزان در موضوع‌های مورد بحث.

این امر، یعنی اصلاح کج‌فهمی‌ها و فهم پیشین دانش‌آموزان، موجب برقراری ارتباط میان آموخته‌های جدید و آموخته‌های پیشین می‌شود که به یادگیری معنادار می‌انجامد. این نوع یادگیری، تجربه جذابی برای دانش‌آموز ایجاد می‌کند و یادگیری پایدارتری هم خواهد بود.

پنجم، توجه دادن دانش‌آموز به اهمیت گذر از فهم متعارف به فهم علمی و نقش این گذار در تحولات و پیشرفت علوم در تاریخ علم

در این زمینه باید دانش‌آموز بفهمد که نباید یافته‌ها و مشاهدات خود را قطعی انگارد، بلکه با رویکردی علمی و تفکری نقادانه به آموخته‌های خود بنگرد. تواضع علمی می‌تواند از ثمرات این نگرش هم باشد. دانش‌آموز در این فرایند روش علمی در تبیین و استدلال را یاد می‌گیرد و آن را از سایر روش‌های دیگر که به فهم عمومی او منجر شده است متمایز می‌کند. لازم به ذکر است که فهم متعارف همواره گمراه‌کننده نیست بلکه اعتماد مطلق به آن باید کنار نهاده شود. در حوزه آموزش علوم، بهره بردن از فهم متعارف در برخی وضعیت‌ها به فهم بهتر هم کمک می‌کند. همچنین توجه دادن دانش‌آموز به این نکته که در تاریخ علم هم بسیاری از اکتشافات علمی، گذر از فهم متعارف بوده است، می‌تواند دانش‌آموز را برای رویارویی‌های بعدی با مسائل جدید مهیا سازد و نیز دانش‌آموز را با روند تحول علم آشنا سازد که تجربه‌ای جذاب برای وی خواهد بود.

جمع‌بندی

همان‌گونه که اشاره شد هدف این نوشتار برشمردن همه موارد کج‌فهمی‌ها در فیزیک نیست، بلکه بیشتر هدف این است که با معرفی چند مورد، دبیران فیزیک نسبت به اهمیت شناخت کج‌فهمی‌ها در فیزیک و ریشه آن‌ها که عمدتاً به فهم متعارف ناشی از تجربه‌های فردی برمی‌گردد، حساس‌تر شوند. گذار از فهم متعارف به فهم علمی، گذاری است که نه‌تنها برای دانش‌آموزان و نوآموزان فیزیک رخ می‌دهد، بلکه رویدادی است که در تاریخ علم هم رخ داده است؛ گویی که در این‌گونه موارد آموزش علم، مشابهتی تاریخی می‌یابد و نقش معلم هم، هرچه بیشتر به کار دانشمندان نزدیک‌تر می‌شود؛ یعنی راهنمایی دانش‌آموز برای گذر از فهم متعارف به فهم علمی از جهان.

پی‌نوشت‌ها

۱. لازم به ذکر است که این اصطلاح common sense در زمینه‌های متفاوت، می‌تواند معادل‌های مناسب دیگری بیابد؛ مثلاً عقل سلیم، فهم عامه (عمومی)، فهم متعارف، حس مشترک، درک عام و...؛ در این نوشتار هم بسته به زمینه مورد بحث، تعمداً از برخی اصطلاحات معادل هم استفاده است.

۲. برای وضوح بیشتر و کسب اطلاعات بیشتر درباره معنی اصطلاح «فهم متعارف» می‌توان به دانشنامه‌ها و فرهنگ لغت‌های معتبر مراجعه کرد. لازم به ذکر است هرچند در علم، در موارد متعددی فهم متعارف به چالش کشیده می‌شود، اما در سنت فلسفی عقل سلیم (common sense) در خیلی از موارد، به مثابه مبنایی معتبر برای استدلال‌ها مورد استفاده واقع شده است. در دوران معاصر هم جی.ای. مور G. E. Moor; ۱۸۷۳- که از فلاسفه برجسته سنت تحلیلی است از عقل سلیم به مثابه مبنایی صحیح و معتبر برای استدلال بر ضد ایده‌آلیسم بهره برده است. در این زمینه می‌توانید ر.ک به: Baldwin, Tom (2004). George Edward Moore, Stanford Encyclopedia of philiosophy; http://plato.stanford.du/entries/moore/

۳. این تعریفی مقدماتی برای جرم است و تعاریف دیگری برای جرم وجود دارد که بر مبنای نظریه‌های پس‌زمینه این مفهوم ارائه شده‌اند: جرم لختی، جرم گرانشی، جرم نسبیتی. لازم به ذکر است که هم ارزی جرم گرانشی و جرم لختی یکی از ریشه‌های اصلی نظریه نسبیت عام اینشتین است.

٤. در این زمینه می‌توانید به این کتاب مراجعه نمایید: اینشتین، آلبرت و اینفلد، لئوپولد (۱۳۷۷)، تکامل فیزیک، ترجمه احمد آرام، چاپ دوم، تهران: انتشارات خوارزمی. ص ١٤- ١٥.

٥. ر. ک کتاب تکامل فیزیک، نوشته اینشتین و لئوپولد، ص ١٤.

٦. این پرتاب در راستای قائم (حرکت یک بعدی)، حالت خاصی از حرکت پرتابی در فضای دوبعدی است.

پایستگی جرم، پایستگی انرژی و اصل برنولی

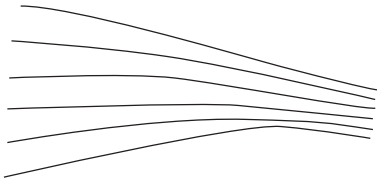
ریچارد ولفسون
ترجمهٔ آرش ظهوریان پردل

کلیدواژه‌ها: پایستگی انرژی، اصل برنولی، شاره‌ها، لولهٔ جریان، معادلهٔ پیوستگی

مقدمه

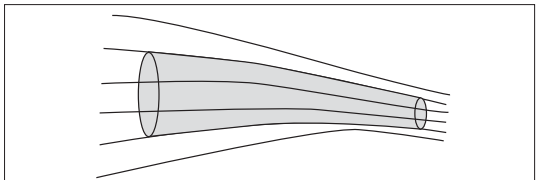
هر چند که قانون‌های پایستگی، به شاره‌ها محدود نیستند و نقش بسیار مهمی را در کل فیزیک ایفا می‌کنند، اما می‌خواهیم در اینجا به پایستگی انرژی و پایستگی جرم در شاره‌های متحرک بپردازیم و بفهمیم چگونه می‌توان این قانون‌ها را در قالب معادله‌هایی بیان کرد که به درک رفتار و ویژگی‌های شاره‌ها کمک کنند.

ابتدا، با پایستگی جرم شروع می‌کنیم. بگذاریم اول از همه مفهومی به‌نام «تونل جریان» (لولهٔ جریان) را معرفی کنم: لولهٔ جریان عبارت است از محدودهٔ باریکی در شاره. در زیر، تصویر بخشی از شارهٔ متحرکی را می‌بینیم که با خط‌های جریان نشان داده شده است:



این تصویر نشان می‌دهد که اولاً شاره به سمتِ راست جریان دارد و ثانیاً چون خطوط جریان به هم نزدیک‌تر می‌شوند، سرعت جریان شاره بیشتر می‌شود.

حال، می‌خواهیم لوله‌ای باریک و فرضی را تعریف کنیم که توسطِ خطوطِ جریان مجاور (و یا نزدیک به هم) احاطه شده است:



▲ دو خط جریان نزدیک به هم، یک تونل جریان را مشخص می‌کنند.

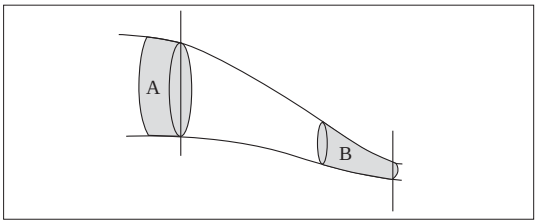
البته توجه داشته باشید که خطوطِ جریان، همه جا وجود دارند و می‌توانیم بی‌نهایت خط جریان رسم کنیم.

ما این تونلِ جریان را به اندازهٔ کافی کوچک در نظر می‌گیریم تا ویژگی‌های شاره (نظیر سرعت و چگالی و فشار) در طول تونل، تغییرات چندانی نداشته باشند.

با وجود این شاید در دو انتهای تونل تفاوت‌هایی در ویژگی‌های شاره وجود داشته باشد.

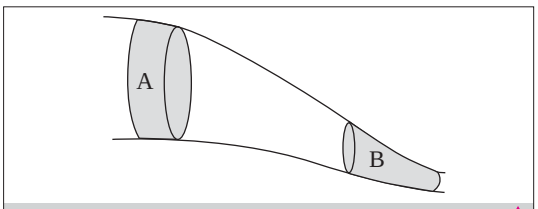
فکر نکنید لوله‌ای واقعی در شاره قرار داده‌ایم. تونل جریان، صرفاً یک سطح ریاضی و دلخواه است. اما چون شاره، در طول خط‌های جریان جاری است و هیچ شاره‌ای در راستای عمود بر این سطح فرضی، جریان ندارد می‌توانید به نوعی همان تصور لولهٔ واقعی (و البته کاملاً بدون اصطکاک) را نسبت به آن داشته باشید.

در شاره‌های پایا، آهنگِ ورود شاره به این تونل جریان، با آهنگ خروج شاره از آن، برابر است. تصویر زیر، بخش کوچکی از شاره را درست به هنگام ورود به تونل جریان نشان می‌دهد:



بخشB نیز نشان‌دهندهٔ قسمتی از شاره، درست در لحظهٔ خروج از تونل، است. چون تونل در قسمت خروجی، باریک‌تر می‌شود، بخشB، از نظر طولی، فضای بیشتری را دربر می‌گیرد.

ما فرض را بر این گذاشته‌ایم که این دو جزء شاره (A و B)، جرم یکسانی دارند و این، به‌دلیل پایا بودن شاره است: هر قدر شاره در مدت یک ثانیه وارد تونل شود، همان‌قدر شاره (در همان زمان) از تونل خارج می‌شود.

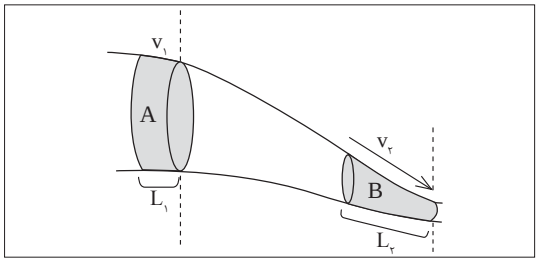


▲ چون این دو قسمت شاره جرم یکسانی دارند، زمان برابری را برای ورود به تونل و خروج از آن صرف می‌کنند.

اگر چنین اتفاقی نمی‌افتاد، دیگر با شارهٔ «پایا» سروکار نداشتیم. جرم این اجزای شاره (Aیا B) با چگالیρ و سطح مقطع A و طول L از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$m = \rho LA$$

ρ و L و A ممکـن اسـت، در دو انتهای تونـل جریان، با هم متفاوت باشند. این اجزای شاره، با سرعت v حرکت می‌کنند (v_1 و v_2) و چون ممکن است سرعت در دو انتهای تونل جریان متفاوت باشد، طول‌های این دو جزء شاره (جزء در حال ورود و جـزء در حال خروج) عبارت خواهند بـود از حاصل ضرب سـرعت‌ها در مدت زمانی که هر جزء از شـاره تونل را ترک می‌کند و یا وارد آن می‌شود:



تـا اینجا، تمام کمیت‌ها را بدون اندیس نوشـته‌ایم، چرا که این کمیت‌هـا برای هر یک از دو انتهـای تونل جریان به‌کار می‌روند. بنابراین می‌توانیم جرم هر یک از اجزای شاره را (A یا B) به‌صورت زیر بنویسیم:

$$m=\rho Av\Delta t$$

مجـدداً تکرار می‌کنم کـه این عبارت برای هـر یک از دو انتهـای تونل به‌کار می‌رود و جرم‌هـای دو جزء A و B با هم برابرنـد، بدون توجه به اینکه چگالی و مسـاحت و سـرعت ممکن است تغییر کنند.

رابطـهٔ بالا را می‌توان برای جزء در حال ورود (۱) و جزء در حال خروج (۲) بازنویسی کرد:

$$\rho_1 A_1 v_1 \Delta t=\rho_2 A_2 v_2 \Delta t$$

از طرفی، زمان ورود با زمان خروج یکسـان اسـت، چون با شارهٔ پایا سروکار داریم، پس:

$$\rho_1 A_1 v_1=\rho_2 A_2 v_2$$

پس، کمیـت ρAv، در طول تونل جریان، ثابت خواهد ماند و این، بدان معناست که در یک شارهٔ پایا جرم پایسته خواهد ماند.

***

معادلهٔ بالا، «معادلهٔ پیوستگی» نامیده می‌شود. در فیزیک، تعدادی معادلهٔ پیوسـتگی داریم که این معادله‌ها، پایستگی برخی کمیت‌های پایسته را نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال، در الکترومغناطیس هم با معادلهٔ پایستگی سروکار داریم.

$$\nabla.j=\frac{\partial \rho}{\partial t}$$

که بیانگر پایستگی بار الکتریکی است. در اینجا نیز، معادلهٔ پایسـتگی نشـان‌دهندهٔ پایستگی جرم اسـت (در این مورد، پایستگی جرم در شاره‌های متحرک):

مقداری ثابت، در طول تونل جریان= ρAv

یـکای عبارت ρAv کیلوگرم بر ثانیه خواهد بود و در نتیجه مقـدار آن را، کـه ثابت خواهد بود، می‌تـوان «آهنگ جریان جرم» تلقی کرد. یعنی در هر نقطه از تونل جریان، آن مقدار کیلوگـرم، در واحد زمان، عبور خواهد کـرد و این مقدار در طول تونل تغییر نخواهد کرد.

چون امکان متراکـم کردن مایعات وجود نـدارد (در مایعات نزدیک‌تر کردن مولکول‌ها به یکدیگر تقریباً غیر ممکن اسـت) بنابرایـن چگالی ثابت خواهـد بود. این ویژگـی در مورد گازها نیز در سـرعت‌های کمتر از سـرعتِ صوت تقریباً برقرار است. به‌عبارت دیگر، در سرعت‌هایی که به اندازهٔ کافی از سرعت صوت کوچک‌ترند، گازها رفتاری مشابه مایعات از خود بروز می‌دهند.

به همیـن دلیل، می‌توانیـم کمیت چگالـی را از دو طرفِ معادلـه حذف کنیم و به عبارت ثابـت دیگری (در طول یک تونل جریان) برسیم:

مقداری ثابت در طول تونل= Av

یکای این عبارت، متر مکعب بر ثانیه است که می‌توان آن را به «آهنگ جریان حجم» تعبیر کرد.

****

حـال، بـه پایسـتگی انـرژی در شـاره‌های متحـرک پایا می‌پردازیم:

هنگامی که از پایستگی انرژی سخن می‌گوییم از اصطکاک یـا هر چیزی کـه به کاهش انرژی شـاره بینجامد صرف‌نظر می‌کنیم. در ضمن، فرض می‌کنیم هیچ‌گونه پمپ (که بخواهد به انرژی شاره بیفزاید) یا توربینی (که بخواهد انرژی را از شاره خارج کند) در کار نیست.

می‌خواهیم به معادله‌ای دسـت یابیم که پایسـتگی انرژی در شاره‌ها را نشان دهد. این معادله، «معادلهٔ برنولی» نامیده می‌شود.

مجدداً کارمان را با یک تونل جریان آغاز می‌کنیم: در تصویر زیر، خط‌های جریان را رسـم نکرده‌ام و صرفاً تونل جریانی را نمایش داده‌ام که تا ارتفاع Δy بالا آمده است:

قطعـه‌ای از شـاره، کـه در انتهای سـمت چپ مشـاهده می‌کنید، دارای سطح مقطع A_1 است و فشار P_1 به آن اعمال شده است، و با سرعت v_1 وارد می‌شود. توجه داشته باشید که این اجزای وارد و خارج شـده، هر دو جزئی از «یک» شـاره محسوب می‌شوند.

می‌خواهیم بدانیم در جریان حرکتِ این بخش از جریان (قطعهٔ مزبور) از یک انتها به انتهای دیگر، چه مقدار کار انجام می‌گیرد.

به‌منظور پاسـخ به این پرسـش، از قضیهٔ کار و انرژی بهره می‌گیریم که می‌گوید:

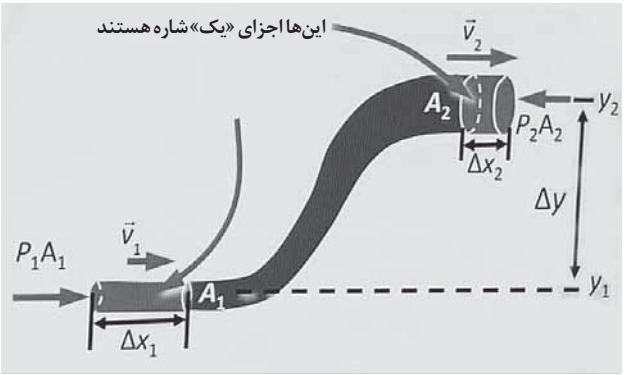
تغییر در انرژی جنبشـی یک جسـم برابر اسـت با کاری که بر آن جسم انجام می‌گیرد.

بنابراین، بـرای تحلیل این مورد نسـبتاً پیچیدهٔ مرتبط به شاره‌ها، از فیزیک نیوتونی بهره می‌گیریم:

کار= نیرو× مسافت

وارد می‌شود: $P_1A_1\Delta X_1$

خارج می‌شود: $-P_2A_2\Delta X_2$



توجه کنید که از طرف شارهٔ خارجی، فشاری به انتهای دیگر وارد می‌آید و به همین دلیل، کار انجام شده بر شاره منفی‌ست.

در حین صعودِ شاره به ارتفاع بیشتر، نیروی گرانی، که به‌سوی پایین اعمال می‌شود، کار منفی انجام می‌دهد و ما، در مقابل کار نیروی گرانی، ناگزیر به انجام کار مثبت هستیم:

کار انجام شده توسط گرانی:

$$-mg\Delta y = -mg(y_2-y_1)$$

پرسش ما کماکان به‌جای خود باقی‌ست: چقدر کار انجام می‌شود؟

هر یک از کارهای زیر در انجام کار کلی سهم دارند:

۱. کار ورودی ناشی از فشار: $P_1A_1\Delta X_1$

۲. کار خروجی ناشی از فشار: $P_2A_2\Delta X_2$

۳. کار انجام شده توسط گرانی: $-mg(y_2-y_1)$

بنابراین، در حین حرکت جزء شاره، در تونل جریان، کار برآیند وارد بر آن عبارت است از حاصل جمع سه عامل بالا که دو تا از آن‌ها علامت منفی دارند.

$$P_1A\Delta X-P_2A\Delta X- mg(y_2-y_1)$$

از طرفی، تغییر انرژی جنبشی عبارت است از تفاضل انرژی جنبشی در ابتدا و انتهای تونل جریان:

$$\frac{1}{2}mv_2^2- \frac{1}{2}mv_1^2$$

قضیهٔ کار- انرژی به ما می‌گوید کار برآیند انجام شده، برابر تغییر انرژی جنبشی خواهد بود:

$$P_1A\Delta X-P_2A\Delta X-mg(y_2-y_1)=\frac{1}{2}mv_2^2- \frac{1}{2}mv_1^2$$

چون شاره متراکم نمی‌شود، بنابراین حجم آن تغییر نخواهد کرد و می‌توانیم عبارت $A\Delta X$ (حجم) را از دو طرف تساوی حذف کنیم. هر چند که «شکل» شاره ممکن است تغییر کند:

$$P_1-P_2-\rho g(y_2-y_1)= \frac{1}{2}\rho v_2^2- \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

با اندکی تغییر به عبارت زیر می‌رسیم:

$$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2+\rho gy_1= P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2+\rho gy_2$$

هم ارز آن، می‌توان گفت که در طول تونل جریان، عبارت زیر ثابت خواهد بود.

$$P+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gy = \text{ثابت}$$

معادلهٔ برنولی بیانگر پایستگی انرژی در شاره‌های متحرک است.

بیایید تک‌تکِ عبارات معادله مزبور را بررسی کنیم:

در طول تونل ثابت خواهد بود $P=\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gy =$

عبارت دوم، به روشنی، شبیه انرژی جنبشی است بر حجم تقسیم شده. در نتیجه، می‌توان آن را **چگالی انرژی** نامید.

عبارت سوم، شبیه انرژی پتانسیل است که آن هم بر حجم تقسیم شده است (چرا که به‌جای جرم (m)، با چگالی (ρ) مواجه‌ایم. پس آن نیز **چگالی انرژی** است.

عبارت نخست، یعنی فشار نیز معیاری برای اندازه‌گیری چگالی انرژی درونی است که این انرژی درونی، به حرکات مولکول‌های شاره مربوط است).

با وجود ثابت ماندن کمیت $P+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gy$ در طول تونل، هر یک از اجزای آن (P, $\frac{1}{2}\rho v^2$ و ρgy) به تنهایی قابل تغییرند. در ضمن، تأکید می‌کنم که کمیت مزبور، تنها در طول «یک» تونل جریان ثابت است و ممکن است از یک تونل به تونل دیگر، تغییر کند.

گاهی با مواردی سروکار داریم که در آن‌ها تغییر ارتفاع وجود ندارد (مانند لوله‌ای که به‌طور افقی قرار داده شده است و یا رودی که به‌صورت افقی جریان می‌یابد).

هنگامی که تغییر ارتفاع وجود نداشته باشد می‌توانیم عبارت ρgy را حذف کنیم. در این‌صورت، معادلهٔ مزبور به این شکل تعریف می‌شود:

حاصل جمع چگالی انرژی درونی(P) و چگالی انرژی جنبشی $\frac{1}{2}\rho v^2$ برابر مقداری ثابت خواهد بود.

این واقعیت که حاصل جمع فشار و کمیتی شامل سرعت، مقداری است ثابت «اثر برنولی» نامیده می‌شود.

عبارت بالا، در واقع بیان می‌کند که در یک تونل جریان، هر جا که فشار کمتر است سرعت بیشتر خواهد بود و برعکس. این توصیف را تحت عنوان اصل برنولی می‌شناسیم:

اصل برنولی

در یک تونل جریان، با افزایش سرعت شاره، فشار درونی آن کاهش می‌یابد و برعکس.

غالباً از این اصل سوء برداشت می‌شود:

مواظب باشید!

اصل برنولی تنها زمانی معتبر و صحیح است که در طول فقط «یک تونل جریان» حرکت کنیم. نه آنکه فشار در یک تونل زیاد باشد و تصور کنیم سرعت در تونلی دیگر کم خواهد بود!

مرجع

Richard Wolfson, Physics and Our Universe (Fluid Dynamics), The Great Courses, 2011

طرح درس مبتنی بر روش مندی فلسفی

خدیجه حسن بیک‌زاده

چکیده

رابطـهٔ بین آموزش علـوم و فلسـفه تعلیم‌وتربیت موضوع بسیاری از مباحث گسترده فلسفی و پژوهشی است، اما از این حیث به رابطه میان آموزش علوم و فلسفه علم کمتر پرداخته شده اسـت. در باب تعامل آموزش علوم به‌ویژه علوم طبیعی و فلسفه علم کمتر آثار معتبر و یا متنابهی می‌توان یافت. در واقع، فقر منابع در این زمینه موجب شـده اسـت تا افراد در بهترین حالت، به فلسفه علم به‌عنوان یک حوزه نظری بنگرند تـا یک حوزه عملی و کاربـردی. در حالی‌که همه معلمان در فراینـد تدریس خود ناآگاهانه از آن بهره‌های زیادی می‌برند. تبیین فلسـفه علم و جایگاه بایسـته آن در آموزش‌وپرورش گامی اساسـی اسـت که از یک‌سو، نقش برجسـته آن را در تعلیـم دانش‌آموختـگان نشـان می‌دهـد و از سـوی دیگر، چارچـوب کاربرد و اسـتفاده از قوانیـن را در ارتقای رویکرد هستی شناختی دانش‌آموختگان در کنار فعالیت‌های عملیاتی در حوزه ادراکات حسـی به نمایش می‌گذارد. این مهم همان روش درسـت تعامل فلسـفه علم و آموزش علوم است. یکی از مهم‌تریـن موضوع‌هایی که در فلسـفه علم به آن پرداخته می‌شود بحث تاریخ علم است که آن‌هم چنانکه خواهیم دید اثرات و نتایج ارزشمندی در امر آموزش به همراه دارد. در این جستار بر آنیم تا گوشه‌هایی از این تعامل‌ها را نشان دهیم.

کلیدواژه‌ها: تاریخ علم، فلسفهٔ علم، آموزش علوم

فلسفه علم و آموزش

بی‌شـک یک آمـوزش مطلوب بر یک طرح درس مناسـب استوار است طرح درسـی که با «اهداف» آغاز و با «ارزیابی» به پایان می‌رسـد. ما در اینجا دست‌کم با یک پرسش اساسی روبه‌رو هسـتیم که نقش فلسفه علم در مراحل مختلف طرح درس چیست؟ در پاسخ می‌گوییم که فلسفه علم طرح درس جامع‌تـر یا کلی‌تری اسـت که طرح درس‌های آموزشـی در الگوهای مختلفی همانند تعاملی، اکتشافی، استقرایی و... را در خود جای می‌دهد. برای رساندن منظور کافی است یک نمونه طـرح درس را مورد واکاوی قرار دهیم. فرض بگیرید، موضوع تدریس «جریان همرفتی» در کتاب فیزیک ۲ باشـد. حال با در نظر گرفتن هر دو طرح درس و مقایسه آن‌ها با هم اهمیت زمینه فلسفی در تدریس بیش از پیش نمایان می‌شود.

طرح درس با زمینه فلسفی

ردیف	گام‌ها	اصول	حیطه کاربرد
۱	اصول فلسفی (متافیزیکی) پیش از تجربه و فرضیه‌سازی	اصل شناخت‌پذیری طبیعت	معلم باید به دانش‌آموزان بیاموزد که: ۱. طبیعت به‌وسیله ادراکات ما قابل شناخت است. ۲. هیچ پدیده‌ای تصادفی و اتفاقی نیست. ۳. هیچ پدیده‌ای بدون علت نیست. ٤. مشاهده سرآغاز تجربه است، اما تنها راه شناخت نیست. ۵. ما به کمک ادراکات حسی و قدرت عقلی می‌توانیم پدیده‌ها را تبیین کنیم.
		اصل علیت	
۲	آموزش مفاهیم به کمک تجربه و آزمایش	مشاهده	معلم باید با استفاده از روش عملیاتی و به کمک استقرا، قیاس، پیش‌فرض‌ها، اندازه‌گیری (در صورت نیاز) دانش‌آموزان را به تبیین پدیدارها رهنمون شود.
		فرضیه‌سازی	
		تکرارپذیری و تصدیق و پیش‌بینی	
		نظریه‌سازی (شامل بیان قوانین و شرایط اولیه)	
۳	اصول فلسفی (متافیزیکی) پس از تجربه	اصل یکنواختی طبیعت	معلم باید به دانش‌آموزان بیاموزد که: این دو اصل لازمه وجود نظام در عالم هستی است. یعنی با همان شرایط اولیه و بدون وجود خطا، طبیعت تخلف‌ناپذیر خواهد بود. اگر تخلفی رخ دهد در نتیجه تجربیات بشری است همانند خطاهایی که در آزمایش‌ها به‌وجود می‌آید.
		اصل ضرورت علی	

طرح درس آموزشی با زمینه فلسفی

ردیف	گام‌ها	اصول	حیطه کاربرد
۱	اصول فلسفی (متافیزیکی) پیش از تجربه و فرضیه‌سازی	اصل شناخت‌پذیری طبیعت	معلم باید به دانش‌آموزان بیاموزد که: ۱.فرایند همرفت به کمک مشاهده و استنباط و مبتنی بر پیش‌فرض‌های علمی گذشته (مولکول ـ چگالی و...) قابل تبیین است. ۲. پدیدهٔ همرفت و پخش پودر پرمنگنات یا جوهر در آب تصادفی نیست. ۳. پدیده همرفت بدون علت نیست. آثار حاکی از تغییر یک پدیده نشان‌دهنده عامل یا عواملی است. رنگین شدن آب علتی دارد. هرچند که عامل آن قابل مشاهده نیست. این عامل ناپیدا مولکول‌ها هستند که در برخورد با یکدیگر در ظرف پخش می‌شوند.
		اصل علیت	
۲	آموزش مفاهیم به کمک تجربه و آزمایش	مشاهده	معلم باید با استفاده از روش عملیاتی و به کمک استقرا، قیاس، پیش‌فرض‌ها، اندازه‌گیری (در صورت نیاز) دانش‌آموزان را به تبیین پدیدارها رهنمون شود. ۱. اگر پرمنگنات در آب ریخته شود چه اتفاقی می‌افتد؟ ۲. مشاهده می‌شود که آن حل می‌گردد و سرانجام همه آب رنگین می‌شود. ۳. با استدلال بیان کنید که چرا حل می‌گردد و نه اتفاق دیگر. ٤. آزمایش تکرار می‌شود با همان ماده و دما و ظرف و نتایج یکسان به‌دست می‌آید. چه نتیجه‌ای در همه آن‌ها تکرار می‌شود؟ چه عواملی مرتبط و چه عواملی نامرتبط شمرده می‌شوند. ۵. اگر با همان شرایط اولیه تکرار شود اما نتیجه تغییر کند این نشانه چیست؟ خطای نظریه یا خطای آزمایشگر؟ ٦. تصدیق نظریه یا قانون
		فرضیه‌سازی	
		تکرارپذیری و تصدیق و پیش‌بینی	
		نظریه‌سازی (شامل بیان قوانین و شرایط اولیه)	
۳	اصول فلسفی (متافیزیکی) پس از تجربه	اصل یکنواختی طبیعت	معلم باید به دانش‌آموزان بیاموزد که: براساس وجود نظم در عالم هستی این فرایند همرفت با همان شرایط اولیه و بدون وجود خطا، تخلف‌ناپذیر خواهد بود یعنی قانون دربرگیرنده آن به زمان و مکان خاصی تعلق ندارد به‌طور مثال در هر مکانی با افزایش دما فرایند همرفت سریع‌تر انجام می‌گیرد. در غیر این‌صورت باید به‌دنبال خطا در یکی از مراحل تجربی بود و نه قوانین طبیعت.
		اصل ضرورت علی	

معلم بر طبق روش‌شناسی فلسفی علاوه بر اینکه قدرت خلاقیت دانش‌آموزان را بر مبنای ادراک عقلی افزایش می‌دهد به آن‌ها می‌آموزد که چه چارچوبی برای استدلال پدیده‌های طبیعت برگزینند. اینکه آیا همه نتایج مطابق با انتظارات ما است یا نه و اگر نبود چه روشی دربرگیریم؟ آیا همواره علت‌ها مشاهده می‌شوند و این مشاهدات هستند که بایدها و نبایدها را مشخص می‌کنند؟ آیا اصول عقلی و نظریات، مشاهدات را هدایت می‌کنند؟ و... بنابراین طرح درس مبتنی بر روش‌شناسی فلسفی مکملی برای طرح درس آموزشی محسوب می‌شود.

طرح درس (روزانه) آموزشی با رویکرد تعاملی

ردیف	گام‌ها	انتظارات
۱	هدف کلی	آشنایی با جریان همرفتی
	اهداف جزئی	دانش‌آموزان در فرایند آموزش باید: ۱. مفهوم جریان همرفتی را درک کنند. ۲. مفهوم حرکت مولکولی را درک کنند. ۳. این را بدانند که جریان‌های همرفتی به چه عواملی بستگی دارد. ٤. جریان همرفتی را از سایر مواد تشخیص دهد. ۵. علت رنگین شدن آب بعد از ریختن قطره جوهر را بیان کنند.
	اهداف رفتاری	پس از پایان آموزش از دانش‌آموزان انتظار می‌رود بتوانند: ۱. با توجه به مطالب تدریس‌شده جریان همرفتی را در یک جمله تعریف کنند. (حیطه شناختی ـ دانش) ۲. انواع جریان‌ها را تشخیص دهند. (حیطه شناختی ـ درک و فهم) ۳. فرایند پخش را تشخیص و مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. (حیطه شناختی ـ درک و فهم) ٤. فرایند پخش را تعریف کند. (حیطه شناختی ـ دانش) ۵. دو جریان همرفتی مختلف را با هم مقایسه کنند. (حیطه شناختی ـ تحلیل) ٦. کاربردی از آن را در زندگی بیان کنند. (حیطه شناختی ـ کاربرد) **پیش‌بینی رفتار ورودی** از دانش‌آموزان انتظار داریم برای شروع درس جدید: ۱. بامفاهیم مولکول و چگالی آگاه باشند. ۲. بتوانند مثالی از طبیعت در پخش ارائه دهند. ۳. آگاه باشند که مایعات دارای مولکول‌های روان هستند.
۲	فعالیت‌ها	**فعالیت معلم:** آغاز فعالیت با نام خدا ـ ایجاد انگیزه ـ احوال‌پرسی ـ حضور و غیاب **فعالیت دانش‌آموزش:** پاسخ عاطفی و توجه به معلم **فعالیت معلم:** معرفی درس جدید ـ بیان هدف و انتظارات از دانش‌آموزان ـ ایجاد پرسش اجرا: ۱. آموزش مفهوم همرفتی به روش سخنرانی ۲. آموزش مفهوم همرفت به روش آزمایش ۳. آموزش مفهوم همرفت به روش قیاس ٤. بیان حداقل یک کاربرد **فعالیت دانش‌آموزان:** شرکت فعالانه در کلاس ـ شرکت در بحث و تعامل **روش تدریس:** سخنرانی ـ تعامل **ابزار:** کتاب درسی ـ گچ و تابلو ـ پاورپوینت ـ ابزار آموزش **حیطه** (عاطفی ـ دریافت ـ توجه)
۳	ارزیابی	**ارزشیابی مستمر:** **فعالیت معلم:** نظارت بر انجام آزمایش توسط دانش‌اموزان و پرسش در حین تدریس از هر گروه **فعالیت دانش‌آموزان:** (کاوش پیرامون آزمایش). از هر گروه خواسته می‌شود با استفاده از دو نمونه موجود، آزمایش را انجام دهند **روش تدریس:** انجام آزمایش ـ همیاری **ابزار:** لیوان پر از آب و پودر پرمنگنات و جوهر و شعله **حیطه** (شناختی ـ دانشی ـ کاربردی) **ارزشیابی پایانی:** **فعالیت معلم:** مطرح کردن پرسش از هر گروه و امتیاز دادن (پیوست۳) **فعالیت دانش‌آموزان:** در پایان تدریس دانش‌آموزان باید بتوانند به پرسش‌های زیر پاسخ دهند: ۱. جریان همرفتی به چه جریانی گفته می‌شود؟ **حیطه** (شناختی ـ دانشی) ۲. هنگامی که قطره جوهری در آب ریخته می‌شود چه اتفاقی می‌افتد و چرا؟ این فرایند چه نام دارد؟ اگر آب را گرم کنیم چه اتفاقی می‌افتد و چرا؟ یک ویژگی تأثیرگذار بر آن را بیان کنید؟ **حیطه** (شناختی ـ کاربرد) ۳. چه عواملی بر آن تأثیر ندارند؟ ٤. جریان همرفتی چه تأثیری در زندگی ما دارد؟ **حیطه** (عاطفی ـ ارزش‌گذاری)

اندازه‌گیری ضریب شکست مایعات

سیدمهدی میرفتحی
دانشجوی دکترای فیزیک دانشگاه مازندران

مقدمه

تقریباً نیمی از نخستین تجربهٔ شاگردان از فیزیک دورهٔ دبیرستان، به مبحث نـور برمی‌گردد، به‌طوری که شـاگردان بارها با مفهوم ضریب شکست مواد شفاف اعم از مایعات و تیغه‌های شفاف روبه‌رو می‌شـوند. در این مقاله گزارش سه آزمایش ساده و در عین حال آموزنده برای اندازه‌گیری ضریب شکسـت آب ارائه شده است. این آزمایش‌ها در ابتدای سال تحصیلی ۹۴-۹۳ به همراه دانش‌آموزان نام بردهٔ بالا به انجام رسید. این دانش‌آموزان تازه با دقت اندازه‌گیری آشـنا شـده بودند، البته در سال تحصیلی گذشـته هم با مفهوم ضریب شکست آشنا شده بودند. در این آزمایش‌ها استفاده از ابزار اندازه‌گیـری دقیقی همچون کولیس درک آن‌ها را از مفهوم دقت اندازه‌گیری ضریب شکست افزایش داد.

کلیدواژه‌ها: شکست نور، بازتاب نور، ضریب شکست، عمق ظاهری

آزمایش ۱. اندازه‌گیری ضریب شکست آب به‌وسیلهٔ لیزر

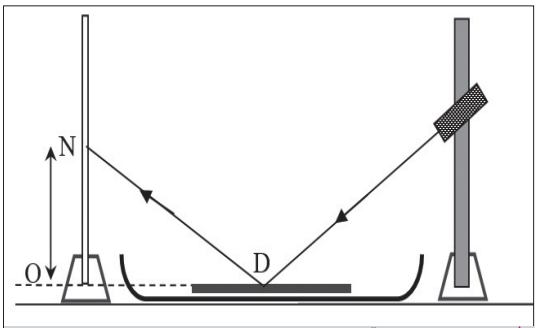
وسایل لازم

- لیزر
- آویز (جهت ثابت نگاه داشتن لیزر)
- آینهٔ تخت
- ظرف کوچک
- صفحهٔ سفید (به‌عنوان پرده)
- خط‌کـش (در این آزمایش ما از خط‌کـش با دقت ۰/۱ cm استفاده کرده‌ایم)

در این آزمایش با استفاده از مفهوم شکست نور، چه در هنگام ورود بـه داخل مایع و چه در بازتابش نور از سـطح آینهٔ تخت، ضریب شکست مایع (در اینجا آب) اندازه‌گیری می‌شود.

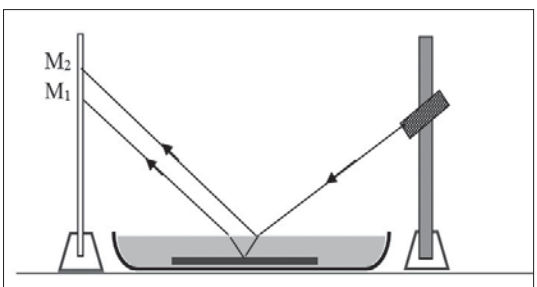
روش اندازه‌گیری

در ابتـدا، مطابـق تصویر ۱، آینهٔ تخت کوچکـی را درون ظرف به‌صورت افقی قرار می‌دهیم. سـپس لیزر دستی را در بازوی آویز قـرار داده و با تغییر جهت، آن را با زاویه‌ای دلخواه به سـطح آینهٔ درون ظرف می‌تابانیم، تا شـاهد نقطه‌ای نورانـی بر روی پرده‌ای باشیم که به موازات آویز لیزر در سمت مقابل ظرف به‌صورت قائم قـرار داده‌ایم. این نقطهٔ نورانی، که آن را با N مشـخص می‌کنیم، ناشی از بازتاب پرتو برخوردی از لیزر به سطح آینه است.



تصویر ۱. پارامترهای آزمایش شمارهٔ ۱

سـپس بدون اینکه در چیدمان وسایل تغییری دهیم، به آرامی کمی آب درون ظرف می‌ریزیم. میزان این آب باید به حدی باشد که سطح آن فقط چند میلی‌متر از سطح آینه بالاتر قرار بگیرد. در این حالت مجدداً لیزر را روشن می‌کنیم. این بار شاهد دو نقطهٔ روشن کاملاً واضح بر روی سطح پرده خواهیم بود (تصویر ۲)، که باید آن‌ها را نیز همچون نقطهٔ N نام‌گذاری و نشانه‌گذاری کنیم. نقطهٔ روشن بالاتر را M_2 نام‌گذاری می‌کنیم. این نقطهٔ روشـن ناشی از بازتابش پرتو نور لیزر از سطح آب است. نقطهٔ نورانی پایین‌تر را M_1 می‌نامیم، که ناشی از پرتو نور لیزری است که پس از شکسته شدن در عبور از سطح آب، به آینه برخورد کرده و مجدداً بازتابیده می‌شود.



تصویر ۲. چیدمان آزمایش شمارهٔ ۱ پس از ریختن آب در ظرف

برای به‌دسـت آوردن ضریب شکست آب، علاوه بر اینکه نیاز به اندازه‌گیـری فواصل لکه‌های نورانی از یکدیگر (M_2M_1 و NM_2) داریـم، باید فاصلهٔ پای پرده از نقطهٔ برخـورد لیزر با آینه (OD) و همچنین فاصلهٔ عمودی نقطهٔ N از سـطح آینـه (ON) را نیز به‌دست آوریم.

بـا قرار دادن مقادیر پارامترهای مذکـور در رابطهٔ زیر می‌توانیم ضریب شکست آب را به‌دست آوریم [۱]:

اشاره

این آزمایش‌ها باهمـــــکاری دانش‌آموزان زیر از دبیرستان شهید میرباقری رامسر در پژوهش‌سرای دانش آموزشی فرید این شهرستان به انجام رسیده است: فرزان پلاسعیدی، نیما رستگار، رامتین مقدس، محمدکاظم ناصح، امیرمحمد نراقی و فرحان نیاستی

$$n = \frac{\sin(\tan^{-1}(\frac{OD}{ON}))}{\sin(\tan^{-1}(\frac{M_2M_1}{M_2M_1}\frac{OD}{ON}))}$$

متوسط مقادیر اندازه‌گیری شده توسط دانش‌آموزان (تصویر ۳) در این آزمایش، پس از سه بار تکرار، جهت کاهش خطاهای ناشی از آزمایشگر به شرح جدول زیر است:

جدول ۱. مقادیر آزمایش ۱

OD	۲۹/۰ cm	M_2M_1	۱/۲ cm
ON	۱۶/۵ cm	NM_1	۲/۴ cm
$n = ۱/۳۱۷ \approx ۱/۳۲$			

تصویر ۳. شاگردان در حال انجام آزمایش شمارهٔ ۱

آزمایش ۲. اندازه‌گیری ضریب شکست آب به‌وسیلهٔ لیوان، مداد و خط‌کش!

وسایل لازم

- بشر یا هر لیوان شیشه‌ای نازک دیگری
- کمی مقوا برای درست کردن درپوش ظرف
- تیغ یا قیچی برای برش مقوا
- مداد
- چسب نواری
- خط‌کش

در این آزمایش می‌خواهیم به اندازه‌گیری ضریب شکســت آب بپردازیم. شاگردان در مشاهدات خود بارها، شکسته شدن ظاهری مداد فرورفته در آب را تجربه کرده‌اند. اما در اینجا با دانستن تعریف ضریب شکست نور آن را در آب اندازه‌گیری خواهند کرد.

روش اندازه‌گیری

ابتدا، مطابق تصویر ٤، بشر را تقریباً به میزان دوسوم حجم آن از آب پر می‌کنیم. ســپس مقوا را به میزانی که پوشش‌دهندهٔ سطح بالایی بشر باشد برش می‌دهیم، به‌گونه‌ای که همچون یک درپوش برای آن عمل کند.

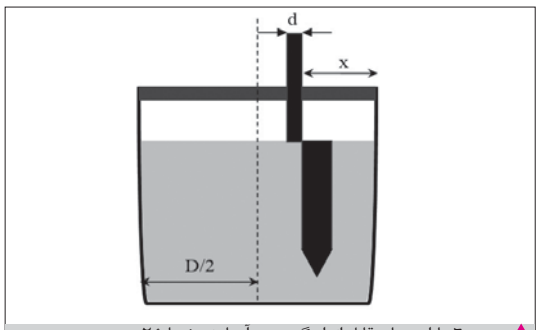
تصویر ٤. چیدمان آزمایش شمارهٔ ۱

در ادامــه برای اینکه بتوانیم مداد را درون آب بشــر فرو ببریم و عمودی نگه داریم، به اندازهٔ ضخامت مداد، از کنارهٔ درپوش تا میانهٔ آن را بــا قیچی یا تیغ برش می‌دهیم و خالی می‌کنیم (به‌صورتی که گویی یک ریل برای عبور مداد بر روی مقوا ساخته‌ایم) در این هنگام درپوش را با چسب نواری بر روی بشر محکم می‌کنیم. سپس بشــر را بر روی سطحی افقی قرار می‌دهیم و مداد را نیز به‌صورت عمودی در میانهٔ ظرف نگه می‌داریم. در این حالت قسمت غوطه‌ور مداد اندکی ضخیم‌تر از قسمت بیرون از آب مشاهده می‌شود. حالا به آرامی و بادقت مداد را به همان صورت قائم به‌سمت کناره بشر جابه‌جا می‌کنیم. این کار را تا جایی ادامه می‌دهیم که بخش بیرون از آب و بخش داخل آب مداد کاملاً از یکدیگر جدا شوند. این لحظه را ناظری تشخیص می‌دهد که به‌صورت افقی در راستای سطح آب بدان می‌نگرد.

تصویر ٥. شاگردان در حال انجام آزمایش شمارهٔ ۲

در ایــن حالت با توجه به تصویر ٦، فاصلهٔ افقی بخشــی از مداد را، که خارج از ســطح آب قرار دارد، از دیوارهٔ بشر (X) اندازه‌گیری می‌کنیم.

در این روش برای به‌دســت آوردن ضریب شکست آب باید قطر بشر (D) و ضخامت مداد (d) را نیز اندازه‌گیری کنیم. برای این کار در این آزمایش از کولیس با دقت ۰/۰۲ mm استفاده شده است.



تصویر ٦. پارامترهای قابل اندازه‌گیری در آزمایش شمارهٔ ۲

با قرار دادن مقادیر فوق در رابطهٔ زیر می‌توانیم ضریب شکســت آب را به‌دست آوریم [۲].

$$n = \frac{\frac{D}{2} - X}{\frac{D}{2} - X - d}$$

متوسط مقادیر اندازه‌گیری شده توسط شاگردان من در این آزمایش پس از سه بار تکرار اندازه‌گیری (جهت کاهش خطاهای شاگردان) به شرح جدول زیر است:

جدول ۲. مقادیر آزمایش ۲

X	۱۳/۰۰ mm	$n = ۱/۳۰۶ \approx ۱/۳۱$
D	۱۲۰/۰۲ mm	
d	۱۱/۰۴ mm	

آزمایش ۳. اندازه‌گیری ضریب شکست آب به‌وسیلهٔ خط‌کش!

وسایل لازم

- ظرف شیشه‌ای (ظرفی بزرگ مانند آکواریوم بهترین انتخاب است)
- یک برگ مقوای ضخیم
- خط‌کش

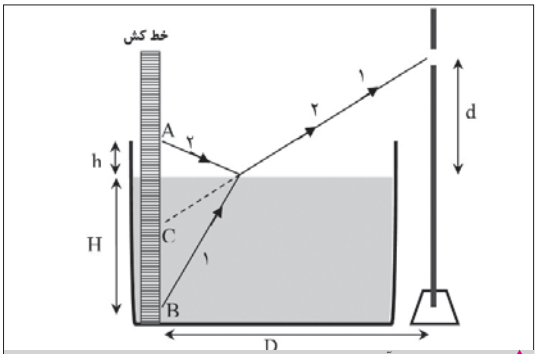
در این آزمایش با یاری گرفتن از مفهوم شکست نور و عمق ظاهری می‌خواهیم به اندازه‌گیری ضریب شکست آب بپردازیم.

روش اندازه‌گیری

ابتدا مطابق تصویر ۷ ظرف را از آب پر می‌کنیم، سپس خط‌کشی را به‌صورت عمودی در یک سوی آن داخل ظرف و در کنار دیوارهٔ آن ثابت نگاه می‌داریم. در سمت مقابل آن مقوایی را که درون آن حفره‌ای با قطر حدوداً ۲ میلی‌متر ایجاد کرده‌ایم به‌صورت قائم نگاه می‌داریم، طوری که از حفرهٔ ایجاد شده بتوانیم شاهد مقادیر درج شده بر روی خط‌کش باشیم.

تصویر ۷. شاگردان در حال آزمایش شمارهٔ ۳

در ادامه، مطابق تصویر ۸، از درون حفره می‌توانید در زیر سطح آب درون ظرف، دو ردیف خط‌کش ببینید که یکی ناشی از شکست نور و دیگری ناشی از بازتابش نور از سطح آب درون ظرف است. تصویر شکستی با پرتو شمارهٔ ۱ و تصویر بازتابشی با پرتو شمارهٔ ۲ در شکل مشخص شده است. نکتهٔ مهم در اینجا این است که تصویر ناشی از شکست نور به مراتب از تصویر ناشی از بازتابش نور واضح‌تر است. برای واضح‌تر کردن تصویر بازتابشی از خط‌کش می‌توانید به آرامی فاصلهٔ مقوا از خط‌کش را زیاد کنید. با تغییر فاصلهٔ مقوا از خط‌کش به اندازهٔ کافی، تصویر بازتابشی و شکستی تقریباً بر هم منطبق خواهند شد. در این حالت تصویر یک نقطهٔ نشانه‌گذاری شده بروی خط‌کش (مثل نقطهٔ B) را کمی بالاتر از مکان اصلی خود در موقعیت C خواهید دید. (برای داشتن تصویر بهتر می‌توانید فاصلهٔ مقوای دارای حفره را از ظرف به دلخواه تغییر دهید.)



تصویر ۸. چیدمان آزمایش شمارهٔ ۳

حالا با جابه‌جا کردن مدادی در کنارهٔ قسمت بیرون از آب خط‌کش، مشخص کنید که در چه موقعیتی تصویر نوک مداد با تصویر نقطهٔ B که با C نشان داده شده است منطبق می‌شوند. این موقعیت را A می‌نامیم.

با اندازه‌گیری فاصلهٔ A و B از سطح آب (OA و OB)، ارتفاع عمودی روزنهٔ دید از سطح آب (d) و همچنین فاصلهٔ افقی روزنهٔ دید از خط‌کش (D) و سپس با قرار دادن در رابطهٔ زیر ضریب شکست آب را به‌دست آوردیم [۳].

$$n = \frac{\sqrt{OB^{۲}(AO+d)^{۲} + (AO \times d)^{۲}}}{۲ \times \sqrt{(AO+d)^{۲} + D^{۲}}}$$

برای کاهش خطاهای ناشی از اندازه‌گیری توسط شاگردان، روند آزمایش را سه بار تکرار می‌کنیم. متوسط مقادیر اندازه‌گیری‌شده توسط دانش‌آموزان من به شرح جدول ۳ است:

جدول ۳. مقادیر آزمایش ۳

OA	۰/۵ cm	D	۳۳/۵ cm
OB	۸/۱ cm	d	۱۰/۵ cm
$n = ۱/۲۸۶ \approx ۱/۲۹$			

* پیشنهاد می‌کنم صبورترین شاگردانتان را برای انجام این آزمایش به‌کار بگیرید.
* سعی کنید از مقوای تک‌لایه (نازک) تیره استفاده کنید و در عین حال حفره را به‌دقت درون مقوا ایجاد کنید تا شاهد تصویر واضحی از خط‌کش باشید.
* در تصویر شمارهٔ ۷ فقط برای مشاهدهٔ بهتر جزئیات از ظرف شفاف استفاده شده است، برای دستیابی به نتیجهٔ مناسب باید، خط‌کش و ظرف شما هر دو کدر باشند.

منابع برای اطلاعات بیشتر

1. Phys. Educ. 37, 152 (2002)
1. Phys. Educ. 46, 253 (2011)
1. Phys. Teach. 25, 166 (1987)

گزارش کمیته علمی شانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران

دکتر سلیمان رسولی، دبیر کمیته علمی کنفرانس
اسفندیار معتمدی، رئیس علمی و برنامه‌ریزی کنفرانس

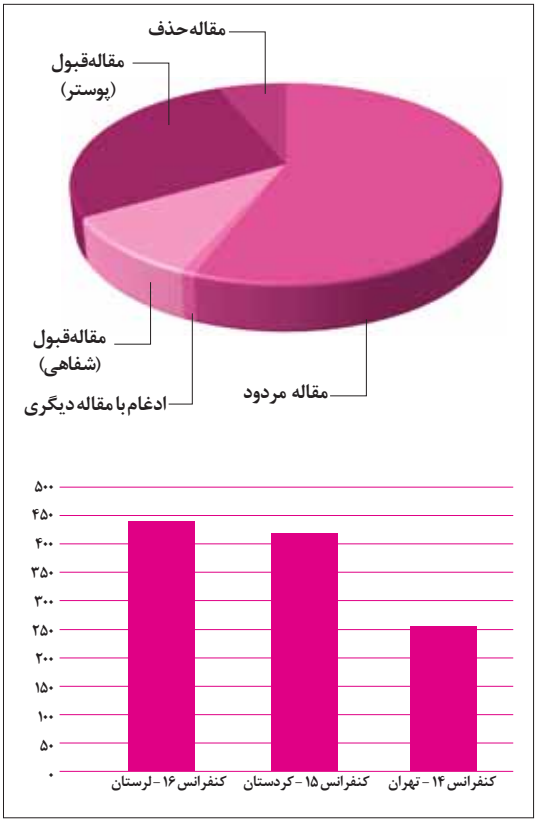
شانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک و ششمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه از ۸ تا ۱۱ شهریور در دانشگاه لرستان در خرم‌آباد برگزار شد.

اتحادیه (عامفا) هر ساله کنفرانس آموزش فیزیک را در سطح ملی و در راستای اهداف علمی ـ آموزشی و نیازهای انجمن‌ها، معلمین، پژوهشگران، مدرسان دانشگاهی فیزیک و سایر فعالان حوزه تعلیم‌وتربیت و علم فیزیک برگزار می‌کند.

در مهلت ارسال مقالات، بالغ بر ٤٤٠ عنوان مقاله به سایت دبیرخانه کمیته علمی فرستاده شد که نسبت به کنفرانس‌های قبلی رشد داشته است. از این تعداد ٤٤ عنوان به‌صورت سخنرانی و ۱۲۰ عنوان پوستر پذیرفته شد.

جدول آماری مقالات واصل شده به دبیرخانه کنفرانس:

کل مقاله‌های موجود	٤٤١	۱۰۰درصد
مقاله با مقاله دیگری ادغام شود.	٤	۱ درصد
مقاله مردود	٢٤٦	٥٦ درصد
مقاله قبول (به‌صورت شفاهی)	٤٤	۱۰ درصد
مقاله قبول (به‌صورت پوستر)	۱۲۰	۲۷ درصد
مقاله حذف: تکراری	۲۷	٦ درصد



از عصر روز یک‌شنبه ۷ شهریور دبیران محترم فیزیک با عشق و علاقه رنج سفر بر خود هموار کرده و به شهر خرم‌آباد و دانشگاه لرستان تشریف آورده و پذیرش شده بودند. روز ۸ شهریور آغاز برنامه‌های کنفرانس بود که میهمانان تا ساعت ۱۰ پذیرش شده و برای این روز کارگاه‌های متعددی پیش‌بینی شده بود. از مجموع ۲۰ کارگاه پیش‌بینی شده طبق جدول زمان‌بندی همگی برگزار شده، حتی تعدادی از کارگاه‌ها به‌دلیل استقبال گسترده حاضرین در چند نوبت دیگر نیز ارائه گردیدند. بیشترین میزان متقاضیان شرکت در کارگاه مربوط به رصدخانه کاسین لرستان بود، که در فضایی مناسب و بر بام گردشگری لرستان احداث شده و برای بیش از ۱۲۰ نفر از شرکت‌کنندگان در نوبت‌های مختلف برگزار گردید.

برنامه‌های رسمی شانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و ششمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه روز دوشنبه نهم شهریور در سالن اصلی آمفی‌تئاتر دانشکده علوم پایه دانشگاه لرستان آغاز و در مراسم افتتاحیه دکتر عبدالرسول عمادی معاون وزیر و رئیس سنجش آموزش‌وپرورش، مهندس هوشنگ بازوند استاندار لرستان، دکتر خسرو عزیزی رئیس دانشگاه لرستان، دکتر گودرز کریمی مدیرکل آموزش‌وپرورش لرستان، اعضای محترم تألیف کتاب‌های درسی فیزیک، اعضای شورای اجرایی اتحادیه عامفا و رؤسای انجمن‌ها و سرگروه‌های استانی درس فیزیک و مسئولان کشوری و استانی دیگری نیز علاوه بر دبیران فیزیک از سراسر کشور حضور داشتند.

استاد اسفندیار معتمدی رئیس علمی و برنامه‌ریزی کنفرانس در سخنرانی خود به اطلاع شرکت‌کنندگان کنفرانس رساندند که تفاهم‌نامه‌ای بین دانشگاه فرهنگیان و ٤ اتحادیه موجود شامل فیزیک، ریاضی، ادبیات فارسی و زبان عربی منعقد شده که هدف آن کنار هم قرار دادن اندیشه‌ها، تعامل و انجام کارهای مشترک به‌منظور سازندگی کشور ایران است. اسفندیار معتمدی افزود: لرستان در میزبانی شانزدهمین کنفرانس فیزیک بسیار عالی عمل کرد و همدلی و وفاق بین مدیران اجرایی و آموزش‌وپرورش در برگزاری این کنفرانس مشهود و ملموس بود. اسفندیار معتمدی در ادامه افزود: بسیار خرسندیم که خانواده فیزیک در این روز گرد هم جمع شده‌اند تا ببینند چگونه می‌توان ایران را به جایگاهی که لایق آن است برسانند.

وی در ادامه تصریح کرد: با کوشش همه افراد صاحب‌نظر در زمینه علم فیزیک می‌توانیم کشور ایران را به جایی برسانیم که سزاوار آن است و با برگزاری این همایش سطح کیفی آموزش‌ها را بالا ببریم.

رئیس اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک کشور در این کنفرانس اظهار داشت که در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی در راستای کم کردن فاصله علمی کشورمان با سایر کشورها شده که بررسی و تجدیدنظر در محتوای کتب درسی یکی از آن اقدامات بوده است. محمدحسن بیاتانی از مهاجرت برخی فارغ‌التحصیلان رشته فیزیک به‌دلیل گرفتاری مالی خبر داد و گفت: پس از پیروزی انقلاب اسلامی کتب و روش‌های آموزش تغییر یافته و به تحقیقات اهمیت داده می‌شود که نتیجه عینی آن پیشرفت در نانو و انرژی هسته‌ای است.

وی با اشاره به اینکه با روی کار آمدن دولت تدبیر و امید توجه بیشتری به علم به‌خصوص فیزیک می‌شود.

بیاناتی با بیان اینکه شأن معلم اگر حفظ شود نتیجه عالی خواهد داشت، تصریح کرد: وقتی ٦٠ درصد از دانش‌آموزان به‌سمت رشته تجربی و ۱۲ درصد به رشته ریاضی می‌روند زیرساخت‌های آینده مهندسی ما دچار بحران خواهد شد. وی منشأ اقتصادی و جایگاه مشاغلی مانند پزشکی را از دلایل گرایش به رشته تجربی دانست و افزود: در حدود ۲۰ سال پیش ۷۰ درصد دانش‌آموزان ریاضی رشته فیزیک را انتخاب کرده و جذب هم می‌شدند اما امروز اکثر تحصیل‌کرده‌های رشته فیزیک بیکار می‌مانند.

بیاناتی با اشاره به اینکه باید از فرار مغزها به خارج جلوگیری کرد، گفت: با توجه به فارغ‌التحصیلی سالانه بین هزار و ۲۰۰ تا هزار و ۵۰۰ نفر در رشته فیزیک ضرورت دارد تا مقدمات لازم برای به‌کارگیری این فارغ‌التحصیلان در نظر گرفته شود. وی تأکید کرد: اگر این فارغ‌التحصیلان در کشور به‌کار گرفته شوند می‌توانند پتانسیل خوبی برای رشد و شکوفایی کشور باشند.

در ادامه دبیر کمیته علمی شانزدهمین کنفرانس فیزیک ایران ضمن ارائه گزارشی جامع از فعالیت کمیته علمی شانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران اظهار داشت امیدواریم نتایج حاصل از کنفرانس نه فقط برای دبیران فیزیک مثمرثمر باشد بلکه راهکارهایی برای کاربست یافته‌های پژوهشی در آموزش‌وپرورش ارائه دهد. سلیمان رسولی افزود: ثمرات این کنفرانس باید به ایجاد تأثیرات مثبت در زندگی آحاد جامعه منتهی شده و به نهادینه شدن کاربرد علم فیزیک در زندگی انجامیده و نقشی هرچند کوچک، اما ماندگار در توسعه پایدار و تربیت انسان‌های پرسشگر، با اخلاق، مسئول، خلاق و صاحب فکر و اندیشه داشته باشد.

دکتر سلیمان رسولی با اشاره به مشکلات عدیده ناشی از تغییر نظام آموزشی برای معلمان، به‌ویژه دبیران محترم فیزیک پیش آمده است، از رؤسای محترم انجمن‌ها درخواست کرد تا ضمن تنظیم بیانیه‌ای، به امضای شرکت‌کنندگان محترم کنفرانس برسد، و توسط اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران به وزارت آموزش‌وپرورش انعکاس یابد و مشکلاتی مانند نیروهای مازاد درس فیزیک، کاهش چشمگیر و قابل تأمل تعداد ساعات درس فیزیک و... تا رسیدن به نتیجه پیگیری شود.

رئیس مرکز سنجش وزارت آموزش‌وپرورش در گزارشی میانگین پایین نمرات امتحانات نهایی دانش‌آموزان سوم متوسطه و گرایش نامناسب دانش‌آموزان به رشته‌های تحصیلی را نشان‌دهنده چالش جدی در آموزش دانستند که باید به آن توجه شود. عبدالرسول عمادی افزود: نتایج بررسی‌ها حاکی از این است که میانگین نمره قبولی دانش‌آموزان این مقطع در امتحانات نهایی نزدیک به ۱۲ می‌باشد. وی با بیان

رئیس اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک کشور در این کنفرانس اظهار داشت که در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی در راستای کم کردن فاصله علمی کشورمان با سایر کشورها شده که بررسی و تجدیدنظر در محتوای کتب درسی یکی از آن اقدامات بوده است

عمادی با بیان اینکه این امر نشان‌دهنده انحراف در هدایت دانش‌آموزان به رشته‌های تحصیلی است عنوان کرد: تمایل پایین دانش‌آموزان به رشته ریاضی موجب شده که گرایش به رشته فیزیک نیز وضعیت مطلوبی نداشته باشد

اینکه دانش‌آموزان این مقطع تنها ۶۰ درصد محتوای آموزشی دروس را فرا می‌گیرند، عنوان کرد: این در حالی است که بیش از ۴۰ درصد محتوای آموزشی که مدنظر ما است به دانش‌آموزان منتقل نشده و یا دانش‌آموزان در فراگیری آن موفق نبوده‌اند.

رئیس مرکز سنجش وزارت آموزش‌وپرورش با تأکید بر اینکه این امر یک هشدار جدی محسوب می‌شود، گفت: میانگین قبولی دروس مختلف دانش‌آموزان رشته فنی‌وحرفه‌ای بسیار بغرنج‌تر از رشته‌های نظری است.

عمادی با بیان اینکه در حال حاضر ۸۰ درصد دانش‌آموزان این مقطع در امتحانات نهایی نمره قبولی را کسب می‌کنند گفت: با وجود این قبولی در امتحانات میانگین نمره قبولی آن‌ها ۱۲ است.

وی با تأکید بر اینکه میانگین نمره قبولی ۱۲ نتیجه مطلوبی نیست عنوان کرد: همچنین هم‌اکنون میزان تمایل و گرایش دانش‌آموزان به رشته ریاضی در کشور بسیار پایین است.

رئیس مرکز سنجش وزارت آموزش‌وپرورش با بیان اینکه تنها ۱۲ درصد دانش‌آموز به رشته ریاضی گرایش دارند، گفت: این در حالی است که بیش از ۶۰ درصد دانش‌آموزان به رشته تجربی تمایل و گرایش دارند.

عمادی با بیان اینکه این امر نشان‌دهنده انحراف در هدایت دانش‌آموزان به رشته‌های تحصیلی است عنوان کرد: تمایل پایین دانش‌آموزان به رشته ریاضی موجب شده که گرایش به رشته فیزیک نیز وضعیت مطلوبی نداشته باشد.

دکتر عمادی که تحصیل‌کرده رشته فیزیک و دارای دکترای تاریخ علم و مدرس پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی هستند، در ادامه به ایراد سخنرانی با عنوان «سیر تکامل علم از دیدگاه دانشمندان اسلامی» پرداختند که در این بین به سال جهانی نور و نقش ابن‌هیثم و کتاب «المناظر» نیز پرداختند. دکتر عبدالرسول عمادی در سخنان خود با بیان اینکه نور از سه مرحله نور هندسی، فیزیکی و کوانتومی عبور کرده است، اظهار کرد: یکی از دانشمندان و طلایه‌دار نورشناسی نوین ابن‌هیثم بوده است.

وی ادامه داد: در دوره اسلامی که دوره بعد از نهضت ترجمه بوده است آثار یونانیان به دوره اسلامی رسیده و دانشمندان به علم نور پرداخته‌اند. عمادی افزود: میثم بصری، قطب‌الدین شیرازی و دیگر دانشمندان مسلمان به مسئله نورشناسی پرداخته‌اند و باید آنان را به‌عنوان شارحان به مانند ارسطو و افلاطون بدانیم.

معاون وزیر آموزش‌وپرورش ادامه داد: متأسفانه به شیوه ۵۰ سال گذشته سؤال طراحی می‌کنیم و افت نتایج امتحانات مربوط به نظام ارزشیابی ماست چرا که نظامی کامل نیست و ما برای ارزیابی دانش‌آموز از نظام سؤال کاغذی امتحان استفاده می‌کنیم.

عمادی گفت: این در حالی است که دانش‌آموز باید مفاهیم آزمایشگاهی را درک کند و باید بدانیم که سهم آزمایشگاه در محتوای دروس ما چقدر است.

به مناسبت سال جهانی نور رئیس پژوهشکده لیزر و پلاسمای دانشگاه شهید بهشتی تهران یک سخنرانی تحت عنوان «فوتونیک، از ماهیت تا اهمیت» ایراد کردند. دکتر عزالدین مهاجرانی تصریح کردند برای موثر بودن در حال و به‌خصوص در آینده باید دید علمی تقویت شود و ارتقا پایه‌های علمی در سایه خوب درس خواندن است که کلید اولیه شروع کار است. باید تحقیق و پژوهش را به مدارس برد و با دانش‌آموزان ارتباطی عاطفی برقرار کرد.

وی با بیان اینکه در پژوهشکده لیزر و پلاسما دانشجویان ارشد و دکترای تحقیقاتی را ارائه می‌دهند که باید به‌روز باشند، افزود: در کنار کار تحقیقات باید با عموم مردم و دانش‌آموزان بتوان ارتباط برقرار کرد.

سخنرانی عمومی که طبق نظرسنجی‌ها، بسیار مورد استقبال قرار گرفت «کاربرد علوم شناختی (neuroscience) در فرآیند یادگیری و تفکر انتقادی از دیدگاه عصب‌شناسی» بود که توسط دکتر حسن عشایری در سالن آمفی‌تئاتر ارائه شد. این استاد برجسته دانشگاه تهران در سخنان خود گفت: «اکثر خانواده‌ها به جای تربیت کردن فرزند، محبت افراطی می‌کنند که می‌تواند در آینده فرزندان فاجعه‌بار باشد. وی در ادامه افزود: معلم یک محرک کلیدی برای یادگیری دانش‌آموزان در کلاس درس است.

به عقیده دکتر عشایری معلم موفق هنگامی که وارد کلاس می‌شود باید احساس کند که دانش‌آموز ذهنش آماده یادگیری است و زمانی که متوجه شود دانش‌آموز حوصله یادگیری را ندارد باید کلاس را تعطیل کند.

وی ادامه داد: بخشی از یادگیری از دیدگاه عصب‌شناسی در آرایش اطلاعات جزء محرک‌های کلیدی است. اساس یادگیری عصب‌شناسی امروز نه‌تنها فقط برای فیزیک بلکه

برای خانواده است.

این استاد دانشگاه تهران با انتقاد از اینکه خانواده‌های ما تربیت بلد نیستند و تنها محبت می‌کنند، افزود: این یک فاجعه است و ما متأسفانه مسمومیت عاطفی داریم. وی افزود: باید برای یادگیری، سیستمی ایجاد شود و ذهن دانش‌آموز بین ۳۰ تا ۴۰ دقیقه آماده و تنها معلم ۵ دقیقه تدریس کند چرا که این اثربخشی بیشتری خواهد داشت.

مغز به‌عنوان عضو مهم بدن انسان ۲۰ درصد اکسیژن و ۲۳ درصد حجم خون را می‌گیرد و در شرایطی که در محیط آزمایشگاه و یا سر کلاس فعالیت داریم باید اکسیژن‌سنجی بشود که آیا فضا برای یادگیری مهیاست یا نه؟

وی اظهار کرد: قبل از اینکه وارد کلاس شویم باید ذهن کودک کوک شود که این مهم با ۵ دقیقه موسیقی غیرکلامی و ریتم به ذهنیت کودکان کمک می‌کند.

این استاد دانشگاه تهران اضافه کرد: موسیقی سالم نه موسیقی که الان رایج است، قله آزادی است و می‌تواند کودک را در یادگیری کمک کند.

عشایری با تأکید بر اینکه بدترین بازدارنده یادگیری، هیجان‌های سرگردان است، افزود: باید به دانش‌آموز اجازه بدهیم که هیجان‌های سرگردان را سر کلاس بیرون بریزد و همچنین راهی پیدا کنیم که مغز بتواند اطلاعات مغزی را دفن کند و در فیزیک ثابت شده افرادی که با هیجان و علاقه یاد می‌گیرند نه‌تنها ذهن و فکر بلکه تمام اعضای بدنش در یادگیری دخالت دارند.

سخنران عمومی دیگر کنفرانس دکتر محمود امانی طهرانی بود که به عنوان «استراتژی ارتقا فرآیند یادگیری در مدرسه» صحبت کرد. وی اظهار داشت: بین علم و شبه‌علم تفاوت بسیاری است و گره فرق بین این دو باید به دست خودمان گشوده شود. این استاد برجسته آموزش علوم کشور تأکید کرد: تنوع در متون درسی باید بیشتر شود و حجم کلی ساعات دروس هم افزایش یابد. امانی طهرانی اضافه کرد: ملاک اصلی در تدریس تأکید بر مفهوم‌سازی بنیادی است و باید روش تدریس در کلاس‌های درس متحول شود. وی در ادامه خاطرنشان کرد: فرهنگ و تمدن ایران و اسلام پر از افرادی است که امروز نقش آن‌ها بر ما آشکارتر شده است.

امانی طهرانی با بیان اینکه در بحث تغییر محتوای کتب آموزشی با عجله اقدام شد، اظهار داشت: متأسفانه اجرای عجولانه این تغییر بر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی تحمیل شد. وی با بیان پایین بودن بودجه اختصاص یافته برای تولید بسته و محتوای گفت: به محض ایجاد آرامش محتوای جدید تولید خواهد شد.

از دیگر برنامه‌های کنفرانس «نشست عمومی برنامه درسی، تغییرات و چشم‌انداز» توسط استادان دفتر تألیف کتاب‌های درسی فیزیک استاد احمد احمدی و استاد روح‌الله خلیلی بود که با پرسش و پاسخ حاضران ادامه یافت. اهمیت و ضرورت برگزاری این نشست بر همه شرکت کنندگان آشکار و مسلم بوده، هنگامی که سرفصل‌های پیشنهادی جدید برای کتاب‌های درسی فیزیک به اطلاع حاضران نشست رسید، یکی از اهداف اساسی اتحادیه و دفتر تألیف کتاب‌های درسی که همانا «استفاده از خرد جمعی» دبیران فیزیک سراسر کشور بود، در عمل برای کتاب‌های درسی محقق گشت. این برنامه بسیار مثمرثمر بود و نتایج حاصل از این محفل علمی ـ آموزشی در کتاب‌های جدیدالتألیف درسی فیزیک نمایان خواهد شد. جا دارد از صبر و حوصله و تعامل مثبتی که متولیان این نشست با برگزارکنندگان داشتند، تشکر به عمل آید.

محمود امانی طهرانی افزود: اتصال علم به زندگی، جامعه، فرهنگ و تمدن امر کوچکی نیست بلکه هویت فرزندان ما را می‌سازد

جنگ شگفتی‌های فیزیک شرکت آریان‌پژوه با اجرای آقای محمد علیزاده از برنامه‌هایی بود که با تشویق پر شور حاضران مواجه شد، به‌ویژه کودکان و نوجوانان حاضر در سالن را به وجد آورد. هماهنگی با آقای حازم فریپور از شرکت فن‌آموز (http://fanamiuz.ir) برای اجرای نمایش علمی جذاب از قبل صورت پذیرفته و این شرکت جزو حامیان اتحادیه بوده، و به تعداد شرکت‌کنندگان کنفرانس «کیت زیبابین» را به‌عنوان هدیه کنفرانس اهدا کردند. نمایش‌های آقای فریپور همواره همراه با خلاقیت‌های ویژه‌ای بوده و استقبال گرم حاضرین را به همراه داشت. در انتهای برنامه خبر مسابقه ساخت «فیلم یک دقیقه‌ای» توسط شرکت فن‌آموز و با حمایت اتحادیه به سمع و نظر حاضرین رسید که جایزه آن ۱۰۰ قطعه سکه بهار آزادی برای ۱۰۰ اثر برتر است و امید آن می‌رود تعداد ۲۰۱۵ اثر برای شرکت در مسابقه توسط دانش‌آموزان از جای‌جای میهن اسلامی ارسال گردد.

شانزدهمین کنفرانس فیزیک معلمان ایران با تجلیل از ۱۴ پژوهشگر برتر و ۱۱ نفر از مدیران و عوامل تأثیرگذار در برگزاری کیفی این مراسم و یک دبیر پیشکسوت رشته فیزیک به‌کار خود پایان داد.

محاسبهٔ لختی دورانی بدون استفاده از حسابان

ریچارد مک‌کال/ ترجمهٔ مرجان روح‌نواز

در این مقاله از قضیه‌های محورهای موازی و عمود بر هم و ملاحظات مربوط به تقارن زاویه‌ای، برای تعیین لختی دورانی چند جسم، استفاده می‌کنیم.

مقدمه

قضیهٔ محورهای موازی: اگر لختیِ دورانی جسم به دور محوری که از مرکز جرم آن می‌گذرد (I_c) را بدانیم، آنگاه لختیِ دورانی جسم به دور هر محور موازی با این محور را می‌توان از رابطهٔ زیر حساب کرد:

$$I=I_C+Md^2$$

در این رابطه I لختی دورانی جسم به دور هر محور موازی با محور گذرنده از مرکز جرم، M جرم جسم و d فاصلهٔ محور دلخواه با محور گذرنده از مرکز جرم است.

قضیهٔ محورهای عمود بر هم: اگر I_x و I_y به ترتیب لختی دورانی جسم به دور محورهای x و y باشند آنگاه:

$$I_Z=I_X+I_y$$

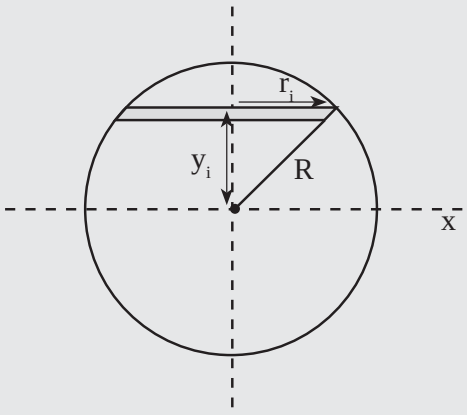
لختی دورانی

قرصی به جرم M و شعاع R را در نظر می‌گیریم. برای مشخص کردن دورانی آن نسبت به یکی از قطرها، فرض می‌کنیم که قرص از تعداد N میلهٔ افقی ($N\to\infty$) بسیار نازک تشکیل شده است. شکل ۱، i امین میله را نشان می‌دهد. جرم این میله m_i و طول آن L_i است و لختی دورانی آن به دور محور y برابر است با I_{iy}، مرکز میله به فاصله y_i از مبدأ قرار دارد.

در صورتی‌که لختی دورانی میله به دور مرکز را بدانیم، برای این عنصر طولی می‌توان نوشت:

(۱)

$$I_i y=\frac{1}{3}m_i r_i^2$$



لختی دورانی میله به دور محور X تیر برابر است با:

(۲)

$$I_{ix}=m_i y_i^2$$

با استفاده از شکل داریم:

(۳)

$$y_i^2+r_i^2=R^2$$

با قرار دادن معادلهٔ (۳) در (۲) داریم:

(۴)

$$I_{ix}= m_iR^2-m_i r_i^2$$

معادله (۴) را با استفاده از معادله (۱) می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

(۵)

$$I_{ix}=M_i R^2-3I_{iy}$$

از آنجا که لختی دورانی قرص برابر است با جمع لختی‌های دورانی N میله، یعنی $I_x=\Sigma I_{ix}$ و $I_y=\Sigma I_{iy}$ و با توجه به اینکه $\Sigma m_i=M$، با گرفتن Σ از دو طرف معادله (۵) داریم:

(۶)

$$I_x=MR^2-3I_y$$

همچنین با استفاده از تقارن شکل می‌توان نوشت:

$$I_x=I_y$$

و با قرار دادن تساوی بالا در رابطهٔ (۶) خواهیم داشت:

(۷)

$$I_x=I_y=\frac{1}{4}MR^2$$

رابطهٔ بالا لختی دورانی قرص به دور قطر آن است. برای به‌دست آوردن لختی دورانی قرص به دور محور مرکزی آن با استفاده از قضیهٔ محورهای عمود بر هم داریم:

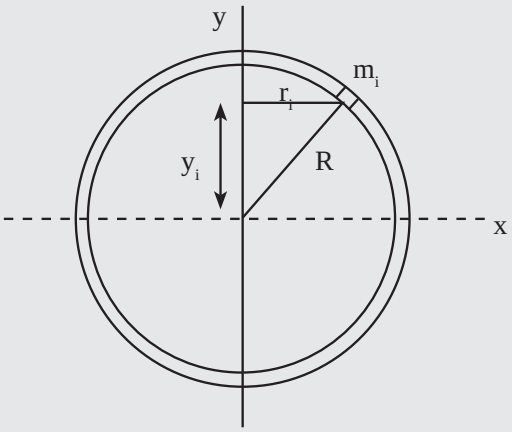
$$I_\perp=I_x+I_y$$

و در نتیجه:

(۸)

$$I_\perp=\frac{1}{2}MR^2$$

لختی دورانی حلقه



برای به‌دست آوردن لختی دورانی حلقه نازک و یکنواخت فرض می‌کنیم در شکل روبه‌رو، حلقه از N جرم نقطه‌ای m_i $(N\to\infty)$ تشکیل شده است که جرم کل آن‌ها $\Sigma m_i=M$ و شعاع آن‌ها R است. بقیهٔ استدلال‌ها مانند مورد قبل است و بنابراین فقط روابط ریاضی نوشته می‌شود:

(۹)

$$I_{ix}=m_i y_i^2$$

(۱۰)

$$I_{iy}=m_i r_i^2$$

(۱۱)

$$y_i^2+r_i^2=R^2$$

با قرار دادن رابطه (۱۱) در رابطهٔ (۹) داریم:

(۱۲)

$$I_{ix}=m_i(R^2-r_i^2)=m_iR^2-m_ir_i^2$$

با استفاده از رابطه (۱۰) داریم:

(۱۳)

$$I_{ix}=m_iR^2-I_{iy}$$

با گرفتن Σ از دو طرف رابطه بالا خواهیم داشت $(\Sigma I_{ix}=I_x;\Sigma I_{iy}=I_y)$:

(۱۴)

$$I_x=MR^2-I_y$$

با توجه به $I_x=I_y$:

(۱۵)

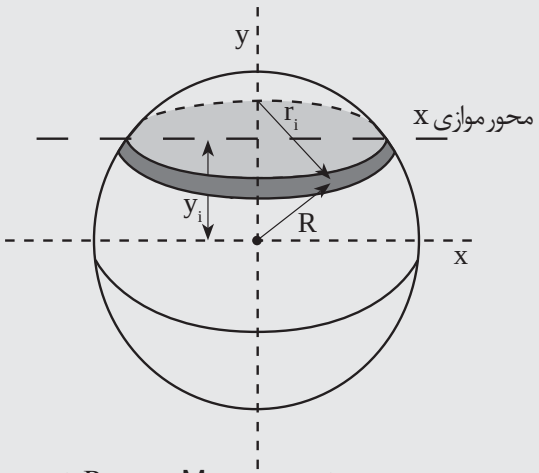
$$I_x=\frac{1}{2}MR^2$$

رابطه بالا لختی دورانی حلقه دور قطر آن است. بنابراین با استفاده از قضیهٔ محورهای عمود بر هم، لختیِ دورانیِ حلقه به دور محور مرکزی آن به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

(۱۶)

$$I_\perp=2I_x=MR^2$$

لختی دورانی کره توپر دور قطر آن



شکل ۲ کره توپر یکنواختی به جرم M و شعاع R را نشان می‌دهد. فرض می‌کنیم کره از N قرص افقی بسیار نازک و همانند $(N\to\infty)$ باضخامت یکسان تشکیل شده باشد. i امین قرص به جرم m_i و شعاع r_i در شکل نشان داده شده است که مرکز آن به فاصله y_i از مرکز کره قرار دارد.

لختی دورانی قرص به دور مرکز آن براساس معادلهٔ (۸) برابر است با:

(۱۷)

$$I_{iy}=\frac{1}{2}m_i r_i^2$$

با استفاده از قضیه محورهای موازی

(فاصلهٔ قرص از محور x+ لختی دورانی قرص به دور قطر= لختی دورانی قرص نسبت به محور x)

(۱۸)

$$I_{ix}=\frac{1}{4}m_i r_i^2+m_i y_i^2$$

و با توجه به شکل:

(۱۹)

$$y_i^2+r_i^2=R^2$$

با جایگزین کردن رابطهٔ (۱۹) در رابطهٔ (۱۸) خواهیم داشت:

(۲۰)

$$I_{ix}=m_i R^2-\frac{3}{4}m_i r_i^2$$

و با استفاده از معادله (۱۷) می‌توان نوشت:

(۲۱)

$$I_{ix}=m_i R^2-\frac{3}{2}I_{iy}$$

با گرفتن Σ از دو طرف داریم:

(۲۲)

$$I_x=MR^2-\frac{3}{2}I_y$$

خطای سیستماتیک در آزمایش قانون بویل

ترجمهٔ رضوانه طالبی‌پور
ریچارد پی. مک‌کال[1]

چکیده

در پی نمایان شدن خطا در داده‌های مربوط به قانون بویل، نویسنده به جست‌وجوی عامل خطا می‌پردازد، آن را می‌یابد و حجم سرفضایش می‌نامد. با احتساب این حجم، خطا رفع می‌گردد و نمودارهای تجربی مورد انتظار به‌دست می‌آید.

کلیدواژه‌ها: خطای سیستماتیک، قانون بویل

یکی از مقاله‌هایی که اخیراً در فیزیکزتیچر چاپ شده است[2]، روشی را برای تحلیل خطای سیستماتیک در یک فعالیت آزمایشگاهی مربوط به قانون بویل شرح می‌دهد. در نظر گرفتن خطاهای سیستماتیک در آزمایشگاه‌های فیزیک مهم است زیرا معمولاً در نتایج اندازه‌گیری‌ها تأثیر می‌گذارند. و مثال‌های آزمایشگاهی فراوانی نیز وجود دارند که دربارهٔ این منبع رایج خطا بحث می‌کنند.

در آن آزمایش قانون بویل که روپرایت[3] شرح می‌دهد، خطای سیستماتیک وقتی وارد آزمایش می‌شود که حجم مناسب در نظر گرفته نشود. به بیان دقیق‌تر مقدار کمی هوا در بین سرنگ و حسگر فشار وجود وارد که نویسنده آن را «سرفضا» می‌نامد. شیوهٔ کار او برازش دادن یکی منحنی غیر خطی به نمودار فشار- حجم مربوط به داده‌های گردآوری شده است. من در آزمایشگاه فیزیک، از روش مشابهی استفاده می‌کنم که در آن یک خط راست را به داده‌های گردآوری شده برازش می‌دهم.

ما از حسگرهای فشار مطلق و نیز سرنگ‌های پاسکو[4] را همراه با رابط مناسبی (مثل، رابط USBPACO)[5] به‌کار

و با توجه به تقارن شکل ($I_x=I_y=I_{ix}$):

(۲۳)

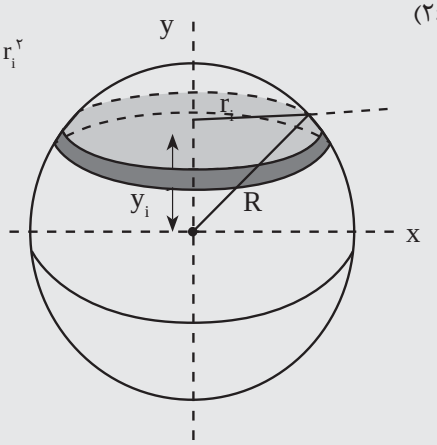
$$I_d=\frac{۲}{۵}=MR^۲$$

لختی پوسته نازک کروی دور قطر آن

فرض می‌کنیم پوستهٔ کروی یکنواخت بنا بر شکل از حلقه‌های نازکی به جرم m_i و شعاع r_i تشکیل شده است. براساس معادله (۱۶) لختی دورانی حلقه به دور محور مرکزی آن برابر است با:

(۲۴)

$$I_{iy}=m_i r_i^۲$$



با استفاده از قضیه محورهای موازی
(فاصله حلقه از محورX+لختی دورانی حلقه به دور قطر= لختی دورانی حلقه نسبت به محور X)

(۲۵)

$$I_{ix}=\frac{۱}{۲}m_i r_i^۲+m_i y_i^۲$$

با توجه به شکل:

$$y_i^۲+r_i^۲=R^۲$$

با قرار دادن رابطه (۲۶) در (۲۵):

(۲۷)

$$I_{ix}=\frac{۱}{۲}m_i r_i^۲+m_i(R^۲-r_i^۲)$$
$$=m_iR^۲-\frac{۱}{۲}m_i r_i^۲$$

با استفاده از رابطه (۲۴):

(۲۸)

$$I_{ix}=m_i R^۲-\frac{۱}{۲}I_{iy}$$

و با گرفتن Σ از دو طرف رابطه بالا:

(۲۹)

$$I_x=MR^۲-\frac{۱}{۲}I_y$$

آنگاه با توجه به تقارن ($I_x=I_y=I$) خواهیم داشت:

(۳۰)

$$I_d=\frac{۲}{۳}mR^۲$$

منابع
1. The physic teacher- Vol.51. March 2013- "Moments of Inertia of disks and spheres without Integration"
۲. برای محاسبهٔ لختی دورانی میله به دور مرکز آن، بدون استفاده از حساب، می‌توان از روش مقایسه و تحلیل ابعادی استفاده کرد. برای اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به:
-B.Oostra, "Moment of Inertia without integrals", phys. teach 44, 283-285 (May2006)
یا برای شرح آن به زبان فارسی به کتاب فیزیک- د ر س نا مهٔ مکا نیک - نویسنده: دکتر فیروزآرش. انتشارات نوپردازان - فصل۱۵: حرکت جسم سخت مراجعه شود.

می‌بریم. سر فشار حسگر به یک قطعه لولهٔ کوتاه وصل می‌شود که به سرنگی متصل است. با تغییر حجم سرنگ داده‌های مربوط به فشار مطلق با استفاده از رایانه گردآوری می‌شوند. مجموعه‌ای از مقادیر تجربی در جدول ۱ نشان داده شده است.

تحلیل این داده‌ها شامل رسم نمودار فشار بر حسب حجم بسیار شبیه یک تابع معکوس، همین‌طور نمودار فشار بر حسب عکس حجم است که یک خط مستقیم می‌شود. البته هر دو نمودار را برای فرمول قانون بویل (ثابت= PV) انتظار داریم که در آن P فشار مطلق و V حجم گاز محصور است.

طبق قانون بویل با ضرب کردن فشار در حجم باید مقدار ثابتی به‌دست آید. اما، همان‌طور که در آخرین ستون جدول۱ دیده می‌شود، نتیجه از ۱۴۵۰تا۱۵۲۰kpa.ml تغییر می‌کند که اختلافی ۵ درصدی است که می‌توان آن کاملاً خوب دانست. با این همه، شاید متوجه شوید که با پایین رفتن در ستون اعداد افزایش می‌یابند، نتیجه‌ای که در تقریباً تمام داده‌های شاگردان نمایان است.

این روند را می‌توان به حساب حجم سرفضای وسیلهٔ آزمایشی گذاشت. با در نظر گرفتن حجم سرفضا یعنی V_h به حجم اصلی V، می‌توان نوشت:

$$p(V+V_h) = \text{ثابت} \quad (۱)$$

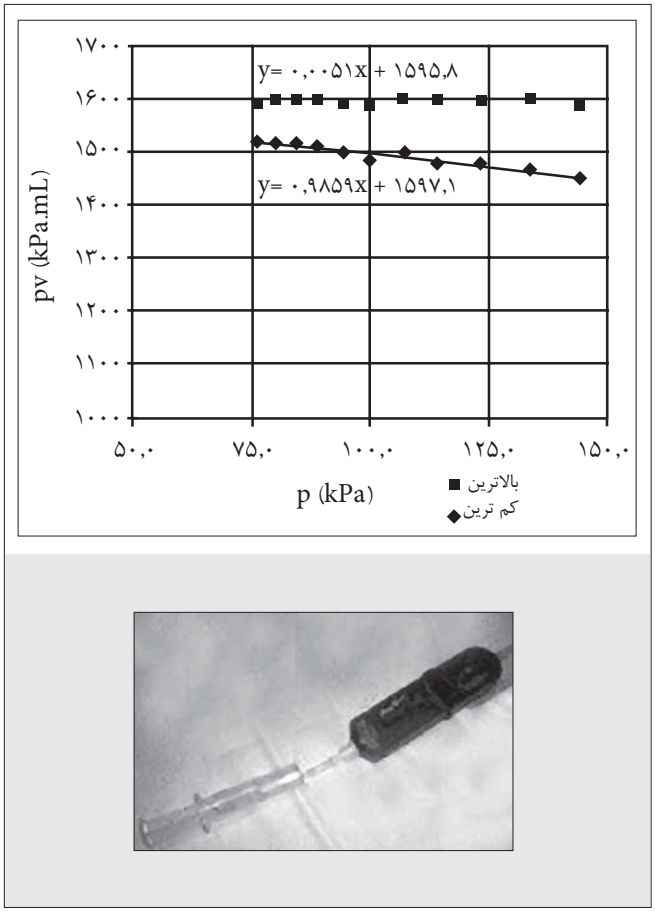
یا بازآرایی:

$$PV = \text{ثابت} - PV_h \quad (۲)$$

از معادلهٔ (۲) در می‌یابیم که نمودار pV بر حسب p باید خط راستی با شیب vh باشد. با استفاده از جدول نمودار پایینی در شکل نیز همین روند را نمایش می‌دهد. نرم‌افزار رسم منحنی (اکسل مایکروسافت[6]) نیز شیب۰۹۸۵۹- میلی‌لیتر یا حدود ۱ml را برای حجم سرفضا نشان می‌دهد.

برای مشاهدهٔ اینکه این حجم اضافی چقدر بر تحلیل اصلی ما تأثیر می‌گذارد، این ۱ml حجم سرفضا را به حجم اصلی اضافه می‌کنیم و نتایج را در جدول ۲ نشان می‌دهیم. اکنون می‌بینیم که داده‌های مربوط به pV بسیار سازگارترند و تنها کمتر از ۱ درصد تغییر می‌کند. هنگامی که این نتایج به عنوان تغییرات pV بر حسب p نشان داده می‌شوند، همان‌طور که انتظار می‌رود شیب تقریباً صفر می‌شود.

سرنگ، حسگر فشار و رابط مورد استفاده در این آزمایش حجم سرنگ بر حسب یکای ml بیان می‌شود. لولهٔ کوتاهی



از سرنگ را به حسگر فشار مربوط می‌کند، حجمی اضافی را تولید می‌کند (حجم سرفضا) که لازم است به حساب آورده شود.

نموداری فشار ضرب‌در حجم، بر حسب فشار مانند معادلهٔ (۲) نمودار پایین شیبی حدود ۱ml- دارد که متناظر با حجم سرفضاست. نمودار بالا شامل این حجم اضافی است و شیبی نزدیک به صفر دارد.

حجم سرنگ تغییر داده می‌شود و فشار با استفاده از وسیله اندازه‌گیری می‌شود. ستون آخر، حاصلضرب حجم و فشار مورد استفاده در قانون بویل را نشان می‌دهد.

حجم سرنگ اکنون تصحیح شده است تا شامل حجم سرفضا (۱ml) بین سرنگ و حسگر فشار باشد. آخرین ستون نشان می‌دهد که حاصلضرب فشار و حجم تقریباً ثابت است.

پی‌نوشت‌ها

1.Richard P. Mc Call
2. physics Teacher
3. Rupright
4. PASCO
5. USB Link
6. Microsoft Excel

منبع

The physics Teacher. vol 50, January 2012, pp 22-23

Roshd
فیزیک
113
Physics Education Journal

IN THE NAME OF ALLAH

- The value of practical works / 2
- Physics at the dining table / Rick Marshall / 3
- Modern Physics lab at the IYL / M.Madani, A.Seid Fadai / 8
- Action research about optics teaching / M. Asghari / 12
- An interview with Dr.Ezzedin Mohajerani /18
- About nano technology / M. Shiryazdi, N.Ansari / 22
- Physics Frontrier / M. Rabbar / 25
- How I performed simple expriments in my Class / M.Rabiei / 30
- Design of a smart electroscope / H. Etehad Mehrabad / 34
- Understanding physics concepts by tangible examples / R. Masumi Nejad / 36
- An examination of temperature and sailnity model in mangrove forests... / M. Khoshkhoo et al / 39
- Avoiding misunderstandings based on common sense / H.Sajjadi /44
- Mass and energy conservation and Bernoulli principle / Richard Wolfson /47
- Lesson plan based on philosophical methodology / Kh.Hassan baig Zadeh / 50
- Measuring the liquids index of refrection / M.Mirfathi / 53
- 16th Conference of Iran's physics education / S.Rasouli, E.Motamedi / 56
- Calculating rotational interia without calculus / M.Rouhnavaz / 60
- Systematic error in Boyle's law experiment/ R.P.McCall / 62

Ministry of Education
Orginaization of Research & Educational Planning
Teaching-Aids Publications Office

Managing Editor: Mohammad Naseri
Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar
Executive Director: Ahmad Ahmadi
Graphic Designer: Navid Andarodi
Editorial Board: Ahmad Ahmadi, Rouhollah Khalili, Azita Seid Fadai, Hojat Alhagh Hoseini, Esfandyar Motamedi, Manijeh Rahbar

www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
ISSN: 1606-917x
SMS: 3000899502
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physcis, Tehran-Iran

Physics Education Journal
Vol.31- No.113- 2015

دولت و ملت، همدلی و همزبانی

رشد برای رشد

نحوهٔ اشتراک:
پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۲۹۶۶۲۰۰ بانک تجارت، شعبهٔ سه‌راه آزمایش کد ۳۹۵، در وجه شرکت افست به دو روش زیر، مشترک مجله شوید:
۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.ir و تکمیل برگهٔ اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شدهٔ اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شمارهٔ ۷۷۳۳۱۹۲ (لطفاً کپی فیش را نزد خود نگه دارید)

■عنوان مجلات درخواستی:
■نام و نام خانوادگی:
■تاریخ تولد: ■میزان تحصیلات:
■تلفن:
■نشانی کامل پستی:
استان: شهرستان: خیابان:
پلاک: شماره پستی:
شماره فیش: مبلغ پرداختی:
■اگر قبلاً مشترک مجله رشد بوده‌اید، شمارهٔ اشتراک خود را بنویسید:
امضا

●نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
●تلفن امور مشترکین: ۰۲۱-۷۷۳۳۹۷۱۳-۱۴ / ۷۷۳۳۶۶۵۶-۰۲۱

■هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی (هشت شماره): ۳۵۰/۰۰۰ ریال
■هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات تخصصی (سه شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال

با مجله‌های رشد آشنا شوید

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

مجلههای دانش‌آموزی
به‌صورت ماهنامه و نُه شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود:

رشد کودک — برای دانش‌آموزان آمادگی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی
رشد نوآموز — برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی
رشد دانش‌آموز — برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی

مجلههای دانش‌آموزی
به‌صورت ماهنامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود:

رشد نوجوان — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ اول
رشد برهان — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ اول (ویژهٔ دانش‌آموزان تیزهوش)
رشد جوان — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ دوم
رشد پیام — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ دوم

مجله‌های بزرگسال عمومی
به‌صورت ماهنامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود:
◆رشد آموزش ابتدایی ◆رشد تکنولوژی آموزشی ◆رشد مدرسه فردا ◆رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی
به‌صورت فصل‌نامه و سه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:
◆رشد آموزش قرآن ◆رشد آموزش معارف اسلامی ◆رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆رشد آموزش هنر ◆رشد آموزش مشاور مدرسه ◆رشد آموزش تربیت بدنی ◆رشد آموزش علوم اجتماعی ◆رشد آموزش تاریخ ◆رشد آموزش جغرافیا ◆رشد آموزش زبان‌های خارجی ◆رشد آموزش ریاضی ◆رشد آموزش فیزیک ◆رشد آموزش شیمی ◆رشد آموزش زیست‌شناسی ◆رشد مدیریت مدرسه ◆رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش ◆رشد آموزش پیش‌دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانشجویان دانشگاه فرهنگیان و کارشناسان گروه‌های آموزشی و ... تهیه و منتشر می‌شود.

■نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶.
■تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۰۲۱
■وبگاه: www.roshdmag.ir