بسم الله الرحمن الرحیم

۱۲ فروردین، روز جمهوری اسلامی ایران گرامی باد

رشد آموزش فیزیک ۹۰

سرمقاله / منیژه رهبر / ۲
لزوم اجرای طرح پژوهشی در مدارس / حسن بلورچی / ۳
هدف اصلی دوره‌ی متوسطه در قرن بیست‌ویکم / احمد احمدی / ۶
صبح فیزیکی در سه پرده / کاربرد فیزیک در زندگی / مژگان زمانی / ۹
ضرورت کاربردی کردن کتاب‌های فیزیک / سیده‌معصومه موسوی و فتانه بخشی / ۱۲
ارتباط بین مفاهیم علمی و زندگی / جهانگیر ریاضی / ۱۷
روش‌های ایجاد و تقویت انگیزه در یادگیری فیزیک / نسرین صباغ‌مقدم / ۲۰
آزمایشگاه مجازی / محمد اصغری سفتجانی و مسعود صدرالاشرافی / ۲۲
طراحی پرسش‌های مؤثر در تدریس به روش پرسش و پاسخ / جان بیتی و همکاران / ۲۸
نمایش هیجان‌انگیز فیزیک / یرل واکر / ۳۶
روش‌های نوین در آموزش فیزیک / ادوارد ردیش / ۴۲
سرگرمی‌های فیزیک / مهین اربابی / ۴۴
مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۴۶
اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی با یک خط‌کش / سعید سرابی‌دانش / ۵۱
طول مسیر پرتابه / هایدوک سارافیان / ۵۲
چهلمین المپیاد جهانی فیزیک / روح‌اله خلیلی بروجنی / ۵۴
ما و خوانندگان / ۶۳

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

آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

دوره ی بیست و پنجم، شماره ی ۳، بهار ۱۳۸۹

مدیرمسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: منیژه رهبر
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، محمدرضا خوش بین خوش نظر، منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد

www.roshdmag.ir

نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴-۳۷۰) ۸۸۳۰۵۸۶۲-۰۲۱
خط گویای نشریات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲-۰۲۱
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۸۵۰۰ نسخه

تصویر روی جلد: خفاش بولداگ می‌تواند پرده‌های ریز ماهی را از بالای آب تشخیص دهد. این کار با گسیل رگباری از امواج صوتی در بسامدهای بالا و دریافت پژواک آن امکان‌پذیر است.

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.

سرمقاله

سال نو مبارک

با تبریک سال جدید و آرزوی سالی خوب و خوش و سرشار از موفقیت برای تمام فرهنگیان عزیزی که وظیفه سنگین و مقدس تربیت آینده‌سازان این سرزمین را بر عهده دارند، می‌خواهم با جلب توجه خوانندگان به دعای تحویل سال:

یا مقلب القلوب و الابصار، یا مدبر اللیل و النهار، یا محول الحول و الاحوال، حول حالنا الی احسن الحال

جلب کرده و از آنان درخواست کنم فراتر از کلمات به تأملی دقیق در معنای این دعا پرداخته و از پروردگار بخواهند در سال جدید به ما کمک کند تا شایسته آن شویم که این دعا در حق‌مان مستجاب شود.

به این منظور با نگاهی به گذشته بد نیست رویدادهای سال گذشته را مرور کنیم تا بتوانیم برنامه‌ریزی بهتری برای آینده داشته باشیم. با نامیده شدن این سال به‌عنوان سال اصلاح الگوی مصرف تاکیدی بسیار هوشمندانه بر مسئله‌ای شده بود که در زندگی همه‌ی ما اهمیت بسیار دارد. کشور ما از این امتیاز مهم برخوردار است که امکانات طبیعی گسترده‌ای از هر نوع در اختیارش قرار دارد. اما متأسفانه در بهره‌گیری از این نعمت‌های طبیعی چندان درست عمل نمی‌کنیم و برای بهبود وضعیت زندگی و ارتقای موقعیت خود به بازنگری در روش‌های مورد استفاده‌ی خود نیاز فراوان داریم.

شاید در نگاه اول به نظر برسد که منظور از اصلاح الگوی مصرف فقط صرفه‌جویی در مصرف آب، برق، گاز، و دیگر منابع انرژی باشد که از نظر مصرف آن‌ها در بین کشورهای جهان رکورددار هستیم. اما این موضوع گرچه صحیح و بسیار مهم است، اما تمام داستان را بیان نمی‌کند. بدون شک شرایط موجود ما را به بازنگری در مصرف این منابع ناگزیر خواهد ساخت. اما گنجینه‌های بسیار مهم‌تری هم در اختیارمان قرار دارد که به درستی از آن‌ها استفاده نکرده و قدرشان را نمی‌دانیم. این بی‌توجهی برای معلمان دارای پیامدهای بسیار مهم‌تری است، زیرا آن‌ها مسئولیت تربیت نسل جوان را به عهده دارند و اهمیت یاد دادن چگونگی بهره‌گیری از امکانات موجود به آنان اگر از یاد دادن مطالب درسی مهم‌تر نباشد کم اهمیت‌تر نیست.

یکی از این گنجینه‌های مهم، زمان است. بهره‌گیری بهینه از زمان اکنون اهمیت بسیار بیشتری پیدا کرده است. زیرا روند تحولات مختلف در جهان امروز بسیار سریع است. آن‌چه در گذشته تحقق آن صدها یا هزاران سال طول می کشید، اکنون در زمان بسیار کوتاه صورت می‌گیرد و هرگونه سستی در این مورد باعث عقب افتادن از قافله‌ی جهانی می‌شود و پیامدهای جبران‌ناپذیری دارد. ولی به نظر می‌رسد که ما چندان به این نکته توجه نمی‌کنیم و بیشتر وقت ما صرف اموری بی‌حاصل یا زیان‌بخش یا پرداختن به مسائلی می‌شود که از اهمیت چندانی برخوردار نیستند و به این ترتیب وقت گرانبهای خود را هدر می‌دهیم.

سرمایه‌ی دیگری که از آن به‌خوبی بهره‌برداری نمی‌کنیم نیروی انسانی بسیار پر ارزش ما در تمام زمینه‌هاست. وقت گرانبهای شاگردان ما به جای این که صرف آموختن مفاهیم بنیادی و روش‌های صحیح علمی شود، در راه یادگرفتن چگونگی تست‌زدن و قبول شدن در امتحانات و آزمون‌های مختلف می‌شود بدون این‌که باعث به‌دست آوردن مهارتی شود که به ارتقای کیفیت زندگی در جامعه بینجامد. همین‌طور، بسیاری از افراد با تجربه و کاردان را به بهانه‌های مختلف تخریب می‌کنیم و کنار می‌گذاریم و امکان بهره‌گیری از تجربه‌های آنان را از دست می دهیم که این نیز برای جامعه‌ی در حال رشد ما بسیار زیان‌بار است.

همچنین بسیاری از عواملی که در صورت بهره‌گیری صحیح می‌توانند عامل پیشرفت جامعه باشند، به واسطه‌ی استفاده‌ی نادرست به ضد خود تبدیل و دردسر آفرین می‌شوند. مدام توصیه می‌شود که باید کارها را نقد کرد تا زمینه‌ی اصلاح و پیشرفت امور فراهم گردد. مصداق این مطلب را می‌توان در مورد علم مشاهده کرد که نقدپذیر بودن مهم‌ترین نقطه‌ی قوت آن است. نقدپذیر بودن به علم این امکان را می‌دهد تا با اصلاح نقاط ضعف و کاستی‌هایش مدام پیشرفت کند. اما، متاسفانه این ابزار بسیار توانمند در جامعه‌ی ما به جای این‌که در جهت رفع کاستی‌ها و بهبود امور به‌کار گرفته شود، اغلب وسیله‌ای برای تخریب و از میدان به در کردن رقباست، در نتیجه توان بالقوه خود برای توسعه را از دست می‌دهد و یکی از امکاناتی می‌شود که از آن درست استفاده نمی‌کنیم.

از این دست مسائل در جامعه ما زیاد به چشم می‌خورد که فرصت پرداختن به همه‌ی آن‌ها وجود ندارد. اکنون که در فصل شکوفایی طبیعت و در آستانه سالی جدید قرار داریم، بد نیست با بازنگری در آنچه بر ما گذشته است و نتیجه‌گیری علمی از آن عزم خود را جزم کنیم تا با وحدت و همدلی، اصلاح نقاط ضعف، و تأکید بر توانایی‌های بسیار زیادمان از خداوند بخواهیم به ما کمک کند در این سال با بهره‌گیری بهینه از نعمت‌های موجود روزگار بهتری را برای خود و دیگران رقم بزنیم و کاری کنیم که در حقیقت حال ما بهترین احوال باشد.

لـــزوم اجـــرای طـرح پژوهشی درمـــــــدارس

حسن بلورچی *

چه چیز ممکن است ما را قانع کند که موقع شروع چنین طرح‌هایی فرا رسـیده اسـت. یک جست‌وجوی سـریع در اینترنت اطلاعات جالب توجهی را به ما می‌دهد:

اولین طرح‌های پژوهشـی در مدارس، در آمریکا به سال ۱۹۲۰ برمی‌گردد اولین کتاب‌هایی که در این مورد چاپ شده است در این سال‌هاسـت. این سال‌ها هم‌زمان است با شروع صنعتی شدن این کشور. سال‌هایی است که در آن تازه صنایع اتومبیل‌سازی فورد تولید انبوه خود را آغاز کرده بود. هم‌چنین با جسـت‌وجوی بیشتر می‌توان دریافت که این کشور در آن سال‌ها از نظر اجتماعی چندان پیشرفته نبوده است. هنوز آبخوری سیاه‌پوسـتان و سفیدپوستان از هم جدا بوده است و زنان حق رأی دادن نداشـته‌اند. اما در ایران در این سال‌ها تازه اولین مدرسه‌ها به‌صورت فعلی تأسیس شـده است. مدارسـی که کم و بیش همان روش تدریس مکتب‌خانه‌ای قدیم را به‌کار می‌گرفتند.

در روش مکتب‌خانـه‌ای دانش‌آموزان (با تحمل درد و رنج فراوان و اعمال خشـونت) به‌صورت عمله‌ی حمل اطلاعات درمی‌آیند. دانش‌آموز از یک سو اطلاعات را از معلم تحویل می‌گرفت و از طرف دیگر در امتحان تحویل می‌داد.

فکـر انقلابـی فورد این بود که به‌جـای تولید اتومبیل در کارگاه‌های کوچک، توسـط ایجاد خـط تولید مکانیـزه به تولید انبوه اتومبیل در یک کارخانه بزرگ روی آورد. این فکر خود یکی از مهم‌ترین پایه‌های توسعه‌ی صنعت نوین در آمریکا و جهان بود.

اما سازمان آموزشی این کشور فکر انقلابی دیگری داشت:

تولید انبوه فکر، یعنی این‌که ایده‌های توسـعه صنعت و فناوری به‌جای این‌که به‌وسـیله تعدادی از نخبگان به‌صورت اتفاقی ایجاد شود همه‌ی افراد جامعه را به نوعی آموزش دهد که همگی و یا تعداد بسـیار زیادی قادر باشند در دامنه‌ی کار و تخصص خود به تولید ایده‌های تازه بپردازند بدین‌صورت یک تکنسین کوچک می‌تواند ایده‌ی ساخت پیچ ساده‌ای را داشته

باشد که به روش تازه‌ای بسته می‌شود و یا یک خانم خانه‌دار می‌تواند یک دستور پخت غذای جالب توجه خاورمیانه‌ای را پیدا کند و یا یک دانش‌آموز ممکن است این ایده را داشته باشد که با اندازه‌گیری PH رودخانه‌ی نزدیک خانه خود به میزان آلودگی آب پی برد. همه‌ی این‌ها ایده‌های تازه‌ای هستند که به صورتی به پیشرفت جامعه صنعتی کمک می‌کنند.

هر نوع ایده‌ی تازه‌ای چه کوچک و چه بزرگ در این کشور به‌صورت غیرقابل باوری تشویق می‌شود. در حال حاضر در هر شهری یک انجمن مکتشفان و مخترعان وجود دارد که در آن مخترعان و مکتشفان به تبادل ایده می‌پردازند و به یکدیگر برای انجام کارهایشان کمک می‌کنند. تعداد اکتشافات و اختراعات در سال در این کشور ۷۰۰،۰۰۰ است. این رقم در کشور چین به ۱،۰۰۰،۰۰۰ می‌رسد. این استعداد و علاقه‌مندی افراد یک جامعه را برای جست‌وجوگری و یافتن ایده‌های جدید پویایی می‌نامند. پویایی عاملی بسیار مهم در پیشرفت جامعه است.

گسترش استعداد پویایی و جست‌وجوگری در دانش‌آموزان باید جزء اصلی‌ترین هدف‌های آموزشی و پرورشی ما باشد

در جدول پیوست عامل پویایی در مقابل عامل فراگیری محفوظات در چند کشور و در سطوح مدرسه دانشگاه و جامعه به‌صورت تقریبی آورده شده است. در این جدول ملاحظه می‌شود که از طرق پویایی و محفوظات فراگرفته شده به یکدیگر مربوط نیستند و از طرف دیگر میزان پویایی در کشور ما در سطح بسیار قرار دارد.

این پژوهنده اعتقاد دارد که این مشکل در تمامی سطوح و طبقات جامعه به یک میزان وجود دارد:

استادان دانشگاه‌های فنی قادر نیستند آموزش دانشگاهی خود را به روز کنند به صورتی که مهندسان پس از خروج از دانشگاه بلافاصله قادر به انجام کاری در صنعت باشند. یکی از مدیران صنعت می‌گوید مهندسان فارغ‌التحصیل از دانشگاه را باید ۴ سال دیگر آموزش دهند تا تازه بتوانند کارهای معمولی مهندسی را انجام دهند.

پژوهشگران صنعتی ما قادر نیستند طرح‌های خود را به‌صورت هدفمند به پیش برند و به نتیجه‌ی نهایی برسانند. در یکی از مراکز تحقیقاتی با سرمایه و تجهیزات کافی از ۱۲۳ طرح تنها دو طرح به نتیجه رسیده است. در کشورهای پیشرفته از هر ۲۰ طرح ۱ طرح به نتیجه می‌رسد.

پزشکان اگر بیماری پرسشی خارج از حوزه‌ی اطلاعات آن‌ها بکند دچار خشم و احساس فلاکت می‌گردند.

معلمان ما غیر از انتقال محفوظات به دانش‌آموز قادر به هیچ نوع ابتکاری در آموزش نیستند.

در جمعیت صنعت‌کاران ما به‌ندرت ابتکار و فکری تازه دیده می‌شود. در یکی از شهرهای تولیدکننده فرش‌های سنتی، ۴۰۰ کارخانه فرش ماشینی با فناوری مشابه تأسیس شده است. این کارخانه‌ها علاوه بر ورشکست‌کردن فرش‌های سنتی خود، هم‌اکنون یا ورشکست شده‌اند و یا در آستانه ورشکست شدن قرار دارند.

این پژوهنده خود در صنعت شاهد آن بوده است که تنها استادکارانی که به صورت تجربی حرفه‌ی خود را به صورت استاد و شاگردی فرا گرفته‌اند قادر به ابتکار در حیطه‌ی حرفه و عمل خود هستند. بسیاری از صنایع، با فناوری و ماشین‌آلات ۵۰ سال پیش کار می‌کنند و مدیران آن‌ها در تعجب‌اند که چرا نمی‌توانند با صنایع خارجی رقابت کنند. در صنعت امروز اگر هر صنعتی در ۵ سال نتواند به نوآوری در محصولات و فناوری جدید دست یابد محکوم به فناست. صاحبان صنایع به مهندسان و تکنسین‌های خود قول کار بیش از ۵ سال را نمی‌توانند بدهند و هر ۵ سال باید حرفه‌ی خود را عوض کنند و یا کار و حرفه جدیدی بیاموزند.

محققان علوم اجتماعی ما هم‌چنان به حلّ مسائل جوامع غربی مشغولند و قادر به مطالعه و حلّ مسائل بغرنج جامعه ما نیستند. فیلسوفان ما هنوز در فرهنگستان‌های فلسفه‌ی آتن گیر کرده‌اند، و مادام که به بحث و جدل با فیلسوفان تاریخ و در فرهنگستان‌های مجازی مشغولند نمی‌دانند که شاید یک دانش‌آموز برای مسواک کردن دندان خود به فلسفه‌ای نیاز داشته باشد.

و روشنفکران ما به بحث‌های شیرین روشنفکری در کافه‌های مجازی، کافه نادری و کافه‌های پاریس و آمستردام مشغولند و نمی‌توانند از سوسوی اندیشه خود پرتویی به اطراف

مقایسه‌ی پویایی به فراگیری محفوظات در چند کشور و سطوح مختلف

مدرسه			جامعه			دانشگاه		
کشور	پویایی	محفوظات	کشور	پویایی	محفوظات	کشور	پویایی	محفوظات
آمریکا	۱۰	۵	آمریکا	۱۰	٦	آمریکا	۱۰	۸
فرانسه	۸	۱۰	فرانسه	۹	۸	فرانسه	۹	۸
کانادا	۱۰	٤	کانادا	۸	٦	کانادا	۹	۸
ایران	۳	۱۰	ایران	۰/۵	۵	ایران	۲	۱۰

خانه خود بیافکنند.

آنچه که به تاریخ مربوط می‌شود غیر از نخبگان اندکی که به‌کار زایندگی فکر و خلق اندیشه‌های نو پرداخته‌اند عدم تحریک فکری و یا انجماد فکری در همه‌ی دوره‌ها (به جز بعضی استثناها) دیده می‌شود.

شاید شما از مشاهده‌ی نقاشی مینیاتور ایرانی تعجب کنید که همه‌ی چهره‌های آن چینی هستند. در واقع این نقاشی از چین وارد ایران شده است، قرن‌ها به شکل اصلی خود نگه داشته شده است و هیچ نقاشی جرأت نکرده است اندکی در آن تغییر دهد و یا این‌که به این فکر بیفتد که همه‌ی روش‌های این نقاشی را رعایت کند ولی چهره‌ی فرزند خود و یا همسایه خود را به تصویر بکشد. هر استاد نقاشی هر آن‌چه را از خود آموخته است به شاگرد خود منتقل کرده است بی‌هیچ کم و کاست و بدون هیچ تغییری.

در حقیقت در تمامی سطوح جامعه، وضع به همین صورت است. اگر استادی دست شاگردی را بگیرد و او را به ایستگاهی برساند شاگرد هرگز قادر نخواهد بود آن ایستگاه را ترک کند. اما مسئله این است که در آن ایستگاه هیچ چیز نیست. نه می‌توان چیزی ساخت و نه تولید کرد و نه به آفرینش هنری دست زد.

اما افراد جامعه ما باید قادر باشند از ایستگاه تاریخی خود خارج شده و هر یک به تنهایی و با ابتکار خود به طرف «نقطه‌ای که باید» حرکت کنند. سرانجام اگر در نظر بگیریم که در حال حاضر ۸۰ درصد بودجه کشور ما از فروش نفت تأمین می‌گردد می‌توانیم مجسم کنیم که این «ایستگاه» و «آن نقطه» چقدر باهم فاصله دارند.

با افزایش تعداد دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و یا تعداد دانش‌آموختگان نمی‌توان این راه را پیمود. تنها راه چاره بالا بردن عامل پویایی در افراد جامعه است و این انجام نمی‌شود مگر از طریق آموزش‌های نوین و از سنین کودکی و در کودکستان و دبستان و دبیرستان.

این پژوهنده مدعی آن نیست که همه‌ی این مسائل با انجام پروژه پژوهشی در مدرسه قابل حل است ولی مایل است که این نکته را مطرح کند که گسترش استعداد پویایی و جست‌وجوگری در دانش‌آموزان باید جزء اصلی‌ترین هدف‌های آموزشی و پرورشی ما باشد. گذر از دنیای قدیم به دنیای پیشرفته بدون تغییر روش‌های آموزشی عملی نیست. کشورهایی که مصمم به تغییر سرنوشت تاریخی خود هستند هم اکنون در این راه سرمایه‌گذاری‌های عظیم کرده‌اند و هر روز در جست‌وجوی شیوه‌های تازه آموزشی هستند.

پژوهش در مدارس در کشورهای صنعتی در سال‌های گذشته دور و همزمان با شروع توسعه صنعتی آغاز شده است. حتی این پژوهنده مشاهده کرد که این‌گونه طرح‌ها در کشور جنگ‌زده عراق نیز آغاز شده است. آیا ما هنوز برای راه‌اندازی این‌گونه طرح‌ها تردید داریم.

تولید انبوه فکر یعنی مشارکت‌های افراد جامعه در تولید ایده‌های تازه در زمینه‌ی کار و تخصص خود

***دکترای مهندس شیمی از فرانسه و فوق دکترای علوم مواد و نانوکوتینک**
Hassan_bolourchi@yahoo.com

هدف اصلی دوره‌ی متوسطه در قرن بیست و یکم

احمد احمدی

کلید واژه ها: آموزش متوسطه، آموزش نظری، اهداف آموزش

مقدمه

آموزش متوسطه امری حیاتی در زندگی افراد به حساب می‌آید، چرا که در این مرحله جوانان می‌توانند با توجه به علایق و نگرش‌های خود درباره‌ی آینده‌ی خود تصمیم بگیرند و در راه کسب توانایی‌هایی قدم بردارند که لازمه‌ی یک زندگی موفق در بزرگسالی است. بنابراین، آموزش متوسطه باید بتواند پاسخ‌گوی دو هدف مختلف باشد: یکی این‌که نوجوانان را به کمال و پختگی برساند و دیگر این‌که، به نیازهای آتی اقتصادی و اجتماعی آن‌ها توجه کند. از این‌روست که باید برای آموزش متوسطه اولویت بالایی قائل شد و بیش از پیش به اهداف و کارکردهای این دوره در قرن ۲۱ توجه کرد. این توجه می‌تواند شناسایی شرایط فعلی و آینده‌ی آموزش متوسطه، شناسایی چالش‌ها و معضلات منتج از شرایط جهان امروز، شناسایی حوزه‌های اولویت، منابع و راه‌بردها باشد که همه‌ی این‌ها در نهایت هدفی جز پاسخ‌گویی به هدف‌ها و مدیریت مشکلات ندارد.

حال، با توجه به این مقدمه، می‌توان توافق‌هایی را به دست آورد که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم:

الف) توافق در مورد دست‌یابی همه‌ی دانش‌آموزان به آموزش دوره‌ی متوسطه

۱. سیاست‌گذاری‌های لازم جهت دست‌یابی همه‌ی دانش‌آموزان به دوره‌ی متوسطه، به‌عنوان حداقل ممکن انجام گیرد و برای نیل به آن، تدارک‌های لازم فراهم شود.

۲. برای کسانی که جذب نظام آموزش متوسطه نشده‌اند مانند مردودشدگان، ترک تحصیل کرده‌ها و به‌طور کلی کسانی که نتوانسته به آموزش‌های متوسطه راه یابند برنامه‌ریزی‌های مناسبی صورت گیرد.

۳. ساختار برنامه‌ها و شیوه‌های اجرایی طوری تغییر کند که انعطاف‌پذیری لازم را داشته و امکان بیشتر و انتخاب‌های بیشتری را در اختیار افراد قرار دهد.

۴. جهت‌گیری کلی برنامه‌ها به جانب کیفیت بهتر و تنوع بیشتر باشد. مسئولیت بیشتر برنامه نسبت به نیازها و موفقیت یادگیرندگان نیز موردنظر است.

ب) توافق در مورد آموزش نظری یا حرفه‌ای

۱. برنامه‌های دوره‌ی آموزش متوسطه باید بر ارتباط متقابل بین دروس نظری و دروس حرفه‌ای تأکید داشته باشد.

۲. هدف آموزش متوسطه باید در جهت آماده کردن فرد برای زندگی باشد؛ بنابراین ضروری است که واقعیت‌های زندگی در قرن ۲۱ را در نظر بگیرد. از جمله‌ی این واقعیت‌ها یادگیری مداوم، به‌منظور چالش با تحولات دنیای کار است.

۳. آموزش متوسطه و از جمله آموزش حرفه‌ای، نه تنها باید پاسخ‌گوی نیاز جامعه به نیروی انسانی موردنیاز باشد، بلکه باید بتواند به نیازهای فردی افراد نیز پاسخ گوید. بنابراین باید در برنامه‌های درسی این دوره، امکان ارائه‌ی دروس اختیاری در زمینه‌های مختلف فراهم شود.

۴. چون یکی از روندهای غالب در آموزش متوسطه در اکثر کشورها، شامل عناصری از آموزش حرفه‌ای برای کلیه‌ی یادگیرندگان است، ما نیز باید در برنامه‌ریزی دوره‌ی متوسطه این نکته را مدنظر داشته باشیم.

۵. آموزش متوسطه با توسعه‌ی ساختارهای انعطاف‌پذیر خود و فراهم ساختن ارتباط قوی با دنیای کار، خود را با واقعیت یادگیری مداوم انطباق دهد.

ج) فرایندهای شناختی و رفتاری این دوره

۱. با درک این نکته که شیوه‌های آموزشی معمول نمی‌تواند به‌طور کامل پاسخ‌گوی نیازهای دانش‌آموزان از نظر شکوفا کردن استعدادهای آنان، به‌ویژه در شرایط بسیار متحول اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی امروز باشد، باید پیش‌بینی‌های لازم برای امکان تنوع‌بخشی به شیوه‌های آموزش و ارزشیابی جدی گرفته شود.

۲. با توجه به کاهش نقش ارگان‌ها و سازمان‌های مختلف در اجتماعی کردن کودکان و نوجوانان، مدارس باید مسئولیت بیشتری در کمک به فراگیران، در کسب مهارت‌های زندگی، به‌عهده بگیرند.

۳. توجه به نقش جدید معلمان، به‌عنوان تسهیل‌کننده‌ی آموزش، در نظر گرفتن پایگاه اجتماعی و اقتصادی آنان و نقش این قشر در اجرای موفقیت‌آمیز آموزش مهارت‌های زندگی، ضروری است. همین توجه به کیفیت آموزش قبل از خدمت و ضمن خدمت، از این نظر، بسیار حیاتی است.

۴. روش‌های آموزش، امکانات، خدمات و فضای مدرسه باید متحول شود تا آموزش مهارت‌های زندگی امکان‌پذیر گردد.

۵. نقش مدیران مدارس متوسطه باید با واقعیت‌های جدید سازگار شود.

۶. تصمیم‌گیران آموزشی باید نسبت به نتایج انتخاب‌هایشان حساس شوند. این حساسیت باید با توجه به شواهد و مدارکی مانند مرتبط کردن موفقیت‌های علمی به سلامت و رفاه فردی و اجتماعی باشد.

۷. استفاده از رویکرد چندبخشی و درگیر کردن وزارتخانه‌ها، سازمان‌های غیردولتی و غیره برای موفقیت در اجرای این نوع از آموزش بسیار ضروری است.

۸. در برنامه‌ها و نیز محتواهای درسی این دوره باید به روحیه‌ی نوجوانان در این سن توجه شود و طرح‌هایی برای پاسخ‌گویی به نیازهای ذهنی و عاطفی آن‌ها فراهم آید.

همایش بین‌المللی یونسکو با عنوان «آموزش متوسطه در قرن بیست‌ویکم» از تاریخ ۲۱ تا ۲۵ می سال ۲۰۰۱ در پکن (چین)

آموزش متوسطه، مرحله‌ای از آموزش است که طی آن دانش‌آموزان جوان به افرادی مستقل و مسئول مبدل می‌شوند و علوم و مهارت‌های لازم را جهت ورود به زندگی آینده‌ی خود کسب می‌کنند.

برگزار شد. در این همایش بر پرداختن مستقیم‌تر یونسکو به آموزش متوسطه تأکید و گفته شد که آموزش متوسطه به‌عنوان یک دوره‌ی مستقل ـ و نه ادامه‌ی آموزش پایه و یا راهی به آموزش عالی ـ در نظر گرفته شود. در یکی از کمیسیون‌های این همایش با عنوان «کمیسیون بین‌المللی آموزش برای قرن ۲۱» گفته شد «اکنون مشخص شده است که به‌منظور دست‌یابی به توسعه‌ی اقتصادی در هر کشور، باید بخش اعظم جمعیت آن کشور به آموزش متوسطه دسترسی پیدا کنند». اعلامیه‌ی داکار (یونسکو ۲۰۰۰) نیز با این نکته موافقت کرده و اعلام نموده است که «نمی‌توان انتظار داشت که کشوری به اقتصادی نوین و بازدسترسی پیدا کند، بدون آن که بخش عمده‌ای از جمعیت آن آموزش متوسطه را کامل نکرده باشد». البته درک این نکته مهم است که، ضرورت آموزش، فراتر از نیازهای اقتصادی است و نیز این که، وظیفه‌ی آموزش، تسهیل یادگیری‌های چهارگانه است؛ یعنی یادگیری برای «عمل کردن»، یادگیری برای «دانستن»، یادگیری برای «زیستن» و یادگیری برای «همزیستی مسالمت‌آمیز»

آموزش متوسطه، مرحله‌ای از آموزش است که طی آن دانش‌آموزان جوان به افرادی مستقل و مسئول مبدل می‌شوند و علوم و مهارت‌های لازم را جهت ورود به زندگی آینده‌ی خود کسب می‌کنند. این دوره یکی از وجوه آموزش‌های مادام‌العمر فرض می‌شود.

اهداف کلی دوره‌ی متوسطه را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

- اعتلای سطح فرهنگ و دانش عمومی، پرورش فضائل اخلاقی، و رشد بینش سیاسی و اجتماعی دانش‌آموزان در ادامه‌ی دوره‌ی آموزش عمومی
- شناخت بهتر استعدادها و علائق دانش‌آموزان و ایجاد زمینه‌ی مساعد جهت هدایت آنان به، مسیرهای شغلی و مسیرهای تحصیلی مناسب.
- آماده کردن آن‌ها برای ورود به بازار کار و مشاغل مفید و مولد.
- تربیت یادگیرندگانی موفق، متکی به نفس و مسئولیت‌پذیر.

دوره‌ی متوسطه به سه شاخه‌ی اصلی به شرح زیر تقسیم می‌شود:

۱. شاخه‌ی فنی و حرفه‌ای
۲. شاخه‌ی نظری
۳. شاخه‌ی کاردانش

هر یک از شاخه‌های بالا بخشی از اهداف کلی دوره‌ی متوسطه را برآورده می‌سازند.

اهداف تفصیلی دوره‌ی متوسطه را می‌توان به شرح زیر تعیین کرد طوری که دانش‌آموزان بتوانند پس از طی دوره‌ی متوسطه، به اهداف و قابلیت‌های زیر دست یابند:

- از یادگیری لذت ببرند، پیشرفت کنند، به موفقیت برسند، خوشحال و موفق باشند و با مهارت‌های خودآموزی (یادگیری و تفکر شخصی) آشنا شوند.
- بتوانند زندگی‌های ایمن، سالم و رضایت‌مندی را برای خود رقم بزنند و متکی به نفس باشند.
- بتوانند نقش مثبتی را در جامعه ایفا کنند و به رفاه اقتصادی برسند.
- توانایی تصمیم‌گیری عاقلانه و برنامه‌ریزی آگاهانه برای آینده‌ی زندگی خود را پیدا کنند و برای اداره‌ی یک زندگی مستقل در جامعه آماده باشند.
- علاوه بر رشته‌ی تحصیلی، در یک فن یا هنر، که مورد علاقه‌ی خودشان باشد، مهارت لازم را کسب کنند و برای ورود به بازار کار و مشاغل مفید و مولد آمادگی پیدا کنند.
- با مهارت‌های زندگی، متناسب با این دوره آشنا شوند و آن‌ها را در عمل به کار بندند.
- به وظایف خود در قبال جامعه و محیط‌زیست آشنا شده و نسبت به انجام آن‌ها احساس مسئولیت کنند.
- با معلومات، روش‌ها و فنون استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، متناسب با نیازهای زندگی امروز آشنا شوند و آن‌ها را به کار برند.
- به ویژگی‌هایی مانند مصمم بودن، انعطاف‌پذیر بودن، مطمئن بودن، ریسک‌پذیر بودن، جسور بودن و... نایل شوند.
- مهارت‌های خود را در به کارگرفتنِ زبان فارسی و زبان انگلیسی تکمیل کرده و بتوانند ارتباط مؤثری با دیگران برقرار کنند.
- با ایده‌های بزرگی که بر جهان تأثیر گذاشته است، آشنا شوند.
- به شناخت درستی از فرهنگ و تاریخ و تمدن ایران و اسلام دست یابند و با مفاخر فرهنگ و هنر آشنا شوند.
- با واقعیت‌ها و مفاهیم علمی، روش‌ها و راه‌کارهای علمی، اصطلاحات علمی و روش‌های ارائه‌ی اطلاعات علمی آشنا شوند.
- سجایای اخلاقی در رفتار و گفتار آن‌ها آشکار شود و به تعادل شخصیت دست یابند.
- روحیه‌ی وطن‌دوستی، خدمت به همنوعان، از خودگذشتگی و... در آن‌ها رشد کند و در اعمال و رفتار آن‌ها به ظهور رسد.
- از ضرورت و اهمیت همکاری مؤثر و برقراری ارتباط در طول فعالیت‌های علمی آگاه شوند.
- با سیر تکاملی ادیان آشنا و به اصول اعتقادی و مبانی دینی و احکام اسلامی پای‌بند شوند.
- از فرصت‌ها و تهدیدهای موجود برای علوم و دانشمندان آگاه شوند.
- قابلیت تحلیل، ارزیابی و ترکیب اطلاعات علمی خود را پیدا کنند.

تجربه های آموزشی

کاربرد فیزیک در زندگی

صبح فیزیکی در سه پرده

مژگان زمانی*

پرده‌ی اول: خانه ۱

صدای زنگ ساعت ذرات هوا را در سه بعد به نوسان در می‌آورد و با انتقال انرژی این موج مکانیکی به پرده‌ی گوشم در می‌یابم، صبح فیزیکی دیگری آغاز شده است.

قدم اول را که بر می‌دارم خدا را شکر می‌کنم که نیروی اصطکاک ایستایی به نیروی اصطکاک لغزشی تبدیل نشد. شاید به‌زودی گلستان فیزیکی‌ام را با این مطلع به نگارش درآورم:

«هر قدمی که بر می‌داریم ممد حرکت است و چون قدم بعدی را بر می‌داریم جابه‌جا می‌شویم.»

پس در هر قدم دو نعمت موجود است و بر هر نعمت شکری واجب. از دست و زبان که بر آید کز عهده‌ی شکرش به در آید.

بنابراین قبل از آن‌که امواج الکترومغناطیسی در محدوده‌ی نور مرئی، از تنها ستاره‌ی منظومه‌ی شمسی، نیم‌کره‌ی شرقی را روشن کند، ابتدا با آب خالص، بارهای الکتریکی ساکن موجود در محل وضو، واقع بر نقاط تراکم رشته‌های اعصاب را پاک می‌کنم، سپس میدان مغناطیسی بدنم را بر میدان مغناطیسی کره زمین منطبق می‌کنم.

پس از تغذیه‌ی روح به سراغ تغذیه‌ی جسم می‌روم. با جفت نیروی انگشتانم شیر آب را باز می‌کنم و یک لیتر

آب درون کتری برقی با توان اسمی بالا می‌ریزم.

با تبدیل انرژی الکتریکی به گرما، دمای آب بالا می‌رود و هنگامی‌که به نقطه جوش رسید، ترموستات به دلیل اختلاف ضریب انبساط طولی دو رسانا، جریان الکتریکی را قطع می‌کند. با خارج شدن سریع این مقاومت اهمی پر مصرف از مدار، یکی از مقاومت‌های موازی مدار ولتاژ متناوب حذف می‌شود و توان مصرفی کل مدار کاهش می‌یابد.

هنگام باز کردن در فریزر، باید نیروی بزرگی برای غلبه بر نیروی ربایشی نوار مغناطیسی وارد کنم. قطعه‌های نان منجمد را درون دستگاه ماکروویو قرار می‌دهم، امواج رادیویی در گستره‌ی ماکروویو، یخ نان را آب می‌کنند.

مواد غذائی مورد نیاز را به‌سرعت از درون یخچال بر می‌دارم تا ضریب عملکرد یخچال کاهش نیابد و انرژی الکتریکی مصرفی آن برای انجام کار، حین گرفتن گرما از چشمه سرد مواد درون یخچال و دادن آن به چشمه گرم هوای بیرون آن افزایش پیدا نکند. برای بریدن تکه‌های پنیر، لبه‌ی تیز کارد را با کوچک‌ترین سطح مقطع، روی آن قرار می‌دهم تا با نیروی دست، بیشترین فشار را وارد کنم...

وارد آسانسور، نه!! وارد آزمایشگاه مکانیک می‌شوم. در شروع حرکت تند شونده، سپس یکنواخت و در آخر کند شونده بر روی خط راست. به گمانم، ذهن کسانی که وارد این آزمایشگاه می‌شوند، ناخودآگاه متوجه اندازه‌ی نیروی کشش کابل آسانسور و توان مفید موتور آن می‌شود.

وقتی خودرو را روشن می‌کنم، ماشین گرمایی درون‌سوز، فرایندهای پی‌درپی هم‌حجم، بی‌دررو، هم‌فشار... چرخه‌های گرمایی را طی می‌کند و با انتقال نیروی حاصل از احتراق چرخ‌های خودرو دارای حرکت‌های چرخشی و انتقالی می‌شوند.

در این مدت آینه‌های کوژ را تنظیم می‌کنم تا میدان دید وسیعی داشته باشم و کمربند ایمنی را می‌بندم تا هنگام ترمز ناگهانی، در اثر لختی به جلو پرت نشوم.

با فشار دکمه‌ی کنترل از دور امواج الکترومغناطیسی گسیلی باعث می‌شوند اثر فوتوالکتریک در پارکینگ را باز کند.

ابتدا در یک حرکت تند شونده با سرعت منفی به عقب می‌روم سپس جهت بردار سرعتم را تغییر داده و در سطح شیبدار خروجی پارکینگ قرار می‌گیرم. برای بالا رفتن از این سطح، باید نیروی جلوبرنده خودرو از مجموع نیروی مؤلفه‌ی وزن و نیروی اصطکاک جنبشی بیشتر باشد.

پرده‌ی دوم: خانه تا مدرسه ۲

هنگام ورود به میدان‌های افقی، اندازه‌ی سرعتم را کم می‌کنم تا نیروی اصطکاک ایستایی بین آسفالت و لاستیک‌ها در راستای شعاع حامل برابر با نیروی مرکزگرا شود.

وارد خیابان اصلی می‌شوم، تلاشم برای حرکت یکنواخت بیهوده است... وقتی از روی پل روگذر با شیب عرضی عبور می‌کنم، مولفه‌ی نیروی عمودی تکیه‌گاه، نیروی مرکز گرای لازم برای حرکت دایره‌ای را تأمین می‌کند و با عبور بی خطر خودروها از روی آن، دو نکته ثابت می‌شود. اول محاسبات دقیق مهندسان در تعیین شیب عرضی و دوم رعایت رانندگان در حداکثر سرعت مجاز بر حسب همین محاسبات.

با مشاهده‌ی رنگ قرمز چراغ راهنمایی چهار راهی که با دیودهای نوری درخشان از فاصله‌ی دور پیداست، پایم را از روی پدال گاز برمی‌دارم، کاهش عدد سرعت‌سنج نشان می‌دهد که برایند نیروها در جهت مخالف حرکتم است و در طی یک حرکت کند شونده متوقف می‌شوم.

هنگام توقف طولانی، همچنان چرخه‌ی ترمودینامیکی موتور خودرو متناوباً طی می‌شود و بیشتر گرمای دریافتی از چشمه‌ی گرمایی درون سیلندر به چشمه‌ی سرد هوای بیرون منتقل می‌شود. نمی‌دانم چرخه‌ی کارنو در این وضعیت چگونه است؟! همچنین کارآیی گرمایی عملی و نظری چطور بررسی می‌شوند؟!

با تغییر بسامد نور گسیلی چراغ راهنمایی به بسامد بیشتر، یعنی سبز، من همچنان ساکن هستم ولی تمام درختان، تابلوها، ساختمان‌ها... به سمت عقب خودروام حرکت می‌کنند. خدا را شکر که هیچ راننده یا پلیسی اعتراضی ندارد. به

قول فیزیکی‌ها چهار دیواری دستگاه مرجع اختیاری... و با همین اختیار دوباره به همان دستگاه لخت اولیه برمی‌گردم.

با شنیدن صدای زیر آژیر، درمی‌یابم که ماشین آتش‌نشانی در حال نزدیک شدن است. با حرکت دورانی فرمان، خودروام به سمت راست می‌رود و هنگامی که سرعت نسبی‌مان صفر شد، اثر دوپلر قطع می‌شود. پس از طی مسافت کوتاهی با افزایش آهنگ سرعت ماشین آتش‌نشانی، بسامد ظاهری صوت دریافتی، کاهش می‌یابد و صدا بم می‌شود.

ظرفیت گرمایی ویژه‌ی زیاد آب نعمتی است که هم در خاموش کردن آتش و هم در خنک کردن ماشین‌های گرمایی مانند خودرویی که سوارم به‌خوبی مورد استفاده قرار گرفته است.

انرژی نورانی شدید ناشی از تخلیه‌ی الکتریکی بین ابرها، هشدار می‌دهد که تا چند ثانیه دیگر انرژی صوتی در گستره‌ی بالاتر از آستانه‌ی دردناکی به گوش خواهد رسید. باز هم خدا را شکر که دو موج اختلاف سرعت قابل ملاحظه‌ای دارند و گرنه بدون چنین هشداری نوسان‌های نامیرای قلب‌مان میرا می‌شد!!!

و هزاران شکر که آب‌های سطحی زمین پس از تغییر حالت‌های فیزیکی تبخیر و سپس میعان به‌صورت تصفیه شده و خالص دوباره به زمین برگشتند.

پرده‌ی سوم: مدرسه ۳

پس از واردن شدن به مدرسه، برای رسیدن به کلاسی در طبقه‌ی سوم باید انرژی پتانسیل گرانشی‌ام را به پیمودن شصت پله، افزایش دهم. باز هم خدا را سپاس می‌گوییم که حقوق [اجرت] ماهانه‌مان طبق تعریف فیزیکیِ کار محاسبه نمی‌شود!

با ورود به کلاس پس از مبادله‌ی انرژی مثبت با دانش‌آموزان، ابتدا ضمن پرسش کلاسی از مباحث نیمرساناها و ابر رساناها از دانش‌آموزان می‌خواهم تا کاربرد هر مورد را که جلسات قبل توضیح داده‌ام و یا خود اطلاع دارند بیان کنند، اما با صدای فراصوت دانش‌آموزان مواجه می‌شوم که در قسمت مطالعه آزاد کتاب است و در کنکور نمی‌آید!

می‌گویم: مگر دیود در قسمت مطالعه آزاد است؟..... بحث بی‌فایده است.....

به خود امیدواری می‌دهم که دست‌کم به هنگام تدریس، کاربرد نیمرساناها در یک‌سو کردن جریان و حتی شکست زنر، ترانزیستورها، آی‌سی، مونوریل و ریز تراشه‌ها... بیان شده است و با این کاربردهای وسیع، آشنایی نسبی دارند.

تدریس مبحث ساختار هسته را شروع می‌کنم. جهت ترغیب دانش‌آموزان برای گوشِ دل دادن و همچنین برای روشن بودن هدف، اشاره می‌کنم که در انتهای این مبحث، با انرژی هسته‌ای؛ همچنین لزوم غنی‌سازی و روش‌های انجام آن آشنا می‌شویم و به بررسی نیروگاه‌های برق با راکتورهای هسته‌ای می‌پردازیم.

هنگام مقایسه‌ی نیروهای رباییِ هسته‌ایِ قوی بین نوکلئون‌های مجاور و نیروهای رانشی الکتریکی بین پروتون‌های هسته در توجیه پایداری هسته‌های سبک و ناپایداری هسته‌های سنگین نگاه‌های دانش‌آموزان، شبیه برانگیختگی الکترونی هنگام جذب فوتون است!

برای درک بهتر موضوع مورد بحث به اتاق سمعی و بصری مجاور می‌رویم تا به کمک رایانه و ویدئو پروژکتور آزمایش مجازی انجام دهیم. اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های گازی اتاق را با باز کردن کلید مدار الکتریکی صفر می‌کنیم.

وارد سایت رشد می‌شوم، می‌خواهم در این ده دقیقه‌ی پایانی کلاس، نهایت استفاده را ببرم که ناگهان برق قطع می‌شود!

برای جلوگیری از تداخل امواج صوتی دانش‌آموزان از آن‌ها می‌خواهم فکر کنند چه عواملی در مدار برق شهر یا نیروگاه باعث بروز این مشکل شده است؟

عده‌ای با شیطنت پاسخ می‌دهند آب نیروگاه‌ها تمام شده و یا سیم‌های رابط را دزدیده‌اند...

بیشتر دانش‌آموزان ترجیح می‌دهند از انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن تلفن‌های همراه‌شان استفاده کنند و با نور گسیلی آن‌ها نوارهایی مشابه نوارهای تاریک ـ روشن آزمایش یانگ بر روی پرده تولید کنند که البته من هم ترجیح می‌دهم به روی خودم نیاورم چون حواسم به صحبت آهسته‌ی دو دانش‌آموزی است که در مورد بی‌فایده بودن علم فیزیک مطالب متعددی را به یکدیگر می‌گویند.

***دبیر فیزیک پیش‌دانشگاهی ۱۷ شهریور منطقه‌ی ۱۳ شهر تهران**

ضرورت کاربردی کردن کتاب‌های فیزیک دوره‌ی دبیرستان

سیده معصومه موسوی و فتانه بخشی*

سرکار خانم سیده معصومه موسوی و سرکار خانم فتانه بخشی کارشناس‌های دبیری فیزیک پژوهش قابل توجهی درباره‌ی آموزش فیزیک انجام داده‌اند. در بخشی از این پژوهش، پرسشنامه‌ای شامل ۲۱ سؤال تنظیم شده است و دانش‌آموختگان دختر و پسر در رشته‌های فنی حرفه‌ای و پیش‌دانشگاهی به این پرسش‌ها پاسخ داده‌اند. پژوهشگران نمودارهای جواب‌های صحیح را بر حسب شماره‌ی پرسش رسم کرده‌اند.

کاهش چشمگیر تعداد پاسخ‌های صحیح به برخی پرسش‌ها قابل توجه است و دقیقاً باید مورد عنایت مؤلفان و معلمان فیزیک قرار گیرد.

مقدمه

رشد سریع علم در عصر حاضر لزوم بازنگری در شیوه‌ی آموزش را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. در جهان امروز که آهنگ دو برابر شدن معلومات علمی بشر از مقیاس چند قرن به چند ماه کاهش یافته است نباید کوشش کرد که اطلاعات زیاد به دانش‌آموزان انتقال داد بلکه هدف آموزش فیزیک باید به دست آوردن بهترین قانون‌ها و اصولی باشد که هر یادگیرنده بتواند بر پایه این اصول جهان را بهتر ببیند و جهان زیباتر و دقیق‌تری برای خود مجسم کند و احساس کند که در این جهان نقشی دارد و نقش مؤثری هم می‌تواند داشته باشد.

اکنون بیش از ۱۵۰ سال است که در ایران فیزیک و سایر علوم جدید تدریس می‌شود اما با دقت در این مدت نسبتاً طولانی در می‌یابیم که چندان به تولید علم توجه نشده است. با توجه به شیوه‌ی تدریس که تقریباً نوع پیشرفته‌ی مکتب‌خانه‌ای است، فردی به عنوان سخنران تلاش در انتقال یافته‌های دانشمندان به دانش‌آموزان می‌کند طوری‌که ایشان با فرمول‌های متنوع بدون دانستن نحوه‌ی یافتن آن‌ها و حتی کاربرد آن‌ها سعی در حل مسائل پیچیده و گاه مشکل می‌کنند. در این راستا بهترین دانش‌آموزان را کسانی می‌دانیم که قادر به حل مسائل سخت و پیچیده باشد. پس از این همه تلاش در یادگیری، با تحویل یک برگه‌ی امتحانی تمام و یا حداقل اکثر مطالب فراموش می‌شوند.

اما چرا این‌چنین است؟ با نگاه به علم فیزیک که در واقع مادر سایر علوم است و یافته‌های آن اکثراً در اختیار علومی چون ارتباطات و پزشکی و شیمی و ... قرار می‌گیرد و بسیاری از یافته‌های آن مانند لیزر در حل مشکلات کمک می‌کند و راه را برای تلاش در جهت دستیابی به فناوری‌های دیگر باز می‌کند با

این حال بسیار مورد بی‌لطفی دانش‌آموزان(به عنوان اولین کسانی که با آن آشنا می‌شوند) قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که گاهی اوقات از آن به عنوان «درس سیاه» نیز یاد می‌کنند.

به همین دلیل در راستای نقش فیزیک در زندگی و تغییر کتب درسی در جهت کاربردی کردن آن‌ها تحقیقی را انجام دادیم که در ادامه به آن می‌پردازیم. در این تحقیق از روش آماری جهت جمع‌آوری اطلاعات و سپس تجزیه و تحلیل آن‌ها استفاده کرده‌ایم. جامعه آماری را گروهی از دانش‌آموزان رشته‌های ریاضی مقطع پیش‌دانشگاهی دختران و پسران و فنی‌و حرفه‌ای دختران و پسران (رشته رایانه دختران و مکانیک و تأسیسات پسران) از شهرستان ابهر تشکیل می‌دهند. انتخاب دانش‌آموزان رشته ریاضی به این دلیل بود که درس فیزیک جزِ درس‌های اصلی آن‌ها محسوب می‌شود و در این مقطع تقریباً اطلاعات فیزیک دوره دبیرستان و پیش‌دانشگاهی را کسب کرده‌اند و فنی و حرفه‌ای نیز دانش‌آموزانی هستند که علاقه‌مند به درس عملی‌اند و درس فیزیک نیز در برنامه درسی آن‌ها منظور شده است.

در این تحقیق تعدادی پرسش کاربردی فیزیک در زندگی مطرح شده تا میزان حس فیزیک در زندگی و حل مشکلات و مسائل با استفاده از اطلاعات فیزیکی دوره دبیرستان سنجیده شود.

نتایج این تحقیق به صورت نموداری در اختیارتان قرار می‌گیرد امیدواریم نتایج حاصله بتواند دست اندرکاران تألیف کتاب‌های درسی و متصدیان آموزش این رشته ها را در جهت هر چه بهتر شدن کتاب‌های درسی یاری نماید.

پرسشنامه

با توجه به اطلاعات فیزیکی دوره دبیرستان خود به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱. برای جدا کردن دو لیوان چسبیده به هم از چه روشی استفاده می‌کنیم؟

۲. در اسباب بازی‌های کوکی از چه روشی استفاده شده است؟

۳. آونگ ساعت خانه هر رفت و برگشت را در چه مدتی انجام می‌دهد؟

۴. چرا در روزهای یخبندان ماشین سر می‌خورد؟

۵. چرا در زمستان سطح جوی آب یخ می‌زند؟

۶. چرا هنگام پاک کردن سطح شیشه پرز پارچه به آن می‌چسبد؟

۷. چرا پس از راه رفتن با دمپایی پلاستیکی بر روی فرش با دست‌زدن به دستگیره در احساس برق گرفتگی می‌کنید؟

۸. علت سوختن لامپ را در چه می‌دانید؟

۹. چرا در روزهای خشک بیشتر از روزهای مرطوب لباس‌ها به هم می‌چسبند؟

۱۰. چرا در آیینه تصویر تشکیل می‌شود ولی در کاغذ تشکیل نمی‌شود؟

۱۱. چرا پاشنه نوک تیز در خاک فرو می‌رود؟

۱۲. دلیل انحراف ماشین‌های شاسی بلند در پیچ جاده‌ها چیست؟

۱۳. چرا اگر بادکنک پر شده را کنار بخاری قرار دهیم می‌ترکد؟

۱۴. چگونه می‌توان یک بادکنک را به راحتی به دیوار چسباند؟

۱۵. برای حرکت دادن جسم سنگین نیرو را در چه راستایی وارد کنیم بهتر است؟

۱۶. هنگام خرید وسایل برقی به چه نکته‌هایی توجه می‌کنید؟

۱۷. هنگام خرید چوب‌اسکی به چه مواردی بیشتر باید دقت کرد؟

۱۸. دلیل وجود نسیم خشکی به دریا چیست؟

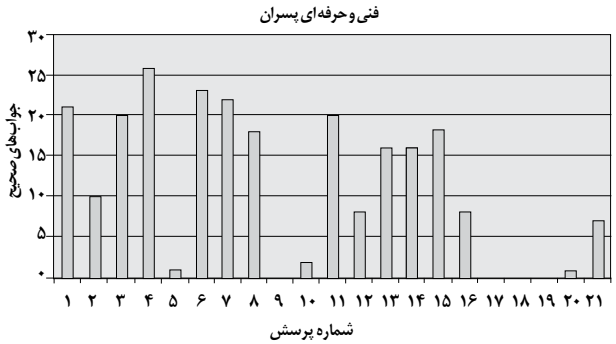
۱۹. چرا برای محکم کردن سر چکش آن را به طور ناگهانی محکم به زمین می‌زنند؟

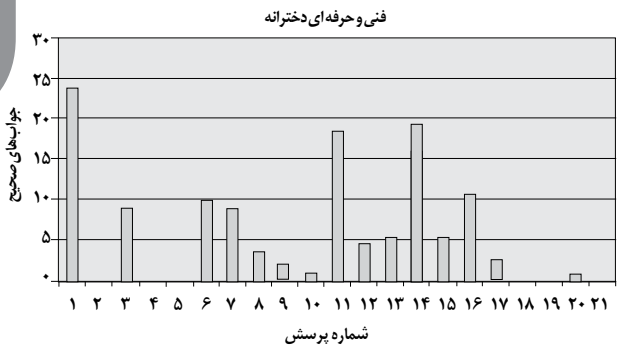
۲۰. به نظر شما برای این‌که یک بوکسور کمترین آسیب‌دیدگی را در برابر مشت داشته باشد بهتر است مدت زمان برخورد را کم کند یا افزایش دهد؟ این کار را چگونه انجام می‌دهد؟

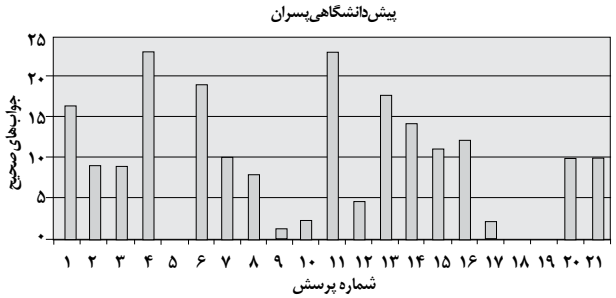
۲۱. یک کاراته کار برای دست‌یابی به نتیجه بهتر نیرو را در زمان کوتاه‌تر وارد کند یا در زمان طولانی‌تر؟ چرا؟

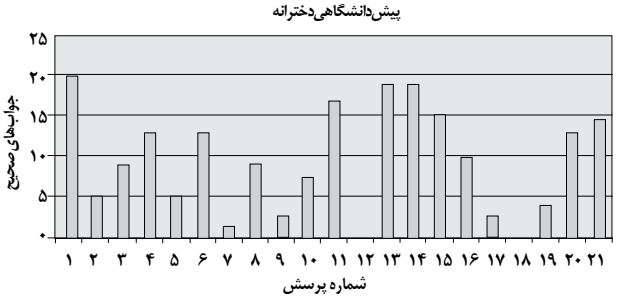
بررسی آماری (نموداری) پرسشنامه

با توجه به نتایج حاصل از پاسخ‌دهی به پرسشنامه این نتایج در نمودارهایی بیان شده که در صفحه‌های بعد مشاهده می‌گردد.









نتیجه‌گیری و ارائه راهکار

در طـول دوران رشـد جسـمی کـودک، ذهن او بـا دادن آموزش‌های مناسـب، رشد می‌یابد و ترقی می‌کند. این آموزش‌ها توسط خانواده، مدرسه و جامعه به وی داده می‌شود. از آن‌جایی که بعد از هفت سالگی، کودک نیمی از روز خود را در مدرسه و تحت تعالیم آموزشی و پرورشی مدرسه صرف می‌کند، لذا با داشتن یک آموزش خوب و منسجم می توانیم ذهن‌های خلاق بیشتری را در زمینه‌های علمی پرورش دهیم.

در فصل‌نامه دبیرخانه راهبردی کشوری درس فیزیک (شماره ۷، پاییـز ۸۶) مقاله‌ای تحت عنوان طـرح و ایده‌های نو در روش تدریس فیزیـک، هوش‌های چندگانه (نظریهMI) معرفی شـده است، که نشان دهنده ترکیب‌های هوشی متفاوتی است که افراد را از یکدیگر متمایز می‌کند. و چون معلم، مسئول پرورش توانایی تفکر در دانش‌آموزان است بنابراین او برای پرورش استعدادهای بالقـوه دانش‌آموزان بایـد با «روشMI» هوش‌هـای چندگانه آشـنا شـود و آن را در روش ارائه صحیح درس به کار گیرد. این هوش‌ها عبارتند از: هوش زبانی، منطقی و ریاضی، مکانی، حرکتی جسمانی، موسـیقیایی، هوش میان فردی و هوش درون فردی و هوش طبیعت‌گرا.

هدف آموزش فیزیک باید به دست آوردن بهترین قانون‌ها و اصولی باشد که هر یادگیرنده بتواند بر پایه این اصول جهان را بهتر ببیند و جهان زیباتر و دقیق‌تری برای خود مجسم کند و احساس کند که در این جهان نقشی دارد و نقش مؤثری هم می‌تواند داشته باشد

در طول دوران رشد جسمی کودک، ذهن او با دادن آموزش‌های مناسب، رشد می‌یابد و ترقی می‌کند. این آموزش‌ها توسط خانواده، مدرسه و جامعه به وی داده می‌شود

در نظام آموزشی خود باید سعی بر شناخت استعدادهای فردی دانش‌آموزان داشته باشیم و آن‌ها را به سمت استعدادهایشان سوق دهیم. مثلاً بسیاری از دانش‌آموزان از همان دوره‌ی راهنمایی از هوش ریاضی، محاسباتی بیشتری برخوردارند و یا هوش موسیقیایی تعدادی از دانش‌آموزان از بقیه بیشتر است...

البته در این میان نقش خانواده را نیز نباید بی‌تأثیر دانست. به طوری که بیان بسیاری از موضوع‌های علمی توسط پدران و مادران تحصیل کرده، در حین تحصیل دانش آموز و یا قبل از آن خود باعث افزایش روند این رشد ذهنی می‌شود.

درک این موضوع که بعضی از دانش‌آموزان با توجه به تفاوت‌های فردی و خانوادگی رشد ذهنی متفاوتی دارند، در کلاس درس به وضوح مشخص است اما با وجود این بسیاری از دانش‌آموزان توسط مشاوره نادرست و یا عامل‌های بیرونی دیگر در خلاف جهت رشد ذهنی‌شان قدم برداشته و به زور مطالب سنگین و پیچیده فیزیک را حفظ کرده و نمره قبولی را پس از چند بار امتحان می‌گیرند در حالی که استعدادهای آن‌ها در زمینه‌های دیگر همچنان نهفته باقی مانده است.

نقش تعیین رشته مناسب در سال اول دبیرستان و یا قبل از آن می‌تواند عامل مهمی در تعیین سرنوشت دانش‌آموز شود، و آینده شغلی و اجتماعی و حتی جایگاه خانوادگی او را تعیین می‌کند. در همین راستا و به موازات اهداف این پژوهش بر آن شدیم تا راهکارهایی را که زمینه افزایش رشد ذهنی و جهت دادن به آن، به همراه طرح مشکل ارائه می‌دهیم.

● از مهم‌ترین مسائل معلمان فیزیک می‌توان به دوگانگی نمره‌های ارزشیابی آغازین دانش‌آموزان که در پایه‌ی اول دبیرستان و در مهرماه انجام می‌شود و همین‌طور معدل نمره‌های این دانش‌آموزان در دوره راهنمایی اشاره کرد. با مقایسه متوجه می‌شویم که پایین‌ترین سطح نمره‌های ارزشیابی آغازین مربوط به درس علوم است. در حالی که این نتیجه با نمره‌های دانش‌آموزان در درس علوم راهنمایی (که مقدمه‌ای از تمامی مباحث فیزیکی دبیرستان در آن آورده شده) بسیار متفاوت است. در این زمینه می‌توان به این نتیجه رسید که مباحث علوم دوره راهنمایی ماندگاری خوبی ندارند که شاید یکی از آن‌ها از عوامل مهم آن کاربردی نبودن و انجام ندادن آزمایش‌های مناسب و جذاب در این دوره است.

● به طور کلی محیط آموزشی باید به گونه‌ای باشد که دانش‌آموز فرصت اندیشیدن و تجربه‌ی شخصی را داشته باشد. (درحالی‌که هم نحوه‌ی آموزش درس فیزیک و هم نحوه‌ی آزمایش‌های کتاب‌های درسی دوره‌ی دبیرستان در حد تأییدی است[1]) و این فرصت را به کلی از او سلب می‌کند. و اجازه پژوهش و رشد ذهنی به او داده نمی‌شود. در حالی‌که متن پرسش‌های امتحان نهایی به صورت [آزمایشی طراحی کنید...] بیان می‌شود. که با نحوه تدریس موضوع در کلاس کاملاً در تناقض است.

مثلاً بهتر است در کتاب درسی جهت کاربردی کردن کتاب آزمایشگاه فیزیک ۳ با نحوه کار جاروبرقی یا ساخت پنکه و... علاوه بر آزمایش‌های ابتدایی آشنا شوند. این موضوع می‌تواند فرصت بیشتری را به دانش‌آموزان جهت رشد ذهنی و ایجاد خلاقیت بدهد.

● با توجه به نقش مؤثر آزمایش در فرایند یادگیری می‌توان با اختصاص وقت بیشتری به آزمایشگاه و همین‌طور تألیف کتاب آزمایش، جدای از کتاب درسی در هر سال و اختصاص واحدی به آزمایشگاه این تأثیر چشم‌گیرتر نمود.

● انتخاب رشته‌ی دانش‌آموزان در پایان سه ساله‌ی راهنمایی انجام شود و نمره‌های واقعی و کتبی بدون در نظر گرفتن نمره مستمر در درس فیزیک و ریاضی، اساس تعیین رشته آن‌ها باشد.

● با توجه به راهکار شما ۴ و نظریه MI که در صفحه‌ی پیش بیان شد می‌توان کتاب فیزیک عمومی سال اول را برای رشته

هوش‌های چندگانه عبارتند از: هوش زبانی، منطقی و ریاضی، مکانی، حرکتی جسمانی،موسیقیایی، هوش میان‌فردی، هوش درون‌فردی و هوش طبیعت‌گرا

تجربی و ریاضی و انسانی جدا کرده و برای هر رشته کتاب فیزیک را با در نظر گرفتن سطح دانش و هوش دانش‌آموزان تدوین نمود. نکته‌ی مهم این اســت که همه‌ی دانش‌آموزان باید با سطحی از فیزیک آشنا باشند. مثلاً نباید دانش‌آموز رشته انسانی را از یادگیری فیزیک محروم نمود و می‌توان ایشان را با دانش عمومی فیزیک آشنا کرد برای مثال لازم نیست در کتاب فیزیک ۱ رشته انسانی در همان ابتدای سال قانون پایستگی انرژی را به همراه ارائه فرمول گنجاند و یا قانون‌های شکست نور را با ارائه فرمول‌ها شکست نور به او آموزش داد بلکه می‌توان یک فیزیک عمومی ســاده‌تر برای او تدوین کرد که او را با مفاهیم فیزیکی آشنا کند تا درک فیزیکی او از جهان اطراف بیشــتر شود و در عوض یک فیزیک کاربردی و مفهومی را برای رشــته ریاضی و همین‌طور متناسب با آن یک فیزیک تجربی، برای رشــته تجربی تدوین نمود. که البته یکی از اشکالات اساسی کتاب فیزیک دبیرستان رشته ریاضی و تجربی نیز همین اســت که فیزیک ۲ و ۳ و حتی پیش‌دانشــگاهی رشته تجربی و ریاضی تقریباً در یک سطح بیان شده ولی در امتحان‌های نهایی یا کشــوری سطح پرسش‌های فیزیک رشته تجربی بسیار پایین‌تر و ساده‌تر از پرسش‌های رشته ریاضی است.

● مفاهیم مطرح شده در دوره دبیرستان در دوره راهنمایی عیناً تکرار شده است و این باعث گرفته شدن وقت دبیر جهت یادآوری آن‌ها می‌شود. در حالی‌که می‌توان در ابتدای هر فصل پرسش‌هایی کلــی به عنــوان آزمــون ورودی از اطلاعــات دوره‌ی راهنمایی دانش‌آمــوزان مطرح نمود و در نتیجه با این روش هم آن مطالب یادآوری می‌شود و هم از حجم کتاب کم می‌شود. و در ضمن دبیر فرصت بیشتری را جهت ارائه و توضیح و انجام آزمایش‌های جهت مطالب جدید خواهد داشت. مثل فصل ۲ فیزیک ۱ مبحث گرما و یا فصل ۳، فیزیک ۱، بحث الکتریسیته و...

● مطالــب فیزیــک را به صورت سلســله‌ای و پله‌ای مطرح نمود. یعنی در هر ســال به صــورت جزئی به چند بخش متفاوت پرداخته و در ســال بعد همان مباحث بدون تکرار تکمیل شــود. (تکرار به صــورت آزمون ورودی و یا به عهده دانش‌آموز باشــد) مثلاً دانش‌آموزان بخش آینه و عدســی در سال اول می‌خوانند در حالی‌که می‌توان قسمتی از آن‌ها را حذف و به سال دوم کشاند و یا فیزیک ۳ به طور کلی ارتباط میان مکانیک در فیزیک ۲ و فیزیک پیش را قطع می‌کند.

● بیان برخــی از مطالب که نیاز بــه آمادگی ذهنی بالاتر و پیش زمینه‌ی ریاضی بهتر دارد در فیزیک ۱ باعث اولاً بی‌علاقگی دانش‌آمــوز به فیزیک و ســرگردانی و درک نادرســت از مطلب می‌شــود. برای مثال می‌توان قانون‌های شکست نور و یا زاویه‌ی حد و (با ارئه فرمول) را در فیزیک ۱ بیان کرد.

● در بسیاری از فصل‌های کتاب‌های درسی تمرین‌های پایان فصل با مطالب فصل همخوانی ندارد برای مثال پرســش ۷ و ۸ فصل ۱ کتاب فیزیک ۲، همین‌طور بیان نامناسب برخی تمرین‌های پایان فصل دانش‌آموزان را به ســوی استفاده از کتاب‌های کمک درســی مانند گام به گام سوق می‌دهد. مانند پرسش ۹ و ۶ فصل کتاب فیزیک ۱.

● با کاربردی کردن کتاب فیزیک۱، تألیف کتاب آزمایشــگاه فیزیک ۱ و اختصاص زمان بیشتر این کتاب می‌توان دانش‌آموزان را به رشــته‌های تجربی و ریاضی ترغیب نمود. همچنین بررسی درصد دانش‌آموزان که در پایه دوم در رشته‌های ریاضی و تجربی در ۴ ساله اخیر در شهرستان ابهر ثبت نام نموده‌اند نشان می‌دهد که فقط حدود ۱۵٪ دانش‌آموزان رشته ریاضی را انتخاب کرده‌اند و حدود ۱۵٪ وارد رشته تجربی شده‌اند ولی حدود ۵۰٪ آن‌ها وارد رشــته‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش شــده‌اند که شاید یکی از عوامــل مؤثر علاقــه آن‌ها به کارهای عملی بوده اســت. اگر در دوره‌های تجربی و ریاضی نیز دروس فیزیک و شــیمی بیشتر به صــورت عملی و همراه با قاعده‌های مربوطه بیان شــود می‌تواند در جهت بالا بردن سطح کیفی دبیرستان‌ها و در نتیجه آن سطح علمی دانشگاه‌ها باشد.

● برگزاری نمایشــگاه‌های آزمایشگاهی در سطح منطقه‌ای جهت بازدید دانش‌آموزان و دبیران می‌تواند ایشان را با آزمایش‌های نوین و ساخت وسایل آزمایشگاهی ساده ولی کاربردی آشنا کند و دانش‌آموزان را به انجام آزمایش و تحقیقات ترغیب نماید.

۱۲. انتشار فصل‌نامه‌ها یا خبرنامه‌های مربوطه به روش‌های تدریس و روش‌های جدید آزمایش همچنین وسایل آزمایشی جدید باعث بالا رفتن سطح دانش همکاران جهت ارائه دروس به دانش آموزان شده، دانش‌آموزان با ساخت وسایل آزمایشگاهی آشنا شده و در جهت ســاخت وســایل دیگر ترغیب می‌شوند. البته می‌توان به وجود مجله‌های رشــد در این زمینه اشــاره نمود اما بسیاری از مقاله‌های ارائه شــده در این مجــلات جهت کمک به دبیر برای استفاده در کلاس نیست و فقط سطح علمی دبیران را بالا می‌برد

* دبیران فیزیک شهرستان ابهر

مقدمه

وجود فاصله بین آموزه‌های محیط آموزشی با جریان روزمره‌ی زندگی باعث می‌شود دانش‌آموختگان نتوانند آن‌طور که شایسته است از آموخته‌های خود در جریان زندگی به‌عنوان الگوهایی مشکل‌گُشا در حلّ مسائل استفاده کنند. از طرف دیگر وجود این فاصله باعث می‌گردد روند آموزش و یادگیری، نهایتاً و در بهترین شرایط در کلاس درس خاتمه یابد و همراه با دانش‌آموز وارد جریان زندگی نشود. به عبارت دیگر: دانش‌آموزان، آموخته‌های خود را در «کلاس درس» جای می‌گذارند و خود از این فضا خارج می‌شوند. اگر قرار است هدف اساسی در فرایند یادگیری، تربیت انسان‌هایی باشد که مدیریت «بهتر زیستن» و «با هم زیستن» را فراگرفته باشند. آنگاه ضرورت کاهش فاصله بین مفاهیم علمی مطرح شده در محیط آموزشی و جریان زندگی، هرچه بیشتر خود را نشان می‌دهد. موفق‌ترها در امر آموزش آن‌هایی هستند که در کاهش این فاصله از مدیریت علمی‌تر استفاده نمایند.

ارتباط بین مفاهیم علمی و زندگی

جهانگیر ریاضی

باید آموزه‌ها، بخش جدایی‌ناپذیر از زندگی باشند، به‌طوری‌که افراد در روند آموزش، اصول کلی حلّ مسئله را آموخته‌باشند

مفهوم «عینی و ملموس شدن اصول علمی»

برداشت‌هایی نادرست از موضوعِ «عینی شدن مفاهیم» باعث می‌شود عده‌ای با تأکید بر این عبارت که: «سعی کنید از اصول و قانون‌های علمی بحث شده در زندگی‌تان استفاده کنید» تصور می‌کنند مفاهیم برای دانش‌آموزان ملموس می‌شود. در حالی‌که ملموس شدن مفاهیم نیازمند فرایندی طولانی است که با تلاشی مستمر و مدیریت شده، محیط آموزشی از نظر رضایت‌مندی‌ها و مطلوبیت‌ها تا حدّ امکان به فضای زندگی روزمره دانش‌آموزان نزدیک گردیده، طوری‌که دانش‌آموزان باور کنند که علاوه بر دست‌یابی به رضایت‌مندی‌هایشان در محیط آموزشی، می‌توانند از آموزه‌های این محیط درحلّ مسائل و مشکلات زندگی استفاده کنند. نباید فراموش کرد که جریان متنوع رویدادهای زندگی از فرمول خاصی تبعیت نمی‌کند. نمی‌توان به هر انسان یک «کتاب راهنمای حل مشکلات زندگی» داد تا هرگاه به مشکلی برخورد کرد، به کتاب مراجعه و فرمول حل مسئله را از آن استخراج کند و به‌کار گیرد ـ باید آموزه‌ها، بخش جدایی‌ناپذیر از زندگی باشند، به طوری‌که افراد در روند آموزش، اصول کلی حلّ مسئله را آموخته باشند.

اولویت فرهنگ «گفتاری و دیداری» بر «فرهنگ‌نوشتاری»

تجربه نشان می‌دهد که در جامعه‌ی ما، بیان مسائل و موضوع مختلف در قالب گفت‌وگو یا نمایش، برای افراد، مطلوب‌تر از بیان آن‌ها به شکل نوشتاری است. برای مثال، بیان رویدادهای کتاب «شاهنامه‌ی فردوسی» در قالب: «نقالی و استفاده از پرده‌ی نقاشی شده» از قهرمانان و رویدادها... فراتر از مطالعه‌ی متن کتاب کارایی داشته است. همین‌طور بیان پیام‌های اخلاقی و انسانی در قالب «تآتر عروسکی و تآتر خیابانی» و... پرده‌ی مورد استفاده‌ی نقال‌ها، مجموعه‌ای از رویدادهاست که مرحله به مرحله روایت می‌شود. نقال سعی می‌کند تصویری مشخص و عینی‌تر از عناصر و افراد و قهرمانان داستان را به مخاطبان معرفی کند. تآتر عروسکی که از سال‌های دور در قالب مجموعه‌ای از عروسک‌های بسیار ساده و دست‌ساز، سناریویی را دنبال می‌کند. شخصیت‌های عروسکی و تعامل آن‌ها در این سناریو می‌تواند یک پیام اخلاقی و انسانی را مطرح کند. آیا می‌توان از همین قالب‌ها مانند نقالی، پرده‌ی نقاشی شده، تآتر عروسکی و... برای بیان مفاهیم و اصول علمی که راهنمای بهتر زیستن انسان‌ها هستند، استفاده‌ی فعال کرد؟ آیا بهتر نیست دقت کنیم که سایر موضوع‌ها، طی چه فرایندی برای افراد عینی و ملموس می‌شوند تا بتوانیم به‌عنوان راهنما برای ملموس‌تر شدن مفاهیم علمی از این الگوها استفاده کنیم؟ البته این به معنی نفی فرهنگ نوشتاری و مطالعه نیست، چرا که در این زمینه باید تلاش مستمری انجام گیرد تا افراد با فرهنگ نوشتاری و مطالعه مأنوس شوند و آن را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین روش‌های دست‌یابی به مفاهیم و اطلاعات متنوع از دانش گسترده‌ی بشری بپذیرند.

نمایش کاربردهای اصول و قانون‌های علمی در عرصه‌هایی از زندگی

یکی از روش‌های ملموس شدن مفاهیم، مشاهده‌ی کاربرد گسترده‌ی قانون‌ها و اصول علمی در عرصه‌هایی آشنا از زندگی است. در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- **بررسی فیلم برخی از حرکت‌های ورزشی** به‌صورت «حرکت آرام» و تأکید بر نقش قانون‌ها و اصول بنیادی در فیزیک از جمله قانون‌های نیوتون، استاتیک، بیومکانیک و... برای مثال بررسی حرکت فوتبالیست‌های برجسته در سطح جهان، از نظر تسلط و مهارت بالا در اجرای ضربه‌های ایستگاهی و آزاد به‌عنوان یکی از بارزترین عرصه‌های کاربرد قانون‌های فیزیک (حرکت‌شناسی، ترکیب حرکت‌های چرخشی و انتقالی و...) است.
- **نمایش فیلم‌های علمی ـ پژوهشی** که مرحله‌های مختلف طراحی و ساخت سازه‌هایی مانند: پل‌ها، برج‌ها و... را مورد بحث قرار می‌دهد. ویژگی اصلی این فیلم‌های علمی این است که در تمام مرحله‌های طراحی تا ساخت، مشکلات و موانع و شیوه‌ی

اســتفاده فعال از قانون‌ها و اصول علمی در حل این مشکلات را مورد بحث قرار می‌دهد. توجه می‌شود که اعتقاد به راهگشا بودن اصول علمی در حلّ مسائل باید به‌صورت یک باور و یک فرهنگ در آید. وقتی جوان دانش‌آموز فرایند طراحی و ســاخت ســازه‌ای عظیم مانند یک پل را مشــاهده می‌کند که با اســتفاده از اصول علمی دقیق، در مقابل عوامل نامســاعد مانند توفان و زلزله‌های بزرگ دوام می‌آورد، و اگر این اصول و پیش‌بینی‌های علمی به‌کار گرفته نشــده بود، جان هزاران نفر در معرض خطر قرار می‌گرفت و محیط زیســت شدیداً آسیب می‌دید، آنگاه جایگاه اصول علمی در فرایند «بهتر زیستن» بهتر مشخص می‌گردد. در همین زمینه می‌توان پس از تماشــای فیلم علمی، از دانش‌آموزان خواست تا توضیح دهنــد که از «کدام اصول و قانون‌هــای علمی، در کدام بخش از رویدادهای فیلم» استفاده شده است. تجربه نشان می‌دهد کــه طرح پرســش در این قالب‌ها برای دانش‌آمــوزان از هیجان بیشتری برخوردار است و عموماً مورد استقبال قرار می‌گیرد.

اصول و قانون‌های علمی در محیط‌های با نشاط و مطلوب کودکان و نوجوانان کاربرد گسترده‌ای دارند

● **بیــان مفاهیــم و قانون‌های علمــی در قالب‌های متنوع و جذاب.** فیلم‌های مستند، انیمیشن، کارتون و... می‌توانند بیانی از مفاهیم علمی به‌صورت ساده و قابل درک کودکان و نوجوانان باشد. ســناریویی تدوین شده که برای کودک و نوجوان از جذابیت لازم به‌عنوان یک فیلم سرگرم کننده برخوردار است و در عین حال، شخصیت‌های این سناریو و تعامل بین آن‌ها می‌توانند بیان کننده مفاهیم علمی باشند. فیلم‌هایی که دنیای جانوران، آبزیان، گیاهان و... و ارتبــاط بین آن‌ها را نشــان می‌دهد، در معرفی این جانداران، ویژگی‌هــای رفتاری و محیــط زندگی آن‌ها به کــودک و نوجوان بسیار موفق است. به بیان دیگر برای بیان و معرفی دانش بشری و قانون‌های علمی که یادگیری آن‌ها برای بهتر زیستن ضروری است، باید به‌دنبال قالب‌ها و صورت‌هایی متنوع بود.

● **ســخت‌افزارهای تعاملی.** اصول و قانون‌های علمی در محیط‌هــای با نشــاط و مطلوب کــودکان و نوجوانان کاربرد گسترده‌ای دارند. توضیح کارکرد قانون‌های فیزیک در شهربازی و ابزارها و ســخت‌افزارهای تعاملی کــه در این مجموعه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌تواند امکان عینی شدن قانون‌ها و اصول علمی را فراهم‌تر کند. ســخت‌افزارهای تعاملی می‌توانند به‌خوبی محیط «تجربه شخصی» را برای کودکان و نوجوانان مهیا سازند. دانش‌آموز در فرایند این تجربه شــخصی به اصول و قانون‌هایی دست می‌یابد که ممکن است عنوان خاصی را برای آن‌ها تعریف نکند، ولی در واقع همان قانون‌های علمی تعریف شده‌اند.

جایگاه اصول علمی در حل مشکلات شخصی

غلبه بر مشکلات و حل آن‌ها، در فرد ایجاد رضایت‌مندی، نشاط و آرامش می‌کند. هرگاه فرد با تجربه و اندیشه شخصی خود به این نتیجه برسد که روش علمی شیوه‌ی بهتر و اصولی‌تر حل مسائل، حتی مشکلات شخصی است، یک گام اساسی در جهت ارتباط بین مفاهیم علمی با زندگی برداشته است. شاید یکی از مشکلات اساسی در نگرش افراد این است که اصول و قانون‌های علمی را جدا از مسائل زندگی تصور می‌کنند یا رابطه‌ی فعالی بین آن‌ها برقرار نمی‌کنند. یعنی این‌که سال‌ها وقت و انرژی صرف آموزش یک سری مفاهیم در محیط‌های مختلف آموزشی می‌شود، ولی باز هم فرد در برخورد با مشکلات خود، نمی‌تواند از نتایج و آموخته‌های محیط آموزشی در حلّ این مشکلات بهره‌ای بگیرد. در این زمینه، هرقدر آموزه‌های محیط آموزشی، به مسائل زندگی نزدیک‌تر و پاسخ‌گوی مسائل و مشکلات مطرح شده در زندگی باشند. اعتماد به کارآیی فعال این مفاهیم بیشتر می‌شود و زمینه‌ی عینی‌تر شدن مفاهیم، فراهم می‌گردد.

کم‌حوصلگی در برخورد با مسائل، رویدادها، فیلم‌ها و قصه‌هاو... و محیط‌هایی که درک آن‌ها به «اندیشیدن بیشتر» نیازمند است، باعث می‌گردد نوعی راحت‌طلبی در افراد ایجاد شود. در نتیجه در اوقات فراغت ممکن است تمایل چندانی به پرداختن به این‌گونه مسائل از خود نشان ندهند. بنابراین تا حدّ امکان باید محیط آموزشی بتواند فاصله‌ی افراد و مفاهیم علمی را کاهش دهد. آن‌قدر جاذبه و جلوه‌های زیبا در فضای بیان قانون‌های علمی به‌وجود آید که فرد آن‌ها را جدا از خود و زندگیش تصور نکند.

روش‌های ایجاد و تقویت انگیزه در یادگیری فیزیک

نسرین صباغ مقدم

چکیده

آموزش فیزیک در دبیرستان هنوز سنتی و کلیشه‌ای است! اما می‌توان با شناخت روحیه‌ی دانش‌آموزان این روش‌ها را تغییر داد. چنانکه بازخورد صحیح می‌تواند استمرار انگیزه یادگیری را در پی داشته باشد. در این مقاله سعی شده است، با روش‌های گوناگون به ایجاد و تقویت انگیزه در یادگیری بر مبنای تجربه شخصی و نتایج مطلوب در پی آن پرداخته شود. در این مقاله « تجربه‌های شخصی» پیشنهاد می‌شود که عمل به آن، نتایج بسیار مطلوب به‌بار می‌آورد و احساس رضایت نسبی بین دانش‌آموزان و مدیریت به‌وجود می‌آید.

کلید واژه ها: انگیزه، یادگیری، فیزیک

مقدمه

معلم یکی از ارکان مؤثر در زمینه‌های گوناگون رشد اجتماعی، علمی و فرهنگی دانش‌آموزان است. امروزه خانواده‌ها به این امر کاملاً واقف شده‌اند و این حقیقت را پذیرفته‌اند که سخن معلم، شخصیت معلم، و اندیشه‌های معلم در شکل‌گیری شخصیت و اندوخته‌های علمی ـ فرهنگی فرزندانشان بسیار تأثیرگذارتر از خانواده ـ حتی والدین ـ است. ما خود نیز به‌عنوان معلم با تجربه‌ای هرچند اندک به این امر واقفیم. در این راستا، به هیچ‌عنوان نمی‌توان محدوده‌ی تأثیرگذاری را طبقه‌بندی کرد و معلمان دینی ـ قرآن را منحصر به این اثربخشی دانست. چرا که همیاری و همفکری اجتماع کوچک مدرسه شاخه و رشته نمی‌شناسد. در این راستا درس فیزیک به عنوان یکی از سخت‌ترین درس‌های دبیرستان شناخته شده و ساعت‌های درسی فشرده‌تری را به خود اختصاص داده و ترس و وحشت کاذبی در دانش‌آموزان ایجاد نموده است. این بر روش یادگیری، پرسش، آموزش، امتحان و... معلمان فیزیک آثار مهمی را باقی گذاشته است. تا آن‌جا که این باور در بیش‌تر معلمین فیزیک، مدیران، و دانش‌آموزان وجود دارد که زنگ فیزیک، یک زنگ بی‌روح و بی‌احساس،

«درس فیزیک یک
درس غیرمفید در زندگی و غیرقابل یادگیری،
امتحان فیزیک، امتحانی سخت و نمره‌ی خوب فیزیک یک رویا
و معلم فیزیک، یک معلم سخت‌گیر و خشک است و رابطه‌ی عاطفی
با وی با یادگیری مفید ناسازگار است.» نقض این ادعاهایِ ثابت نشده امکان‌پذیر و میسر است.

تأثیر و نوع رابطه معلم فیزیک با دانش‌آموز

هرچند که سختی درک فیزیک می‌طلبد که جدیت در کار داشته باشیم تا از تلف شدن ساعت‌های درسی بکاهیم اما قاطعیت در امور مختلف کلاس از جمله عدم تغییر زمان برگزاری امتحان، عدم قبول توجیه و دلایل «غیر منطقی» در ارائه تکالیف، عدم تغییر رأی و نظر در موارد ضروری، بیان دلایل ناراحتی از سوی معلم، جدیت در زمان‌های قابل تشخیص در کلاس همراه با شوخی و مزاح، درک متقابل دانش‌آموزان، تشخیص صحیح و هوشمندانه معلم در انجام درست تکالیف، اداره و مدیریت صحیح در زمان‌بندی کلاس، برقراری نظم، تشویق‌های مناسب و صحیح دانش‌آموزان، توجه به روحیات غیردرسی و نامناسب دانش‌آموزان، توجه به وضعیت غیر کلاسی دانش‌آموزان، جلب اعتماد و شرکت در گفت‌وگوی دانش‌آموزان، همراهی با جمع شاد و صحبت‌های مختص سن آن‌ها و... می‌تواند بسیار مؤثر باشد. در آن صورت دانش‌آموز چنان روی شخصیت، نظر، فکر و احساس معلم فیزیک حساب می‌کند که هیچ‌یک از معلمان چنین تأثیرگذار نخواهند شد و این باور غلط از میان می‌رود که دین را تنها می‌توان در رساله‌های مذهبی و کتاب‌های دینی یاد گرفت.

روش‌های تاثیر خلاقیت معلم بر فرایند یادگیری

گرچه بر این باوریم که روش تدریس ما سنتی شده و گچ و تخته نمی‌تواند در درک مفاهیم سخت فیزیک به دانش‌آموزان کمک مفیدی کند و باز با این بهانه که امکانات موجود در مدارس، کمبود وسایل آزمایشگاهی و رایانه و... راه نوین یاددهی را بر ما بسته است، اما نمی‌توان از خلاقیت و ابتکاری‌های معلم با کمترین امکانات چشم‌پوشی کرد. یکی از این موارد روش بسیار کهنه و قدیمی «امتحانات» کلاسی و پایانی ماست. به‌ویژه در طی سال تحصیلی که متأسفانه امروزه گرفتن امتحان سخت و آسان از

امروزه خانواده‌ها به این امر کاملاً واقف شده‌اند که سخن معلم، شخصیت معلم، و اندیشه‌های معلم در شکل‌گیری شخصیت و اندوخته‌های علمی ـ فرهنگی فرزندانشان بسیار تأثیرگذارتر از خانواده است

سوی معلم و کسب نمره بد، از سوی دانش‌آموز امری عادی شده و کمترین تأثیر ممکن را بر فرایند یادگیری دارد. چه‌بسا که معایبی چون تلف شدن وقت کلاس، و باز گذاشتن راه تقلب و عدم پیشرفت آن‌ها را دارد. از این‌رو بنده به‌عنوان یک معلم فیزیک در صدد برآمدم تا با شیوه‌های جدید کمی بر این باورهای غلط پا بگذارم و تجربه‌ای آموزشی را به کارنامه کاری خود بیفزایم. شاید کسب نتیجه مطلوب و ارائه به همگان گوشه‌ای کوچک از همه مشکلات مطرح شده را پر کند.

تغییر روش‌های امتحان

الف) مبحث خاصی از کتاب با حجم اندک را انتخاب کنید که احساس می‌شود دانش‌آموزان در آن قسمت و حل مسائل و درک مفاهیم مشکل دارند. تعداد مشخصی پرسش‌های آسان و سخت مربوط به مبحث را (به تعداد دانش‌آموزان کلاس) تهیه کنید همراه با پاسخ کوتاه در مورد درس‌های پایه در اختیار آنان بگذارید. به آن‌ها فرصت معینی بدهید تا پرسش‌ها را مطالعه (و یا حل) کنند و در این مدت اشکال‌های خود را با همکلاسی یا معلم در میان بگذارند و در تاریخ مشخص از همین پرسش‌ها بدون تغییر کلمه‌ای با همین اعداد و اطلاعات امتحان بگیرید. بدین ترتیب که برای هر دانش‌آموز تنها یک یا دو پرسش را از بین پرسش‌ها در برگه‌هایی تهیه می‌شود و روز مقرر دانش‌آموز به قید قرعه حق دارد برگه خود را بردارد و به پرسش شانسی ـ انتخابی خود پاسخ دهد.

تذکر: معلم می‌تواند از این پرسش‌های تهیه شده درسال‌ها و مکان‌های مختلف استفاده کند زیرا لزومی ندارد برگه‌ها تکثیر شود و دانش‌آموز پرسش انتخابی خود را به برگه دیگر همراه با پاسخ منتقل می‌کند و آن را برمی‌گرداند.

مزایای روش

۱. ایجاد شور و هیجان و انگیزه و تلاش در مسائل کمک‌درسی.
۲. کسب نمره‌ی خوب توسط خود دانش‌آموز و جلوگیری از ناامیدی.
۳. مطالعه‌ی حجم کم مطلب درسی و رغبت دانش‌آموز برای مطالعه.
۴. حل و تکرار زیاد مسئله و مطلب و یادگیری بهتر.
۵. جلوگیری از تقلب چون دانش‌آموز نمی‌داند کدام مسئله قرار است سهم او در امتحان باشد.

ب) روش مشورتی: باز هم مبحث خاصی به‌ویژه از مفهومی‌ها و تعریفی‌ها انتخاب می‌شود و در روز مقرر امتحان بدون اطلاع دانش‌آموز، معلم جای آن‌ها را عوض می‌کند و بنا به تشخیص خود آن‌ها را دوبه‌دو کنار یکدیگر می‌نشاند و البته بهتر است دانش‌آموزان قوی با هم، ضعیف باهم و متوسط با هم انتخاب شوند. بعد از این کار پرسش‌ها به‌صورت مشورتی با هم در گروهی دو نفری خود حل می‌شود.

مزایا

۱) ایجاد شور و انگیزه در برگزاری امتحان
۲) جلوگیری از فکر و انگیزه تقلب
۳) تبادل نظر صحیح و غلط و پی بردن به اشتباه و تکمیل نظرات یکدیگر
۴) کسب نمره مطلوب و نسبی توسط خود دانش‌آموز و رفع نگرانی و اضطراب‌امتحان.
۵) یاددهی ضمن یادگیری
۶) کم بودن تعداد ورقه‌ها برای تصحیح
۷) ایجاد حس رقابت در بین گروه‌ها و رساندن گروه‌های ضعیف به قوی.

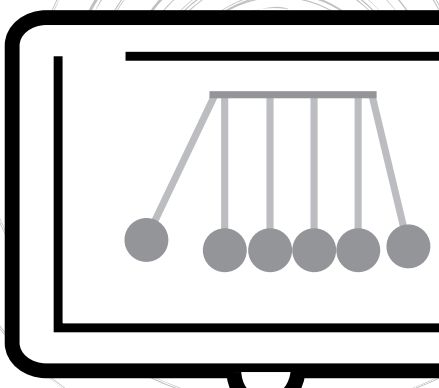
توجه: گروه‌ها در امتحان‌های بعدی عوض می‌شود و زمان برگزاری این شیوه از قبل تعیین نمی‌شود.

روش‌های بالا در کلاس‌های درس ابتدا توسط خودم و سپس با ارائه به همکاران اجرا و نتایج مطلوبی به‌دست آمد.

انجام تکلیف

توزیع کتاب‌های غیردرسی استاندارد در بازار متأسفانه راه را برای دانش‌آموزان کم تلاش بازتر کرده است تا با تهیه آن‌ها و کتاب‌های «حل‌المسائل»، رفع تکلیف کرده و اثر مطلوب حل مسائل را از بین ببرد. از این‌رو بهتر است معلم مسائل آخر فصل را سرکلاس درسی با همفکری خودشان به عنوان نمونه پاسخ دهد و برای تکالیف منزل از پرسش‌هایی استفاده کند که راه پاسخ آماده را بسته‌اند و قاطعیت در انجام تکالیف یکی از همان مطالب جدیت در کار و نظم کلاسی است.

* دبیر فیزیک ناحیه ۴ ـ دبیرستان محمودیه (۴)



محمد اصغری سفتجانی*
دکتر مسعود صدرالاشرفی**

آزمایشگاه مجازی

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی و مقایسه‌ی تأثیر اجرای آزمایشگاه مجازی و روش تدریس معمول بر سه متغیر دانش، توانش و نگرش فراگیران بوده است. نمونه‌ی پژوهش شامل ۱۴۰ دانش‌آموز از بین ۴۵۶ دانش‌آموز رشته ریاضی ـ فیزیک مدارس منطقه ۱۶ انتخاب شدند و موضوع درسی الکتریسته در نظر گرفته شد. ابزارهای گردآوری اطلاعات عبارتند از آزمون یادگیری و نگرش که در دو نوبت به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون برگزار گردید. جهت تحلیل توصیفی داده‌ها از شاخص‌هایی نظیر درصد، فراوانی، میانگین و آزمون T[1] جهت بررسی معناداری تفاوت گروه‌ها در افزایش یادگیری، مهارت و بهبود نگرش و همچنین معناداری تفاوت نمره یادگیری و نگرش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، استفاده شد.

نتایج تحقیق حاکی از آن است: بین روش تدریس حاضر و معمول در افزایش نگرش تفاوت معناداری وجود دارد. که این شیوه‌ی تدریس در افزایش مهارت مؤثر بوده است. بین نمره پیش و پس‌آزمون دانش دانش‌آموزان معناداری نیست.

کلیدواژه‌ها: آزمایشگاه مجازی، روش تدریس معمول، دانش، توانش، نگرش، محیط ادیسون، الکتریسته.

مقدمه

بسیاری از دانش‌آموزان به رایانه و کار با آن علاقه‌ی وافری نشان می‌دهند، حتی گاهی اوقات مجذوب آن می‌شوند. در چنین موقعیتی می‌توان راه‌بردی برای سوق دادن آن‌ها برای درک بیشتر مطالب درسی ایجاد کرد. امروزه آزمایشگاه مجازی می‌تواند تا حدودی این مسئله را حل کند و انگیزه‌ی لازم را برای طی کردن این مسیر ایجاد کند. از جمله نرم‌افزارهایی که قادر است در فیزیک الکتریسته نقش تعاملی و مثبت ایجاد کند، برنامه ادیسون است که با یک آشنایی مقدماتی و اندکی آموزش می‌تواند خلاقیت را در فراگیران ایجاد نماید و بسیاری از نکته‌های ظریف را به فراگیران آموزش دهد.

بیان مسئله

بدون تردید، هیچ برنامه‌ی آموزشی نمی‌تواند همه مباحث و مفاهیم علمی دوره‌های تحصیلی را به دانش‌آموزان بیاموزد [۱]. از این‌رو، باید این آمادگی را در آن‌ها ایجاد کرد تا پس از پایان رسیدن کلاس یا دوره‌ی تحصیلی به یادگیری خود ادامه دهند. بسیاری از متون علمی مدارس تلاش می‌کنند تا همه موضوع‌ها و مباحث علمی را پوشش دهند. در برخی موارد بیش از چهل موضوع مانند مکانیک، ژنتیک، الکتریسته، فوتوسنتز، نور، جدول تناوبی و... در طول یک سال تحصیلی و به صورت هر هفته یک موضوع در برنامه درسی گنجانده می‌شود. این پوشش زودگذر و ناپایدار مباحث در واقع به معنای آن است که بسیاری از دانش‌آموزان باید آن‌ها را به خاطر بسپارند، تفکیک کرده و در نهایت فراموش کنند. با وجود این، گروه‌ها و شوراهایی که استانداردهای آموزشی را تعیین می‌کنند به دشواری حاضرند برخی از این مباحث را حذف کنند. بنابراین،

۱. چگونه می‌توان دانش‌آموزان را قادر ساخت مباحث علمی اضافی را تنها زمانی که به آن نیاز دارند، بیاموزند.

۲. چگونه می‌توان مفاهیم و موضوع‌ها را به گونه‌ای آموخت که موجب یادگیری معنادار و مستمر شود. نتایج نگرش‌سنجی و مصاحبه با دانش‌آموزان نشان می‌دهد که آن‌ها اغلب از این مطلب شکایت دارند که مفاهیم و مباحثی که در مدرسه می‌آموزند بسیار ناپایدار، ناملموس و تقریباً با زندگی آنان بی‌ارتباط است. به اعتقاد آنان آنچه در مدرسه دارای حرکت و پویایی به نظر می‌رسد، به محض رسیدن به خانه خسته‌کننده، ناپایدار و نامربوط می‌شود. هر چند برای بهبود وضعیت آموزش راه‌های گوناگونی مانند یادگیری گروهی، یادگیری اکتشافی، مدیریت هدفمند، فرایندهای کیفی، کلاس‌های کوچک‌تر، ارزیابی‌های دوره‌ای و نظایر آن ارائه و اجرا می‌شود، اما هیچ‌کدام از این رویکردها نمی‌تواند به تنهایی موفقیت‌آمیز باشد. واقعیت آن است که مشکلات پیچیده نیاز به راه‌حل‌های چندگانه (چند وجهی) دارد. تجربه‌های پژوهشی و آموزشی در دو دهه گذشته نشان می‌دهد که رایانه می‌تواند در این زمینه نقش اساسی ایفا کند. زمانی که رایانه تنها یک کالای لوکس در مدارس به حساب می‌آمد، گذشته است. بدون تردید، دوره‌ی اطلاعات فرارسیده و کاربرد آموزشی رایانه به عنوان یک ضرورت انکارناپذیر جلوه‌گر شده است.

معلمان معمولاً برای کسانی که باید مواد درسی را یاد بگیرند، از ابزارهای مختلفی استفاده می‌کنند. این ابزارها را می‌توان به دو طبقه ۱. با فناوری پایین مانند گچ، تخته سیاه، ماژیک، وایت‌برد، پوستر و...، ۲. با فناوری بالا مانند ضبط صوت، پروژکتور، اسلاید، اورهد و مانند آن تقسیم کرد. اما به تازگی ابزارهای آموزشی با فناوری بالا شامل رایانه و نرم‌افزارهای پیشرفته نیز شده است.

اما چه تدریسی برای آموزش دروس علوم تجربی و از جمله فیزیک مناسب است؟

مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد درک دانش‌آموزان از دوره‌های فیزیک پایه، ضعیف است. در سال‌های اخیر بیشتر پژوهش‌ها معطوف به تلاش برای فهمیدن علت این مشکلات و پیدا کردن چاره کار بوده است [۲]. با این تفاسیر شیوه‌های سنتی تدریس نمی‌توانند تأمین کننده اهداف آموزشی باشند.

عواملی که باعث شد این تحقیق با این عنوان صورت پذیرد به شرح زیر است:

۱. با توجه به ناملموس بودن بحث الکتریسیته برای دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان لزوم انجام آزمایش به صورت مجازی ضروری است.

۲. برای تبیین آزمایشگاه واقعی که آثاری از چگونگی وقوع پدیده را نمایان نمی‌سازد باید ابزاری برای شهود مطلب به صورت مجازی داشته باشیم تا فراگیر درک عمیقی را برای خود به وجود آورد.

۳. تغییر محیط، شادابی لازم را به فراگیر برای درک و اهمیت موضوع فراهم خواهد آورد.

۴. فراگیر فناوری‌های موجود را که احتمالاً از آن بی‌اطلاع است، در کنار واقعی بودن محیط ارزیابی می‌کند.

درک یک موضوع با قرار گرفتن در محیطی که آن اتفاق روی می‌دهد بسیار آسان‌تر و عمیق‌تر صورت می‌گیرد، اما این محیط می‌تواند حقیقی باشد یا محیطی مجازی یا هر دو در کنار یکدیگر به عنوان مکمل هم باشند. استفاده از محیط مجازی برای جبران کمبود امکانات آزمایشگاهی و انجام آزمایش‌هایی که با هزینه انجام می‌شود بسیار حائز اهمیت است.

اهمیت و ضرورت تحقیق

جهانی که در آن زندگی می‌کنیم، بس شگفت‌انگیز است؛ جهانی پر از رنگین‌کمان‌ها، موشک‌ها، پژواک‌ها و جرقه‌های الکتریکی، ذره‌های اتمی و سیاره‌ها، نیروها و نوسان‌های نامرئی که بر زندگی ما تأثیر می‌گذارند پدیده‌های طبیعی و رویدادهایی که در هر ثانیه در اطراف ما روی می‌دهند، موضوع علم فیزیک هستند و بهترین راه برای آموختن فیزیک استفاده از آزمایش و آزمایشگاه است؛ جایی که می‌توان حقیقت‌ها را

استفاده از محیط مجازی برای جبران کمبود امکانات آزمایشگاهی و انجام آزمایش‌هایی که با هزینه انجام می‌شود بسیار حائز اهمیت است

نه تنها از طریق خواندن، بلکه از طریق تجربه و آزمایش دریافت. کاربرد مهم رایانه در آموزش، قرار دادن فراگیر در فضایی است که او بتواند رویدادهای علمی را به‌دقت مشاهده نماید، پرسش‌هایی را طرح کند و امکان طراحی آزمایش‌های دلخواه را داشته باشد تا با پژوهش تحت نظر استاد خود به پاسخ پرسش‌های خود برسد.

با مدل‌سازی رایانه‌ای، می‌توان خلاقیت‌های ذهنی را طراحی و مشاهده کرد. مدل‌های طراحی شده را تحت آزمایش قرار داد و اشکال‌های مدل را قبل از هرگونه هزینه‌ای تشخیص داد و برطرف کرد.

هدف کلی تحقیق

بررسی تأثیر آزمایشگاه مجازی بر دانش، توانش و نگرش دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان رشته ریاضی در درس فیزیک ۳ و مقایسه با روش معمول.

اهداف جزئی

۱. بررسی تأثیر آزمایشگاه مجازی بر دانش دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان رشته ریاضی ـ فیزیک در درس فیزیک ۳ در مبحث الکتریسته و مقایسه‌ی آن با شیوه تدریس معمول.

۲. بررسی تأثیر آزمایشگاه مجازی بر توانش دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان رشته ریاضی ـ فیزیک در درس فیزیک ۳ در مبحث الکتریسته و مقایسه‌ی آن با شیوه تدریس معمول.

۳. بررسی تأثیر آزمایشگاه مجازی بر نگرش دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان رشته ریاضی ـ فیزیک در درس فیزیک ۳ در درس مبحث الکتریسته و مقایسه آن با شیوه تدریس معمول

روش نمونه گیری

روش نمونه‌گیری در این پژوهش به صورت خوشه‌ای بود و در میان ۱۴ کلاس موجود، ۴ کلاس از سوم دبیرستان پسرانه و دو گروه ۲۰ نفره از مدارس دخترانه برای نمونه انتخاب شدند.

الف) نمونه پسران

جمعیت هر کدام از نمونه‌ها ۲۵ نفر بود که از این میان ۲ نمونه‌ی ۲۵ نفری به عنوان گروه سنتی (کنترل) و ۲ نمونه‌ی ۲۵ نفری به عنوان گروه (آزمایش) انتخاب شدند.

نمونه‌گیری در این‌جا به روش «سالمون»[۲] انجام گرفته است. در زیر به معرفی تک‌تک نمونه‌ها می‌پردازیم.

روش اجرا

گروه‌های ۱ و ۳ و ۵ با استفاده از نرم‌افزار ادیسون مطالب مربوط به فصل الکتریسته را که شامل مباحث زیر است را در سه جلسه انجام دادند:

۱. اتصال سری و موازی مقاومت‌ها
۲. اتصال کوتاه
۳. قوانین کیرشهف
۴. توان مصرف در هر مقاومت

ابتدا کار با نرم‌افزار را که شامل نصب برنامه و علایم اختصاری مربوط به این بخش از کتاب بود برای دانش‌آموزان تشریح شد. این علایم در پیوست آمده است.

گروه‌های ۲ و ۴ و ۶ به روش سنتی توسط دبیر مربوطه تدریس شدند.

در جدول زیر این گروه‌ها مشخص شده‌اند:

جدول۱

جنسیت	پسران	پسران	پسران	پسران	دختران	دختران
گروه‌ها	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۴	گروه ۵	گروه ۶
روش سنتی		×		×		×
روش مجازی	×		×		×	

آزمون مربوط به دانش

در این آزمون از ۲۰ پرسش ۴ گزینه‌ای استفاده شد. این پرسش‌ها در حدّ متوسط به بالا و از بین پرسش‌های کنکور سراسری انتخاب شد. موضوع پرسش‌ها مربوط به مدارهای الکتریکی و مطابق جدول زیر بود:

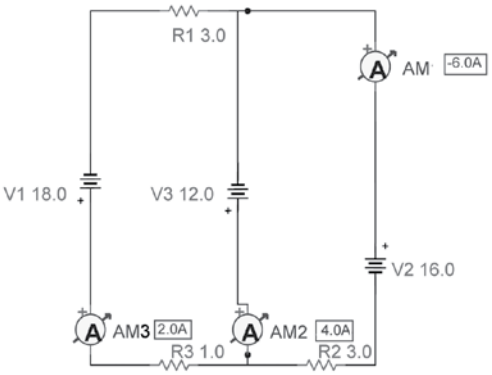
جدول۲

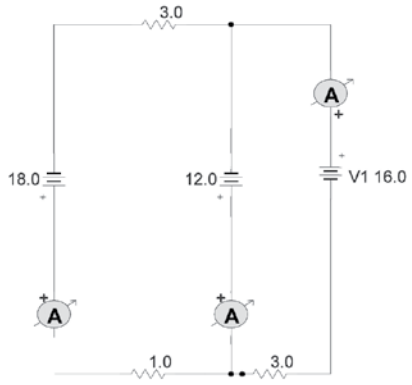
ردیف	موضوع	تعداد سؤال
۱	به دست آوردن جریان الکتریکی در شاخه اصلی	۳
۲	به دست آوردن جریان الکتریکی در شاخه فرعی	۳
۳	محاسبه‌ی مقاومت معادل	۳
۴	اتصال سری و موازی	۳
۵	محاسبه‌ی V_{AB}	۳
۶	محاسبه‌ی توان الکتریکی	۲
۷	اتصال صحیح اجزا	۲
۸	اتصال به زمین	۱

آزمون توانش (مهارت): در این آزمون از فعالیت‌های آزمایشگاهی کتاب درسی استفاده شد که از جمله‌ی این فعالیت‌ها، تحقیق قانون اهم و محاسبه مقاومت درونی مولد بود. بخش‌هایی که در آزمایشگاه مجازی اجرا شد به صورت زیرند:

• نمونه فعالیت ۱

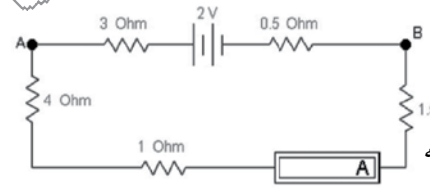
در مدارهای زیر جریان هر شاخه را حساب کنید.



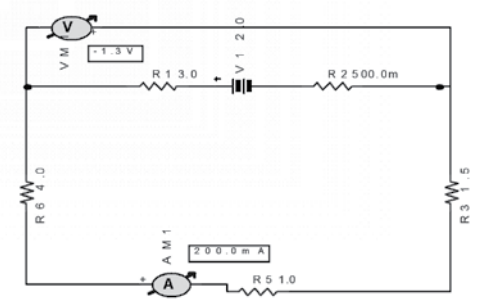


• نمونه فعالیت ۲

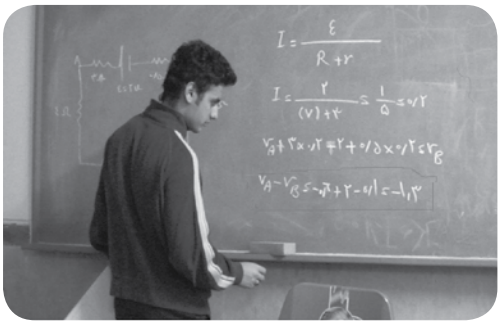
اختلاف پتانسیل دو نقطه A و B را حساب کنید.



صورت مسئله



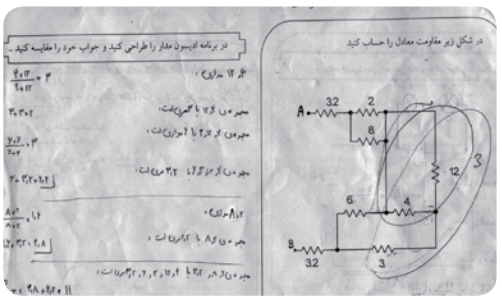
حل مسئله در محیط ادیسون اجرا با نرم‌افزار



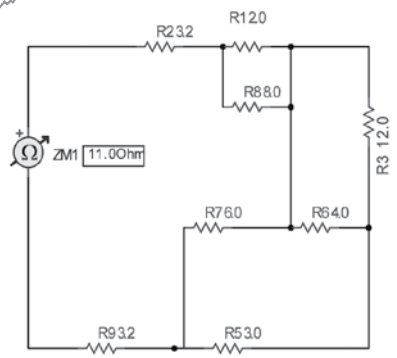
محاسبه‌ی دانش‌آموز

• نمونه فعالیت ۳

مقاومت معادل را در مدار زیر حساب کنید.



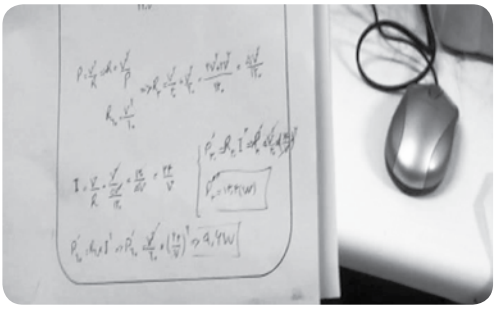
حل مسئله قبل از انجام در محیط ادیسون



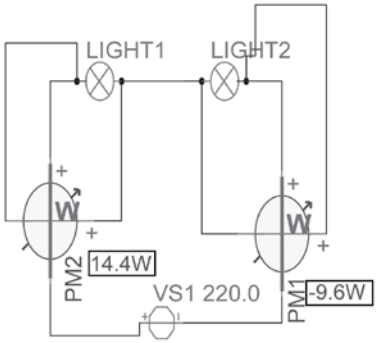
حل مسئله توسط دانش‌آموز در محیط ادیسون

نمونه فعالیت ٤

دو لامپ (۶۰W و ۲۲۰V) و (۴۰W و ۲۲۰V) را به‌طور سری به هم می‌بندیم و دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت وصل می‌کنیم. در آن صورت توان مصرفی آن‌ها را حساب کنید.



حل توسط دانش‌آموز



حل در محیط ادیسون توسط دانش‌آموز

تجزیه و تحلیل داده‌ها (گروه ۱ و ۲)

در جدول زیر معناداری نگرش و توانش مشاهده می‌شود. یعنی این روش تدریس در نگرش و توانش دانش‌آموزان تأثیر مثبت داشته است.

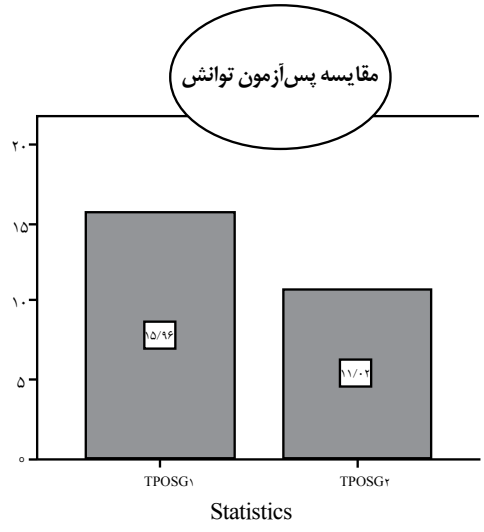
جدول۳

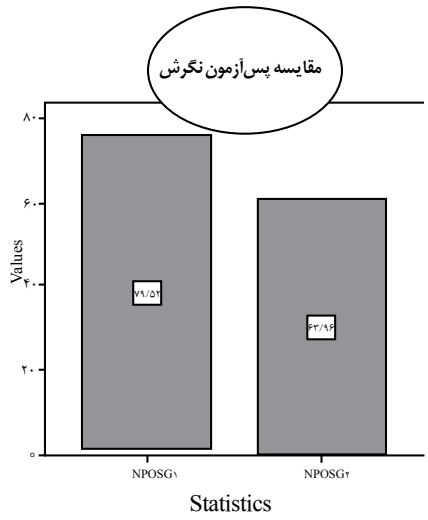
آزمون مقایسه میانگین گروه‌های ۱ و ۲						
		آزمون لوین[۳]		برابری میانگین‌ها t-test		
		معناداری	t	درجه آزادی	معناداری	اختلاف میانگین
پس‌آزمون نگرش	واریانس‌ها برابر فرض شده	/۰۱۶	۶/۲۹۱	۴۵	/۰۰۰	۱۵/۵۶۳
	واریانس‌ها برابر فرض نشده		۶/۳۷۶	۳۳/۵۵۵	/۰۰۰	۱۵/۵۶۳
پس‌آزمون دانش	واریانس‌ها برابر فرض شده	/۹۶۹	-/۵۱۵	۴۸	/۶۰۹	-/۴۸۰
	واریانس‌ها برابر فرض نشده		-/۵۱۵	۴۷/۹۲۲	/۶۰۹	-/۴۸۰
پس‌آزمون توانش	واریانس‌ها برابر فرض شده	۰/۲۶	۵/۴۰۱	۴۸	/۰۰۰	۴/۶۸۰
	واریانس‌ها برابر فرض نشده		۵/۴۰۱	۴۰/۶۰۶	/۰۰۰	۴/۶۸۰

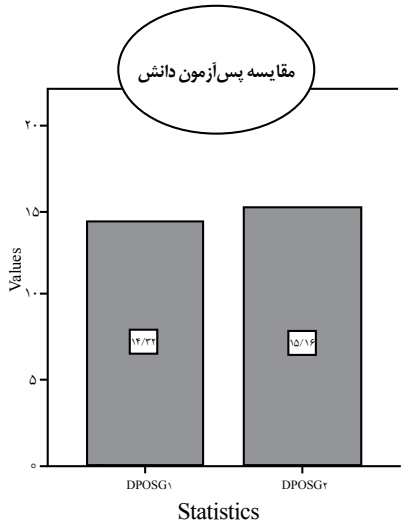
نتایج به‌دست‌آمده

- در نمودار مقایسه بین پس‌آزمون نگرش گروه کنترل ۲ و آزمایش ۱ مشاهده شد که میانگین گروه کنترل ۶۴ و میانگین گروه آزمایش ۷۹ به دست آمد.
- در مقایسه بین نمره‌ی دانش برای دو گروه تفاوت قابل ملاحظه‌ای دیده نمی‌شود و از آزمون t تست این مقدار معنادار نبود.
- در مقایسه آزمون توانش تفاوت ۳ نمره‌ای دیده می‌شود.

توجه: ستون سمت چپ گروه آزمایش و ستون سمت راست گروه کنترل است.







تفسیر نتایج

همان‌گونه که در نمودارها و جدول آزمون T مشاهده می‌شود، این روش تدریس برای نگرش و توانش نتایج مثبتی داشته است ولی در مورد دانش بدون تأثیر بوده است. نتیجه‌ی این تحقیق با تحقیق بیکر، گیرهارت و هرمن (۱۹۹۴)[۴] [۴] تحت عنوان تأثیر متقابل فناوری‌ها بر تدریس و یادگیری، هم‌سو است. آنان از تحقیق خود چنین نتیجه‌گیری کرده‌اند که دانش‌آموزان حاضر در کلاس‌های دارای رایانه در آزمون‌های استاندارد شده‌ی ریاضی، هیچ برتری دانشی نسبت به گروه‌های مورد مقایسه از خود نشان نداده‌اند. در تحقیقی که در مدارس نیوزیلند درباره‌ی محیط مجازی برای تدریس مغناطیس توسط جیسان گاپتا[۵] (۱۹۹۱) [۷] انجام شد، نتایجی بسیار رضایت‌بخش از اعمال مجازی در بخش مغناطیس به‌دست آمد، به طوری که فراگیران مشاهده خطها توسط محیط مجازی را یک مزیت برای آزمایش‌ها نسبت به محیط واقعی می‌دانستند. محیط مجازی دانش‌آموزان را فعال‌تر می‌کند و توانایی آنان را در کار با رایانه و درک مفاهیم آن‌ها از مطالب فیزیک کمک می‌کند و آن‌ها از این موضوع لذت می‌برند. در طرح تحقیقی دیگری که توسط و.واسیلف (۱۹۹۵)[۶] [۶] با عنوان VIP[۷] (Virtual Lab of Physic) در بلغارستان انجام شد موضوع جریان مستقیم و متناوب نتایج آن قابل توجه بود و به این نکته اشاره شد که با گسترش این روش مهارت دانش‌جویان زیاد می‌شود و یادگیری عمیق‌تر می‌گردد. در تحقیق دیگری که توسط ر.دامبرون و ن.بالمش[۸] [۵] با عنوان آزمایش مجازی در آمریکا انجام شد در موضوع اپتیک نتایج مثبتی به دست آمد. به‌طوری‌که دانش‌آموزان از آزمایش با مقدارهای عددی مختلف، مهارت قابل توجهی را بدست آوردند. این آزمایش‌ها شامل: ۱. قرص‌های نیوتون ۲. آزمایش یانگ ۳. آزمایش مایکلسون ۴. آزمایش پراش در تحقیقی که توسط کوین پیات[۹] [۳] با عنوان محیط مجازی در دانشگاه واشنگتن انجام شد عملکرد و نگرش نسبت به آزمایشگاه شبیه‌سازی نتایج نسبت به حالت معمولی بالاتر بوده است. یافته‌های او به این صورت بود که نگرش دانش‌آموزان نسبت به آزمایشگاه واقعی بهتر بود و یادگیری عمیق‌تر بوده است.

پی نوشت

۱. این آزمون برای معنادار بودن نتایج استفاده می‌شود و واریانس گروه‌ها بررسی می‌شود.

۲. این آزمون به گونه‌ای است که دو گروه با عنوان شاهد و آزمودنی با پیش‌آزمون و دو گروه دیگر با عنوان شاهد و آزمودنی بدون پیش‌آزمون می‌باشند.

۳. آزمون لوین بدین منظور است که واریانس‌ها را برای دو گروه آزمایش و کنترل مقایسه می‌کند. حال اگر معناداری برای برابر بودن واریانس‌ها بیشتر از ۰/۰۵ باشد اعداد همان سطر معیار است و در غیر این صورت اعداد سطر دوم معیار قرار می‌گیرد.

4. Herman Gearhart and Baker
5. G.gapta
6. V.vassilev
7. VIRTUAL LABORATORY OF PHYSIC
8. R.dumbraven, n.bulmash
9. Kevin pyatt

منابع

۱. سیف، علی‌اکبر. روانشناسی تربیتی، چاپ اول، انتشارات آگاه، ۱۳۸۲

2. Wildy, H. & Wallace, J., "Teaching for understanding", Journal Research Science Teaching, pp 32-36, 1995.
3. http://www.ewu.edu
4. http://www.questia.com/
5. http://www.formatex.org
6. www.nextbio.com
7. www.researchgate.net

*دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک
**استادیار دانشگاه شهید رجایی

طراحی پرسش‌های مؤثر در تدریس به روش پرسش و پاسخ در کلاس فیزیک (CRS)

جان بیتی و همکاران
ترجمه و تلخیص: نرگس ساریخانی*
فاطمه احمدی**

چکیده

پرسش و پاسخ می‌تواند وسیله‌ای توانمند برای آموزش فیزیک باشد. میزان اثربخشی آن بستگی زیادی به کیفیت دارد. طرح پرسش‌های مؤثر، از طرح پرسش‌های امتحانی و مسئله‌های تکلیف خانه، متفاوت و مشکل‌تر است.

تدریس به شیوه‌ی پرسش و پاسخ باید اهداف صریح آموزشی چون اهداف محتوا، اهداف فرایند آموزش و اهداف فراشناختی را در بر داشته باشد.

پرسش‌ها باید چنان طراحی شوند که چنین اهدافی را از طریق چهار سازوکار زیر در برگیرند:

۱. هدایت توجه دانش‌آموزان
۲. تحریک مراحل و فرایندهای خاص شناختی
۳. انتقال اطلاعات به آموزشیار و دانش‌آموزان از طریق پاسخ‌ها
۴. آسان کردن مراحل و مواجه شدن با ایده‌ها.

مقدمه

سامانه‌ی الکترونیکی پاسخ در کلاس درس (CRS)[1] به مانند سایر سامانه‌ها می‌تواند وسیله‌ای قدرتمند در آموزش فیزیک باشد. این روش بیش از ده سال است که برای آموزش فیزیک در دانشگاه ماساچوست به کار برده می‌شود. این روش برای گستره‌ی وسیعی از کلاس‌ها از کلاس‌های دبیرستان، کلاس‌های مقدماتی دانشگاه برای دانشجویان علوم پایه و غیر علوم پایه و کلاس‌های سطح بالا برای دانشجویان فیزیک و ضمن خدمت معلمان فیزیک و... با ظرفیت ۲۰ تا ۲۰۰ فراگیر قابل اجرا است. بسیاری از افرادی که آموزش با CRS را انجام داده‌اند، دریافته‌اند که ساختن یا یافتن پرسش‌های خوب، بسیار مشکل‌تر از آن چیزی است که در ابتدا به نظر می‌رسد.

ویژگی پرسش‌های مؤثر تفاوت زیادی با پرسش‌های خوب امتحانی و مسائل تکلیف خانه یا مثال‌های کار در کلاس دارد.

در این مقاله ما چند شگرد را که برای ساخت پرسش‌های قوی مفید است، معرفی می‌کنیم و با ارائه‌ی چهار مثال نشان می‌دهیم چگونه این شگردها می‌توانند پرسش‌های سنتی فیزیک را به پرسش‌های قوی برای تدریس تبدیل کند.

کلید واژه ها: تدریس، طراحی پرسش، پرسش و پاسخ فیزیک

بایگانی وسیعی از مسائل و پرسش‌هایی که آموزشیاران تحت سال‌ها آموزش جمع‌آوری کرده‌اند یا در کتاب‌های استاندارد ارائه شده‌اند، کمترین کمکی به استفاده کننده‌های CRS نمی‌کند. مجموعه کوچکی ویژه‌ی CRS وجود دارد که یکی از آن‌ها کتاب اریک مازور[2] تحت عنوان «همتای آموزش»[3] است. مازور به صورت ساده پرسش‌های CRS را در آموزش فیزیک استفاده کرده است. پرسش‌های کتاب او نقطه‌ی شروع مناسبی است، ولی این مجموعه به دلایلی کافی نیست. یکی از آن‌ها این است که این پرسش‌ها طوری طراحی شده‌اند که اهداف خاص مازور را در بردارند و تمام آن اهداف والایی که ما می‌خواهیم را ندارند. متد کتاب همتای آموزش مازور به صورت ارائه توضیح مانندی از نکته‌های کلیدی فیزیک است که در ادامه هر کدام از آن‌ها یک پرسش کوتاه مفهومی دارد که از شاگردان می‌خواهد جواب را محاسبه کرده و سپس نظیر جواب صحیح را انتخاب کنند. مازور مدعی است، که با وادارکردن شاگرد به تفکر و ارزیابی کردن یادگیری‌شان، می‌توان او را به خوبیِ معلم کرد و دانش و ایده‌های صحیح را میان آن‌ها اشاعه و پخش نمود.

ما این آموزش را آموزش برگرفته از پرسش (آموزش پرسش بنیاد) می‌نامیم. در این مدل ارائه پرسش بیشتر از آموزش سنتی انجام می‌شود. هدف در کلاس ارائه اطلاعات نیست بلکه ما بیشتر می‌خواهیم تا به دانش‌آموزان کمک کنیم تا به کمک جستجو، سازمان‌دهی و جمع‌بندی معلومات خود را بسط دهند.

شاگردان بخش مهمی از مطالب درس را از طریق کتاب‌ها و وسایل صوتی و تصویری و همچنین منابع خارج کلاس دریافت می‌کنند. فعالیت کلاس حول مسئله است.

در این روش، آموزش معمولاً بدون مقدمه و با ارائه یک پرسش آغاز می‌شود و چند دقیقه به شاگردان اجازه داده می‌شود تا در گروه‌های کوچک درباره‌ی آن بحث کنند.

به طور نمونه، شاگردان یک گروه درباره‌ی نظرهای مختلف و شهودشان بحث و حل می‌کنند، اگر لازم باشد انجام می‌شود، تا آن‌جا که جواب‌هایشان برای خودشان قانع کننده باشد. سپس دانش‌آموزان مسئول پاسخ‌هایشان می‌شوند. بعد از این نمودار پراکندگی پاسخ‌ها را در سطح کلاس نشان می‌دهیم. اگر پاسخ عالی مشاهده نشد، معلم بحث کلاسی را هدایت می‌کند و از چند داوطلب می‌خواهد که هر کدام دلایل‌شان را توضیح دهند. مدیریت ماهرانه معلم این مرحله را به یک مبادله زنده‌ی ایده‌ها و بحث بین دانش‌آموزان تبدیل می‌کند.

بر پایه‌ی تفکر غالب شاگردان، معلم می‌تواند با سخنرانی کوتاه یا پرسش‌های CRS مرتبط یا هر چیز دیگری که لازم است، آن را خاتمه دهد.

معمولاً معلم این روند را ۳ تا ۴ بار در هر ۵۰ دقیقه کلاس انجام می‌دهد. این چرخه ۳ جنبه‌ی با ارزش دارد. ۱. پرسش‌ها طوری به دانش‌آموزان ارائه می‌شود که اندیشیدن معنادار را

سامانه‌ی الکترونیکی پاسخ در کلاس درس (CRS) به مانند سایر سامانه‌ها می‌تواند وسیله‌ای قدرتمند در آموزش فیزیک باشد. این روش بیش از ده سال است که برای آموزش فیزیک در دانشگاه ماساچوست به کار برده می‌شود

برمی‌انگیزاند بـه جای این که از حافظه بازخوانی کنند یا این‌که مهارت‌های عملی خود را اجرا کنند. ۲. پرسش‌ها با بحث وسیعی همراه اسـت، هم قبل از جمع‌آوری پاسخ بین گروه‌های کوچک و هـم بعـد از آن در کل کلاس ۳. مربی به طـور دائم، نیازهای یادگیری شاگردان را بررسی و تعدیل می‌کند.

شـگـردهـا

در این بخش، شـگردهای ویژه‌ای را برای طراحی پرسـش ارائه می‌کنیم. این شگردها بر طبق چهار سازوکاری که به کار برده شده‌اند، طبقه‌بندی می‌شوند.

الف. روش‌هـای هـدایت تـوجه شـاگـردان و بالابـردن آگـاهـی آن‌هـا

حذف موارد غیر ضروری[1]: منظور ما حذف هر مطلبی از پرسش است که برای اهداف آموزشی ضروری نیست. البته نه مطالبی که در رسـیدن به پاسخ به شاگردان کمک می‌کند. یک پرسش در صورت نیاز به محاسبه‌ای که ممکن است شاگردان را گمراه کند یا منابع شناختی را گمراه کند به لحاظ کیفی ضعیف است.

مقایسه و مقابله: دانش‌آموزان با مقایسه دو چیز توجه‌شان به طور طبیعی به تفاوت‌های بین آن‌ها جلب می‌شـود. برای این منظور می‌توان از پرسـش‌های مقایسـه‌ی وضعیت‌های مختلف استفاده کرد یا می‌توان از آن‌ها خواست که یک موقعیت را شرح داده و از اثـر تغییر برخی جنبه‌های آن پرسـش شـود. همچنین می‌توان از یک‌سـری پرسـش‌هایی که موقعیت‌های یکسانی را تداعی می‌کنند ولی پرسش متفاوت است، استفاده کرد.

مثال۱ این مورد را نشان می‌دهد.

تعمیم مضمون یک ایده یا مهارت شناخته شده: با مطرح کردن پرسش شناخته شده‌ای درباره‌ی یک موقعیت ناآشنا، توجه شاگردان به موقعیت‌هایی کشیده می‌شود که با این وضعیت متفاوت است و بررسی تفاوت‌ها به عمیق‌تر شدن درک شاگردان از مفاهیم می‌انجامد.

شاگردان با دیدن این پرسش‌ها در شرایط متفاوت، یادگیریشان را به مفاهیمی که در آن سوی حوزه‌هایی که در ابتدا با آن مواجه بودند، گسترش می‌دهند.

مثال ۱ این شـگرد را با پرسـیدن دینامیـک خطی در مورد موقعیتـی که معمولاً به عنوان دینامیک چرخشـی بـه کار برده می‌شود، نشان می‌دهد.

استفاده دوباره از پرسش‌هایی که محتوای مشابه دارند: به طور کلی ایده‌های نو باید در فضای پرسـش‌های آشنا مطرح شـوند تا ایده‌ها در آن فضاهـا، قابل لمس و قابل بحث و بررسی شوند.

خواندن، فهمیدن و تفسـیر عبارت یک پرسش نیاز به منابع شناختی دانش‌آموزان دارد. یادگیری موضوع‌هایی که می‌خواهیم در پرسش مطرح کنیم باید بر پایه‌ی منابع شناختی بیان شود.

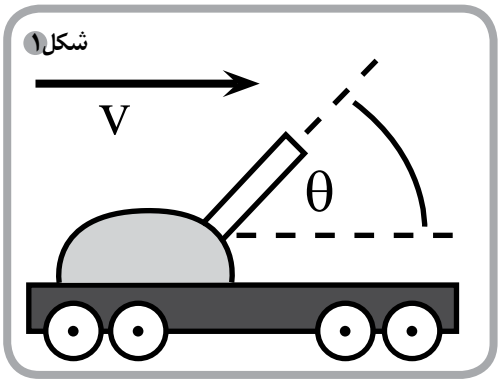
برگشـت به عقـب: یک شگرد هوشـیارکننده که شامل مجموعه‌ای از دو پرسـش مربوط به‌هم اسـت. پرسش اول، یک خُقّه است. این پرسش طوری طراحی می‌شود که شاگرد را به یک خطای رایج یا نادیده گرفتن نکته‌های مهم بکشـاند. آموزشیار به شاگردان اجازه می‌دهد که به پرسش پاسخ دهند سپس بدون هیچ بحث اضافه‌ای پرسش دوم را مطرح می‌کند. پرسش دوم شاگردان را متوجه می‌کند که در مورد پرسش اول اشتباه کرده‌اند. هنگامی که شاگردان از این طریق پی به اشتباه خود ببرند و مطلب صحیح را خودشان درک کنند، احتمال یادگرفتن آن درس بیشتر از وقتی است که فقط به آن‌ها گفته شود که اشتباه کرده‌اند.

مثالی از این مـورد را می‌توان در مورد اوایل مبحث حرکت مطرح نمود. از شاگردان پرسشی در مورد سرعت چند جسم که در جهت‌های مختلف حرکت می‌کنند، بپرسید. پرسش به صورت چند گزینه‌ای باشد. گزینه‌ها شامل جواب‌های مثبت نرده‌ای و گزینه‌ی هیچکدام باشد. مشاهده می‌شود که خیلی از شاگردان که به قدر کافی تفاوت اندازه‌ی سرعت[4] و سرعت[5] را نمی‌دانند پاسخ غلط را انتخاب می‌کنند. سپس پرسش دوم را که در مورد اندازه‌ی سرعت اسـت بپرسید. این روند باعث می‌شود خیلی از دانش‌آموزان درک کنند چطور این پرسش و پرسش قبلی با هم تفاوت دارد و اشتباه خود را بفهمند.

پرسش زیر نمونه دیگری از این شگرد است. به این پرسش توجه کنید.

الف) توپی روی یک قطار قرار دارد و در همان جهتی که قطار حرکت می‌کند شلیک می‌کند. پرتابه با چه زاویه‌ای نسبت به افق شلیک شود تا در دورترین فاصله‌ی ممکن به زمین بخورد؟

شکل۱



۱. خیلی بیشتر از ۴۵ درجه
۲. کمی بیشتر از ۴۵ درجه
۳. دقیقاً ۴۵ درجه
۴. کمتر از ۴۵ درجه
۵. خیلی کمتر از ۴۵ درجه
۶. اطلاعات مسئله کافی نیست.

ب) در مثال بالا پرتابه با چه زاویه‌ای نسبت به افق شلیک شود تا پرتابه در دورترین فاصله ممکن نسبت به توپ به زمین برخورد کند؟

۱. خیلی بیشتر از ۴۵ درجه
۲. کمی بیشتر از ۴۵ درجه
۳. دقیقاً ۴۵ درجه
۴. کمتر از ۴۵ درجه
۵. خیلی کمتر از ۴۵ درجه
۶. اطلاعات مسئله کافی نیست.

خیلی از شاگردان در مورد پرسش الف گزینه‌ی غلط ۴۵ درجه را انتخاب می‌کنند. سپس بدون هیچ بحثی، پرسش دوم را ارائه می‌کنیم. خیلی از شاگردان با ارائه پرسش دوم می‌فهمند که پاسخ این پرسش ۴۵ درجه است و به تفاوت این پرسش با پرسش قبلی می‌پردازند و درمی‌یابند که در مورد پرسش اول سرعت توپ نسبت به زمین را نادیده گرفته‌اند. در واقع در تمام مدتی که پرسش اول پاسخ می‌دادند نادانسته به پرسش دوم پاسخ داده‌اند.

ب) شگردهایی برای برانگیختن فرایندهای شناختی

روش‌های طراحی پرسش‌هایی برای برانگیختن فرآیندهای شناختی، به همان تنوع و گستردگی مهارت‌ها و روش‌های تفکر است. اساسی‌ترین نقش در این روش‌ها این است که پرسش‌هایی مطرح شود که دانش‌آموزان نتوانند بدون حل یا به‌کارگیری روش‌های مناسب ذهنی به آن‌ها پاسخ دهند. پرسش‌هایی که به تفسیر روش‌های نمایش مختلف نیاز دارد برای تغییر وابستگی شاگردان به روش خاصی سودمند است. بسیاری از دانش‌آموزان به روش‌های جبری اهمیت بسیار می‌دهند و از سودمندی روش‌های دیگری همچون نمودارها، نمایش جسم آزاد، نمایش بردارها و حتی توضیح‌های شفاهی غافل می‌شوند. پرسش‌هایی که دانش‌آموزان را به تفسیر و تشریح ارائه‌ها وادار می‌کند برای توسعه‌ی مهارت ذهن «جستجوی شق دیگر ارائه» و درک مطالب مفیدند. برای مثال حرکت یک جسم را با یک نمودار نشان دهیم سپس پرسشی درباره‌ی مطلبی مطرح می‌کنیم که باید شاگردان آن را تشخیص دهند و یا اطلاعات پنهان را از طریق نمودار تفسیر کنند، یا می‌توان از شاگردان خواست که معنی معادله‌ها و فرمول‌ها را

تدریس به شیوه‌ی پرسش و پاسخ باید اهداف صریح آموزشی چون اهداف محتوا، اهداف فرایند آموزش و اهداف فراشناختی را در بر داشته باشد

شرح دهند یا یک‌سری از بردارهایی را انتخاب کنند که بهترین تغییر را ارائه می‌کنند.

روش‌های مقایسه، مقابله و تعمیم محتوا: که برای متمرکز کردن توجه دانش‌آموزان به‌کار می‌روند که می‌توانند برای گسترش مهارت‌های ذهنی مفید باشند. بعضی عادت‌ها و رفتارهای ذهن چون طبقه‌بندی و دسته‌بندی کردن را می‌توان به آسانی مدّ نظر قرار داد. مثلاً با ارائه یک‌سری موقعیت‌ها، موارد یا فرایندها از شاگردان خواست که با توجه به ملاک‌ها و مشخصه‌ها آن‌ها را دسته‌بندی کنند.

محدود کردن راه‌حل: این شگرد باعث می‌شود که ذهن راه‌حل‌های مختلفی را تولید کند. این روش می‌تواند «محدودیت مثبتی» را برای هدایت شاگردان در جهت حل مسائل بر اساس آن قوانین و نظریه‌هایی که ما مدّ نظر داریم، اعمال کند. مثلاً مسئله را از طریق قضیه‌ی کار و انرژی حل کنید یا این‌که از یک محدودیت منفی استفاده کنیم تا شاگردان از روش خاصی مسئله را حل نکنند: مثلاً با استفاده از سینماتیک (قوانین حرکت و شتاب) مسئله را حل نکنید. با ارائه چنین راهنمایی‌هایی دانش‌آموزان فعالیتشان را از طریق یک راه‌برد پیش‌بینی شده، انجام می‌دهند.

نشان دادن راه بهتر: این شگرد برای تقویت «تولید راه‌حل‌های مختلف» است. در ابتدا پرسشی از شاگردان می‌کنیم که احتمالاً راه‌حل معتبر اما مشکل، کسل‌کننده و گیج‌کننده‌ای دارد. سپس در ادامه بحث یک راه‌حل بسیار زیبا و ظریف و ساده ارائه می‌نماییم. مثال ۴ نمونه‌ای از این شگرد است.

در نظر گرفتن راه‌برد: این شگرد برای تقویت مهارت ذهن «تعیین راه‌برد قضاوت و طرح‌ریزی» است. این کار بدین ترتیب انجام می‌شود که از شاگردان می‌خواهم اصول و دیدگاه‌هایی که برای حل مسئله لازم هستند را مشخص کنند. مثال ۳ این روش را نشان می‌دهد.

گنجاندن اطلاعات نامربوط و حذف اطلاعات لازم: نیز شگردی است که برای کامل کردن شگرد قبلی استفاده می‌شود. این شگرد شاگردان را وادار می‌کند که به‌وضوح آن اطلاعاتی که

برای تکمیل راه‌برد لازم دارند را درنظر بگیرند. فقط آن مطالبی که لازم است را درنظر بگیرند و نه بیشتر.

توجه کنید واردکردن اطلاعات نامربوط، با شگرد حذف موارد غیرضروری ناسازگار نیست. چون اطلاعات نامربوط از روی قصد می‌تواند برای اهداف آموزشی پرسش ضروری باشد این اطلاعات برای شاگردان نامربوط است ولی برای معلم این‌طور نیست.

شگردهای دیگری را نیز می‌توان برای سایر مهارت‌ها و فرایندهای ذهن در نظر گرفت.

ج) شگردهایی برای استفاده سازنده از پاسخ‌ها

همان‌طور که قبلاً شرح دادیم، ساز و کار کلی سوم این است که اطلاعاتی از طریق نمودار پراکندگی پاسخ شاگردان در اختیار مربی و شاگردان قرار می‌گیرد. برای این‌که زمینه استفاده بیشتر از این اطلاعات برای مربی فراهم گردد باید پرسش‌ها چنان طراحی شوند که گزینه‌های پاسخ، مشکلات احتمالی شاگردان اعم از خطاهای رایج، بدفهمی‌ها و فرض‌ها و تفسیرهای مختلف را نشان دهند. به این ترتیب می‌توانیم با یک نگاه اجمالی به نمودار تعیین کنیم که آیا این موارد خاص در کلاس ما شایع است یا نه و تصمیم بگیریم که به بررسی آن‌ها بپردازیم یا نه. هنگام تفسیر هر پاسخ باید به یاد داشته باشیم که می‌توان با بیش از یک راه یا بحث به پاسخ معین. بنابراین توضیح دانش‌آموزان برای پاسخ‌هایشان حیاتی است. به خاطر همین ما از تمام کلاس می‌خواهیم که در مورد هر پرسش بحث کنند، تا تمام پاسخ‌ها بیان شود و از داوطلبان می‌خواهیم که توضیح منطقی پاسخ‌هایشان را ارائه دهند و در تمام این مدت ما «قیافه‌ی خونسردی» به خود می‌گیریم.

بعد از این‌که شاگردان جواب‌های خاص خود را دادند از تمام کلاس می‌خواهیم که اگر کس دیگری دلیل متفاوتی برای همان پاسخ دارد، ارائه کند.

اغلب گزینه‌ی هیچ‌کدام (یا اطلاعات مسئله کافی نیست) را نیز در گزینه‌ها قرار می‌دهیم تا اطلاعاتی درباره‌ی پاسخی که پیش‌بینی نکرده‌ایم به دست آوریم و ما اغلب آن را به عنوان جواب درست یا بهترین جواب نیز در نظر می‌گیریم تا دانش‌آموزان یاد بگیرند تا آن‌را نیز در نظر بگیرند.

د) شگردهایی برای بهبود طرز بیان، درگیری، و مباحثه در کلاس

همان‌طور که ذکر شد چهارمین سازوکار برای کارآمدی پرسش‌ها ـ بحث و گفتگو ـ است که به شاگردان طرز بیان، روبه‌رو شدن با دیگران و حل اختلاف‌ها را می‌آموزد. همچنین اطلاعات باارزشی از شناخت ابهام‌ها، پیشرفت‌ها و تمایلات دانش‌آموزان و چگونگی فرایند یادگیری برای مربی فراهم می‌آورد. همه‌ی پرسش‌ها تأثیر یکسانی در بحث‌های ثمربخش ندارند. پرسش‌هایی که اغلب بیشترین فایده را در این روند دارند کاملاً متفاوت از نوع پرسش‌های سئوالات امتحانی استاندارد می‌باشند.

پرسش‌های کیفی: این‌گونه پرسش‌ها خیلی بیشتر از پرسش‌های کمی، گفتگوها و بحث‌های خوب را شکل می‌دهند.

پرسش‌های کمّی دانش‌آموزان را درگیر اعداد، متغیرها و معادله‌ها می‌کند که گفتگو و بحث درباره‌ی آن‌ها مشکل است. در حالی‌که پرسش‌های کیفی بحث را حول و حوش مفاهیم، ایده‌ها و ارتباطات کلی شکل می‌دهد.

استفاده از پرسش‌های تحلیل: حل این پرسش‌ها نیازمند استدلال و تصمیم‌گیری معنادار است. این‌گونه پرسش‌ها بیشتر از پرسش‌هایی که نیازمند بازخوانی از حافظه هستند، دانش‌آموزان را به بحث هدایت می‌کند. مثال‌های ۲ و ۳ تحلیلی هستند. مثال ۴ هم یک مثال خوب تحلیلی است، گرچه در ابتدا به نظر می‌رسد که یک سئوال کاملاً جبری است.

پرسش‌هایی با چندین پاسخ قابل دفاع: برای به وجودآوردن اختلاف و ایجاد بحث سودمند، مفیدند. پاسخ بیش از یکی به این بستگی دارد که چه تفاسیر یا فرضیاتی را در نظر بگیریم. مثال۲ این مورد را نشان می‌دهد.

استفاده از پرسش‌های که برخی از فرض‌هایشان بیان نشده و در آن‌ها ابهامات عمدی وجود دارد: این پرسش‌ها برای حساس کردن دانش‌آموزان نسبت به تفاسیر متعدد ممکن در مسئله و اهمیت فرض‌ها مفید هستند. مثال۴ یک فرض بیان شده را نشان می‌دهد که به چندین پاسخ قابل دفاع نیز می‌انجامد.

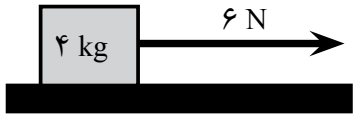
حرکت بر مبنای برداشت‌های غلط: یکی دیگر از شگردهای مفید این است که پرسش‌هایی مطرح کنیم که عمداً دانش‌آموزان را گرفتار برداشت‌های غلط رایج یا مفاهیم غلط کند. این پرسش‌ها گذشته از اهداف محتوایی به شاگردان کمک می‌کند که از برداشت‌های غلط خاص آگاه شدند و از آن‌ها دوری کنند و معلومات فیزیکیشان بهبود یابد. به طور کلی این پرسش‌ها بیشتر دارای اهداف فراشناختی در آگاه کردن دانش آموزان نسبت به برداشت‌های غلط دارند. آن‌ها همچنین باعث ارتقای بحث و بعضی وقت‌ها برانگیختن احساسات می‌شوند. مثال‌های ۱ و ۲ از این‌گونه پرسش‌ها هستند.

مثال‌ها

مثال۱ـ الف) جسمی به جرم ۴ kg روی سطح میز بدون

اصطکاکی قرار دارد و به وسیله طنابی با نیروی N ۶ کشیده می‌شود. شتاب جسم (بر حسب m/s^2) چقدر است؟

شکل ۲

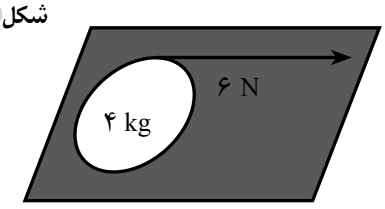


۱) ۰ ۲) ۰/۶۷ ۳) ۱/۵
۴) ۲۴ ۵) هیچ‌کدام ۶) نمی‌توان تعیین کرد

مثال ۱ـ ب) قرصی به جرم kg ۴ کاملاً روی میز بدون اصطکاکی قرار دارد. و یک طناب دور لبه‌ی آن پیچیده شده است. این طناب با نیروی N ۶ کشیده می‌شود.

شتاب مرکز جرم آن (برحسب m/s^2) چقدر است؟

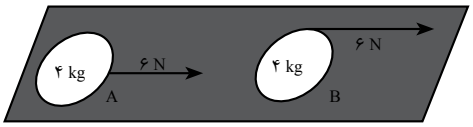
شکل ۳



۱) ۰ ۲) ۰/۶۷ ۳) ۱/۵
۴) ۲۴ ۵) هیچکدام ۶) نمی‌توان تعیین کرد

مثال ۱ـ ج) دو قرص کاملاً روی سطح میز بدون اصطکاکی قرار دارند. هر کدام به وسیله‌ی طنابی با نیروی ثابت یکسان کشیده می‌شوند. در یکی طناب به مرکز آن متصل است و در دیگری دور لبه‌ی آن پیچیده شده است (که می‌تواند باز شود). کدام عبارت شتاب مرکز جرم دو قرص را نشان می‌دهد؟

شکل ۴



یک پرسش در صورت نیاز به محاسبه‌ای که ممکن است شاگردان را گمراه کند یا منابع شناختی را گمراه کند به لحاظ کیفی ضعیف است

۱) $a_A = a_B > 0$
۲) $a_A > a_B > 0$
۳) $a_A > a_B = 0$
۴) $a_B > a_A > 0$
۵) $a_B > a_A = 0$
۶) نمی‌توان تعیین کرد

پرسش ۱ـ الف) مستقیماً به قانون دوم نیوتون در یک بعد اشاره دارد. در نمونه‌ی بعدی یعنی مثال ۱ـ ب نیز به همان معلومات نیاز است. ولی در این پرسش از شگرد گرفتار کردن با برداشت‌های غلط (حرکت بر برداشت‌های غلط) برای ارتقا و بهبود بحث‌ها استفاده شده است.

یک برداشت غلط رایج در میان نوآموختگان فیزیک این است که فکر می‌کنند $\tau = I\alpha$ به طریقی جایگزین شده یا تغییر شکل یافته‌ی $F=ma$ است.

با ارائه‌ی این چهره از دینامیک چرخشی خیلی از دانش‌آموزان به این دام می افتند که فکر می‌کنند چون قرص می‌چرخد بعضی نیروهای آن مصرف می شود. (تحلیل می‌رود) و در نتیجه شتاب آن کمتر از وقتی می شود که قرص نمی‌چرخد.

اگرچه این پرسش تنها به قانون دوم نیوتون در یک بعد مربوط است ولی باید بعد از تدریس و ارائه دینامیک چرخشی؛ ارائه شود.

توجه کنید که در متن پرسش به صراحت از شتاب خطی صحبت نشده است. به احتمال زیاد بعضی دانش‌آموزان تصور می‌کنند پرسش، شتاب زاویه‌ای را خواسته است و گزینه‌ی «نمی‌توان تعیین کرد» را انتخاب می‌کنند. این پاسخ به مربی اجازه می‌دهد تأکید کند که منظور از شتابی که توصیف نشده همان شتاب خطی است. (برای افزایش تأثیرگذاری گرفتار شدن در این اشتباه، می‌توان نمونه دیگری را که شعاع قرص و گزینه‌هایی که مناسب شتاب زاویه‌ای است را در صورت پرسش خود مطرح کرده ارائه نمود.

مثال ۱ـ ج) مثالی مرکب از چند شگرد است. در این پرسش از شگرد مقایسه و مقابله برای متمرکز کردن توجه دانش‌آموز به

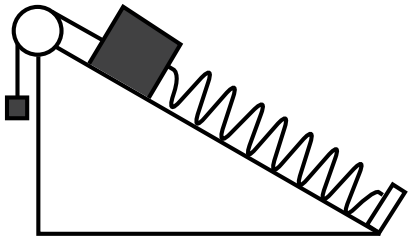
به طور کلی ایده‌های نو باید در فضای پرسش‌های آشنا مطرح شوند تا ایده‌ها در آن فضاها، قابل لمس و قابل بحث و بررسی شوند

اثر حرکت چرخشی در شتاب خطی استفاده می‌شود و تمرینی برای شگرد مهارت‌های «مقایسه و مقابله» است. این یک پرسش کیفی است که شاگرد را به طور مؤثری با همان برداشت‌های غلط و تفسیرهای اشتباه که در نمونه قبلی بود، روبه‌رو می‌کند. این پرسش وسیله‌ای توانمند برای وادارکردن شاگردان به بیان برداشت‌های غلطشان می‌باشد که به درک آن‌ها و برطرف شدن نقایصی منجر می‌شود که به آن برداشت‌های غلط می‌انجامید. با یک تغییر ماهرانه در پزسش آموزشیار می‌تواند از این پرسش، برای مقایسه و مقابله ایده‌های نیرو و شتاب، با استفاده از کار و انرژی استفاده کند. اگر چه به هر دو قرص یک نیرو وارد می‌شود و یک شتاب را دارند ولی یکی انرژی جنبشی بیشتری نسبت به دیگری در همان فاصله زمانی به دست می‌آورد.

این پرسش می‌توانست با گزینه‌های $a_A = a_B$ ، $a_A > a_B$ ، $a_B > a_A$ ، ساده‌تر می‌شود. ولی آن سری از گزینه‌ها که در مثال ۱ـ ج آمده است به آموزشیار کمک می‌کند تا دانش‌آموزانی را که فکر می‌کنند هنگامی که قرص می‌چرخد شتاب کمتری دارد و دانش‌آموزانی را که فکر می‌کنند قرص می‌چرخد بدون این‌که حرکت کند، تشخیص دهد. (نمونه‌ای از شگردی که مشکلات محتمل شاگردان را نشان می‌دهد)

مثال۲ـ الف) در شکل زیر جسم متصل به فنر توسط طنابی که به جسم دیگری وصل است به بالای سطح شیب‌دار کشیده می شود. سطح زبر است.

شکل ۵



کدام یک از نیروهایی که در زیر آمده است بر جسم وارد نمی‌شود.

۱. وزن جسم m
۲. وزن جسم آویزان
۳. نیروی عمودی سطح شیب‌دار
۴. نیروی فنر
۵. نیروی اصطکاک جنبشی سطح شیب‌دار
۶. نیروی مقاومت هوا
۷. هیچکدام

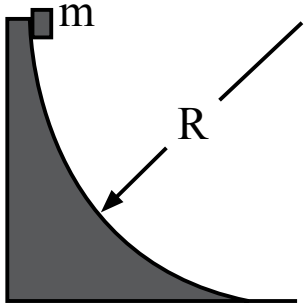
مثال۲ـ ب) در پرسش بالا چند نیرو بر جسم وارد می‌شود؟

۱. یک نیرو ۲. دو نیرو ۳. سه نیرو
۴. چهار نیرو ۵. پنج نیرو ۶. شش نیرو
۷. هفت نیرو ۸. بیشتر از هفت نیرو

بیشتر شاگردان فکر می‌کنند که پرسش دقیقاً یک پاسخ درست یا بهترین را دارد. برای این‌که شاگردان این فکر را رها کنند و دقیقاً به دلیل اهمیت دهند، استفاده از پرسش‌هایی شبیه مثال۲ که می‌تواند چند پاسخ قابل دفاع درست یا نادرست داشته باشد مفید است. در واقع انتخاب گزینه‌های درست بستگی به استدلال و فرض‌های دانش‌آموز دارد. مثلاً نیروی عمودی سطح و اصطکاک را یک نیرو حساب کنند یا دو نیرو. نیروی جاذبه ماه را حساب کند یا نکند، نیروی شناوری و ربط آن به هوا و... را حساب کند یا نکند یکی از برداشت‌های غلطی که بعضی از دانش‌آموزان در پاسخ به این پرسش دارند این است که نیروی برآیند را به عنوان یک نیرو نیز به حساب می‌آورند.

مثال۳ـ الف) جسمی به جرم m روی سطح منحنی بدون اصطکاکی به شعاع R می‌لغزد. جسم با چه سرعت زاویه‌ای نسبت به مرکز منحنی به انتهای مسیر می‌رسد؟

شکل ۶



۱. $\sqrt{2gR}$ ۲. $-\sqrt{2gR}$ ۳. $\sqrt{g/R}$
۴. $\sqrt{2g/R}$ ۵. $-\sqrt{g/2R}$ ۶. ۰
۷) هیچ‌کدام
۸) اصلاحات مسئله کافی است

مثال۳ب) در پرسش بالا کدام یک از موارد زیر به شما اجازه می‌دهد که سرعت زاویه‌ای جسم نسبت به مرکز منحنی را وقتی جسم به انتهای مسیر می‌رسد **بهتر** پیدا کنید؟

۱. فقط سینماتیک
۲. $F=ma$ یا قانون‌های نیوتون
۳. قضیه کار و انرژی
۴. نظریه‌ی تکانه‌ی خطی

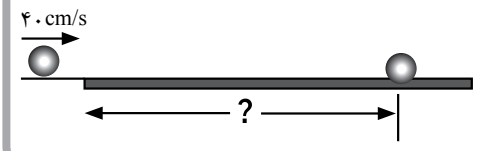
۵. نظریه‌ی تکانه‌ی زاویه‌ای
۶. یکی از موارد بالا
۷. هیچکدام

عبـارت **بهتر** را می‌توان یک ابهام عمـدی در نظر گرفت. کارآیی را می‌توان به صورت حجم محاسبه یا تعداد اصولی که باید در نظر گرفته شود یا پیچیدگی تفکراتی که در پس آن قرار دارند یا هر چیز دیگری در نظر گرفت.

مثال۴

مثال۴ـ الف) یک گوی با سرعت ۴۰ cm/s روی یک سطح افقی از جنس نمد غلتانده می شـود و بعد از ۱/۲۵ s می‌ایسـتد. بـا فرض ثابت بودن شـتاب گوی چه مسـافتی را روی این نمد می‌پیماید؟

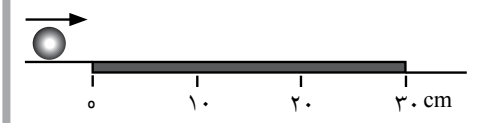
شکل ۷



۱) ۲۵ cm
۲) ۴۲/۳ cm
۳) ۵۰ cm
۴) ۷۵ cm
۵) هیچکدام
۶) اطلاعات مسئله کافی نیست

مثال ۴ ب) یک گوی بر سطح افقی یک نمد که ۳۰cm درازا دارد می غلتد. بعد از طی ۲۰cm سـرعت مهره به نصف سرعت اولیه‌اش می‌رسد. آیا مهره به انتهای مسیر می‌رسد؟

شکل ۸



۱. بله ۲. خیر ۳. اطلاعات مسئله کافی نیست

پرسش۴ـ الف یک مسئله‌ی کاملاً سینماتیکی است. در این پرسش شتاب داده نشده است و باید دانش‌آموزان قبل از محاسبه مسـافت، آن را حساب کنند. از طرف دیگر شـاگردان می‌توانند سرعت متوسط را به دست آورند و آن را با زمان ترکیب کنند. این پرسش نیاز به انتخاب راه‌بُرد دارد.

مثال۴ـ ب همان محتوای مثال۴ـ الف را دارد. هر چند سطح ریاضیات مسئله شبیه مسئله‌ی قبلی است با این‌حال این سئوال یک پرسش کیفی و مناسب بحث گروهی است.

با حذف عبارت «با فرض شـتاب ثابت» مـا روش به کارگیری فرض‌های داده نشده و چند جواب قابل دفاع را به کار می‌گیریم و امکان بحث این که چه موقع و چطور شتاب ثابت است را پیش می‌کشیم.

قسـمت جالب پرسش این اسـت که به مربی اجازه می‌دهد که از شـگرد ارائه بهترین راه‌حل را نیز استفاده کند. مثلاً فرض کنید شـتاب ثابت است و نمودار سرعت ـ زمان را رسم کرده و با معرفی مساحت زیر نمودار مسافتی که جسم حرکت کرده است به دسـت آورد می‌توان راه ساده‌ای را پیشنهاد کرد مثلاً هنگامی که سرعت مهره به نصف سرعت اولیه‌اش می‌رسد، $\frac{۳}{۴}$ مسافتی را که می‌توانست حرکت کند تا بایستد را طی کرده است. پس اگر در این مثال گوی در فاصله ۲۰cm در $\frac{۳}{۴}$ کل مسیر باشد پس کل مسیر $۲۰ \times \frac{۴}{۳}$ است. این راه‌حل شگرد تفسیر روش‌ها را نیز دخالت می‌دهد. مثال۴ـ ب از مثال۴ـ الف قبلی تحلیلی‌تر است.

نتیجه‌گیری

حتـی با قالب‌های مشـخصی که این‌جا ذکر شـد، طراحی پرسش‌های مؤثر، چالش‌انگیز و وقت‌گیر است و به مانند هر مهارت دیگری نیاز به تمرین دارد.

مجموعه‌ای از پرسش‌های خوب طراحی شده می‌تواند خیلی مفید باشد. ما بسـیاری از پرسش‌هایمان را از طریق وب سایت[1] و عرضه تجاری در دسـترس قرار داده‌ایم. اگرچه آموزش قوی به وسیله پرسش‌های دیگران نیازمند دانستن اهداف و منطق طراحی آن‌ها دارد، ولی قالب‌های ارائه شـده می‌تواند به خوبی به تحلیل پرسش‌های موجود کمک می کند.

بار دیگر تکرار می کنیم که پرسـش‌های خوب طراحی شده فقط یک وسیله و یک جزء از «آموزش برگرفته از پرسش» است. این‌که چطور مربی از پرسش‌ها برای درگیرشدن استفاده می کند بیشتر اهمیت دارد. با وجود این فقدان پرسش‌های مؤثر می‌تواند مانعی جدی برای معلمانی باشـد که در پـی یاددهی و تمرین از طریق آموزش بر پایه پرسش‌ها هستند.

ما باور داریم که قالب‌ها و شـگردهای ارائه شده می‌تواند بر این مانع غلبه کند.

پی نوشت

1. Clasroom response System
2. Eric Mazur
3. Peer istruction
4. Speed
5. Velocity

منبع

Am.J .Phys.74 (1), January 2006

*دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
**استادیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

یکی از سازوکارهای کارآمدی پرسش‌ها، بحث و گفت‌وگو است که به شاگردان طرز بیان، رو به‌رو شدن با دیگران و حل اختلاف‌ها را می‌آموزد

نمایش هیجان‌انگیز فیزیک

یرل واکر
ترجمه: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

آموزشی

بخش هشتم

زوزه‌ی باد

چه چیزی باعث می‌شود که زوزه‌ی باد شدید، تصویر انسان تبدیل شده به گرگی را مجسم کند که در شبی تاریک و توفانی، در بیرون خانه زوزه می‌کشد؟

پاسخ: اگر هوا از کنار مانعی، به‌ویژه، برآمدگی‌هایی چون لبه‌ی بام ساختمان و یا حتی لبه‌ی عمودی ساختمان بوزد، این هوا به گردبادها (پیچ و تاب‌ها)یی تبدیل می‌شود که جریان هوا آن‌ها را همراه می‌برد. گردباد تغییراتی در فشار هوا به‌وجود می‌آورد که به‌صورت یک موج صوتی ـ زوزه ـ از گردباد دور می‌شوند. اگر در بیرون باشید، این صدا مستقیماً به شما می‌رسد. ولی می‌تواند با عبور از شیشه‌ی پنجره، در، دیوار و حتی روتختی نیز به شما برسد.

آواز سیم‌های تلفن و برگ‌های سوزنی کاج

چرا وقتی نسیم شدیدی به سیم‌های تلفن یا خطوط انتقال برق و یا در یک جنگل کاج می‌وزد، می‌توانید ترنّم آوازی را از سیم‌ها و یا برگ‌ها بشنوید؟ این صداها که با وزش کاتوره‌ای نسیم شدید در رفت و آمدند، یکی از جنبه‌های آرامش‌بخش جنگل کاج در یک روز پاییزی است.

پاسخ. وقتی نسیم از کنار استوانه‌ی باریک و بلند مثل سیم یا برگ سوزنی کاج می‌گذرد، جریان هوا می‌خواهد گردبادهایی را در طول آن به‌وجود آورد. می‌گویند گردبادها ابتدا در یک‌طرف، سپس در طرف دیگر، و مجدداً در همان طرف اول تشکیل می‌شوند و این شکل‌گیری به همین ترتیب ادامه می‌یابد. تشکیل گردباد، فشار هوا را تغییر می‌دهد و بنابراین قطاری از تغییرات فشار در طول استوانه راه می‌افتد و موج صوتی موسوم به آوای **ائولوس**[1] منتشر می‌شود. هرگاه شما در مسیر این امواج صوتی قرار گیرید، تغییرات فشار هوای ناشی از جریان‌های گردبادی را خواهید شنید. هرچه هوا سریع‌تر از کنار استوانه بگذرد، این تغییر فشار بیشتر رخ می‌دهد و در نتیجه بسامد صدا بیشتر است.

استوانه می‌تواند مثل سیم گیتار در بسامدهای معینی، موسوم به بسامدهای تشدید نوسان کند. اگر بسامد تغییرات فشار هوا اتفاقاً برابر یکی از بسامدهای تشدید شود، استوانه در آن بسامد نوسان خواهد کرد. اکنون حرکت استوانه نیز موجب انتشار امواج صوتی می‌شود، و حتی اگر سرعت جریان هوا قدری تغییر کند نیز ممکن است بسامد تولید گردباد را حفظ کند. وقتی سیم‌های تلفن یا خطوط انتقال برق نوسان می‌کنند، می‌گویند آن‌ها چهارنعل می‌روند.[2] این موضوع می‌تواند نگران‌کننده باشد، چرا که این حرکت‌ها می‌توانند موجب پاره شدن تجهیزات نگه‌دارنده‌ی خطّ انتقال

روی تیر چراغ برق یا دکل شـوند، به‌ویژه اگر یخی هم روی این تجهیزات تشـکیل شده باشد.

صدای ناله‌ای که از سیم‌های تلفن به گوش می‌رسد، می‌تواند در یک روز خیلی سرد بلندتر و گوش‌خراش‌تر باشد، زیرا دماهای کم موجب انقباض سیم‌ها و در نتیجه محکم شدن آن‌ها در بین دو دکل می‌شود. اگر سیم‌ها چهارنعل بروند، می‌توانند این حرکت را به دکل‌ها منتقل کرده و باعث نوسان آن‌ها و در نتیجه افزایش تراز صدا شوند.

سـوت و سـوت‌زدن

یک نفر چطور سوت می‌زند؟ یعنی، صدای سوت چطور تولید می‌شود؟ چرا وقتی آب کتری در حال گرم شدن است، کتری سوت می‌کشد؟ اشیاء سوت‌زن بی‌شماری ساخته شده‌اند، اما احتمالاً مشهورترین آن‌ها سوت پلیس انگلیسی (فقط یک لوله)، سوت پلیس آمریکایی و بسیاری از آلات موسیقی است که از طریق سوت‌زدن صدا تولید می‌کنند.

پاسخ. [صدای] هر سوت بستگی به سه عامل دارد: ۱. جریـان هوا با مانعی برخـورد کند و به گردبادهایی تجزیه شـود. ۲. گردبادها باعث شوند فشـار هوا به‌صورت دوره‌ای تغییر کند، تا یک موج صوتی گسیل شود که آن را بشنوید. یا خودِ گردبادها و یا تغییرات فشـار ناشی از موج صوتی بازخوردی در جهت مخالف جریان هوا داشـته باشد. ۳. اگر جریان هوا ناپایدار باشـد (به راحتی منحرف شود یا تغییر کند)، این بازخـورد ناپایداری جریان را زیاد می‌کند که به افزایش تولید گردبادها در اطراف مانع می‌انجامد. وقتی این فرایند تولید گردباد و بازخورد برقرار شـود، صدای مداومی را خواهید شـنید که همان سوت است.

اگر با دمیدن از میان لب‌های جمع‌شده‌ی خود سوت بزنید و صدایی را تولید کنید که به آن **صدای دهانه‌ای**[3] گویند، گردبادها وقتی تولید می‌شـوند که هوا از روزنه‌ی میان لب‌های شـما به زور خارج گردد. (گردبادها از آن‌رو در آن‌جا شـکل می‌گیرند که سـرعت جریان هوا در مرکز روزنه سـریع‌تر از جریان هوای نزدیک‌تر به لب‌های شماست.) بخشی از امواج صوتی ناشـی از گردبادها از میان لب‌ها به درون دهان (به درون **مجرای صوتی**) بازمی‌گردند. بسامد این صدای بازگشتی به سرعت عبور گردبادها به بیرون لب‌ها و نیز به سرعتی بستگی دارد که صدا از لب‌ها به داخل دهان وارد می‌شـود. صدا می‌تواند در بسـامدهای معینی موسوم به **فُرمت**[4] در مجرای صوتی تشدید شود. اگر بسامد صدای بازگشتی به دومین فرمت (که دومین بسامد کم را دارد) نزدیک باشد، صدای بازگشتی در مجرای صوتی تشدید به‌وجود می‌آورد. یعنی، امواجی را تولید می‌کند که به جای خنثی کردن هـم، یکدیگر را تقویت می‌کنند. اگر تشـدید در دومین فرمت رخ دهد، آن‌گاه این بسامد نظیر همان بسامدی است که می‌شنوید. می‌توانید با تغییر شکل مجرای صوتی که بیشتر با جلو بردن زبان و یا عقب بردن آن صورت می‌گیرد، فرمت و در نتیجه بسامد صدا را تغییر دهید. هم‌چنین می‌توانید با دمیدن محکم‌تر نیز بسـامد صوت را تغییر دهید، تا بسـامد صدای بازگشتی بالاتر و در نتیجه به فرمت بالاتر (بسامد تشدیدی بالاتر) نزدیک‌تر شود.

صدا می‌تواند در بسامدهای معینی موسوم به فُرمت[3] در مجرای صوتی تشدید شود

سـوت کتری در هنگام جوشـیدن به **صدای حفره**[5] مشهور است. بخش سوت‌زن کتری از لوله‌ی کوتاهی تشکیل شده اسـت که در هر یک از دو سر آن سوراخی وجود دارد. وقتی آب درون کتری می‌جوشد (به بخار تبدیل می‌شود)، هوا و بخار آبی که از طریق سـوراخ پایینی به زور وارد می‌شود، جریان هوایی را تشـکیل می‌دهد که در برخورد به سـوراخ دوم، گردبادهایـی را در درون لوله به‌وجود می‌آورد. تغییرات حاصل در فشـار هوای عبوری از سـوراخ دوم، موجب تولید صدا می‌شود. امواج صوتی در بیرون لوله، همان سوت کتری هسـتند. امواج صوتی در داخل لوله به‌صـورت بازخوردی که جریـان هوای در حال ورود به لوله را کنترل می‌کند، به سـمت سوراخ اول بازمی‌گردند. بنابراین، با این بازخورد که جریان هوای ورودی را آشـفته می‌سازد، آشـفتگی برای ادامه‌ی تولید گردباد در سوراخ دوم، در جهت جریان حرکت می‌کند.

سـوت پلیس یک **صدای لبه‌ای**[6] تولیـد می‌کند: جریان هوا به درون و یا روی لبه‌ی یک سـوراخ دمیده می‌شـود. این جریان هوا به گردبادهایی تجزیه می‌شود که باعث گسیل امواج صوتی می‌شوند. بسـامد این صدا را بسامدهای تشـدیدی حفره‌ی سوت پلیس تعیین می‌کند که بسـیار شبیه تشدیدی اسـت که هنگام سوت زدن با لب، در دهان شـما ایجاد می‌شود. اما در سـوت پلیس آمریکایی، گوی کوچکی در حفره به اطراف می‌جهد و شکل درونی سوت (و در نتیجه بسامد تشدید) را تغییر داده و جریان هوا را مختل می‌کند، به‌ویژه هنگامی که برای لحظه‌ای سوراخی را که در آن می‌دمید، مسدود کند. نتیجه، چهچهه‌ای[7] است که همان آمد و شد بلندی و بسامد سوت است.

فلوت نیز همین‌طور عمل می‌کند: جریان هوایی را روی یک دهانه و از کنار یک لبه می‌دمید. گردبادها در لوله‌ی فلوت، بیشتر در بسامدهای تشدیدی لوله، صدا تولید می‌کنند. سـپس، این تشدید انرژی لازم برای تشکیل دوباره‌ی جریان‌های گردبادی را در درون لوله مهیا می‌سازد تا گردبادها، تشدید و صدایی که می‌شنوید تداوم یابند.

یکـی از سـوت‌های لبه‌ای عجیب‌تـر، **بطری سـوت‌زن پرویی**[8] اسـت که بطری آب سـرامیکی اسـت که تا پیش از پیروزی اسـپانیا در سال ۱۵۳۲، توسـط ساکنین اصلی پرو ساخته می‌شد. تعدادی از این بطری‌ها که سالم مانده‌اند، اکنون در مجموعه‌ها یافت می‌شود. این

بطری‌ها از یک یا دو محفظه تشکیل شده‌اند، با لوله‌ای که به یکی از محفظه‌ها وصل است و نیز تنظیماتی برای سوت زدن که در بالای آن قرار دارد. وقتی کسی در لوله می‌دمد، هوا از محفظه و از طریق سوراخی در نزدیکی سوت خارج می‌شود. این سوت، شامل دهانه‌ی کوچکی روی یک محفظه‌ی کوچک هواست. وقتی جریان هوای خروجی به یک طرف این دهانه‌ی کوچک برخورد کند، گردبادهای حاصل باعث تشدید در محفظه‌ی کوچک هوا می‌گردند.

پرسروصداترین نوع سوت‌ها، آژیرهای اعلام خطر هستند که هنوز هم در برخی وسایل نقلیه‌ی اضطراری مورد استفاده قرار می‌گیرند. (اتومبیل‌های پلیس جدید، معمولاً از ابزاری الکترونیکی برای ایجاد صدای خطر استفاده می‌کنند، اما بسیاری از ماشین‌های آتش‌نشانی هنوز از آژیرهای مکانیکی استفاده می‌کنند زیرا صدای آن‌ها می‌تواند بسیار بلند شود و توجه دیگران را جلب کند.) در طول جنگ جهانی دوم و جنگ سرد، آژیرهای بسیار بزرگی برای هشدار به غیرنظامیان در صورت حمله‌ی نظامی ساخته شد. (با ایستادن کنار یکی از این آژیرها چنان می‌لرزیدید که زمین زیر پایتان، نرم به نظر می‌رسید.) گرچه آژیرهای اعلام خطر انواع مختلفی دارند، اما بیشتر آن‌ها با فرستادن هوای فشرده بین دو دریچه‌ی مشبک که یکی نسبت به دیگری می‌چرخد، صداهای حفره تولید می‌کنند. وقتی این دو دریچه به ترتیب شروع به چرخش کنند، صداهای حفره تولید می‌شوند. بسامد این صدا را سرعت چرخش کنترل می‌کند.

گرچه آژیرهای اعلام خطر انواع مختلفی دارند، اما بیشتر آن‌ها با فرستادن هوای فشرده بین دو دریچه‌ی مشبک که یکی نسبت به دیگری می‌چرخد، صداهای حفره تولید می‌کنند

صحبت کردن و آواز خواندن

چطور صحبت می‌کنید و یا آواز می‌خوانید؟ چطور پچ‌پچ می‌کنید؟ چرا درک واژه‌های آواز یک خواننده‌ی سوپرانو دشوار است؟

پاسخ. صدا را عضلاتی موسوم به چین‌های صوتی[9] تولید می‌کنند که در حنجره قرار دارند. وقتی فشار هوا در شش‌ها افزایش یابد چین‌های صوتی دو طرف گلو بسته نگه داشته می‌شوند. سپس، ناگهان چین‌ها از هم دور می‌شوند و هوا از آن‌ها خارج می‌شود که تلاطمی را به‌وجود می‌آورد که موجب نوسان چین‌های صوتی می‌گردد. این نوسان‌ها، فشار هوا را تغییر می‌دهند، و امواج صوتی را به مجرای صوتی، که شامل قسمت فوقانی گلو، دهان و حفره‌ی بینی می‌شود، می‌فرستد. این امواج صوتی بسامدهایی دارند که با بسامدهای چین‌های صوتی منطبق‌اند. کمترین بسامد، **نوسان پایه** چین‌های صوتی است. بسامدهای دیگر، مضرب‌های درستی از کمترین بسامدند. به‌عنوان مثال، اگر کمترین بسامد ۷۰ هرتز باشد، بسامدهای دیگر عبارت خواهند بود از: هرتز ۱۴۰=(۷۰)۲، هرتز ۲۱۰=(۷۰)۳، و الی آخر.

مجرای صوتی، در واقع لوله‌ای است که یک انتهای آن (در حنجره) بسته و انتهای دیگر آن (در دهان و سوراخ‌های بینی) باز است. اگر امواج صوتی بسامد مناسبی داشته باشند، که به آن **بسامد فُرمت** یا صرفاً **فُرمت** گفته می‌شود، می‌توانند باعث تشدید گردند. این فرمت‌ها دقیق نیستند، بلکه هر یک از آن‌ها در گستره‌ای از بسامدها قرار دارند: آن‌ها مضرب‌های فردی از پایین‌ترین فرمت هستند. به‌عنوان مثال، اگر پایین‌ترین فرمت در ۵۰۰ هرتز باشد، فرمت‌های دیگر در هرتز ۱۵۰۰=(۵۰۰)۳، هرتز ۲۵۰۰=(۵۰۰)۵ و غیره قرار می‌گیرند.

وقتی صدا از چین‌های صوتی به مجرای صوتی فرستاده می‌شود، بسامدهای چین صوتی می‌تواند باعث برانگیختگی برخی از این فرمت‌ها شود. یعنی، امواج صوتی در آن فرمت‌ها در داخل مجرای صوتی تشکیل می‌شوند تا بخشی که از مجرای صوتی خارج می‌گردد، برای شنیدن به حدّ کافی بلند باشد. در واقع، مجرای صوتی مثل یک صافی روی کلیه‌ی بسامدهایی که توسط چین‌های صوتی گسیل می‌شوند، عمل می‌کنند. می‌توانید با تغییر بسامد فرمت‌ها، از طریق تغییر جای زبان، تغییر میزان باز بودن دهان (یا با گرفتن بینی) و تغییر ارتفاع حنجره در گلو، این صافی را تغییر دهید. (خوانندگانی که در سبک کلاسیک آموزش دیده‌اند معمولاً مایل به تغییر ارتفاع حنجره در گلو نیستند، زیرا این حرکت کنترل آن‌ها بر کشش چین‌های صوتی را مختل می‌کند. بنابراین، تمرین می‌کنند تا از عضلات حنجره برای ثابت نگه‌داشتن حنجره در جای خود استفاده کنند.) شما با تغییر کشش چین‌های صوتی می‌توانید بسامد امواج صوتی را که به درون مجرای صوتی فرستاده می‌شوند، تغییر دهید: کشش بیشتر، بسامدهای بالاتری را تولید می‌کنند. گرچه این کاری دشوار به‌نظر می‌رسد، اما بیشتر مردم وقتی ۲ ساله هستند یاد می‌گیرند تا بدون فکر کردن آن را انجام دهند.

بسیاری حیوانات می‌توانند از حنجره‌ی خود صدا تولید کنند. برخی از آن‌ها با کنترل عضلات حنجره و یا اندازه‌ی مجرای صوتی، بسامد و دامنه‌ی صدای خود را کنترل می‌کنند. برخی حیوانات، از قبیل مرغ مینا به قدری کنترل دارند که می‌توانند صدای انسان را تقلید کنند، اما تنها این انسان‌ها هستند که می‌توانند انواع مختلفی از صداها را ایجاد کنند (البته اگر موسیقی پانک راک[10] را کنار بگذاریم!)

در حین پچ‌پچ، چین‌های صوتی شُل‌اند تا جریان هوای عبوری آن‌ها را به نوسان درنیاورد. تلاطم (ملایم) جریان هوا، صدایی را تولید می‌کند که برخی فرمت‌ها در مجرای صوتی را برمی‌انگیزد. صدای پچ‌پچ با کنترل و تغییر اندازه و شکل مجرای

صوتی تولید می‌شود، که بیشتر توسط زبان و لب‌ها صورت می‌گیرد.

برای شنیده شـدن صدای یک خواننده‌ی سوپرانو در سالن کنسرت بزرگ همراه با ارکستر، او باید بلند و با بسامدهایی آواز بخواند که بسیار بالاتر از کمترین بسامد فُرمت طبیعی مجرای صوتی‌اش باشد. (او باید در گستره‌ی بسامدی آواز بخواند که در آن ارکستر معمولاً آرام‌تر و شنوایی شخص بهترین است.)

گرچه خواننده‌ی سوپرانو می‌تواند به چین‌های صوتی خود فشار آورد تا بسامد بالایی را تولید کنند و سپس آن بسامد را با فرمتی از مجرای صوتی‌اش که بسامد بالایی دارد تطبیق دهد، اما این تشدید باعث تولید صدای قوی نمی‌شود.

هم رسـایی صدا و هم کیفیت آواز خواندن، در صورتی بهتر می‌شوند که خواننده به جای این کار، کمترین بسامد فُرمت خود را به بسـامدهای بالاتری انتقال دهد و سپس آن بسامد فرمت را برانگیزد. برای انتقال بسامد فرمت، او فک خود را پایین می‌آورد تا دهان خود را باز کند و سپس لب‌های خود را به شـکل حالت لبخنـد زدن درمی‌آورد. این حرکات عمـلاً باعث کاهش طول مجرای صوتی می‌شـوند و بسـامد فرمت‌ها را به مقادیر بالاتر منتقل می‌کند. اکنون، بسامدهای بالاتری از حنجره می‌توانند نخستین بسامد فرمت مجرای صوتی را برانگیزند و این بدان معناست که خواننده می‌تواند در بسامدهای بالاتری با صدای بلند آواز بخوانـد. اما این روش، هزینه‌ای دارد: خواننده دیگر نمی‌تواند صداها و واژه‌های خاصی را شمرده تلفظ کند و در نتیجه شنوندگان همیشه نمی‌توانند آواز او را به‌روشنی بفهمند.

صـحبت کـردن با هـلیم

من این شـیرین‌کاری را برایتان توصیف می‌کنم، ولی خودتـان آن را انجام ندهیـد، زیرا خطرناک اسـت و حتی می‌تواند کشنده باشد. چرا وقتی کسی پس از استنشاق هلیم صحبت کند، صدایش مثل **دانلد داک**[11] دارای بسامد بالا و مسخره‌ای می‌شود؟

پاسخ. همان‌طور که در بخش قبل گفتیم، صدایی که از یک شخص می‌شنوید به برانگیختگی بسامدهای فرمت مختلف در مجرای صوتی توسط امواج صوتی‌ای بستگی دارد که چین‌های صوتی در حال نوسـان تولید می‌کنند. وقتی یک بسـامد چین‌های صوتی در گستره‌ی بسامد یک فرمت خاص قرار گیرد، صدای شخص شـامل آن بسامد فرمت می‌شود. بسامد (بسامد مرکزی یا گستره‌ای از بسامدهای) هر فرمت به دو عامل بستگی دارد. یک عامل، شکل و طول مجرای صوتی است، چیزی که با حرکت زبان و یا با تغییر میزان باز بودن دهان، آن را کنترل می‌کنید. عامل دیگر، سرعت صوت در مجرای صوتی است.

البته، هوا در مجرای صوتی به‌صورت طبیعی وجود دارد و سرعت صوت و مقدار معینی اسـت (حدود ۳۴۰ متر در ثانیه). ولی، اگر هوا با مخلوطی از هوا ـ هلیم جایگزین شود، سرعت صوت بسیار بیشتر می‌شود (شاید تا ۹۰۰ متر در ثانیه).

این افزایش سـرعت موجب انتقال تمام بسـامدهای فرمت به بالا می‌شود. نوسـان‌های چین‌های صوتی تقریباً مشابه این نوسان‌ها در هواست، ولی اکنون بسامدهای بالاتر این نوسان‌ها باعث برانگیزش فرمت‌ها به بالاتر از مجرای صوتی می‌شوند. شدت نسبی فرمت‌ها نیز ممکن است تغییر کند. نتیجه این‌که، صدا اکنون از بسامدهای بالاتر تشکیل شده است و دیگر برای ما آشنا نیست.

خطر این کار باید روشـن باشـد: شما تنها در صورتی می‌توانید زنده بمانید که هوا (یا ترجیحاً اکسـیژن هوا) را استنشاق کنید، اما اگر شما از روی حماقت شش‌های خود را از هلیم پر کنید، دیگر هوا استنشـاق نمی‌کنید. در آن صورت، با خفگی دسـت‌وپنجه نرم می‌کنید. با افت میزان اکسیژن در خون شما آیا می‌توانید هلیم را خارج و هوا را جانشین آن کنید تا از خفگی یا فقدان اکسـیژن در مغزتان جلوگیری کنیـد؟ همه‌ی ما باید روزی بمیریم، اما این شیوه واقعاً راهی احمقانه برای مردن است.

خُروپُف کردن اغلب وقتی رخ می‌دهد که هوا از طریق بینی (در حالی که دهان بسته است) و یا از طریق دهان و بینی به درون شش‌ها کشیده شود

آواز خـوانـدن درگـلو

در **تووا**[12] واقع در سـیبری جنوبـی، برخی خوانندگان می‌تواننـد دو صدا را هم‌زمـان بخوانند. عملـی که به آن **آوازخوانی درگلو**[12] یا **آوازخوانی نت فرعی** گویند. یکی از صداها وزوزی[13] با بسـامد پایین و دیگری صدایی با بسامد بالا، شبیه صدای فلوت است. چگونه یک نفر می‌تواند دو صدا را هم‌زمان تولید کند؟

پاسـخ. در صـدای عادی، چه در صحبـت کردن و چه در آواز خواندن، بسـامدهای هماهنگی که چین‌های صوتی تولید می‌کنند بیشتر نخستین بسامد فرمت مجرای صوتی را برمی‌انگیزند (دو بخش قبلی را ببینید.) برخی از بسامدهای فرمت بالاتر مجرای صوتی نیز برانگیخته می‌شوند، اما شنونده آن‌ها را جداگانه نمی‌شنود، بلکه تقریباً به‌طور ناخودآگاه، صرفاً به عنوان ویژگی صدا به گوش می‌رسند (می‌گویند در **طنین**[15] صدا، که واژه‌ای مبهم است، سهیم هستند).

در آواز خواندن در گلو، صدای وزوز کم‌بسامدی که نوسان چین‌های صوتی و قسمت فوقانی گلو تولید می‌کند، نیاز به مهارت خاصی ندارد. بخشی که نیاز به مهارت دارد، تولید صدای با بسامد بالاست که به‌نظر می‌رسد ربطی به صدای وزوز کم‌بسامد ندارد

(و یا در «بالای آن شناور است»). ایده‌ی اصلی تطبیق یکی از هماهنگ‌های با بسامد بالای چین‌های صوتی با یکی از بسامدهای فرمت بالای مجرای صوتی (تقریباً به طور دقیق) است. اگر این انطباق صورت گیرد، تشدید در آن بسامد فرمت، صورت می‌گیرد و بنابراین صدای خواننده، قوی است. اما لازمه‌ی این تطابق آن است که خواننده، هم عمل چین‌های صوتی (این‌که چقدر باز و سپس بسته شوند) و هم شکل مجرای صوتی را (با حرکت زبان) تنظیم کند. تقریباً همه می‌توانند این کار یاد بگیرند، اما تمرین زیادی لازم است تا این صداها گوش‌نواز شوند.

خُـــروپـــُف‌کردن

بسیاری از مردم در خواب خُروپُف می‌کنند کـه این باعث نگرانی اعضای خانواده می‌شـود و گاهی زیان شـدیدی به خواب و سـلامتی خودشان می‌زند. چه چیزی باعث خُروپُف کردن می‌شود؟

پاسخ. خُروپُف کردن اغلب وقتی رخ می‌دهـد که هوا از طریق بینی (در حالی که دهان بسته است) و یا از طریق دهان و بینی به درون شش‌ها کشیده شود. جریان هوا از بخش نرمی[۱۶] که سمت عقبی بالایی دهان را تشکیل می‌دهد عبور می‌کند. (می‌توانید با نگاه کردن به داخل دهان یک نفـر این بخش را ببینید.) اگر هوا فقط از طریق بینی وارد شـود، از این قسـمت وارد گلو می‌شود. اگر سرعت هوا از حد معینی رفراتر رود، این بخش به عقب گلو کشیده شده و تا حدی مانع جریان هوا می‌شود. نرمه نخست تلپی بر روی زبان می‌افتد و سپس به مکان اولیـه‌ی خود بازمی‌گـردد. اگر، به جای این، هوا هم از طریق بینی و هم از دهان وارد شود، از بالا و پایین نرمه می‌گذرد. در این حالت، نرمه بین عقب گلو و زبان تکان می‌خورد و متناوباً در جریان عبوری از دهان و جریان عبوری از بینی انسداد به وجود می‌آورد. من می‌توانم با تنفس شـدید از طریـق دهان و بینی، خود را به خُروپُـف کردن بیندازم (یک خُروپُف نمایشـی، گویی در یک نمایش بازی می‌کنم). این انسداد که ناشی از تکان خوردن نرمه است، باعث تپیدن جریان و در نتیجه تپیدن سوراخ‌های بینی من می‌شود.

حرکت نرمه و تلاطمی که تولید می‌کند باعث تولید امواج صوتی در گلو می‌شود. اگر این امواج صوتی در گلو (یا ناحیه‌ای مرکب از گلو، دهان و بینی) باعث تشدید شوند، صدا می‌تواند چنان بلند شود که اعضای خانواده را بیدار سازد.

عامل سـوم خروپف کردن بسـته شـدن دوره‌ای حلق (بخش فوقانی انعطاف‌پذیر و قابل واهلش گلو در بالای حنجره) است. بسته و باز شدن بعدی حلق، جریان هوا را مختل می‌سـازد و تلاطمی را به‌وجود می‌آورد که به تولید امواج صوتی می‌انجامد.

برخی پژوهشگران بر این باورند که توانایی خرخر کردن گربه و غریدن شیر را وضعیت استخوان لامی[۱۶] تعیین می‌کند که ساختاری در ته زبان و متصل به حنجره است

خُـــرخُـــرکـــردن و غـــریدن

چطور گربه خُرخُر می‌کند و شیر می‌غرد؟

پاسخ. یک گربه بسیار شبیه طوری که شما صحبت می‌کنید (که چگونگی آن در بخش‌های قبل توضیح داده شد) خُرخُر می‌کند، با این تفاوت که وقتی هوا از بین چین‌های صوتی‌اش عبور می‌کند، آن‌ها برای تولید صدای وزوزمانند مجرای صوتی (حفره‌های گلو، دهان و بینی) به نوسان درمی آیند. این صدای وزوزمانند دارای بسامدی حدودی ۲۵ هرتز است که احتمالاً بسیار پایین‌تر از آن است که بتوانید آن را بشنوید. اما، این صدا هماهنگ‌های بالاتر در مجرای صوتی را برانگیخته می‌کند، که می‌توانید آن را از دهان و بینی گربه بشنوید. این صدا که شـبیه یک "r" پژواک‌دار اسـت، معمولاً نشانه‌ی خرسندی گربه است.

برخی پژوهشـگران بر این باورنـد که توانایی خرخر کردن گربه و غریدن شـیر را وضعیت استخوان لامی[۱۶] تعییـن می‌کند که سـاختاری در ته زبـان و متصل به حنجره اسـت. اگر این اسـتخوان کاملاً سـخت باشد (استخوانی نسبتاً صلب)، خُرخُرکردن می‌تواند رخ دهد. اما اگر این استخوان کاملاً صاف نباشد، غریدن صورت می‌گیرد. شـاید این بدان معنا باشـد که حیواناتی که لامی انعطاف‌پذیرتری دارند، از قبیل شـیر، می‌توانند حنجره‌ی خـود را به پایین گلو حرکت دهند تا طول مجرای صوتی را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش دهند. این افزایش طول، بسامد صدای شیر را پایین می‌آورد. حنجره‌ی شیر نیز با حنجره‌ی بیشتر حیوانات دیگر فرق دارد، زیرا چین‌های صوتی‌اش ضخیم‌اند و شامل بافت‌های کشسانی هستند که می‌توانند در بسـامدهای پایین، با دامنه‌های نسبتاً بزرگ نوسان کنند. از این‌رو است که شیر می‌تواند بغرد!

داســـتان‌کـــوتـــاه

صدای دایناسور پاراساآئورولوفوس[۱۸]

سـتیغ روی جـمجمه‌ی دایناسـور **پاراسـاآئورولوفوس** یک مجرای دماغی به شکل لوله‌ای بلند و خمیده داشـت که از هر دو طرف باز بود. شاید این دایناسور از این مجرا برای تولید صدایی استفاده کرده باشد که در پایین‌ترین بسامد (در بسامد پایه‌ی آن)، در مجرا تشدید تولید کند، کاری بسیار شبیه به صحبت کردن ما که از طریق تشدید در حفره‌ی گلو ـ دهان ـ بینی صورت می‌گیرد. گمان می‌رود جمجمه‌های فسـیلی که مجراهای دماغی کوتاه‌تری دارند متعلق به **پاراساآئورولوفوس‌های** ماده باشد، که در بسامد بالایی صدا تولید می‌کردند.

صـدای ببرهـا و فـیل‌ها

بخشـی از غرش ببر، زیر گستره‌ی شـنیداری انسان‌ها و در ناحیه‌ی **فروصوتی**[۱۹] است. آیا تولید چنین صدای کم‌بسامدی هیچ مزیتی برای ببر دارد؟

گرچه فیل‌ها وقتی یکدیگر را، به‌ویژه در فاصله‌های زیاد، صدا می‌زنند بهترین شنوایی را در بسامد حدوداً ۱۰۰۰ هرتز دارند، اما مقدار زیادی از انرژی خود را برای تولید صدایی با بسامد بین ۱۴ و ۳۵ هرتز صرف می‌کنند، که در ناحیه‌ی فروصوتی قرار دارد. اگر به هنگام غرش فیل، نزدیک آن باشید ممکن است این موج را بیشتر از آن‌که بشنوید، حس کنید. آیا این غرش پر انرژی و کم‌بسامد هیچ مزیتی نسبت به غرش پربسامد دارد؟ فیل‌هایی که در یک مرغزار هستند، شب‌ها تقریباً دو برابر روز، یا در جست‌وجوی جفت و یا برای هشدار به فیل‌های رغیب برای حفظ فاصله، می‌غرند. آیا این غرش‌های شبانه هیچ مزیتی نسبت به غرش‌های روزانه دارند؟

پاسخ. مسافتی که صوت در یک جنگل، محل سکونت ببرها، طی می‌کند به طول موج بستگی دارد. درختان، علف‌ها، و برگ‌ها صدای با طول موج بلندتر را کمتر از صدایی که طول موج کوتاه‌تری دارد جذب و پراکنده می‌کنند. بنابراین، ببر برای فراخواندن جفت و یا هشدار به ببرهای دیگر، با غرش در بسامد کم (طول موج بلند) می‌تواند سیگنال را به فاصله‌ی دورتری از غرش در بسامد بالا بفرستد. (ضمن آن‌که، این صدا وحشتناک‌تر هم هست) حیوانات جنگلی دیگر نیز از بسامد کم برای ایجاد ارتباط استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال، **کاسووواری**[۲۰] که بزرگ‌ترین پرنده‌ی جنگلی است با غرش‌های شدید در بسامدهای کم ۲۰ یا ۳۰ هرتز صدا تولید می‌کند که این بسامدها به اندازه‌های کم‌اند که انسان قادر به شنیدن آن‌ها نیست. صدای بعضی از کرگدن‌های سوماترایی ("سوت‌کشیدن‌ها") نیز در ناحیه‌ی فروصوتی قرار دارد.

در یک مرغزار، شب‌هنگام اغلب وارونگی در جو به‌وجود می‌آید که در آن هوای گرم‌تر بر روی هوای سردتر قرار می‌گیرد. در حین وارونگی، صدای کم‌بسامد می‌تواند در زیر هوای گرم‌تر به دام افتد. بنابراین، به جای آن‌که صدا رو به بالا پخش شود و از بین برود، بیشتر آن روی مرغزار به حرکت درمی‌آید و فاصله‌های بیشتری را (شاید تا ۱۰ کیلومتر) نسبت به طول روز که در آن هنگام وارونگی وجود ندارد طی می‌کند (شاید فقط ۲ کیلومتر). احتمال به دام افتادن صداهای با بسامد بالاتر در زیر یک لایه‌ی گرم کمتر است و آن‌ها را هوا بیشتر جذب می‌کند، و در نتیجه غرش پربسامد فیل مسافت زیادتری را طی نخواهد کرد.

بهترین زمان برای غرش فیل، به گونه‌ای که بتواند در بیشترین مساحت ممکن پخش شود، دو ساعت پس از غروب خورشید است که باد در ارتفاع کم است و وقت کافی برای تولید وارونگی وجود دارد. در ساعت‌های بعدی شب، ممکن است ارتفاع باد بالا رود؛ گرچه غرش ممکن است در جهت باد حتی بهتر نیز منتقل شـــود، ولی در جهت‌های دیگر به این خوبی منتقل نمی‌شود، و در نتیجه مساحت کلی که غرش می‌تواند در آن به گوش برسد، کاهش می‌یابد.

غـــورغـــورکـــردن غـــوک

غوک نر برای جلب توجه جفت خود و یا فراری دادن غوک‌های نر دیگر، از خود صدا درمی‌آورد. چطور چنین حیوان کوچکی، با دهان کوچک می‌تواند چنین صدای بلندی تولید کند؟

پاسخ. غوک بیشتر صدای خود را نه از دهان، بلکه از طریق پرده‌های گوش خود تولید می‌کند. گفته‌اند که یک پژوهشگر این موضوع را با فشار دادن (آرام) انگشتان خود بر روی گوش‌های غوک و پی بردن به این‌که صدای غوک به میزان زیادی کاهش یافت، کشـــف کرد. سپس این نمایش با "گوش‌پوش‌های قورباغه‌ای"[۲۱] تکرار شد، که تکه‌ابرهایی بودند که با یک فنر در جای خود، روی پرده‌ی گوش قرار می‌گرفتند. این صدا، درست همانند پستانداران دیگر، از چین‌های صوتی قورباغه ناشی می‌شود. اما بعداً به پرده‌ی گوش فرستاده می‌شود که مانند پوست طبل در بسامدهای معینی صدا را تشدید می‌کند. این تشدید، شدت صوت در آن بسامدها را به میزان زیادی افزایش می‌دهد و صدا را در اطراف قورباغه منتشر می‌سازد. پیش از آن‌که این نقش پرده‌های گوش کشف شود، بسیاری از مردم بر این باور بودند که تشدید صدا در **کیسه‌ی صوتی**[۲۲] رخ می‌دهد، که منطقه‌ای از گلوست که قورباغه به هنگام تولید صدا آن را باد می‌کند. گرچه ممکن است بوزینه‌های درازدست، و برخی از انواع قورباغه‌ها و وزغ‌ها، در کیسه‌های صوتی خود صدا را تشدید کنند تا صدای آن‌ها بلندتر شود، اما قورباغه‌ها چنین نمی‌کنند.

پی‌نوشت

۱. ائولوس در اساطیر، خدای بادها خوانده می‌شود (مترجم.)
2. gallop
3. orifice tone
4. format
5. hole tone
6. edge tone
7. warbling
8. peruvian whistling bottle
9.vocal fold
10. punk rock
11. Donald Duck
12. Tuva
13. throat singing
14. drone
15. timber
16. pallet
17.hyoid
18. Parasaurolophus
19. infrasound
۲۰. نوعی شترمرغ استرالیایی (مترجم.)
21. frog earmuffs
22. vocal sac

منبع

• Jearl Walker, The Flying Circus of Physics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2007, pp 147-151

روش‌های نوین در آموزش فیزیک

ادوارد ردیش
ترجمه و تألیف: طوبی مشک*

برای بسیاری از معلمان ممکن است این پرسش وجود داشته باشد که چرا بسیاری از تحصیل‌کرده‌ها فیزیک را به‌طور کامل به روش‌های سنتی و از طریق متن کتاب فرا گرفته‌اند، پس امروزه چه چیزی تغییر کرده است که نیاز به تغییر روش‌های سنتی احساس می‌شود؟

در پاسخ باید گفت: موارد زیادی تغییر کرده و در حال تغییر است و در آینده نیز شاهد تغییرات بیش‌تری خواهیم بود. از جمله‌ی این تغییرات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دانش‌آموزانی که در حال آموزش هستند.
- اهدافی که معلمان با وجود چنین دانش‌آموزانی می‌خواهند به آن نایل شوند.
- معلمان درباره‌ی شیوه‌ی یادگیری دانش‌آموزان بیش‌تر از گذشته اطلاعات دارند.
- در حال حاضر نسبت به گذشته امکانات آموزشی بیش‌تری هم از نظر فناوری و هم در زمینه فضاهای آموزشی جدید در دسترس معلمان می‌تواند قرار گیرد.

برای بحث درباره موارد بالا دو پرسش اساسی باید مطرح شود.

- دانش‌آموزان چه کسانی هستند؟
- چرا به پژوهش در زمینه‌ی آموزش فیزیک(EPR)[1] نیاز داریم؟

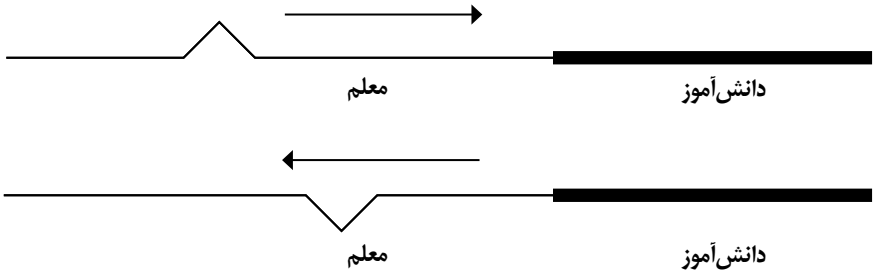
تا چند دهه‌ی پیش باور داشتیم که علم واقعی فقط در زمینه‌ی فیزیک است، که با کشف قانون‌های مهم و اساسی طبیعت و یافتن کاربرد آن‌ها تاج‌سر و سرور همه علوم است. پیشرفت‌هایی که در زمینه فیزیک به‌دست می‌آید باعث توسعه فناوری شده است، و به تعبیر روش زندگی ما انجامیده است. کمتر متوجه رشد و توسعه علوم دیگر مانند زیست‌شناسی، شیمی و علوم نوظهوری مانند رایانه و... بودیم.

امروزه یک دانش‌آموز دبیرستانی علاقه‌مند به تحصیل علم، از فرصت‌های زیادی برای ارائه‌ی خلاقیت‌های خود در سطح وسیعی از علوم بهره‌مند است. از ساختن مدل‌هایی از جهان هستی تا طراحی فرایند سلول‌های مغز. امروزه فیزیک فقط یکی از چندین نگین تاج علوم است.

پیشرفت علم فیزیک به روش‌های مختلفی باعث توسعه‌ی علوم دیگر شده است. از پیشرفت‌های نظریه‌ی جاذبه‌ی زمین گرفته تا پیشرفت در تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI).

دانش‌آموزانی که در علوم دیگر تحصیل می‌کنند، نیاز دارند تا فیزیک را به‌عنوان قسمتی از تحصیلات علمی خود فراگیرند و آن را درک کنند. اما فیزیک به‌عنوان بخشی از تحصیلات یک محقق حرفه‌ای زیست‌شناسی یا شیمی یا یک متخصص فنی علوم مهندسی یا پیراپزشکی چه نقشی می‌تواند داشته باشد؟

شکل ۱



چیزی که از طرف دانش‌آموز برمی‌گردد به این معنا نیست که مقدار زیادی از آن دریافت شده است. مخصوصا اگر دانش‌آموز مقاومت بالایی داشته باشد

به‌نظر می‌رسد فعالیت‌های آموزشی فیزیک مناسب با شرایط فعلی نیست. شرایطی که مهندسان و پزشکان حرفه‌ای نیاز روزافزون دارند به داشتن اطلاعاتی، هم در زمینه‌ی دستگاه‌هایی که با آن کار می‌کنند و هم ابزارهای پیچیده‌ایی که ابزار کار تحقیق آن‌ها محسوب می‌شود. بنابراین بهبود روش تدریس بسیار با اهمیت‌تر از گذشته است.

امروزه تعداد فارغ‌التحصیلان افزایش یافته و افراد بیش‌تری علاقه‌مند به انجام مشاغل علمی و فنی هستند. دیگر این‌که نظام آموزشی، معلمان را به‌طور مستقیم مسئول یادگیری دانش‌آموزان و یا عدم یادگیری آن‌ها می‌داند.

در حالی‌که در گذشته، مسئولیت یادگیری صرفاً بر عهده‌ی شخص دانش‌آموز بود و توجه کمتری به مؤثر و کارآمد بودن روش آموزش و تدریس می‌شد.

امروزه مشاغل موجود بیشتر نیازمند افراد متخصص و آموزش‌دیده است. از این‌رو باید از همه‌ی امکانات استفاده کرد تا دانش‌آموزان را بهتر و موفق‌تر آموزش داد. وظیفه‌ی معلم فیزیک ایجاب می‌کند که تشخیص دهد چگونه می‌توان عده‌ی بیش‌تری از دانش‌آموزان را وادار به تفکری منطقی نمود و به آن‌ها فهماند که چگونه می‌توان علوم را ارزیابی کرد. ولی یک پرسش مطرح می‌شود: آیا آموزش فیزیک به روش سنتی، در کلاس‌های فیزیک کارآمد بوده است؟ متاسفانه به نظر می‌رسد پاسخ قطعاً خیر است.

بررسی جزئیات از سوی بسیاری از محققان در زمینه‌ی آموزش فیزیک نشان داده است که روش سنتی آموزش فیزیک، برای عده بسیاری از دانش‌آموزان به‌خوبی جوابگو نیست. بسیاری از دانش‌آموزان از فیزیک بیزارند. بسیاری از آن‌ها فکر می‌کنند فیزیک در زندگی آن‌ها و یا اهداف در بلندمدت‌شان جایگاهی ندارد. بسیاری از آن‌ها مهارت‌های لازم برای موفقیت در دوره‌های پیشرفته علمی را کسب نمی‌کنند. به‌نظر می‌رسد، مشکل، یک نوع هماهنگی ظاهری باشد. معلم اطلاعات را می‌فرستد، و می‌بیند که اطلاعات به همان شکل به طرف او برمی‌گردند ولی دریافت دانش‌آموز بسیار جزئی بوده است.

تشخیص علت ناکارآمد بودن روش آموزش سنتی و اقدامات مورد نیاز

اگر قرار است وضعیت آموزشی بهبود یابد، بهترین شیوه، استفاده از وسائل و روش‌های علمی برای انجام تحقیقات در زمینه‌ی آموزش فیزیک برای تشخیص وضعیت موجود است.

برای درک یک پدیده، باید آن‌را به خوبی مشاهده نمود و تحت نظر قرار داد. سپس از مشاهدات، مفهوم مناسب استنباط نمود. از دید محققان، دو نکته مهم باید مدنظر باشد:

برای یافتن پاسخی به این پرسش که چه روشی کارآمد خواهد بود؟ به جای پرداختن به این‌که چه چیزی تدریس شود، باید به این موضوع بپردازیم که، دانش‌آموزان چه چیزی را نیاز دارند که فرا گیرند.

در نهایت می‌توان گفت، هر دانش‌آموز، در واقع مسئول یادگیری خودش است. اما مطلب این است که آیا دانش‌آموزان قرار است هر چیزی را خودشان فرا گیرند؟ بدون در نظر گرفتن این‌که معلم چه چیزی را به‌سوی آن‌ها می‌فرستد؟ یا این‌که می‌توانند به کمک محیط آموزشی مناسب و برنامه‌ریزی شده و تعامل با مربیان مجرب یادگیری بهتر و عمیق‌تری داشته باشند؟ باید کاری بیش‌تر از ارزشیابی میزان موفقیت دانش‌آموزان انجام دهیم. باید بدانیم آن‌ها چگونه می‌اندیشند و چگونه فرا می‌گیرند و این اطلاعات را تجزیه و تحلیل کنیم.

بدون پژوهش در زمینه‌ی چگونگی فراگیری دانش‌آموزان نمی‌توان هیچ روش خاصی را به‌عنوان الگوی مناسب آموزش فیزیک طراحی نمود زیرا یک شیوه‌ی آموزشی تحلیل نشده ممکن است اثر بدی را بر پیکره‌ی آموزش بگذارد. هر ساله ما شاهد برگزاری جشنواره الگوهای برتر تدریس هستیم. آن‌چه توسط شرکت‌کنندگان طراحی می‌شود شاید هرگز قابل اجرا در کلاس‌های درس کنونی نباشد و هزینه‌های قابل توجهی برای وزارتخانه در بر داشته باشد. اگر هزینه‌ها، صرف تحقیق تشخیص مشکلات آموزشی شود، راهکارهای مناسبی برای تشخیص شیوه‌های متفاوت آموزش در استان‌های مختلف ارایه خواهد شد.

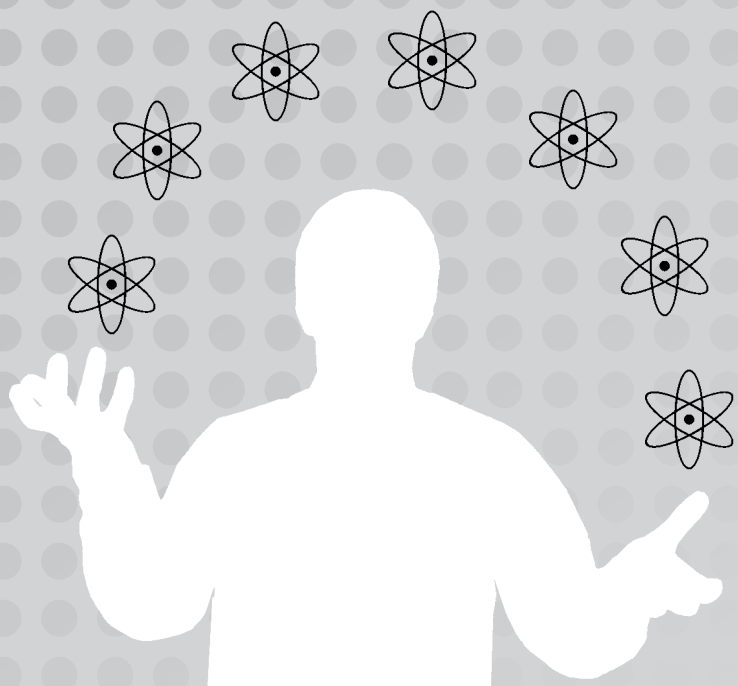
پی نوشت

1. Physics Education Research

منبع

این مقاله برگرفته‌ای از فصل اول کتاب زیر است:
Teaching Physics, Edvard Redish, John Wiley & Sons, 2003.

***دبیر فیزیک ناحیه یک اهواز**

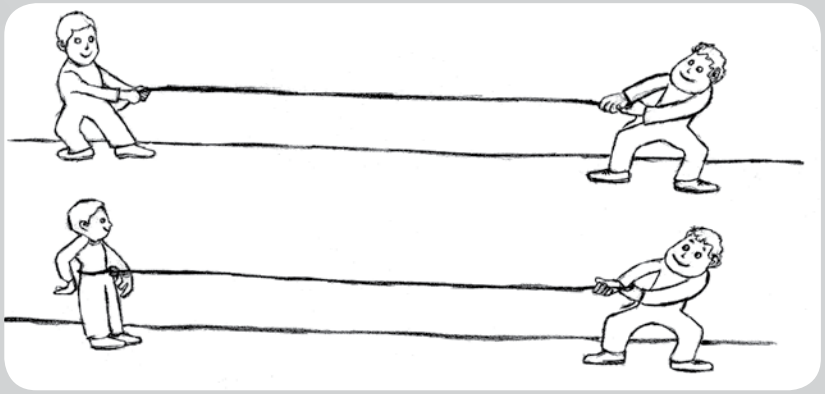


سرگرمی‌های فیزیکی

گوناگون

ترجمه: مهین اربابی*

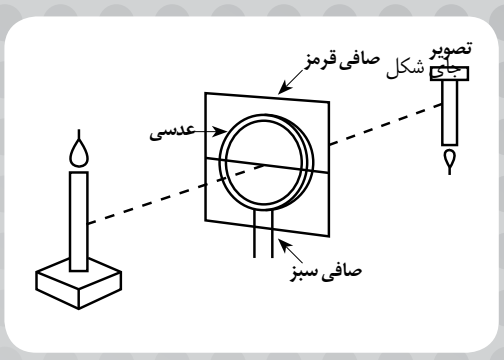
۱. دو نفر با جرم مساوی، به فاصله‌ی ۶ متر از هم، تلاش می‌کنند در یک طناب‌کشی یکدیگر را روی یک سطح یخ بدون اصطکاک بکشند. اگر هر دو به دو انتهای طناب نیرویی برابر وارد کنند، هر کدام ۳ متر به سمت نقطه‌ی وسط بین آن دو می‌لغزد. فرض کنید فقط یک نفر از آن‌ها طناب را بکشد و دیگری آن را به دور کمر خود ببندد. هر شخص چند متر می‌لغزد؟ (جرم طناب را نادیده بگیرید.)



پاسخ. چه کشش عمدی باشد و چه غیرعمدی، هر کدام ۳ متر می‌لغزند. در هر سر طناب طبق قانون سوم نیوتون نیروی واکنشی وارد می‌شود. اگر شخص اول سر طناب را با نیروی مشخصی بکشد، طناب به شخص، نیرویی برابر و در خلاف جهت وارد می‌کند، که باعث شتاب گرفتن شخص می‌گردد. نیروی وارد از شخص به طناب، به شخص دوم منتقل می‌شود. بنابراین به شخص دوم نیز همان مقدار نیرو وارد می‌شود و هر دو به یک اندازه شتاب می‌گیرند (در خلاف جهت هم).

راه حل دیگر این است که به مرکز جرم دستگاه (دو شخص و طناب) فکر کنیم. این مرکز جرم در وسط طناب، بین آن دو است. چون نیروی خارجی بر آن وارد نشده، مرکز جرم باید ثابت باقی بماند، و این مکانی است که دو شخص به هم می‌رسند.

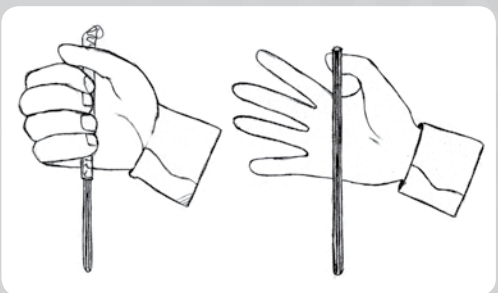
۲. عدسی تصویری از شمع سفید روی دیوار می‌اندازد. اگر نیمه‌ی بالای عدسی را با صافی قرمز و نیمه‌ی پایین آن را با صافی سبز بپوشانیم چه تغییری در تصویر ایجاد می‌شود؟



پاسخ. تصویر شمع زرد خواهد بود. هر قسمت از تصویر از نوری تشکیل شده که از هر دو نیمه‌ی عدسی عبور کرده است. نور سبز و قرمز ترکیب می‌شوند و نور زرد را ایجاد می‌کنند.

۳. قبل از این‌که نی پلاستیکی نو را از غلاف کاغذی خود خارج کنید، کاغذ را چند مرتبه به سرعت بالا و پایین بلغزانید. این کار سبب می‌شود که بار منفی روی نی (و بار مخالف آن روی کاغذ) ایجاد شود. نی باردار را به‌طور عمودی روی دست خود قرار دهید. اگر هوا مرطوب و دست شما خیس نباشد، نی به کف دست شما طوری می‌چسبد که انگار با چسب آن را چسبانده‌اید.

وقتی نی باردار شد می‌توان آن را به هر سطح صافی (فلز، شیشه، چوب و غیره) چسباند.



۴. فروشگاه‌های محصولات جادویی این ترفند گیج‌کننده را می‌فروشند. ولی ساختن این دستگاه برای خودتان آسان است. یک لامپ کوچک را روی یک تخته نصب کنید. زیر لامپ سه کلید فشاری دو حالته مطابق شکل قرار می‌گیرد. کلیدها را به ترتیب A، B و C می‌نامیم.

با فشار دادن کلید A نشان می‌دهید که لامپ روشن می‌شود. فشار دادن دیگر کلیدها اثری بر لامپ ندارد. از شخصی بخواهید لامپ را روشن کند. طبیعتاً او کلید A را فشار می‌دهد، ولی لامپ روشن نمی‌شود. به او فرصت دیگری بدهید. او مثلاً C را امتحان می‌کند. باز هم لامپ خاموش می‌ماند. فقط کلید B می‌ماند. این کلید لامپ را روشن می‌کند!

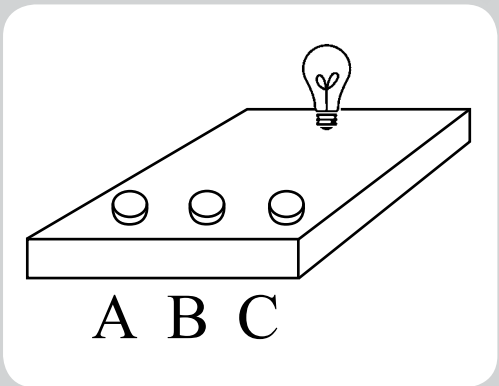
شبیه بازی سه پوسته برای یافتن نخود، می‌توان بارها و بارها آن را تکرار کرد. کلید روشن کردن لامپ به‌طور مرموزی از یک کلید به کلید دیگر منتقل می‌شود. به‌طور قطع هر شخصی در دو انتخاب اولش رد می‌شود. همواره آخرین کلید، لامپ را روشن می‌کند!

از بین کسانی که اولین‌بار این دستگاه را مشاهده کردند، تعداد کمی از فیزیک‌دانان توانستند به طرح ظاهراً پیچیده‌ی مدار زیر تخته پی ببرند. لامپ و کلیدها به‌طور سری به یک باتری متصل شده‌اند.

وقتی همه‌ی کلیدها وصل هستند، لامپ روشن می‌شود. هر کلید مثلاً B را انتخاب کنید. آن را چندین‌بار فشار دهید تا نشان دهید لامپ را روشن می‌کند. کلید را قطع کرده و سپس با فشردن کلیدهای A و C به تعداد فرد نشان دهید تأثیری بر لامپ ندارند. این کار باعث می‌شود که کلیدها قطع شوند. اولین انتخاب شخص در روشن کردن لامپ موفق نیست ولی کلید را وصل می‌کند. انتخاب دوم نیز به همین منوال پیش می‌رود. حالا انتخاب سوم او مدار را بسته و لامپ را روشن خواهد کرد.

این کلاه‌برداری را با نشان دادن این‌که آخرین انتخاب او لامپ را روشن می‌کند تکرار کنید. کلید را چندبار قطع و وصل کرده و در حالت قطع آن را رها کنید. با وصل و قطع دو کلید دیگر به تعداد فرد نشان دهید که لامپ روشن نمی‌شود. یک‌بار دیگر شخص تنها با انتخاب سوم خود می‌تواند لامپ را روشن کند.

این آزمایش را با فیزیک‌دان‌ها و حتی برق‌کارها انجام دهید. بعد از نیم‌ساعت گیجی کامل، وقتی به آن‌ها اجازه می‌دهید که زیر تخته را ببینند متحیر خواهند شد.



۵. روی دیوار طبقه‌ی اول یک ساختمان سه کلید قطع و وصل برق وجود دارد. آن‌ها را A، B و C بنامید. می‌دانید چه موقع هر کلید قطع یا وصل است. یکی از کلیدها لامپی را در طبقه‌ی سوم ساختمان روشن و خاموش می‌کند. دو کلید دیگر به هیچ چیز متصل نیستند. نمی‌دانید کدام کلید لامپ را روشن و خاموش می‌کند.

می‌توانید کلیدها را به هر ترتیب که بخواهید قطع و وصل کنید. سپس فقط یک‌بار به طبقه‌ی سوم بروید و لامپ را بررسی کنید. بلافاصله می‌فهمید کدام کلید به لامپ متصل است. چطور می‌فهمید؟

پاسخ. تمام کلیدها را در وضعیت قطع بگذارید، سپس یک کلید مثلاً B را وصل کنید و آن را ده دقیقه روشن بگذارید. سپس آن را قطع کنید، و مثلاً C را روشن کنید. به طبقه‌ی سوم بروید. اگر لامپ گرم باشد می‌فهمید که به B متصل است. اگر سرد، اما روشن باشد به C متصل است. اگر سرد و خاموش باشد به A متصل است.

*دبیر فیزیک منطقه‌ی ۵

منبع
.The Physics Teacher, Vol. 37, Feb. 1999.

مترجم: منیژه رهبر

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

مرزهای فیزیک

دهانتان را کاملاً باز کنید و بگویید «نشاط»

گروهی از پژوهشگران استرالیایی و تایوانی اخیراً با استفاده از لیزر روشی را برای تحلیل سلامت دندان‌های انسان ابداع کرده‌اند. این روش که در آخرین شماره‌ی اپتکیز اکسپرس[1] توصیف شده است، واکنش سطح دندان را به امواج فراصوتی تولید شده توسط لیزر اندازه می‌گیرد و مقدار مواد معدنی موجود در مینای دندان را ارزیابی می‌کند ـ مینا لایه‌ی خارجی نیمه‌شفاف دندان است که بخش‌های داخلی آن را محافظت می‌کند.

این اولین‌بار است که کسی توانسته با روشی غیرمخرب کشسانی دندان انسان را اندازه بگیرد و روشی را به‌وجود آورد که می‌تواند سلامت دهان و مشکلاتی مانند پوسیدگی دندان و غیره را ارزیابی کند.

هدف نهایی، به‌وجود آوردن روشی سریع، کارآمد، و ارزان برای ارزیابی مواد معدنی مینای دندان است. مینای دندان که سخت‌تر از استخوان است سخت‌ترین ماده‌ی موجود در بدن انسان را تشکیل می‌دهد. به این دلیل است که دندان انسان قرن‌ها پس از مرگ او دوام می‌آورد. این ماده غلافی را روی دندان تشکیل می‌دهد که مانع از پوسیدگی آن می‌شود.

در طول زندگی انسان، مینای دندان چرخه‌ای شامل از دست دادن مواد معدنی و به‌دست آوردن این مواد را طی می‌کند که در آن دندان سالم محتوای مواد معدنی خود را حفظ می‌کند. با این همه، اگر توازن بین اتلاف و به‌دست آوردن مواد از بین برود، در دندان ناحیه‌هایی با مینای سست به‌وجود می‌آید ـ که به زخم‌های پوسیدگی معروفند ـ که مقدمه‌ای برای به‌وجود آمدن حفره‌ها و آسیب دائمی دندان هستند.

برای اهداف پژوهشی، اغلب از «نانو ـ فرورفتگی» برای به‌دست آوردن اطلاعات در مورد کشسانی مینای دندان استفاده می‌شود که معیاری از محتوای مواد معدنی آن است

از دست دادن مواد معدنی دندان که بر اثر نظافت ضعیف دهان، مثلاً با مسواک نکردن، به‌وجود می‌آید، می‌تواند به تشکیل جرم‌های دندان بینجامد، و باکتری‌های موجود در این جرم‌ها، قندها و سایر مواد هیدروکربنی را که شخص می‌جود جذب و تبدیل به اسیدهایی می‌کنند که مواد معدنی موجود در مینای دندان را حل می‌کنند.

تعیین محتوای مواد معدنی در مینای دندان به دندان‌پزشکان کمک می‌کند تا محل پوسیدگی‌ها و شدت آن‌ها را تعیین کنند. اما، روش‌های فعلی ارزیابی مینای دندان دارای محدودیت‌هایی هستند. دندان‌پزشک می‌تواند با نگاه کردن دندان را ارزیابی کند، اما تعیین محل زخم‌ها در برخی بخش‌های دهان دشوار است زیرا جرم‌های دندان، بزاق، یا ساختار خود دندان مانع مشاهده‌ی آن‌ها می‌شود. دندان‌پزشکان می‌توانند از اجسام نوک‌تیز برای کاوش مینا استفاده کنند، اما این اجسام می‌توانند برای دندان‌ها و لثه‌ها مخرب باشند. روبش‌ها با پرتو X زخم‌های دندان را نمایان می‌سازد، اما این روش اطلاعاتی در مورد سطح مواد معدنی در اختیار نمی‌گذارد.

برای اهداف پژوهشی، اغلب از «نانو ـ فرورفتگی» برای به‌دست آوردن اطلاعات در مورد کشسانی مینای دندان استفاده می‌شود که معیاری از محتوای مواد معدنی آن است ـ اما نانو ـ فرورفتگی نواحی اندازه‌گیری شده در مینا را در طی فرایند از بین می‌برد و فقط در مورد دندان‌های کشیده شده به‌کار می‌رود.

آن‌چه ونگ[2] و فلمینگ[3] و همکاران در این طرح انجام دادند ابداع روشی کلنیکی برای به‌دست آوردن اطلاعاتی شبیه نانو ـ فرورفتگی برای ارزیابی مینای دندان در بیماران واقعی است که کاملاً غیرمخرب باشد. بنابراین روشی را برای اندازه‌گیری کشسانی مینای دندان با بهره‌گیری از پراش سرعت امواج سطحی فراصوتی مورد استفاده قرار دادند که شبیه چیزی است که مهندسان برای ارزیابی تمامیت لایه‌های نازک و فلزات به کار می‌برند.

در این روش از تپ‌های لیزری کوتاه‌مدت برای برانگیختن امواج فراصوتی استفاده می‌شود که در امتداد سطح منتشر می‌شوند و فقط اندکی در دندان نفوذ می‌کند. ویژگی‌های کشسانی مینای دندان در سرعت این امواج تأثیر دارد، و با آشکارسازی امواج صوتی با تارهای نوری در نقاط مختلف، می‌توانند کشسانی مینا را تعیین کنند، که این با مواد معدنی موجود در آن رابطه‌ی مستقیم دارد.

ونگ، فلمینگ و همکاران در مقاله‌ی خود در **اپتکیز اکسپرس** نشان دادند که توانسته‌اند از این روش در دندان کشیده شده استفاده کنند. آن‌ها هنوز این روش را در مورد دندان در دهان شخص به‌کار نبرده‌اند، و احتمال دارد چند سال طول بکشد تا دستگاه موردنظر آن‌ها وارد مطب دندان‌پزشکان شود.

•www.physorg.com/news

پی‌نوشت

1. optics – Express
2. Wang
3. Fleming

برای اطلاعات بیشتر به منبع زیر رجوع کنید.

"Laser Uultrasonic surface wove Dispersion Techniqune for Non destructive Evaluation of Human Deutal Enamel", Haiso – Chuan Wang et al, optics Express

«فروریزش عظیم» یا «مهبانگی» دیگر؟

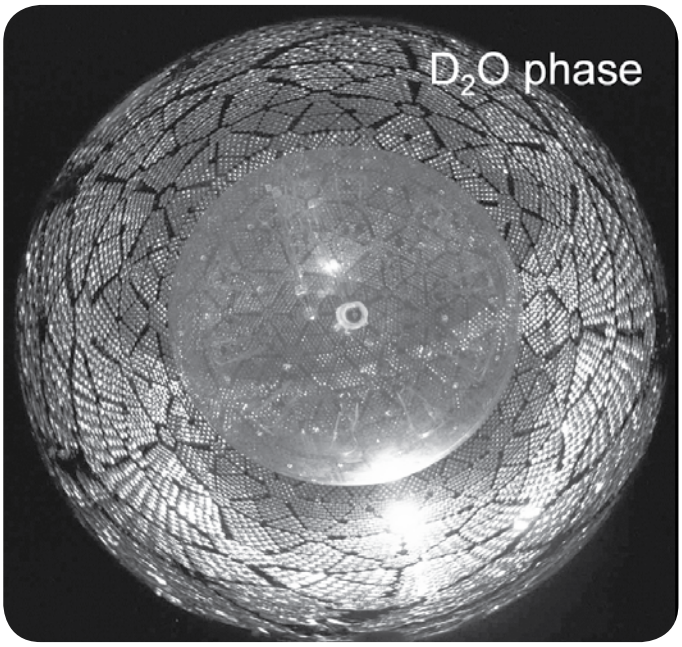
آیا عالم تا ابد رو به بیرون منبسط می‌شود و در نیستی عظیم، تاریک، سرد، سترون، و پراکنده پایان می‌یابد؟ یا «مهبانگ» ـ انفجار عظیمی که ۱۴ میلیارد سال پیش سبب تشکیل عالم شد ـ در «فروریزش عظیم» به پایان خواهد رسید؟ سیارات، ستارگان، و کهکشان‌ها همگی به سرعت رو به داخل حرکت می‌کنند و به نقطه‌ای بی‌نهایت داغ، و چگال فرو می‌ریزند که میلیاردها بار کوچک‌تر از نقطه‌ی پایان این جمله است. و سپس بوووم!! مهبانگی دیگر و عالمی دیگر که به سرعت به طرف خارج منبسط می‌شود و سرانجام به تکرارهای جدیدی از خورشید، زمین، و شما می‌انجامد؟

یک گردهمایی سه‌روزه با تمرکز بر ذرات زیراتمی عجیب که می‌توانند به این پرسش‌ها پاسخ دهند در اوت امسال تشکیل شد. این گردهمایی با عنوان «آزمایش‌های شیمی و فیزیک نوترینو» شامل گزارش‌هایی در مورد آزمایش‌های مربوط به چیزی می‌شد که فردریک رینس[1] برنده‌ی جایزه‌ی نوبل آن را «کوچک‌ترین مقدار واقعیت که هرگز انسان می‌تواند مجسم کند» نامیده بود. نوترینوها («موجودات خنثای کوچک») از جمله ذرات زیراتمی، یا بنیادی تشکیل‌دهنده‌ی ماده‌اند. آن‌ها بار الکتریکی ندارند، جرم آن‌ها عملاً صفر است، و بدون هیچ نوع اختلال از ماده عبور می‌کنند.

بیشتر نوترینوهایی که از زمین می‌گذرند از خورشید سرچشمه می‌گیرند و در هر ثانیه تریلیون‌ها نوترینوی خورشیدی از بدن هر نفر می‌گذرد. گرچه این ویژگی‌ها آشکارسازی نوترینوها را دشوار می‌سازد، اما آشکارسازی و شناخت آن‌ها، تا اندازه‌ای به خاطر استلزام‌های کیهان‌شناسی، کلید فعالیت‌های علمی است.

استیون الیوت[2] فیزیک‌دان آزمایشگاه‌های لوس آلاموس در نیومکزیکو می‌گوید: «نوترینو دارای کوچک‌ترین جرم مشاهده شده برای ذرات بنیادی است، ولی تعداد آن‌ها در عالم به اندازه‌ای زیاد است که در حال حاضر، جرم آن‌ها شاید بیشتر از تمام جرم موجود در کل ستارگان عالم شود.

بیشتر نوترینوهایی که از زمین می‌گذرند از خورشید سرچشمه می‌گیرند و در هر ثانیه تریلیون‌ها نوترینوی خورشیدی از بدن هر نفر می‌گذرد.



رصدخانه‌ی نوترینوی سادبری[3] از یک ظرف اکریلیک به قطر ۱۲ متر حاوی ۱۰۰۰ تن آب سنگین بسیار خالص تشکیل شده است که در عمق دو کیلومتری زیرزمین در یک معدن نیکل در اُنتاریو قرار دارد. این مخزن را ۱۰۰۰۰ لامپ فوتومالتی مالتی پلایر حساس به نور احاطه کرده است.

•www.physorg.com/news

پی‌نوشت

1. Frederick Reines
2. Steven Elliott
3. sudbury

اگرچه پژوهشگران نمی‌توانند قول رفتن به عالم‌های موازی یا مدرسه‌ی جادوگران را بدهند، اما اکنون که پژوهشگران چینی اولین دریچه‌های الکترومغناطیسی قابل تنظیم را ساخته‌اند، کتاب‌هایی چون مواد تاریک پولمن[1] و هاری پاتر[2] جی.کی. رولینگ[3] چند گام به واقعیت نزدیک‌تر شده‌اند.

کاری که با عنوان «راهی ساده به دریچه‌ی الکترومغناطیسی قابل تنظیم» در **نیوجورنال آو فیزیکی** به چاپ رسیده گامی دیگر در مطالعه‌ی شبه‌مواد است.

در این مقاله‌ی پژوهشی، پژوهشگران دانشگاه علوم و فناوری هنگ‌کنگ و دانشگاه فودان در شانگهای مفهومی را توصیف می‌کنند که می‌تواند مانع از عبور امواج الکترومغناطیسی شود ولی موجودات دیگر مانند یک «دروازه‌ی تزیینی پنهان» را مانند داستان‌های تخیلی از خود عبور می‌دهد.

این دروازه که اکنون بسیار به واقعیت نزدیک‌تر است، از اپتیک تبدیلی و یک اثر پراکندگی تقویت شده از آرایه‌ای از مواد فریّت موسوم به تک بلور لعل یتیریم ـ آهن استفاده می‌کند که نور و دیگر امواج الکترومغناطیسی را در جهت‌های پیچیده‌ای می‌راند تا دروازه‌ی تزیینی پنهانی را به‌وجود آورد.

کوشش‌های قبلی در جهت تولید این دروازه‌ی الکترومغناطیسی را عرض باریک نوار آن‌ها، که فقط گستره‌ی محدودی از نور مرئی یا دیگر امواج الکترومغناطیسی را به دام می‌انداخت، محدود می‌کرد. با این همه، ترکیب جدید شبه‌مواد را می‌توان طوری دست‌کاری کرد تا گذردهی و نفوذپذیری بهینه برای عایق‌بندی میدان الکترومغناطیسی را داشته باشند که آن را با واکنش مغناطیسی مناسب مواجه می‌سازد.

به علت واکنش این ترتیب با میدان‌های مغناطیسی، ترتیب حاصل امتیاز قابل تنظیم بودن را نیز دارد و در نتیجه می‌توان آن را از دور قطع و وصل کرد.

دکتر هوانیانگ چن[4] از بخش فیزیک دانشگاه علوم و فناوری هنگ‌کنگ می‌گوید: «در گستره‌ی بسامدی که شبه‌مواد دارای ضریب شکست منفی هستند، مردمی که بیرون دروازه ایستاده‌اند چیزی شبیه آینه را خواهند دید. این‌که دروازه بتواند راه تمام نور مرئی را سد کند بستگی به ساخت شبه‌ماده‌ای دارد که در گستره‌ی ۳۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر ضریب شکست منفی داشته باشد».

شبه‌مواد حوزه‌ای از پژوهش فیزیک را تشکیل می‌دهند که امکان به‌وجود آوردن شنل نامرئی واقعی از نوعی که در داستان‌های هاری پاتر دیده می‌شوند را فراهم می‌سازند و مواد مرکبی هستند که (به جای مقیاس شیمیایی معمولی) در مقیاس اتمی ساخته می‌شوند تا موادی با ویژگی‌های فراتر از مواد طبیعی را در اختیار بگذارند.

نوترینوها («موجودات خنثای کوچک») از جمله ذرات زیراتمی، یا بنیادی تشکیل‌دهنده‌ی ماده‌اند. آن‌ها بار الکتریکی ندارند، جرم آن‌ها عملاً صفر است، و بدون هیچ نوع اختلال از ماده عبور می‌کنند

• www.physorg.com/news

پی‌نوشت

1. Pullman
2. Harry Potter
3. J.K.Rowling
4. Huanyang, chen

برای اطلاعات بیشتر به سایت زیر مراجعه کنید

http://stacks.iop.org/NJP/11/083012

سرعت الکترون‌ها در گرافن ۱۰۰ برابر سیلسیم است

ترجمه: علی اصغر محبی

فیزیکدانان دانشگاه مریلند نشان داده‌اند که جابه‌جایی الکترون‌ها که معیاری برای اندازه‌گیری رسانش الکتریکی مواد است، به‌طور ذاتی در گرافن بالاتر از رساناهای مشهور در دمای آزمایشگاهی است. گرافن که ورقه‌هایی به ضخامت یک اتم از جنس کربن است ماده جدیدی است که ویژگی‌های فلزات و نیمرساناها را توأماً داراست.

یافته‌های آنان که در سایت جورنال نیچر نانوتکنولوژی منتشر شده است نشان می‌دهد که گرافن قابلیت جایگزینی نیمرساناهای متداول از قبیل سیلسیم را برای کاربرد در تراشه‌های رایانه‌ای با سرعت‌های بالا تا حسگرهای بیوشیمیایی را دارد. تیمی از پژوهشگران به رهبری استاد فیزیک مایکل اس. فوهرر از مرکز نانوفیزیک و مواد این دانشگاه گفتند: در انرژی ماده که به دمای آن وابسته است باعث می‌شود که اتم‌ها در یک نقطه حرکت ارتعاشی داشته باشند. هنگامی که الکترون‌ها در ماده حرکت می‌کنند به این اتم‌های مرتعش برخورد می‌کنند و باعث افزایش مقاومت الکتریکی می‌شوند. این مقاومت الکتریکی به سرشت ماده مربوط است.

اتم‌های مرتعش گرافن در دما معمولی اتاق مقاومت الکتریکی ویژه ρ برابر $1\mu\Omega - cm$ دارند. مقاومت ویژه مشخصه‌ای از مقاومت است و مقاومت الکتریکی یک قطعه ماده از رابطه $R = \rho l / A$ به‌دست می‌آید.

این مقدار ویژه برای گرافن ۳۵ درصد کمتر از مس و کم‌ترین مقاومت ویژه‌ی شناخته شده در دمای اتاق است.

امروزه منابع گرافن اندکی ناخالصی دارند و مقاومت ویژه‌ی گرافن را افزایش می‌دهند. فوهرر توضیح داد: بنابراین هنوز مقاومت ویژه‌ی گرافن در دمای آزمایشگاهی به کوچکی مس در دمای آزمایشگاهی نیست. با وجود این جریان الکتریکی در گرافن را تعداد اندکی الکترون منتقل می‌کنند که بسیار سریع‌تر از الکترون‌های مس حرکت می‌کنند.

جریان الکتریکی در گرافن را تعداد اندکی الکترون منتقل می‌کنند که بسیار سریع‌تر از الکترون‌های مس حرکت می‌کنند

در نیمرساناها یک معیار دیگر تحرک است که تعیین می‌کند الکترون‌ها چقدر سریع حرکت می‌کنند. حدّ تحرک برای الکترون‌های گرافن را ارتعاش‌های گرمایی تعیین می‌کند و حدود $200000 cm^2/Vs$ است که در مقایسه با سیلسیم حدود $1400 cm^2/Vs$ و ایندیم وانتیموان $77000 cm^2/Vs$ بیشترین تحرک در نیمرساناهای مشهور متداول است. فوهرر گفت: جالب این‌که ما نشان داده‌ایم در نیمرساناهای نانولوله‌های کربنی که مثل لوله‌های گرافن تصور می‌شوند تحرک بالاتر از $100000 cm^2/Vs$ است.[1]

تحرک معین می‌کند که دستگاه‌های الکترونیکی، مثلاً یک FET که یک ترانزیستور اثر میدان است و اساس تراشه‌های رایانه‌های متداول است با چه سرعتی می‌تواند روشن و خاموش شود. تحرک بسیار بالای گرافن باعث می‌شود این ماده برای چنین ترانزیستورهایی که باید در سیگنال‌های بسامد بالا فوق‌العاده سریع قطع و وصل شوند ماده مناسبی باشد.

تحرک می‌تواند به‌عنوان رسانندگی ماده به ازای حامل بار الکتریکی نیز بیان شود. بنابراین تحرک بالا برای کارکردهای شیمی یا حسگرهای بیوشیمیایی که مثلاً در یک دستگاه مولکولی جذب شده و بر اثر تغییر رسانندگی به‌صورت سیگنالی درمی‌آید کاربردهای خوبی خواهید داشت. بنابراین گرافن ماده خوبی برای کاربرد در بیوشیمی و حسگرهای شیمیایی خواهد بود.

هم‌چنین مقاومت ویژه‌ی پایین و سرشت نازک گرافن کاربرد آن را در ساخت لایه‌های نازک، شفاف، محکم و رسانای الکتریسیته امکان‌پذیر می‌سازد. چنین غشاهای نازکی در کاربردهای متنوع الکترونیک از صفحات محکم تا سلول‌های فوتوالکتریک به‌شدت موردنیاز است.

فوهرر و همکارانش نشان دادند که تحرک در گرافن در دمای اتاق سرانجام به $200000 cm^2/Vs$ می‌رسد اما در نمونه‌های موجود فعلی مقدار واقعی آن در دمای اتاق پایین‌تر و حدود $10000 cm^2/Vs$ است که می‌تواند بهبود یابد.

چون گرافن فقط به اندازه یک اتم ضخامت دارد باید بر روی بستری مانند دیوکسید سیلسیم نشانده شود. بارهای به دام افتاده در دیوکسید سیلسیم می‌تواند روی الکترون‌ها تأثیر بگذارد و تحرک را کاهش دهد. هم‌چنین ارتعاش‌های اتم‌ها در دیوکسید سیلسیم می‌تواند روی گرافن تأثیری بگذارد که از تأثیر ارتعاش‌های اتم‌ها در گرافن بزرگ‌تر است.

این اثر به اصطلاح «پراکندگی فونون مختصر در فصل مشترک» فقط تصحیح کوچکی در تحرک در ترانزیستورهای سیلسیمی است اما چون خود فونون‌های گرافن در پراکندگی الکترون‌ها تأثیری ندارند، این پدیده در گرافن بسیار مهم می‌شود. فوهرر گفت: ما بر این عقیده‌ایم که این تحقیق اهمیت این اثرهای بیرونی را گوشزد می‌کند و نقشه‌ی راه برای یافتن موادی بهتر از دیوکسید سیلسیم برای استفاده در دستگاه‌هایی است که با گرافن کار می‌کنند تا اثرهای حاصل از پراکندگی ناخالصی‌های باردار و پراکندگی مختصر فونون‌ها در فصل مشترک را کاهش دهیم.

• www.sciencedaily.com/release/2008

پی نوشت

1. Michael S. Fuhrer

مراجع

1. T. Dürkop, S. A. Getty, Enrique Cobas, and M. S. Fuhrer, Nano Letters 4, 35 (2004).
2.http://www.sciencedaily.com/releases/2008/03/080324094514.htm

آموزشی

ترجمه: سعید سرابی دانش

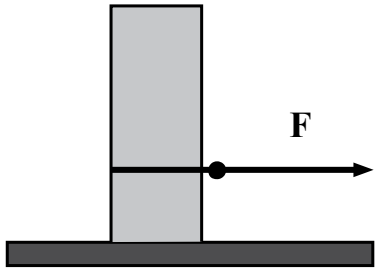
اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی با یک خط‌کش

چکیده

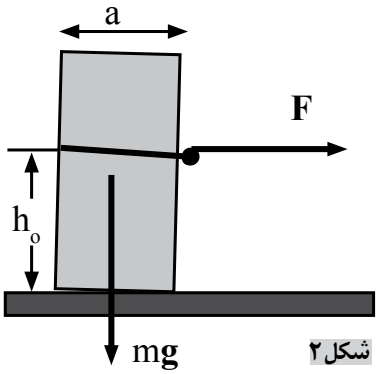
روشی بسیار ساده برای اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی پیشنهاد می‌شود که در آن لازم است تنها دو طول با یک خط‌کش اندازه‌گیری شود.

وسایل مورد نیاز آزمایش: یک تکه نخ، یک مکعب مستطیل که ارتفاع آن چند برابر طول و عرض آن باشد، میز یا سطح افقی.

روش آزمایش: مکعب مستطیلی را که ارتفاع آن چند برابر طول و عرض آن است، از قاعده روی سطح افقی میز قرارمی‌دهیم. بخشی از قطعه‌ی نخ را به صورت حلقه‌ای درمی‌آوریم که محیط آن برابر محیط قاعده‌ی مکعب مستطیل باشد و آن‌را مطابق شکل (۱) به دور سطح جانبی مکعب مستطیل قرار می‌دهیم. اگر وقتی حلقه نزدیک سطح افقی است، نخ را با نیروی افقی $\mathbf{F}$ بکشیم، مکعب مستطیل روی سطح افقی می‌لغزد. به تدریج حلقه را در راستای ارتفاع مکعب مستطیل بالا می‌آوریم تا به ارتفاع $h_{\circ}$ برسد. در این حالت، لغزش مکعب مستطیل متوقف می‌شود و مکعب حول لبه‌ی پایینی سمت راست خود کمی می‌چرخد (شکل ۲). در این حالت، دو نیروی افقی و در سوی مخالف هم بر مکعب مستطیل وارد می‌شود: یکی نیروی $\mathbf{F}$ که بر نخ وارد می‌کنیم و دیگری نیروی اصطکاک ایستایی. با توجه به قانون دوم نیوتون، اندازه‌ی این دو نیرو برابر است؛ زیرا وقتی لغزش متوقف می‌شود، مرکز جرم مکعب مستطیل حرکت انتقالی ندارد.



شکل ۱



شکل ۲

فعلاً می‌توان، دو معادله نوشت که همواره در وضعیت تعادل به کار می‌رود: (الف) معادله‌ی نیروها، (ب) و معادله‌ی گشتاور نیروها.

در مورد نیروها داریم:

$$F = \mu_s m g \qquad (۱)$$

و برای گشتاور نیروها حول لبه‌ی پایینی سمت راست می‌توان نوشت:

$$F h_{\circ} = m g \frac{a}{۲} \qquad (۲)$$

در این رابطه، a اندازه‌ی هر ضلع قاعده‌ی مکعب مستطیل است.

با ترکیب رابطه‌های (۱) و (۲) رابطه‌ی زیر برای تعیین ضریب اصطکاک ایستایی سطح تماس مکعب مستطیل و میز افقی به دست می‌آید:

$$\mu_s = \frac{a}{۲h_{\circ}}$$

بنابراین تنها با اندازه‌گیری «اندازه‌ی هر ضلع قاعده‌ی مکعب مستطیل» و «ارتفاع حلقه‌ی نخ دور مکعب مستطیل از سطح میز» با یک خط‌کش، ضریب اصطکاک ایستایی به‌سادگی به‌دست می‌آید.

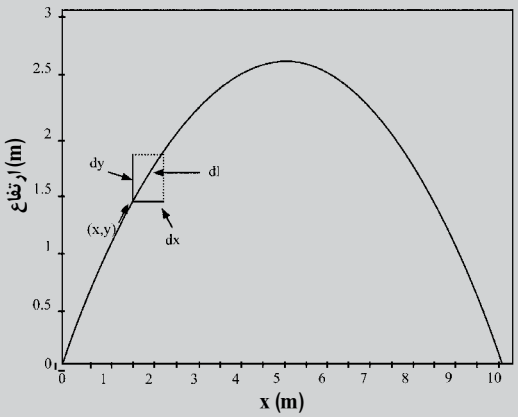
منبع

• www.physics.utoronto.ca/~poptor

طول مسیر پرتابه

هایدوک سارافیان
ترجمه: مهین اربابی*

مسئله‌ی کلاسیک پرتابه در نبود مقاومت هوا تقریباً در تمام دوره‌های فیزیک مورد بحث قرار گرفته است. معمولاً معادله‌های مسیر حرکت، اوج، برد و مدت‌زمان حرکت به‌دست می‌آید. بنابراین، چیزهایی مثل این را می‌توان به‌دست آورد که تحت زاویه‌ی پرتاب 45°، بیشترین برد را به ازای هر مقدار سرعت اولیه خواهیم داشت. این مقاله با بیان محدودیت چهارچوب قبلی، روشی جدید برای معادله مسیر پرتابه بیان می‌کند. نتیجه این مطلب می‌تواند برای هدف‌های متفاوتی قابل استفاده باشد. مثل تعیین مقدار طول مسیر و مهم‌تر از آن، اثبات این‌که بدون توجه به اندازه سرعت اولیه، طول مسیر فقط هنگامی بیشینه است که پرتابه تحت زاویه‌ی $56/46^\circ$ بالای افق پرتاب شود.



شکل ۱. مختصات یک نقطه دلخواه و مؤلفه‌های dx و dy آن در راستای محور x و y.

فرمول‌بندی تحلیلی

برای به‌دست آوردن عبارت تحلیلی طول مسیر پرتابه با استفاده از قضیه‌ی فیثاغورس می‌توان نوشت $dl = \sqrt{dx^2 + dy^2}$ که dx و dy مؤلفه‌های مسیر dl در امتداد محورهای مختصات است (شکل ۱). با در نظر گرفتن x به‌عنوان متغیر مستقل و y به‌عنوان متغیر وابسته، طول مسیر با انتگرال گرفتن از dl به‌دست می‌آید.

(۱)

$$l = \int_0^R \sqrt{1 + (\frac{dy}{dx})^2}$$

در این حالت برد پرتابه برابر است با

$$R = \frac{v_0}{g} \sin 2\theta$$

مختصات وابسته به زمان زیر، وابستگی x و y را به زمان برای زمان‌های کمتر از زمان پرواز نشان می‌دهد:

(۲)

$$\begin{cases} x = (v_0 \cos\theta)t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin\theta) \end{cases}$$

با حذف t از دو معادله‌ی بالا معادله سهمی مسیر به‌دست می‌آید.

(۳)

$$y = -\frac{1}{2} \frac{g}{(v_0 \cos\theta)^2} x^2 + x \tan\theta$$

با مشتق گرفتن از معادله‌ی ۳ خواهیم داشت:

(۴)

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{g}{(v_0 \cos\theta)^2} x + \tan\theta$$

با قرار دادن معادله‌ی ۴ در معادله‌ی ۱ خواهیم داشت:

(۵)

$$L(\theta) = \frac{v_0^2}{g} [\sin\theta + \cos\theta^2 \ln(\frac{1+\sin\theta}{\cos\theta})]$$

نتایج عددی و توجیه‌های آن

پیش از نگاه کردن به معادله‌ها و شکل نمودارها، رفتار مجانبی معادله‌ی طول مسیر را در نظر بگیرید. انتظار داریم، در حالت حدّی $\theta \to \pi/2$ ، $\cos\theta \ln(\frac{1+\sin\theta}{\cos\theta}) \to 0$ هنگامی‌که: میل کند و طول مسیر معادله‌ی (۵) به اندازه‌ی دو برابر ارتفاع $y_{max} = v_0^2/2g$ بیشینه شود.

اگر رفتار معادله‌ی ۵ را در حالت حدی که: $\theta \to 0$ است در نظر بگیریم، با بسط تیلور معادله‌ی ۵ خواهیم داشت:

$$L(\theta) = \frac{v_0^2}{g}(2\theta - \theta^3) \quad (7)$$

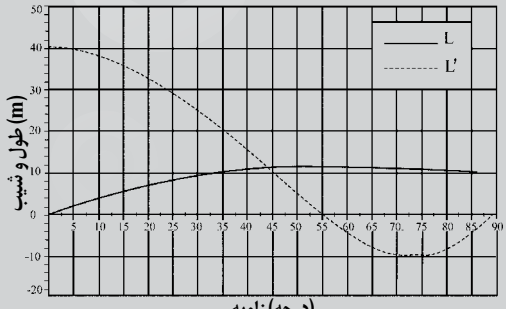
چون هدف ما به‌دست آوردن مقدار زاویه برای بیشترین طول مسیر پرتابه است، ریشه‌های مشتق معادله ۵ را به‌دست می‌آوریم.

$$L'(\theta) = dL/d\theta = 2\frac{v_0^2}{g}\cos\theta[1 - \sin\theta \ln(\frac{1+\sin\theta}{\cos\theta})] \quad (8)$$

اگر این معادله را برابر صفر قرار دهیم، می‌توانیم معادله را به‌صورت گرافیکی حل کنیم. در نمودار شکل ۲ جواب آن را مشاهده می‌کنیم. این نمودار محور θ را در زاویه‌ی حدود ۵۶° قطع می‌کند. و مقدار دقیق‌تر آن با حل معادله‌ی (۸) برابر ۵۶/۴۶° به‌دست می‌آید. شکل ۲ با مقادیر اختیاری $\theta = 90°$ و $v_0 = 10/0 m/s$ طول مسیر را برابر ۱۰/۲ متر به‌دست می‌دهد، که برابر مقدار: $2y_{max} = v_0^2/2g$ است.

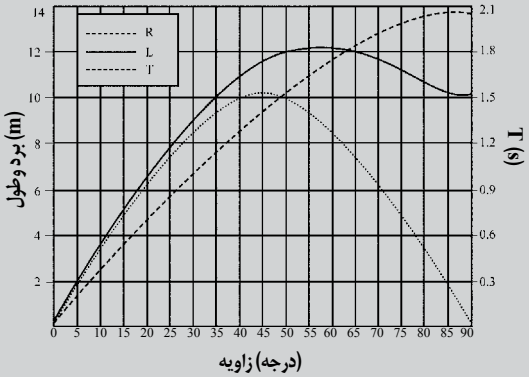
به‌علاوه، از شکل ۲ می‌توان برای هر زاویه‌ی θ طول مسیر را تعیین کرد. برای مثال در $\theta = 30°$ تقریباً ۹ متر به‌دست می‌آید. اگرچه مقدار دقیق آن مستقیماً از معادله‌ی(۵)، ۹/۳ متر می‌شود.

برای به‌دست آوردن ایده‌ای کلی از مسئله که تمام حالت‌ها را مدنظر قرار دهد، شکل ۳ رسم شده است. محور عمودی سمت چپ نمودار برد و طول مسیر پرتابه را نشان می‌دهد. محور عمودی سمت راست نمودار مدت‌زمان پرواز پرتابه، $T = 2v_0/g\sin\theta$



شکل۲ نمودار طول مسیر پرتابه و شیب آن (L') بر حسب متر نسبت به زاویه‌ی پرتاب بر حسب درجه (سرعت اولیه در این‌جا)

، و محور افقی زاویه‌ی پرتابه است. این نمودار سرعت اولیه ۱۰/۰ متر بر ثانیه رسم شده است. از این نمودار می‌توان به این نتیجه رسید که در زاویه‌ی $\theta = 45°$ اگرچه برد پرتابه بیشینه است ولی طول مسیر و مدت‌زمان پرواز بیشینه نیستند.



شکل۳ نمودار برد (R)، طول مسیر (L) و زمان پرواز پرتابه (T).

خلاصه

با شروع از معلومات ابتدایی حرکت پرتابه در خلأ، می‌توان تابع تحلیلی طول مسیر پرتابه را به‌دست آورد. برای زاویه‌های کوچک پرتابه، این معادله به رابطه‌ای خطی بر حسب زاویه تبدیل می‌شود. همچنین نشان داده شد که برای هر سرعت اولیه، بیشترین طول مسیر پرتابه در زاویه‌ی ۵۶/۴۶° خواهد بود.

منبع

The Physics Teacher, Vol. 37, Feb. 1999.

*** دبیر فیزیک منطقه‌ی ۵**

چهلمین المپیاد جهانی فیزیک

مریدا ـ مکزیک ـ ۲۰۰۹

مسابقه‌ی نظری

ترجمه: روح‌اله خلیلی بروجنی
www.avang.org

مسئله‌ی ۱

تحول دستگاه زمین ـ ماه[۱]

دانشمندان می‌توانند فاصله‌ی زمین تا ماه را با دقت زیادی تعیین کنند. برای انجام این کار، باریکه‌ی لیزری را به طرف آینه‌های کروی که فضانوردان در سال ۱۹۶۹ روی سطح ماه قرار دادند ارسال کرده و زمان رفت و برگشت نور را اندازه می‌گیرند (شکل ۱ را ببینید).

شکل ۱. برای اندازه‌گیری دقیق فاصله‌ی بین ماه و زمین، باریکه‌ی لیزری را از رصدخانه‌ای ارسال می‌کنند.

براساس این رصدها، دانشمندان دور شدن آرام ماه از زمین را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرده‌اند. یعنی، فاصله‌ی زمین ـ ماه با گذشت زمان افزایش می‌یابد. دلیل این امر گشتاورهای کِشندی زمین است که به ماه تکانه‌ی زاویه‌ای منتقل می‌کند (شکل ۲ را ببینید). در این مسئله پارامترهای بنیادی این پدیده را به دست می‌آورید.

شکل ۲. گرانی ماه، تغییر شکل‌های کِشندی و یا «برآمدگی‌هایی» در زمین تولید می‌کند. به دلیل چرخش زمین، خطی که از برآمدگی‌ها می‌گذرد در امتداد خط بین زمین و ماه نیست. این موضوع گشتاوری تولید می‌کند که تکانه‌ی زاویه‌ای ناشی از چرخش زمین را به حرکت انتقالی ماه منتقل می‌کند. شکل به مقیاس رسم نشده است.

۱. پایستگی تکانه‌ی زاویه‌ای

تکانه‌ی زاویه‌ای کل فعلی دستگاه زمین ـ ماه را L_1 بگیرید. حال این فرض‌ها را در نظر بگیرید: (i) L_1 مجموع چرخش زمین حول محورش و حرکت انتقالی ماه در مدارش دور زمین است. (ii) مدار ماه دایره‌ای است و ماه را می‌توان یک ذره در نظر گرفت. (iii) محور چرخش زمین و محور گردش ماه موازی‌اند. (iv) برای سادگی محاسبه‌ها، حرکت را حول مرکز زمین در نظر می‌گیریم نه مرکز جرم زمین ـ ماه. در تمام مسئله، همه‌ی گشتاورهای لختی، گشتاورها و تکانه‌ی زاویه‌ای حول محور زمین تعریف شده‌اند.(v) تأثیر خورشید را نادیده بگیرید.

۱. الف) معادله‌ای برای تکانه‌ی زاویه‌ای کل فعلی دستگاه زمین ـ ماه بنویسید. این معادله را برحسب I_E، گشتاور لختی زمین؛ ω_{E1}، بسامد زاویه‌ای فعلی چرخش زمین؛ I_{M1}، گشتاور لختی فعلی ماه نسبت به محور زمین؛ و ω_{M1}، بسامد زاویه‌ای فعلی مدار ماه بنویسید.

وقتی دوره‌ی چرخش زمین و دوره‌ی گردش ماه حول زمین برابر شدند فرایند انتقال تکانه‌ی زاویه‌ای پایان می‌یابد. در این حالت، برآمدگی‌های کشندی تولید شده توسط ماه روی زمین در امتداد خط بین ماه و زمین قرار می‌گیرد و گشتاور صفر می‌شود.

۱. ب) معادله‌ای برای تکانه‌ی زاویه‌ای کل نهایی I_2 دستگاه زمین ـ ماه بنویسید. همان فرض‌های پرسش ۱ الف را به کار ببرید این معادله را برحسب I_E، گشتاور لختی زمین؛ ω_2، بسامد زاویه‌ای نهایی چرخش زمین و حرکت انتقالی ماه؛ و I_{M2}، گشتاور لختی نهایی ماه بنویسید.

۱. پ) با نادیده گرفتن سهم چرخش زمین در تکانه‌ی زاویه‌ای کل نهایی، معادله‌ای بنویسید که پایستگی تکانه‌ی زاویه‌ای را برای این مسئله بیان کند.

۲. فاصله‌ی نهایی و بسامد زاویه‌ای نهایی دستگاه زمین ـ ماه

فرض کنید معادله‌ی گرانشی برای مدار دایره‌ای (ماه دور زمین) همواره معتبر است. سهم چرخش زمین را در تکانه‌ی زاویه‌ای کل نهایی نادیده بگیرید.

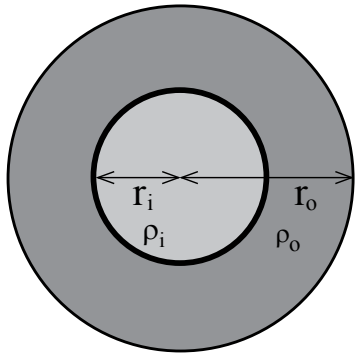
۲. الف) معادله‌ی گرانشی را برای مدار دایره‌ای ماه به دور زمین در حالت نهایی برحسب M_E ، ω_2 ، G_2 و فاصله‌ی نهایی D_2 بین زمین و ماه بنویسید.

۲. ب) معادله‌ای برای فاصله‌ی نهایی D_2 بین زمین و ماه برحسب پارامترهای معلوم L_1، تکانه‌ی زاویه‌ای کل دستگاه، M_E و M_M، به ترتیب جرم‌های زمین و ماه، و G بنویسید.

۲. پ) معادله‌ای برای بسامد زاویه‌ای نهایی ω_2 دستگاه زمین ـ ماه برحسب پارامترهای معلوم L_1، M_E، M_M و G بنویسید.

در زیر از شما می‌خواهند که مقادیر عددی D_2 و ω_2 را پیدا کنید. به این منظور باید گشتاور لختی زمین را بدانید.

۲. ت) معادله‌ای برای گشتاور لختی زمین I_E بنویسید. فرض کنید زمین کره‌ای با چگالی داخلی ρ_i از مرکز تا شعاع r_i، و با چگالی بیرونی ρ_o از شعاع r_i تا سطح به شعاع r_o است. (شکل ۳ را ببینید.)



شکل ۳. زمین به صورت کره‌ای با دو چگالی ρ_i و ρ_o

مقادیر عددی خواسته شده در این مسئله را همواره با دو رقم معنی‌دار تعیین کنید.

۲. ث) گشتاور لختی زمین I_E، را به دست آورید. داریم:

$r_i = 3/5\times10^6\ m$ ، $\rho_i = 1/3\times10^4\ kg\,m^{-3}$،

$r_o = 6/4\times10^6\ m$ ، $\rho_o = 4/0\times10^3\ kg\,m^{-3}$.

جرم‌های زمین و ماه به ترتیب برابرند با $M_E = 6/0\times10^{24}\ kg$ ، $M_M = 7/3\times10^{22}\ kg$. فاصله‌ی فعلی بین زمین و ماه برابر $D_1 = 3/8\times10^8\ m$ است. بسامد زاویه‌ای اولیه‌ی چرخش زمین برابر $\omega_{E1} = 7/3\times10^{-5}\ s^{-1}$ است. بسامد زاویه‌ای حرکت انتقالی ماه به دور زمین برابر $\omega_{M1} = 2/7\times10^{-6}\ s^{-1}$، و ثابت گرانشی $G = 6/7\times10^{-11}\ m^3\,kg^{-1}s^{-2}$ است.

۲. ج) مقدار عددی گشتاور زاویه‌ای کل دستگاه، L_1 را به دست آورید.

۲. چ) فاصله‌ی نهایی D_2 را برحسب متر و همچنین یکای فاصله‌ی فعلی D_1 پیدا کنید.

۲. ح) بسامد زاویه‌ای نهایی ω_2 را برحسب s^{-1} و روز (days) پیدا کنید.

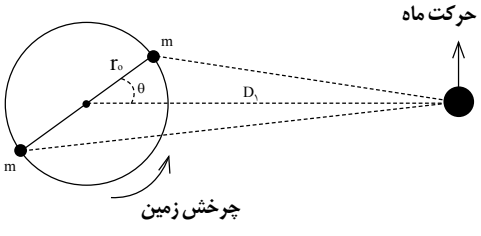
۲. خ) نسبت تکانه‌ی زاویه‌ای نهایی زمین را به تکانه‌ی زاویه‌ای نهایی ماه پیدا کنید.

با یافتن نسبت تکانه‌ی زاویه‌ای نهایی زمین به مقدار مربوط به ماه ثابت کنید که فرض نادیده گرفتن سهم چرخش زمین در تکانه‌ی زاویه‌ای کل نهایی موجه است. این نسبت باید مقدار کوچکی باشد.

۲. د) نسبت تکانه‌ی زاویه‌ای نهایی زمین به مقدار مربوط به ماه را به دست آورید.

۳. ماه چقدر در سال عقب‌نشینی می‌کند؟

اکنون خواهید یافت که ماه در هر سال چقدر از زمین دور می‌شود. به این منظور، باید معادله‌ی گشتاوری را که فعلاً بر ماه وارد می‌شود بدانید. فرض کنید برآمدگی‌های کشندی را بتوان با دو جرم نقطه‌ای، هر کدام به جرم m تقریب زد که بر روی سطح زمین قرار دارند، شکل ۴ را ببینید. θ را زاویه‌ی بین محل برخورد خطی که از برآمدگی‌ها می‌گذرد با خطی در نظر بگیرید که مرکزهای زمین و ماه را به هم وصل می‌کند.



شکل ۴. نمودار کلی برای براورد گشتاور تولید شده روی ماه توسط برآمدگی‌های زمین، طرح به مقیاس نیست.

۳. الف) اندازه‌ی نیروی F_C را که نزدیک‌ترین جرم نقطه‌ای به ماه وارد می‌کند به دست آورید.

۳. ب) اندازه‌ی نیروی F_f را که دورترین جرم نقطه‌ای به ماه وارد می‌کند به دست آورید.

اکنون می‌توانید گشتاورهای ایجاد شده توسط جرم‌های نقطه‌ای را به دست آورید.

۳. پ) اندازه‌ی τ_c، گشتاوری را که نزدیک‌ترین جرم نقطه‌ای تولید می‌کند به دست آورید.

۳. ت) اندازه‌ی τ_f، گشتاوری را که دورترین جرم نقطه‌ای تولید می‌کند به دست آورید.

۳. ث) مقدار عددی گشتاور کل τ را با قرار دادن $\theta = 3^\circ$ و $m = 3/6 \times 10^{16}\,kg$ به دست آورید (توجه کنید که این جرم از مرتبه‌ی 10^{-8} برابر جرم زمین است).

چون گشتاور آهنگ تغییر تکانه‌ی زاویه‌ای با زمان است، افزایش فاصله‌ی کنونی زمین ـ ماه را در بر سال پیدا کنید. برای این مرحله، تکانه‌ی زاویه‌ای ماه را فقط برحسب، M_E ، M_M، D_1 و G بیان کنید.

۳. ج) افزایش فاصله‌ی کنونی زمین ـ ماه را بر سال پیدا کنید.

سرانجام، افزایش طول روز در هر سال را برآورد کنید.

۳. چ) کاهش ω_{E1} در سال و مقدار افزایش کنونی طول روز را در هر سال پیدا کنید.

۴. انرژی کجا می‌رود؟

برخلاف تکانه‌ی زاویه‌ای، که پایسته است، انرژی کل دستگاه (چرخشی به علاوه‌ی گرانشی) پایسته نیست. در این بخش نگاهی به این موضوع خواهیم داشت.

۴. الف) معادله‌ای برای انرژی کل کنونی، E، دستگاه زمین ـ ماه (چرخشی به علاوه‌ی گرانشی) بنویسید. این معادله را تنها برحسب M_M، M_E، D_1، I_E، ω_{E1} و G بیان کنید.

۴. ب) معادله‌ای برای تغییر E، ΔE، برحسب تغییرات D_1 و ω_{E1} بنویسید. مقدار عددی ΔE برای یک سال را با استفاده از مقادیر تغییرات D_1 و ω_{E1} که در پرسش‌های ۳ ـ ج و ۳ ـ چ پیدا کردید به دست آورید.

ثابت کنید که این اتلاف انرژی با براورد انرژی تلف شده به صورت گرما در کشنده‌هایی که ماه به زمین وارد می‌کند سازگار است. فرض کنید که براثر کشند، به طور میانگین لایه‌ای از آب به عمق $h = ۰/۵ m$ سطح زمین را می‌پوشاند (برای سادگی فرض کنید که این آب همه‌ی سطح زمین را می‌پوشاند.) این اتفاق دوبار در روز رخ می‌دهد. به علاوه فرض کنید که ۱۰ درصد انرژی گرانشی به علت چسبندگی در هنگام پایین رفتن آب به صورت گرما تلف شود. چگالی آب را $\rho = ۱۰^۳ kg m^{-۳}$، و شتاب گرانشی در سطح زمین را $g = ۹/۸ m s^{-۲}$ بگیرید.

۴. پ) جرم این لایه‌ی سطحی آب چقدر است؟

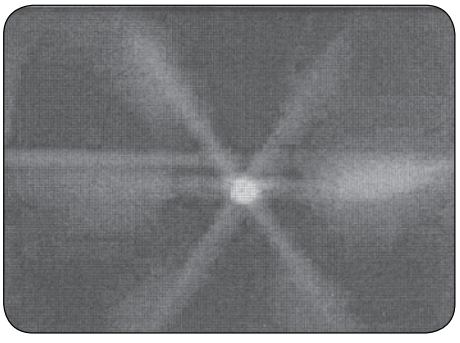
۴. ت) حساب کنید چقدر انرژی در یک سال تلف می‌شود؟ این انرژی را با انرژی‌ای که اکنون دستگاه زمین ـ ماه در یک سال تلف می‌کند مقایسه کنید؟

مسئله‌ی ۲

سرمایش لیزری دوپلری و ملاس‌های اپتیکی[۲]

هدف این مسئله گسترش نظریه‌ی ساده‌ای جهت فهم پدیده‌های «سرمایش لیزری» و «ملاس اپتیکی» است. این به سرمایش باریکه‌ای از اتم‌های خنثی، نوعاً قلیایی، باریکه‌ای لیزری هم بسامد که در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند مربوط می‌شود. این موضوع جایزه‌ی نوبل ۱۹۹۷ را نصیب اس.چاؤ، پی.فیلیپس، و سی.کوهن تانوجی در کرد.

شکل ۵



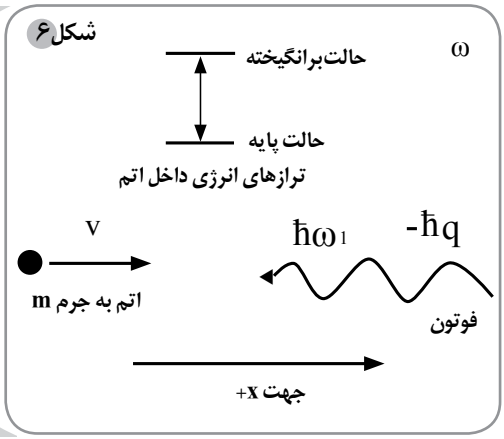
شکل ۵ اتم‌های سدیم (نقطه‌ی روشن در مرکز) را نشان می‌دهد که در محل برخورد سه جفت باریکه لیزر عمود برهم در جهت‌های مخالف گیر افتاده‌اند. ناحیه‌ی گیراندازی «مَلاس اپتیکی» نامیده می‌شود زیرا نیروی اپتیکی اتلافی آن شبیه کشش چسبنده‌ی وارد به جسم متحرک در ملاس است.

در این مسئله پدیده‌ی بنیادی برهم کنش بین یک فوتون فرودی بر یک اتم و اساس سازوکار اتلافی در یک بعد را بررسی خواهید کرد.

قسمت ۱: مبانی سرمایش لیزری

اتمی به جرم m را که با سرعت v در جهت $+x$ حرکت می‌کند در نظر بگیرید. برای سادگی، مسئله را در یک بعد بررسی می‌کنیم و به‌طور مشخص جهت‌های y و z را نادیده می‌گیریم (شکل ۶ را ببینید). اتم دارای دو تراز انرژی داخلی است. انرژی پایین‌ترین حالت صفر و انرژی حالت برانگیخته $\hbar\omega$ در نظر گرفته شده است که $\hbar = h/۲\pi$. در ابتدا اتم در پایین‌ترین حالت است. یک باریکه‌ی لیزری با بسامد ω_L در آزمایشگاه در جهت $-x$ بر اتم فرود می‌آید. به لحاظ کوانتوم مکانیکی باریکه‌ی لیزر از تعداد زیادی فوتون، هر یک با انرژی $\hbar\omega_L$ و تکانه‌ی $-\hbar q$، تشکیل شده است. یک فوتون می‌تواند جذب اتم و سپس خودبه‌خود گسیل شود؛ احتمال این گسیل در جهت‌های $+x$ و $-x$ یکسان است. چون اتم با سرعت‌های نانسبیتی حرکت می‌کند، $v/c << ۱$ (c سرعت نور است)، تنها جمله‌های درجه‌ی اول را در این کمیت نگه دارید. همچنین $\hbar q / m v << ۱$ را در نظر بگیرید که به این معناست که تکانه‌ی اتم بسیار بزرگ‌تر از تکانه‌ی یک تک فوتون است.

شکل ۶



شکل ۶ طرح اتمی به جرم m و سرعت v که در جهت $+x$ حرکت و با فوتونی به انرژی $\hbar\omega_L$ و تکانه‌ی $-\hbar q$ برخورد می‌کند. اتم دو حالت داخلی با اختلاف انرژی $\hbar\omega_0$ دارد.

فرض کنید بسامد لیزر ω_L طوری تنظیم شده است که اتم متحرک آن در تشدید با گذار درونی اتم ببینید. پرسش‌های زیر را پاسخ دهید.

۱. جذب

۱. الف) شرط تشدید را برای جذب فوتون بنویسید.

۱. ب) تکانه‌ی اتم P_{at} را پس از جذب نسبت به چارچوب آزمایشگاه‌بنویسید.

۱. پ) انرژی کل اتم ε_{at} را پس از جذب را در چارچوب آزمایشگاه‌بنویسید.

۲. گسیل خودبه‌خود فوتون در جهت $-x$

مدتی پس از جذب فوتون فرودی، شاید اتم فوتونی را در جهت $-x$ گسیل کند.

۲. الف) انرژی فوتون گسیل شده، ε_{ph}، پس از فرایند گسیل در جهت $-x$ را در چارچوب آزمایشگاه بنویسید.

۲. ب) تکانه‌ی فوتون گسیل شده، P_{ph}، پس از فرایند گسیل در جهت $-x$ را در چارچوب آزمایشگاه بنویسید.

۲. پ) تکانه‌ی اتم، P_{at}، پس از فرایند گسیل در جهت $-x$ را در چارچوب آزمایشگاه به دست آورید.

۲. ت) انرژی اتم، ε_{at} پس از فرایند گسیل در جهت $-x$ را در چارچوب آزمایشگاه پیدا کنید.

۳. گسیل خودبه‌خود فوتون در جهت $+x$

مدتی پس از جذب فوتون فرودی، شاید اتم فوتونی در جهت $+x$ گسیل کند.

۳. الف) انرژی فوتون گسیل شده، ε_{ph} پس از فرایند گسیل در جهت $+x$ را در چارچوب آزمایشگاه به دست آورید.

۳. ب) تکانه‌ی فوتون گسیل شده، P_{ph}، پس از فرایند گسیل در جهت $+x$ را در چارچوب آزمایشگاه به دست آورید.

۳. پ) تکانه‌ی اتم P_{at} پس از فرایند گسیل در جهت $+x$ را در چارچوب آزمایشگاه پیدا کنید.

۳. پ) انرژی کل اتم، ε_{at}، پس از فرایند گسیل در جهت $+x$ را در چارچوب آزمایشگاه پیدا کنید.

۴. میانگین گسیل پس از جذب

گسیل خود به خود یک فوتون در جهت‌های $-x$ یا $+x$ با احتمال یکسان رخ می‌دهد. با در نظر گرفتن این موضوع، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۴. الف) انرژی میانگین یک فوتون گسیل شده، ε_{ph}، را پس از فرایند گسیل پیدا کنید.

۴. ب) تکانه‌ی میانگین یک فوتون گسیل شده، P_{ph}، را پس از فرایند گسیل به دست آورید.

۴. پ) میانگین انرژی کل اتم، ε_{at}، را پس از فرایند گسیل بنویسید.

۴. ت) میانگین تکانه‌ی اتم، P_{at}، را پس از فرایند گسیل پیدا کنید.

۵. انتقال انرژی و تکانه

همان‌طور که در بالا گفته شد با فرض تنها یک فرایند کامل جذب ـ گسیل تک فوتون انتقال تکانه و انرژی خالصی بین تابش لیزر و اتم وجود دارد.

۵. الف) میانگین تغییر انرژی اتم، $\Delta\varepsilon$، را پس از یک فرایند کامل جذب ـ گسیل تک فوتون به دست آورید.

۵. ب) میانگین تغییر تکانه اتم، ΔP، را پس از یک فرایند کامل جذب ـ گسیل تک فوتون به دست آورید.

۶. انتقال انرژی و تکانه یک باریکه‌ی لیزر در جهت $+x$

اکنون یک باریکه‌ی لیزر با بسامد ω'_L را در نظر بگیرید که به اتمی که با سرعت v در جهت $+x$ در حرکت است فرود می‌آید. با فرض تشدید بین گذار داخلی اتم و باریکه‌ی لیزر از دیدگاه اتم به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۶. الف) میانگین تغییر انرژی اتم، $\Delta\varepsilon$، را پس از یک فرایند کامل جذب ـ گسیل تک فوتون به دست آورید.

۶. ب) میانگین تغییر تکانه‌ی اتم، ΔP، را پس از یک فرایند کامل جذب ـ گسیل تک فوتون به دست آورید.

بخش II: اتلاف و مبانی ملاس اپتیکی

طبیعت عدم قطعیتی ذاتی بر فرایندهای کوانتومی تحمیل می‌کند. بنابراین، این واقعیت که اتم می‌تواند مدتی محدود پس

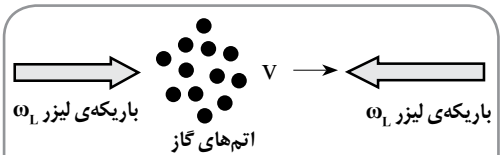
از جذب همزمان فوتونی گسیل کند این پیامد را دارد که نباید از شرط تشدید دقیقاً پیروی کرد. یعنی، بسامد باریکه‌های لیزر، ω'_L، ω_L می‌تواند هر مقداری را داشته باشد و فرایند جذب ـ گسیل همچنان رخ دهد. این فرایند با احتمال‌های (کوانتومی) متفاوتی رخ می‌دهد و همان‌طور که انتظار می‌رود بیشینه‌ی احتمال دقیقاً در حالت تشدید است. به‌طور میانگین، زمان سپری شده بین یک تک فرایند جذب و گسیل طول عمر تراز انرژی برانگیخته‌ی اتم است که با Γ^{-1} نشان داده می‌شود.

مجموعه‌ای از N اتم **ساکن** را در چارچوب مرجع آزمایشگاه در نظر بگیرید که باریکه‌ی لیزری با بسامد ω_L بر آن فرود می‌آید. اتم‌ها مدام جذب و گسیل می‌کنند به‌طوری که، به‌طور میانگین، N_{exc} اتم در حالت برانگیخته (و در نتیجه، $N-N_{exc}$ اتم در حالت پایه) وجود دارند. یک محاسبه‌ی کوانتوم مکانیکی نتیجه‌ی زیر را به دست می‌دهد:

$$N_{exc} = N\frac{\Omega_R^2}{(\omega_0-\omega_L)^2+\frac{\Gamma^2}{4}+2\Omega_R^2}$$

که ω_0 بسامد تشدید گذار اتمی و Ω_R بسامد رابی نامیده می‌شود؛ Ω_R^2 با شدت باریکه‌ی لیزری متناسب است. همان‌طور که در بالا گفتیم، می‌توانید ببینید که این تعداد، حتی اگر بسامد تشدید ω_0 با بسامد باریکه‌ی لیزری ω_L فرق داشته باشد، مخالف صفر است. روش دیگر بیان نتیجه‌ی قبلی آن است که تعداد فرایندهای جذب ـ گسیل دارای یکای زمان $N_{exc}\Gamma$ است.

وضعیت فیزیکی نشان داده شده در شکل ۷ را در نظر بگیرید که در آن دو باریکه‌ی لیزری با **بسامد یکسان** اما **دلخواه** ω_L بر گازی متشکل از N اتم فرود می‌آیند که با سرعت v در جهت $+x$ در حرکت‌اند.



شکل ۷. دو باریکه‌ی لیزر با بسامد یکسان اما دلخواه، ω_L بر گازی از N اتم فرود می‌آیند که در با سرعت v در جهت $+x$ در حرکت‌اند.

۷. نیروی وارده به باریکه‌ی اتمی توسط لیزر

۷. الف) با اطلاعاتی که تاکنون به دست آوردید، نیرویی را به دست آورید که لیزر به باریکه‌ی اتمی وارد می‌کند.

۸. حد سرعت کم

اکنون فرض کنید که سرعت اتم‌ها به اندازه‌ی کافی کم است که می‌توان نیرو را تا مرتبه‌ی اول v بسط داد.

۸. الف) در این حد رابطه‌ای را برای نیرویی که در پرسش ۷ الف پیدا کردید به دست آورید.

با استفاده از این نتیجه، می‌توان شرایط افزایش سرعت، کاهش آن، یا تغییر نکردن سرعت اتم‌ها بر اثر تابش لیزر به دست آورد.

۸. ب) شرطی برای به دست آوردن نیروی مثبت (افزایش سرعت اتم‌ها) بنویسید.

۸. پ) شرطی برای به دست آوردن نیروی صفر بنویسید.

۸. ت) شرطی برای به دست آوردن نیروی منفی (کاهش سرعت اتم‌ها) بنویسید.

۸. ث) حال اتم‌هایی را در نظر بگیرید که با سرعت $-v$ (در جهت $-x$) در حرکت‌اند. شرطی برای اعمال نیروی کم‌کننده‌ی سرعت این اتم‌ها بنویسید.

۹. ملاس‌های اپتیکی

در مورد نیروی منفی، یک نیروی اصطکاکی اتلافی به دست می‌آید. فرض کنید که در ابتدا، $t=0$، و اتم‌های گاز دارای سرعت v_0 هستند.

۹. الف) در حد سرعت‌های کم، سرعت اتم‌ها را پس از آن که باریکه‌ی لیزری به مدت τ بر آن‌ها فرود آمده است، پیدا کنید.

۹. ب) اکنون فرض کنید که اتم‌های گاز در دمای T_0 در تعادل گرمایی‌اند. دمای T را پس از آن‌که باریکه‌ی لیزر به مدت τ بر آن فرود آمده است پیدا کنید.

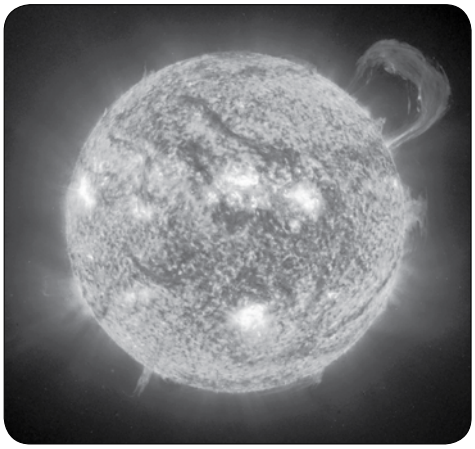
این مدل امکان رفتن به دماهای به دلخواه کم را فراهم نمی‌کند.

مسئله‌ی ۳

چرا ستارگان اینقدر بزرگ‌اند؟

ستارگان کره‌هایی از گاز داغ‌اند. اغلب آن‌ها می‌درخشند زیرا در قسمت مرکزی آن‌ها فرایند همجوشی، هیدروژن را به هلیم تبدیل می‌کند. در این مسئله هم از مفاهیم کلاسیک، هم از مفاهیم کوانتوم مکانیکی، همین‌طور از الکتروستاتیک و

ترمودینامیک استفاده می‌کنیم تا بفهمیم چرا ستارگان باید به قدر کافی بزرگ باشند تا فرایند همجوشی رخ دهد. همچنین جرم و شعاع کوچک‌ترین ستاره‌ای را که قادر به همجوشی هیدروژن باشد به دست می‌آوریم.



شکل ۸. خورشید ما، مثل بیش‌تر ستارگان در نتیجه‌ی همجوشی گرما هسته‌ای در بخش مرکزی آن می‌درخشد.

ثابت‌های مفید

ثابت گرانشی

$G = ۶/۷\times۱۰^{-۱۱}\,m^{۳}kg^{-۱}s^{۲}$

ثابت بولتزمن

$k = ۱/۴\times۱۰^{-۲۳}\,JK^{-۱}$

ثابت پلانک

$h = ۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\,m^{۲}kgs^{-۱}$

جرم پروتون

$m_p = ۱/۷\times۱۰^{-۲۷}\,kg$

جرم الکترون

$m_e = ۹/۱\times۱۰^{-۳۱}\,kg$

یکای بار الکتریکی

$q = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C$

ثابت الکتریکی (گذردهی خلأ)

$\varepsilon_{\circ} = ۸/۹\times۱۰^{-۱۲}\,C^{۲}N^{-۱}m^{-۲}$

شعاع خورشید

$R_S = ۷/۰\times۱۰^{۸}\,m$

جرم خورشید

$M_S = ۲/۰\times۱۰^{۳۰}\,kg$

• براورد کلاسیک دما در مرکز ستارگان

فرض کنید گاز تشکیل‌دهنده‌ی ستاره هیدروژن یونیده‌ی خالص (الکترون‌ها و پرتون‌ها به مقدار مساوی) است، و رفتار گاز کامل را دارد. از دیدگاه کلاسیک برای همجوشی دو پروتون آن‌ها باید در فاصله‌ی $۱۰^{-۱۵}m$ از یکدیگر باشند تا نیروی هسته‌ای قوی کوتاه بُرد که جاذبه است غالب شود. با این همه، برای نزدیک شدن به یکدیگر ابتدا باید بر نیروی دافعه‌ی کولنی غلبه کنند. به طور کلاسیک فرض کنید که دو پروتون (که چشمه‌های نقطه‌ای در نظر گرفته می‌شوند) در جهت مخالف یکدیگر حرکت می‌کنند و با سرعت ریشه‌ی میانگین مربعی v_{rms}(rms) رودررو با هم برخورد می‌کنند.

۱. الف) دمای گاز، T_c، چقدر باشد تا که نزدیک‌ترین فاصله‌ی پروتون‌ها، d_c، برابر $۱۰^{-۱۵}m$ شود؟

همه‌ی مقادیر عددی در این مسئله را تا دو رقم معنی‌دار به دست آورید.

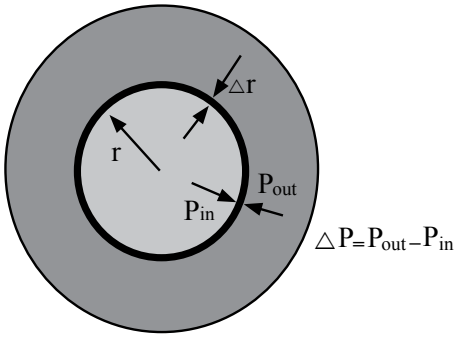
• یافتن این‌که براورد دمای قبلی غلط است

برای وارسی این که براورد دمای قبلی منطقی است، ابتدا به روش مستقلی برای براورد دمای مرکزی یک ستاره نیاز است. ساختار ستارگان بسیار پیچیده است اما می‌توان با بعضی فرض‌ها شناخت قابل ملاحظه‌ای به دست آورد. ستارگان در تعادل‌اند، یعنی، منبسط یا منقبض نمی‌شوند زیرا نیروی درون سوی گرانشی را نیروی برون سوی فشار متوازن می‌شود (شکل ۹ را ببینید).

معادله‌ی تعادل هیدرواستاتیکی برای تیغه‌ای از گاز در فاصله‌ی معین r از مرکز ستاره به صورت زیر است.

$$\frac{\Delta P}{\Delta r} = -\frac{G M_r \rho_r}{r^{۲}}$$

که P فشار گاز، G ثابت گرانشی، M_r جرم ستاره در کره‌ای به شعاع r، و ρ_r چگالی گاز در تیغه است.



شکل ۹. ستارگان در تعادل هیدروستاتیک، که اختلاف فشار با گرانی متوازن می‌شود.

با به کار بردن تقریب‌های زیر و با توجه به مقدار پارامترها در سطح و مرکز ستاره می‌توان براوردی از مرتبه‌ی دمای مرکز ستاره به دست آورد.

$$\Delta P \approx P_{\circ} - P_c$$

که P_c و P_0 به ترتیب فشار در مرکز و سطح ستاره‌اند. چون $P_0 < P_c$، می‌توان فرض کرد که

$$\Delta P \approx -P_c$$

با همین تقریب می‌توان نوشت

$$\Delta r \approx R$$

که R شعاع کل ستاره است و

$$M_r \approx M_R = M$$

که M جرم کل ستاره است.

چگالی را می‌توان با مقدار آن در مرکز تقریب زد

$$\rho_r \approx \rho_c$$

می‌توان فرض کرد که فشار مانند یک گاز کامل است.

۲. الف) معادله‌ای را برای دمای مرکز ستاره، T_c، برحسب شعاع و جرم ستاره و فقط ثابت‌های فیزیکی پیدا کنید.

اکنون می‌توان پیش‌بینی این مدل را به عنوان معیاری برای اعتبار آن به کار برد.

۲. ب) با استفاده از معادله‌ای که در (۲ الف) به دست آوردید نسبت مورد انتظار M/R را برای یک ستاره فقط برحسب T_c و ثابت‌های فیزیکی بنویسید.

۲. پ) از مقدار T_c که در بخش (الف) به دست آوردید مقدار عددی مورد انتظار نسبت M/R را برای یک ستاره پیدا کنید.

۲. ت) حال نسبت (خورشید) R/ (خورشید) M را محاسبه کنید و بررسی کنید که این مقدار بسیار کوچک‌تر از مقداری است که در (۲ پ) به دست آوردید.

براورد کوانتوم مکانیکی دما در مرکز ستارگان

اختلاف زیاد در (۲. ت) نشان می‌دهد که براورد کلاسیک برای T_c که در (الف) به دست آمد درست نیست. راه‌حل آن وقتی پیدا می‌شود که به اثرهای کوانتوم مکانیکی را در نظر بگیریم که بیان می‌کند پروتون‌ها رفتار موجی دارند و هر پروتون در فاصله‌ای در حدود λ_p، طول موج روبه‌روی پخش شده است: این موضوع ایجاب می‌کند که اگر d_c، نزدیک‌ترین فاصله‌ی دو پروتون از مرتبه‌ی λ_p باشد، پروتون‌ها به لحاظ کوانتوم مکانیکی همپوشان

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

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات کمک‌آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند:

مجله های عمومی دانش آموزی

(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه‌ی اول دوره‌ی دبستان)
- رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره‌ی دبستان)
- رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره‌ی دبستان)
- رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)
- رشد جوان (برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه و پیش دانشگاهی)

مجله‌های عمومی بزرگسال

(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

رشد آموزش ابتدایی، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، رشد تکنولوژی آموزشی، رشد مدرسه فردا، رشد مدیریت مدرسه، رشد معلم

مجله‌های اختصاصی

(به صورت فصلنامه و ۴ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه و پیش دانشگاهی)، رشد آموزش قرآن، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش هنر، رشد مشاور مدرسه، رشد آموزش تربیت‌بدنی، رشد آموزش علوم اجتماعی، رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش جغرافیا، رشد آموزش زبان، رشد آموزش ریاضی، رشد آموزش فیزیک، رشد آموزش شیمی، رشد آموزش زیست‌شناسی، رشد آموزش زمین شناسی، رشد آموزش فنی و حرفه‌ای، رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و اختصاصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران، مربیان و مشاوران مدارس، دانشجویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند.

نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی.
نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸-۰۲۱
تلفن: ۸۸۸۴۹۰۹۹-۰۲۱
E_mail:info@roshdmag.ir www.roshdmag.ir

می‌شوند و قادر به همجوشی‌اند.

۳. الف) با فرض این‌که $d_c = \frac{\lambda_p}{\sqrt{2}}$ شرط همجوشی پروتونی با سرعت v_{rms} باشد معادله‌ای برای T_c تنها برحسب ثابت‌های فیزیکی پیدا کنید.

۳. ب) مقدار T_c به دست آمده در (۳ الف) را به طور عددی پیدا کنید.

۳. پ) از مقدار T_C به دست آمده در (۳ ب) برای پیدا کردن مقدار عددی نسبت M/R مورد انتظار برای یک ستاره استفاده کنید. از رابطه‌ی به دست آمده در (۲ ب) استفاده کنید. ثابت کنید که این مقدار کاملاً مانند نسبت (خورشید) R/ (خورشید) M مشاهده شده است.

در واقع، ستارگان به اصطلاح رشته‌ی اصلی (که هیدروژن را به هم‌جوش می‌دهند) در گستره‌ی وسیعی از جرم از این نسبت پیروی می‌کنند.

• نسبت جرم به شعاع ستارگان

قرارداد قبلی حاکی از آن است که رهیافت کوانتوم مکانیکی برای برآورد دما در مرکز خورشید درست است.

۴. الف) با استفاده از نتایج قبلی نشان دهید که نسبت جرم M به شعاع R هر ستاره که در آن همجوشی هیدروژن صورت می‌گیرد یکسان و تنها تابع ثابت‌های فیزیکی است. معادله‌ای برای نسبت M/R ستارگان مبتنی بر همجوشی هیدروژن پیدا کنید.

• جرم و شعاع کوچک‌ترین ستاره

نتیجه‌ی به دست آمده در (۴. الف) حاکی از آن است که ستارگان با هر جرم مادامی که در این رابطه صدق کنند می‌توانند وجود داشته باشند؛ اما این موضوع درست نیست. گاز درون ستارگانی که در آن‌ها همجوشی هیدروژن صورت می‌گیرد تقریباً مانند گاز کامل است یعنی که d_e، فاصله‌ی نوعی **بین الکترون‌ها** به‌طور میانگین بزرگ‌تر از λ_e، طول موج دوبری نوعی آن‌هاست. اگر الکترون‌ها نزدیک‌تر شوند در حالت موسوم به تبهگن خواهند بود و ستارگان رفتار متفاوتی خواهند داشت. به تفاوت روش بررسی پروتون‌ها و الکترون‌های درون ستاره توجه کنید. برای همجوشی

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

برگ اشتراک مجله های رشد

شرایط:

۱ـ پرداخت مبلغ ۵۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله‌ی درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه ی سه راه آزمایش (سرخه‌حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.

۲ـ ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک با پست سفارشی. (کپی فیش را نزد خود نگه دارید.)

- **نام مجله های درخواستی :**

.....

.....

.....

- **نام و نام خانوادگی:** .....
- **تاریخ تولد:** .....
- **میزان تحصیلات:** .....
- **تلفن:** .....
- **نشانی کامل پستی:**

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

پلاک: ..... کدپستی: .....

- در صورتی که قبلاً مشترک مجله بوده اید، شماره‌ی اشتراک خود را بنویسید:

امضا:

- **امور مشترکین:** ۷۷۳۳۶۶۵۵ـ۷۷۳۳۶۶۵۶ـ۰۲۱
- **صندوق پستی امورمشترکین:** ۱۶۵۹۵/۱۱۱
- **پیام گیر مجله های رشد:** ۸۸۳۰۱۴۸۲ـ۰۲۱

یادآوری:

- هزینه‌ی برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی و عدم حضور گیرنده، بر عهده‌ی مشترک است.
- مبنای شروع اشتراک مجله از زمان دریافت برگ اشتراک است.

پروتون‌ها، موج‌های دوبروی در هنگام برخورد باید همپوشانی نزدیک‌تری داشته باشند تا همجوشی صورت گیرد. در حالی که برای الکترون‌ها، موج‌های دوبروی آن‌ها نباید همپوشان شوند تا به صورت گاز کامل باقی بمانند.

چگالی ستارگان با کاهش شعاع، افزایش می‌یابد. با وجود این، برای این مرتبه از براورد اندازه فرض کنید چگالی آن‌ها یکنواخت است. می‌توانید از رابطه‌ی اضافی $m_p >> m_e$ استفاده کنید.

۵. الف) معادله‌ای برای n_e، میانگین چگالی عددی الکترون درون ستاره به دست آورید.

۵. ب) معادله‌ای برای d_e، فاصله‌ی نوعی بین الکترون‌های درون ستاره به دست آورید.

۵. پ) از شرط $d_e \geq \frac{\lambda_e}{\sqrt{2}}$ استفاده کنید و رابطه‌ای برای شعاع کوچک‌ترین ستاره‌ی طبیعی ممکن بنویسید. دما در مرکز ستاره را دمای نوعی درون همه‌ی ستاره‌ها بگیرید.

۵. ت) مقدار عددی شعاع کوچک‌ترین ستاره‌ی طبیعی ممکن را برحسب متر و یکای نجومی بنویسید.

۵. ث) مقدار عددی جرم کوچک‌ترین ستاره‌ی طبیعی ممکن را برحسب kg و یکای جرم خورشیدی بنویسید.

۶. وقتی ستارگان پیرتر می‌شوند بیش‌تر هیدروژن درون هسته‌ی آن‌ها بر اثر همجوشی به هلیم (He) تبدیل می‌شود، بنابراین برای تداوم درخشش مجبور می‌شوند تا همجوشی هلیم به عناصر سنگین‌تر را شروع کنند. هسته‌های هلیم دارای دو پروتون و دو نوترون‌اند، بنابراین بار الکتریکی آن دو برابر و جرم آن تقریباً چهار برابر جرم پروتون است. پیش از این دیدیم که $d_c = \frac{\lambda_P}{\sqrt{2}}$ شرط همجوشی پروتون‌هاست.

۶. الف) شرط هم‌ارزی را برای هسته‌ی هلیم در نظر بگیرید و $v_{rms}(He)$، سرعت rms هسته‌ی هلیم، و دمای $T(He)$، لازم برای همجوشی هلیم را پیدا کنید.

پی‌نوشت

1. Evolution of the earth-moon system
2. Doppler laser cooling and optical molasses
3. Why are stars so large?

ما و خوانندگان

نامه‌ها

توضیح و عذرخواهی

در شماره‌ی پیش مقاله‌ای تحت عنوان «مدل‌ها و نقش آن‌ها در علم» به قلم رابرت جی. شاماندا به چاپ رسید که به اشتباه نام سرکار خانم دکتر رهبر به‌عنوان مترجم آن ذکر شد. مترجم این مقاله جناب آقای **احمد توحیدی** بوده‌اند که ضمن پوزش فراوان از ایشان، بدین‌وسیله این اشتباه تصحیح می‌گردد.

آقای بابک حیدری ـ شیراز

توجه جنابعالی برای ارائه‌ی تعریف ساده و دقیق مفاهیم فیزیک قابل تقدیر است. در «ریشه‌یابی واژه‌های فیزیک» واژه‌های «دما» و «انرژی درونی» تعریف و به اختصار بررسی شده است.

خانم سمیرا بهرامی ـ زنجان

مقاله‌ی شما حاوی نکته‌ی بدیعی نیست و عملاً مدرسان فیزیک به روش مشابهی نحوه‌ی توزیع بار را نشان می‌دهند.

سرکار خانم نرگس ساریخانی و همکاران ـ تهران

کوشش و توجه جنابعالی و همکارانتان قابل تقدیر و سپاس‌گزاری است. امیدواریم همان‌طور که مرقوم نموده‌اید «دست‌اندرکاران آموزش و پرورش به نتایج حاصل از پژوهش توجه نمایند.»

IN THE NAME OF ALLAH

90 فیزیک Roshd

Happy new year / M. Rahbar / 2
/ H. Bolourchi / 3
Necessity for performing research projects in schools
The main aim of secondary schools in 21 century / A. Ahmadi / 6
Application of Physics in everyday life / M. Zamani / 9
M. Mousavi and F. Bakhshi / 12
Need for making Physics books applicable
Relation between scientific concepts and life / J. Riazi / 17
/ N. Sabagh Moghadam / 20
Methods of creating and enhancing motivation for learning Physics
Virtual laboratory / M. Asghari and M. Sadral ashrafi / 22
/ Jan D. Beaty et al / 28
Designing effective questions for classroom response system teaching (CRS)
The Flying circus of Physics / J. Walker / 36
New methods in Physics education / E. Redish / 42
Physics amusmeuts / M. Arbabi / 44
Physics frontrier / M. Rahbar / 46
Measuring coefficient of static friction by a ruler / S. Sarabi Danesh / 51
On projectile motion / Haiduke Safarian / 52
40th International Physics olympiad / R. Khalili Brojeni / 54
With the readers / 63

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

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

Physics Education Journal
Vol.25- No.90- 2010

Managing Editor: Mohammad Naseri
Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar
Executive Director: Ahmad Ahmadi
Graphic Designer: Navid Andarodi
Editor Board: Ahmad Ahmadi, Rouhollah Khalili, M.R. Khoshbin-e-Khoshnazar, Jafar Mehrdad, Manijeh Rahbar