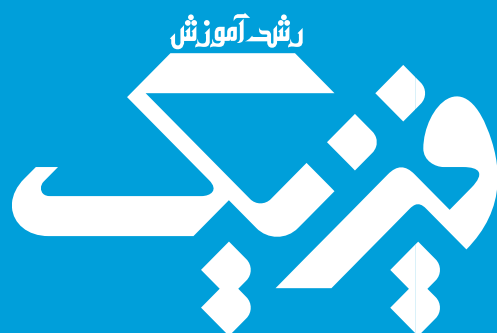




۱۰۹

فصل نامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی
دوره سی ام، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۳



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

اهمیت نگرش به کلیت / منبیه رهبر / ۲

«نوشتن» به مثابه یک فرایند / جهانگیر ریاضی / ۳

آموزش تفکر در تدریس فیزیک / تینا شریفی و عالییه موسوی زاده / ۶

ضرورت حذف جیوه در برخی از آزمایش های کتاب درسی ... / پریوا صفری / ۱۰

دو خطای رایج در آموزش فیزیک / کریشنا اوجانی / ۱۳

آسمان پرستاره و وجدان انسانی / سید حجت الحق حسینی / ۱۶

هفت روش اندازه گیری ارتفاع برج یا درخت / افسر السادات شیربزدی / ۲۱

بازی پرندگان خشمگین! / ترجمه عطاله جهانگیری، ناصر بصیری و آزیتا سیدفدایی / ۲۴

حقیقت معلمی در تعلیم و تربیت نیست، بلکه در آموزش نگاه است / فاطمه ابراهیمی بادی / ۳۰

درباره دوران و غلتش / ریچارد ولفسون، ترجمه آرش ظهوریان پردل / ۳۲

آخرین آشکار ساز تک فوتونی / هامیش جانسون، ترجمه محبوبه لطفی خواجهویی / ۳۹

مرزهای فیزیک / منبیه رهبر / ۴۰

ماهی قرمز بر فراز رنگین کمان! / کارلوس آگو یارو آنتونیوسانتو، اریک لوپز و ... / ترجمه سیدمهدی میرفتحی / ۴۴

پرواز بالون در ارتفاع زیاد / روی جنسن، ترجمه سیدمهدی میرفتحی / ۴۶

نرم افزار physprof در آموزش فیزیک دوره متوسطه / رویا غلامرضایی و آزیتا سیدفدایی / ۴۸

روش های هسته ای در کشاورزی / احمد شهبازی / ۵۴

اثر فونون ها در ساختارهای نانو / عباس شاه بندری قوچانی / ۵۸

کنفرانس پانزدهم در کردستان / آزیتا سیدفدایی / ۶۰

مدیر مسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منبیه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی،
دکتر سید حجت الحق حسینی، دکتر آزیتا سیدفدایی،
دکتر منبیه رهبر، اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
وبراستار: جعفر ربانی
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۰۰۰۸۹۹۵۰۲
نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴) ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲
پیام گیر نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۵۰۰۰ نسخه

تصویر روی جلد: همزمان آب
در سه حالت جامد، مایع و گاز
(بغار) دیده می شود.

مجله رشد آموزش فیزیک،

نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت،

به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط
با موضوع مجله باشند، می پذیرد:

■ مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.

■ شکل قرار گرفتن جدول ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه ی مطلب نیز مشخص شود.

■ نشر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.

■ مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.

■ در متن های ارسالی باید تا حد امکان از معادل های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود.

■ زیر نویس ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره ی صفحه
مورد استفاده باشد.

■ مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است.

■ آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش های
خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.

■ مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.

اهمیت نگرش به کلیت

دکتر منیژه رهبر

ادبیات غنی ما گنجینه‌های سرشار از حکمت است که با غور و تأمل بیشتر در آن می‌توان درس‌های بسیاری را فرا گرفت که در شئون مختلف زندگی راهنمای ما باشد. به احتمال زیاد همه ما داستان مشهور فیل در شهر کوران یا فیل در خانه تاریک را خوانده‌ایم که سنایی و مولوی هر دو اشعاری را در مورد آن سروده‌اند. این داستان تأکید می‌کند که با تمرکز بر جزئی از یک دستگاه نمی‌توان به سرشت واقعی آن پی برد و شناخت حقیقی جز از راه نگریستن بر کلیت آن دستگاه به دست نمی‌آید.

در سال‌های اخیر، این موضوع، که ریشه‌ای عمیق در فرهنگ کهن ما دارد، به صورت روشی جدید با عنوان «تفکر سیستمی» در مقاله‌های مختلف علمی مطرح شده است. باید دانست که تفکر سیستمی با روش جزئی‌نگر که در بالا اشاره شد و نمونه‌اش همان داستان فیل است تفاوتی بنیادی دارد. هدف روش جزئی‌نگر چنان که از نام آن برمی‌آید جداسازی اجزاء با بخش‌های مختلف موضوع مورد نظر و مطالعه جداگانه آن‌هاست.

اما روش سیستمی به بررسی کار اجزای مختلف یک دستگاه می‌پردازد که در برهم‌کنش با یکدیگر حرکت یا رفتار کلی آن دستگاه را به وجود می‌آورند. این بدان معناست که در بررسی یک دستگاه، به جای تجزیه آن دستگاه به بخش‌های هرچه کوچک‌تر، دیدگاه خود را طوری گسترش دهیم که تعداد هرچه بیشتری برهم‌کنش در مجموعه مورد نظر را به حساب آورد. این روش به نتیجه‌گیری کاملاً متفاوت از چیزی می‌انجامد که با استفاده از تحلیل جزئی‌نگر به دست می‌آید و با استفاده از آن می‌توان به بصیرتی عمیق از موارد و مسائل پیچیده دست یافت.

توجه به این نوع نگرش در نظام آموزشی بسیار ضروری است. کودکان به‌طور شهودی از این روش تفکر استفاده می‌کنند و کلیت‌نگر هستند که شاید بدان دلیل باشد که آموزش آن‌ها هنوز چندان بخش‌بخش نشده است. کودکان در اشتیاق برای یاد گرفتن، تمام آنچه را که می‌دانند کنار هم قرار می‌دهند. برای آن‌ها همه چیز به هم مربوط است. مثلاً اگر از آن‌ها بخواهیم طرحی را در مورد جنگل تهیه کنند قصه‌های جنگل، درختان، حیوانات جنگل و همه چیز را کنار هم می‌گذارند.

برای به وجود آوردن هرگونه تحول در نظام آموزشی باید شاگردان را تشویق کرد که این تمایل فکری دوران کودکی خود را تقویت کنند تا به کمک آن بتوانند با دستگاه‌های بسیار پیچیده‌ای که در جهان واقعی با آن‌ها روبه‌رو می‌شوند برخورد مناسب داشته باشند. تفکر سیستمی مفهوم گسترده‌ای است که برای مهارت یافتن در آن باید از «دینامیک دستگاهی» استفاده کرد که نوعی روش شبیه‌سازی است. شاگردان باید یاد بگیرند که دستگاه و ارتباط اجزای آن با هم در طول زمان و در شرایط مختلف مشخص کنند و سپس با توجه به تجربه خود مدلی از دستگاه بسازند و مشخص کنند که چه عواملی باعث تحول در آن می‌شود.

در مدرسه‌های ما مباحث مختلفی مانند ریاضی، زبان، فیزیک، شیمی

و علوم انسانی به عنوان مطالبی جداگانه تدریس می‌شود بدون اینکه ارتباط منطقی بین آن‌ها به حساب آورده شود. شاید این موضوع به روزهای اولیه علوم جدید برگردد که ایده تجزیه‌گرایی شکل گرفت و این فکر به وجود آمد که با قطعه‌قطعه کردن یک چیز و مطالعه بخش‌های جداگانه می‌توان به شناخت بهتری از آن دست یافت. در نتیجه، با تخصصی شدن هرچه بیشتر یک رشته گام‌های بلندی در راه پیشرفت علم برداشته شد. همین روش در آموزش نیز مورد استفاده قرار گرفت و شاگردان دروس را به صورت مباحث جداگانه فرا گرفتند و برنامه درسی به صورت مجموعه‌ای از درس‌های مختلف درآمد که به‌طور جداگانه برنامه‌ریزی، تدوین و تدریس می‌شدند و اغلب هیچ نوع ارتباطی بین افراد درگیر در تدوین آن‌ها وجود نداشت. اما، باید توجه کرد که جهان واقعی به‌ندرت می‌توان به یک موضوع جدای از سایر موضوع‌ها برخورد کرد، و در صورت این نوع برخورد نتیجه‌ای کاملاً نامطلوب به دست خواهد آمد.

دیدگاه کلیت‌نگر شاگردان را تشویق می‌کند که به جای تمرکز روی تک‌تک اجزای یک موضوع، عقب بایستند و تمامی اجزا را در ارتباط با یکدیگر و به عنوان یک کل مشاهده کنند. این نوع نگرش همچون مشاهده «جنگل» و همزمان با آن مشاهده «تک‌تک درختان» تشکیل‌دهنده آن است که وابستگی اجزای مختلف یک دستگاه به هم را بررسی می‌کند و به جای به‌خاطر سپردن حقایق مجرد به طرح کلیتی می‌پردازد که با تفکر عمیق نمایان می‌گردد.

در یافتن و درک این گونه کلیت‌ها که در رشته‌های مختلف کم‌وبیش یکسان‌اند با تمرین امکان‌پذیر می‌شود. وقتی شباهت این کلیت‌ها با یکدیگر مشاهده شد، درک هر رشته و روابط بین اجزای آن بسیار آسان‌تر خواهد شد و به صورت یک الگو در خواهد آمد. به عنوان مثال، یک الگوی بسیار متداول «رشد نمایی» در دستگاه‌هاست. ساده‌ترین موردی که در آن با این الگو روبه‌رو می‌شویم در ریاضی و به صورت اعداد ۲، ۴، ۸، ۱۶، ... و همین‌طور تا آخر است. با اندکی تأمل در این مورد می‌توان مشاهده کرد که این الگوی فراگیر در مورد رشد مهارت‌گسیخته جمعیت باکتری‌ها در ظرف کشت و حتی رشد جمعیت به کار می‌رود. در علوم اجتماعی همین الگو در پخش شایعات و بیماری‌های واگیردار وجود دارد. با پی بردن به این الگوها و شناخت عمیق‌تری از پدیده‌ها به دست می‌آید و با فهمیدن یک مثال و مورد می‌توان به درک سایر موارد نیز دست یافت. مثلاً متوجه می‌شویم که رشد نمایی تا بی‌نهایت ادامه نمی‌یابد و همواره مواردی وجود دارند که بخشی از دستگاه مورد نظرند.

این نوع نگرش باعث می‌شود که بتوان از بسیاری موارد مشکل‌آفرین در جامعه اجتناب کرد. بسیاری از مشکلات کنونی جامعه ما ناشی از بخشی‌نگری در پدیده‌ها و عدم توجه به کلیت پدیده در طبیعت است که گسترش بی‌رویه در یک بخش دشواری‌هایی را ایجاد می‌کند که کل دستگاه را به مخاطره می‌اندازد. با توجه به آن کلیت و این الگو می‌توان از این مشکلات جلوگیری کرد.



«نوشتن» به مثابه یک فرایند

جهانگیر ریاضی

منابع نوشتن

آنچه نوشته می‌شود در واقع بازتابی از تعاملات، مشاهدات، شنیده‌ها و خوانده‌های انسان است. بدون داشتن تعاملی کیفی و فعال با جهان واقعی، نمی‌توان انتظار پدید آمدن نوشته‌ای کیفی را داشت. این تصور که در فضایی بسته با پارامترهایی ایستا، بدون هیچ‌گونه ارتباط فعال با متغیرهای جهان خارج بتوان به اندیشه‌هایی خلاق دست یافت، تصویری غیرواقعی است. به بیان دیگر از یک ذهن خالی از اندیشه‌های نو و خلاق، نوشته‌هایی متفاوت، زیبا و دارای محتوایی کیفی متولد نمی‌گردد.

بنابراین فرایند نوشتن را نمی‌توان با طرح این پرسش که: «نوشتن را باید از کجا آغاز نمود؟» درک کرد. مهم این است که بپذیریم خاطرات شکل گرفته از مجموعه تعاملات ما با دنیای واقعی، و وجود ذهنی توانمند در تحلیل آن‌ها، مهم‌ترین منبع و سرمایه در دستیابی به توانایی نوشتن است. این تجربیات و خاطرات می‌توانند به عنوان سرمایه‌ای عمل کنند که وقتی در قالب نوشته‌ها ارائه می‌گردند، اشکالی زنده و پویا یافته و امتدادی از این پویایی را به قلمرو دریافت‌ها و نگرش انسان‌ها بیاورند.

نباید فراموش کرد که تنها داشتن تجربه و خاطرات برای نوشتن کافی نیست. بلکه اینکه تجربیات در چه فرایندی حاصل شده است و با چه نگرشی به آن‌ها برخورد می‌کنیم،

در پاسخ به پرسش اساسی «چگونه نوشتن» باید «چرایی نوشتن» را درک کرد و براساس آن محتوا و قالب نوشته و همچنین منابع مورد نیاز را مشخص نمود. اندیشه فرایندنگر، «نوشتن» را فرایندی می‌داند که نمی‌توان آن را به یک حادثه و اتفاق مربوط کرد و یا آن را محصول ذهن و اندیشه‌ای جدا از واقعیت‌های جهان خارج پنداشت.

یک نوشته می‌تواند توصیفی از یک رویداد، یک پدیده، یک خاطره و ... باشد؛ توصیفی که برای بعضی افراد کاری دشوار به نظر می‌رسد. این گروه از افراد وقتی به قلمرو نوشتن وارد می‌گردند، با اولین ناکامی و عدم موفقیت، مسیر نوشتن را رها می‌کنند و این خاطره تلخ از عدم موفقیت را در ذهن خود ماندگار می‌سازند!

به نظر می‌رسد عدم آشنایی این افراد با سازوکارهای صحیح در فرایند نوشتن و شیوه‌های حرکت از قلمروهای ساده به پیچیده از یک سو، و هراس و نگرانی آن‌ها از قضاوت و داوری دیگران در مورد قالب و محتوای مطالب نوشته شده از سوی دیگر باعث می‌گردد «نوشتن» در ذهن آنان به کاری دشوار و شاید غیرقابل دسترس تبدیل گردد. باید گفت: بدون تشخیص صحیح جغرافیا و شرایطی که بسترهای مناسب را برای نوشتن فراهم می‌سازند، نمی‌توان انتظار عبوری موفقیت‌آمیز از این دشواری ذهنی داشت.

اینکه با نوشتن هر واژه یا عبارت، خود را در معرض قضاوت و داوری دیگران ببینیم و آرامش خود را از بین ببریم، ناشی از عدم درک صحیح از توانمندی‌های فردی و شیوه‌های فعال به کارگیری آن‌ها در فرایند خلق و آفرینش آثار جدید است

می‌تواند بر توانایی تبدیل آن‌ها به یک نوشتار خوب، اثری انکارناپذیر برجای بگذارد.

توانایی توصیف

یک نوشته خوب می‌تواند توصیفی خوب از یک پدیده، یک رویداد، یک خاطره و ... باشد. از این منظر هر قدر توانایی فرد در «توصیف‌ها» کیفی تر باشد، بازتاب آن در نوشته‌ها ابعادی کیفی تر خواهد یافت. توصیف خوب از یک پدیده یا رویداد، نیازمند ایجاد تعاملی فعال و کیفی با آن رویداد یا پدیده است.

در یک تعامل فعال، فرد خوب می‌بیند، خوب می‌شنود، پارامترها و متغیرهای اصلی رویداد را تشخیص می‌دهد و تلاش می‌کند با آن‌ها رابطه‌ای نزدیک برقرار کند و در واقع با آن‌ها زندگی کند. به این معنی که هر بار با شبیه‌سازی و بازسازی اجزای رویداد یا پدیده در یک سناریوی مدیریت شده، جایگاه و نقش هریک از عناصر و رابطه بین آن‌ها را عمیق تر درک کند. درک عمیق و کیفی تر از اجزا و رابطه آن‌ها، بستری لازم برای توصیف بهتر و زیباتر رویداد را فراهم می‌سازد.

بنابراین توصیف کیفی و ارائه آن در قالب نگارشی خوب، نمی‌تواند حاصل شرایطی ایستا و بدون تحرک باشد. به بیان دیگر، یک توصیف خوب از رویداد و پدیده‌ها بخشی بسیار مهم از فرایندی است که از یک سو به دنیای واقعی و رویدادهای آن و از سوی دیگر به ذهنی پویا و توانمند در پردازش و ساماندهی کیفی عناصر رویداد مربوط می‌گردد. مراحل و گام‌های این فرایند غیرقابل تفکیک و یا چشم‌پوشی هستند.

بین این مراحل انسجام و وحدت‌یافتگی اصولی وجود دارد؛ به این معنی که هیچ‌کدام از این مراحل بدون ارتباط با سایر مراحل، مفهوم نخواهد داشت. از این منظر نمی‌توان «نوشتن» را از «نوشتن» آغاز کرد! آنگاه که از خود می‌پرسیم: «کدام موضوع را به استناد کدام

واقعیت‌ها باید نوشت؟» در می‌یابیم که بدون تکیه بر اندیشه فرایندنگر، نمی‌توان به این پرسش‌ها به پاسخی اصولی دست یافت. یکی دیگر از جنبه‌های بسیار مهم در توصیف رویدادها، جنبه «زیبایی‌شناختی» آن است که در واقع «قالب‌های توصیف» را تشکیل می‌دهند.

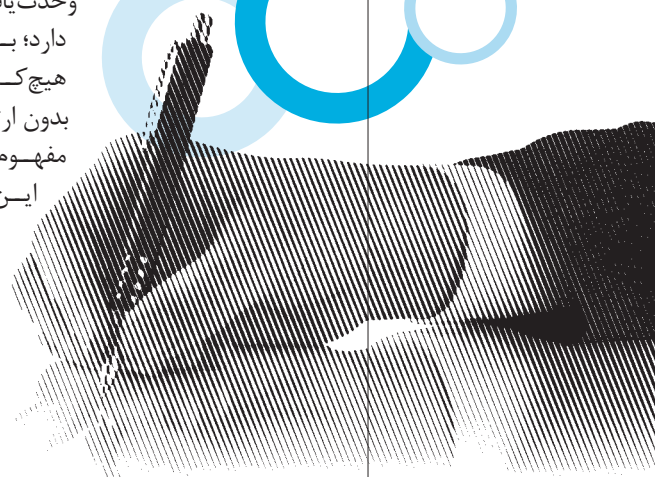
توصیف رویداد و ادبیات نگارش آن

توصیف و نگارش رویداد در قالب‌هایی متفاوت و متنوع امکان‌پذیر است. این قالب‌ها در واقع آرایه‌هایی مختلف از واژه‌ها و عبارت‌ها هستند که از ورای آن‌ها باید بتوان به مفهوم واقعی پدیده یا رویداد نزدیک‌تر شد. همین ادبیات توصیف که می‌تواند قالب‌هایی مطلوب و زیبا را ایجاد کند، در ذهن بعضی افراد به موانع و دشواری‌هایی در مسیر نوشتن تبدیل می‌گردد.

دغدغه‌ها و نگرانی‌های بیش از حد در زمینه ارائه قالب و آرایه‌های مناسب از واژه‌ها باعث می‌شود «نگارش» از مسیر اصلی خود خارج و به یک دشواری ذهنی تبدیل شود. نگرانی در این زمینه که توصیف و نگارش مربوط به آن آیا از نظر دیگران از مطلوبیت لازم برخوردار باشد و یا مورد کم‌توجهی آن‌ها قرار خواهد گرفت! این نگرانی در بعضی شرایط به هراسی اساسی تبدیل می‌شود به‌طوری که فرد در همان آغاز مسیر نگارش متوقف و از ادامه آن منصرف می‌شود.

اینکه با نوشتن هر واژه یا عبارت، خود را در معرض قضاوت و داوری دیگران ببینیم و آرامش خود را از بین ببریم، ناشی از عدم درک صحیح از توانمندی‌های فردی و شیوه‌های فعال به کارگیری آن‌ها در فرایند خلق و آفرینش آثار جدید است. باید توجه داشت که نویسندگان باورها و برداشت‌های خود را به تحریر در می‌آورد و در این راستا از قالب و آرایه مورد نظر خود استفاده می‌کند. از این منظر نباید انتظار داشت افرادی با باورهای متفاوت، در تأیید آثار یک نویسنده واکنش یکسانی نشان دهند.

ما توصیف خود را از رویدادی معین در قالبی که برایمان مطلوب باشد، ارائه و چشم‌انداز زیبایی‌شناختی مناسبی را برای آن طراحی می‌کنیم. در این قلمرو نباید با ایجاد هراس و نگرانی ناشی از قضاوت دیگران، فرصت تجربه‌های جدید را از خودمان بگیریم! باید تلاش کرد و از قید «قالب‌ها» رها شد تا بتوان در آرامش و رضایت خاطر، واژه‌هایی ساده را در آرایه‌هایی زیبا ارائه کرد. مراقب باشیم آن قدر غرق در جست‌وجوی واژه‌ها و عبارت‌های پیچیده و دست‌نیافتنی نشویم که از بیان اصل موضوع موردنظرمان باز بمانیم!



این تفکر در بسیاری از موارد به صورت مانعی اساسی در مسیر توصیف و نگارش، عمل می‌کند. اصولاً، سادگی یا پیچیدگی نوشته ما مهم نیست، مهم این است که دنیا را آن‌طور که درک می‌کنیم بنویسیم؛ با واژه‌ها و آرایه‌های آشنای خودمان، همان‌ها که روزها و لحظه‌ها با آن‌ها زندگی کرده‌ایم. واژه‌های آشنا را دست‌کم نگیریم! ذهن خلاق می‌تواند از همین واژه‌ها چنان آرایه‌ای ارائه کند که چشم‌اندازهای زیبا و بدیع به دنبال داشته باشد. گاه در جست‌وجوی واژه‌هایی «مناسب» آن‌قدر مسیر نگارش را ناهموار می‌کنیم که اصل موضوع فراموش می‌شود. و گاه تصور می‌کنیم که: «یا هیچ مطلبی نباید نوشت، یا بهترین نوشته‌ها و آثار را باید خلق کرد!» این تفکرات با اندیشه فرایندنگر در تقابل‌اند.

درک فرایند «ساده» به «پیچیده»

انتخاب موضوع در هر مرحله برای توصیف و نگارش در چارچوب درک فرایند «ساده» به پیچیده از اهمیت خاصی برخوردار است. به بیان دیگر ضرورتی ندارد که در مراحل اولیه تلاش برای نوشتن، از موضوع‌ها و پدیده‌های پیچیده آغاز کنیم. کسب مهارت‌های لازم برای توصیف رویدادها، می‌تواند از پدیده‌ها و رویدادهایی ساده و در دسترس آغاز گردد. توصیف‌هایی که ممکن است در قالب‌هایی مانند: نوشتن خاطرات از بازه‌های زمانی معین از زندگی، نوشتن گزارشی از یک مشاهده، یک تجربه آموزشی، یک کار پژوهشی و ... ارائه گردد.

وقتی که توصیف در قالب نوشتن یک خاطره طرح می‌شود، نگارش از سادگی و جذابیت خاصی برخوردار خواهد بود و هر قدر توانایی فرد در بیان زیباتر خاطره بیشتر باشد، نوشتاری بهتر ارائه خواهد گردید. در روند کسب مهارت‌ها از ساده به پیچیده است که مفهوم پیکربندی اصلی یک نوشتار برای نویسنده، بیشتر مطرح می‌گردد و رابطه بین «عنوان»، پیکربندی اصلی و آرایه واژه‌ها معنای خود را نشان می‌دهد. نویسنده در مراحل بعد تلاش می‌کند ضمن تشخیص پیکربندی اصلی در یک نوشتار، عناصر وحدت‌یافتگی و انسجام بین واژه‌ها و آرایه‌ها را مورد توجه دقیق‌تر قرار دهد. به بیان دیگر در مراحل مختلف از مسیر دستیابی به مهارت‌های نوشتاری، انتظاراتی متفاوت از نگارنده باید داشت. از این منظر درک مفهوم عزیمت از «سادگی» به «پیچیدگی» در مسیر نوشتن می‌تواند دغدغه‌ها را تعدیل و امکان عبوری موفق‌تر از موانع موجود در این مسیر را فراهم کند. در همین فرایند پیچیده‌تر شدن نگارش، واژه‌ها

مسیر بلوغ و قوام‌یافتگی را می‌پیمایند. نویسنده با مراجعه به نوشته‌های اولیه و قبلی خود و مقایسه با آثار فعلی‌اش، می‌تواند این قوام‌یافتگی را در واژه‌ها و آرایه‌های حاصل از آن‌ها مشاهده کند.

پس لازم است در این مسیر به واژه‌ها فرصت دهیم تا با آرامش و رضایت‌مندی، به دور از هیجان و شتاب‌زدگی، مسیر تولد تا بلوغ را طی کنند. در همین فرایند است که همواره بلوغ واژه‌ها، عناصر خلاقیت و چشم‌اندازهایی نواز «زیبایی» در نوشتار، خود را نشان خواهند داد.

در واقع «خوب نوشتن» نیازمند ایجاد نظم و انسجام بین دریافت‌های مختلف انسان از جهان خارج و ساماندهی آن‌ها در قالب آرایه‌هایی زیبا از واژگان است و این همه در قلمرو اندیشه فرایندنگر و متکی به رفتاری صبورانه، امکان‌پذیر خواهد گردید.

کلیشه‌ها، موانع اساسی در مسیر نگارش خلاق

«نگارش» در تعبیر خلاق و پویای آن، در خارج از هر گونه کلیشه و فرمول، به معنای واقعی خود نزدیک می‌گردد. نمی‌توان و نباید «تلاش برای نوشتن» را به زمان و مکان خاصی مربوط و از قبل تعیین کرد که در کدام شرایط است که فرد قادر خواهد بود دریافت‌های خود را از جهان خارج به تحریر در آورده و اثری نو خلق کند.

به بیان دیگر، «نگرش خلاق و پویا» فرایندی است که در خروج از قیدها و کلیشه‌ها و دستیابی به احساس «ره‌اشدگی» امکان‌پذیر می‌گردد و در امتداد خود احساس مطلوب رضایت‌مندی و آرامش را به وجود می‌آورد. اگر قرار باشد مسیر نوشتن از جغرافیای قیدها و تنش‌ها عبور کند، واژه‌ها، عبارت‌ها و آرایه‌های ارائه شده، این تنش و ناآرامی را همراه دارند و آن را به خواننده منتقل می‌کنند. در حالی که نوشته‌ها باید بتوانند بازتابی آرام‌بخش از اندیشه و دریافت‌ها را در خواننده ایجاد کنند.

نباید فراموش کرد که از یک اثر و نوشته مشخص، برداشت‌هایی مختلف و متنوع به وجود خواهد آمد. به بیان دیگر هر کس «توصیف و نوشته مشخص» را به روایت خود تفسیر می‌کند و ممکن است اجزایی از زندگی خود را در آن ببیند. و هر خواننده‌ای می‌تواند تصور کند که این نوشته متعلق به خود اوست! چرا که روایتی آشنا از دل‌تنگی‌ها و دغدغه‌ها، خود را در آن می‌بیند. از این منظر می‌توان گفت کثرت خواننده‌ها و روایت‌های مختلف آن‌ها، کثرت نویسنده‌های یک اثر را به وجود می‌آورد. یعنی یک اثر از زمانی که خلق می‌شود، اثری متعلق به تمامی خوانندگان آن است.

نباید فراموش کرد که از یک اثر و نوشته مشخص، برداشت‌هایی مختلف و متنوع به وجود خواهد آمد. به بیان دیگر هر کس «توصیف و نوشته مشخص» را به روایت خود تفسیر می‌کند

آموزش تفکر در تدریس فیزیک



تینا شریفی، منطقه ۲ تهران دبیرستان شاهد
عالیه موسوی زاده، منطقه ۱۸ تهران دبیرستان شهید مدنی

چکیده

بیماموزند و در زندگی روزمره خود به کار برند. دانش آموزان باید به جای ذخیره سازی حقایق علمی با مسائلی در زندگی واقعی درگیر شوند و راه حلی برای مشکلات و سختی های احتمالی آن پیدا کنند به گونه ای که بتوانند آن ها را به مسایل دیگر تعمیم دهند.^۱

در این مقاله ضرورت آموزش تفکر بیان شده و روش هایی برای این آموزش در کلاس درس فیزیک پیشنهاد گردیده است.

ماهیت و کارآمدی تفکر

تفکر و خلاقیت از وجوه تمایز انسان و حیوان است و کیفیت زندگی و یادگیری او به کیفیت اندیشیدن بستگی دارد.

در یکی از کتاب های روانشناسی تربیتی تفکر این گونه تعریف شده است: «جریانی که در آن فرد می کوشد مشکلی را که با آن روبه رو شده مشخص سازد و با استفاده از تجربیات قبلی خویش به حل آن اقدام کند.»^۲

یادگیری از طریق شرطی سازی که پایه اکثر آموزش های سنتی است یک یادگیری سطحی است و با یادگیری که بر محور تفکر قرار دارد متفاوت است. قرن ها پیش ارشمیدس با بیرون پریدن از حمام و نیوتون

با استفاده از الگوهای پویا در تدریس می توان دانش آموزانی متفکر و خلاق تربیت کرد که مهم ترین سرمایه جامعه ای متمدنی و با نشاط هستند. در این مقاله بعد از تعریف انواع تفکر، اهمیت و ضرورت آن، نمونه های اجرا شده برای ترغیب بیشتر دانش آموزان به استفاده از قوه تفکر و به کارگیری آن در کلاس درس فیزیک، در دو مدرسه از مناطق آموزشی شهر تهران آورده شده است. در امتحانات مستمر و پایانی، نتایج پاسخ گویی دانش آموزان به پرسش مفهومی، با روش های ذکر شده، نشان می دهد که نگرش آن ها به محیط اطرافشان نسبت به قبل تغییر یافته و عمیق تر شده است.

کلیدواژه ها: تفکر، آموزش، استقرایی، سیستمی، نقاد، خلاق

مقدمه

زندگی انسان در طول تاریخ هرگز از تفکر و اندیشه خالی نبوده؛ اما آن چه مهم است، پویایی اندیشه است. دانش آموز متفکر، خلاق و نقاد تنها در سایه انتقال اطلاعات تربیت نمی شود، بلکه در برنامه های آموزشی باید روش هایی گنجانده شود که دانش آموزان واقعیت ها را از طریق نظم فکری

تفکر انتقادی

تفکر انتقادی، تفکری است مستدل و منطقی در جهت بررسی عقاید، نظرات، کارها و تصمیم‌گیری درباره آن‌ها بر مبنای دلایل و شواهد مؤید آن‌ها و به دست آوردن نتایج درست و منطقی که پیامد آن‌هاست.^۵

به عبارت دیگر تفکر انتقادی اندیشیدن بر مضمون حرف‌هایی است که می‌شنویم و می‌خوانیم و بررسی دقیق استدلال‌هاست. انتقاد به معنای سنجیدن است نه ایراد گرفتن. تحت عنوان انتقاد، نباید بهانه‌گیری و عیب‌جویی کرد.^۶ موفقیت بیشتر در زمینه آموزش تفکر انتقادی بستگی به جوی دارد که معلمان در کلاس خود ایجاد می‌کنند. دانش‌آموزان را باید به آرامی به سمت نقش‌های فعال بحث و گفت‌وگو و حل مسئله هدایت کرد و برای اظهارنظرهای آن‌ها ارزش قائل شد.

تفکر و آموزش آن در کلاس فیزیک

در آموزش سنتی فعالیت اصلی کلاس بر عهده معلم است و معلم با ارائه اطلاعات و با استفاده از ابزار ارزشیابی مطالب را به دانش‌آموزان منتقل می‌کند.

ولی در آموزش برای متفکر بار آوردن دانش‌آموز، معلم نقش راهنما دارد و دانش‌آموز فعال است و درصدد کسب اطلاعات از منابع دیگری علاوه بر معلم و کتاب درسی است. در اینجا چند نمونه مورد استفاده در کلاس درس فیزیک برای آموزش و ایجاد تفکر در دانش‌آموزان بیان شده است.



شکل ۱. با در دست گرفتن وسیله، مایع در آن بالا می‌رود.

× در مبحث ترمودینامیک، از کتاب فیزیک ۳ و آزمایشگاه، یک وسیله مرتبط و عملکرد آن به دانش‌آموزان نشان داده شده (شکل ۱) و از آن‌ها خواسته شده است پس از رسم

با دیدن سقوط سیب از درخت به قوانین موثری در فیزیک دست یافتند که باعث پیشرفت علم و ظهور فناوری در زندگی بشر شد. این‌گونه فرایندها را می‌توان نتیجه تفکر در پدیده‌های طبیعی دانست.

هیلتا تابا، صاحب‌نظر فقید در برنامه آموزشی، سه فرض را درباره رویکرد تفکر مطرح می‌کند.

۱. تفکر را می‌توان آموخت.
۲. تفکر درگیر شدن فرد با مطالب است.
۳. جریان تفکر در توالی قانونمند نظم می‌گیرد.

انواع تفکر تفکر خلاق

نوعی تفکر است که شخص از تلفیق مهارت‌های حل مسئله و تصمیم‌گیری، از افکار یا روابط نو برخوردار می‌شود و راه‌حل‌های جدید را کشف می‌کند. پس تفکر خلاق، به کارگیری توانایی ذهنی برای ایجاد یک فکر یا مفهوم جدی است و به عبارتی به معنای توانایی ترکیب ایده‌ها در یک روش منحصر به فرد با ایجاد پیوستگی بین ایده‌ها است. تفکر خلاق بر خلق چیز نو دلالت دارد و راه تازه برای حل مسئله پیدا می‌کند.

تفکر استقرایی

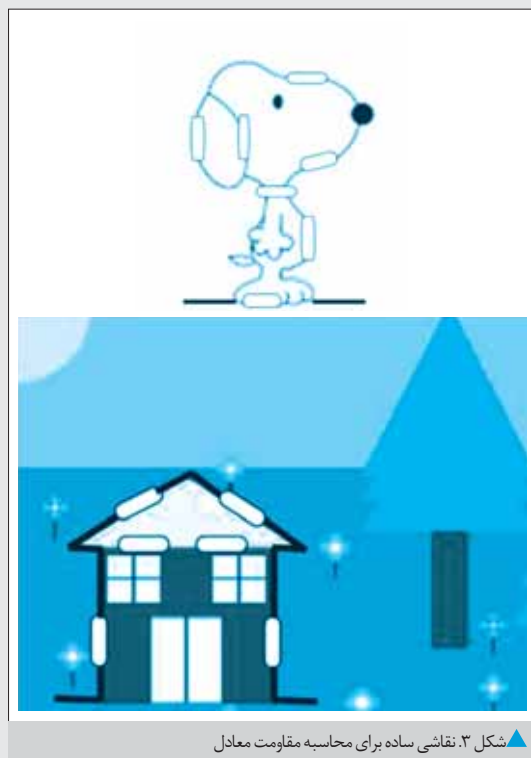
استقرا فرایندی است که در آن، تفاسیر ممکن از محیط بر مبنای تجربه امکان‌پذیر می‌شود.^۴ در این روش به دانش‌آموزان مجموعه‌ای از اطلاعات در یک حوزه معین داده می‌شود. آن‌ها اطلاعات را در مغز خود سازمان می‌دهند، نکته‌ها و مطالب را به یکدیگر ارتباط می‌دهند و آموخته‌های خود را در عرصه‌های جدید تعمیم می‌دهند و به کار می‌گیرند و به این ترتیب با فرضیه‌سازی، پدیده را پیش‌بینی و توضیح می‌دهند.

تفکر نظام‌مند

تفکر نظام‌مند، فرایند شناخت مبتنی بر تحلیل (تجزیه) و ترکیب در جهت دستیابی به درک کامل و جامع یک موضوع در محیط پیرامون خویش است.

این نوع تفکر درصدد فهم کل (دستگاه) و اجزای آن، روابط بین اجزا و کل و نیز روابط بین کل با محیط آن (فرا دستگاه) است. در تفکر نظام‌مند ابتدا دستگاه بزرگ‌تری را که پدیده موردنظر جزئی از آن است شناسایی می‌کنیم و سپس رفتار کل مجموعه را مورد بررسی قرار می‌دهیم. در نهایت رفتار پدیده موردنظر در مفهوم نقش یا کارکرد آن در قالب دستگاه بزرگ‌تر معنی پیدا می‌کند. در اینجا هدف‌ها کاملاً روشن است و شناخت دقیق جزئیات مطرح نیست.^۴

موسوم است [۳]، فراگیر با بهره‌گیری از دانسته‌های قبلی خود، در مورد رویدادهای محیط اطراف خود می‌اندیشد. × یک نقاشی ساده مطابق شکل شماره ۳ در اختیار دانش‌آموزان قرار داده می‌شود. معلم از آن‌ها می‌خواهد تا با تفکر در نقاشی یک تمرین پیشنهادی برای آن بنویسند.



بعد از شنیدن پاسخ‌های فراگیران از آن‌ها خواسته می‌شود تا با مقاومت معادل لامپ‌های تزئینی (—) را در شکل‌های داده شده محاسبه کنند.

× معلم به جای دادن تکالیف سنگین و خسته‌کننده عید نوروز به دانش‌آموزان از آن‌ها می‌خواهد در سفر و هنگام تفریح در تعطیلات با مشاهده دقیق اطراف خود عکس یا فیلم کوتاهی از رویدادها بگیرند و توضیحی در مورد عکس و چگونگی ایجاد آن بنویسند. دو نمونه از عکس‌های گرفته شده توسط دانش‌آموزان در شکل شماره ۴ آورده شده است.

* برای سؤال امتحان فیزیک ۱ و آزمایشگاه دستانکی نوشته و از دانش‌آموزان خواسته می‌شود که با استفاده از آن به پرسش‌ها پاسخ دهند. نمونه‌ای به عنوان مثال ذکر شده است: قسمتی از داستان دوستی خاله خرסה از کتاب کلیله و دمنه آورده شده است. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید. خرس سنگ بزرگی را که ده من وزنش بود از کنار باغچه برداشت و سر دست بلند کرد و مگس‌ها را که روی صورت

شکل، طرز کار، تبدیل انرژی‌های موجود و نام پیشنهادی خود را برای آن بنویسند. در کلاس ما با جمع‌بندی نظرات دانش‌آموزان و مطابقت با متن کتاب، این وسیله یک ماشین گرمایی ابتدایی ارزیابی شد که با طراحی تغییراتی، می‌توان آن را برای به حرکت درآوردن جسم کاربردی کرد.

× در مبحث نور، از کتاب فیزیک ۱ و آزمایشگاه، تصویر جذابی از طبیعت مانند شکل ۲ با استفاده از ویدئوپروژکتور به دانش‌آموزان نشان داده و بعد از چند لحظه تأمل از آن‌ها خواسته می‌شود تا هرچه را که در شکل مربوط به فیزیک می‌بینند، بنویسند و به کسانی که به بیشترین مورد اشاره کرده باشند امتیاز تعلق می‌گیرد.



* برای شروع تدریس بخش انبساط طولی در کتاب فیزیک ۲ آزمایشگاه، واژه‌هایی مطابق جدول شماره ۱ روی تخته نوشته می‌شود.

جدول شماره ۱: واژه‌ها

دما	افزایش	تغییر	انبساط	ریل قطار
بتون	اولیه	تابستان	چوب	پل
آهن	ثانویه	طول	زمستان	گرما

با طرح چند سؤال دانش‌آموزان آماده می‌شوند تا در مورد ارتباط بین کلمات فکر کنند.

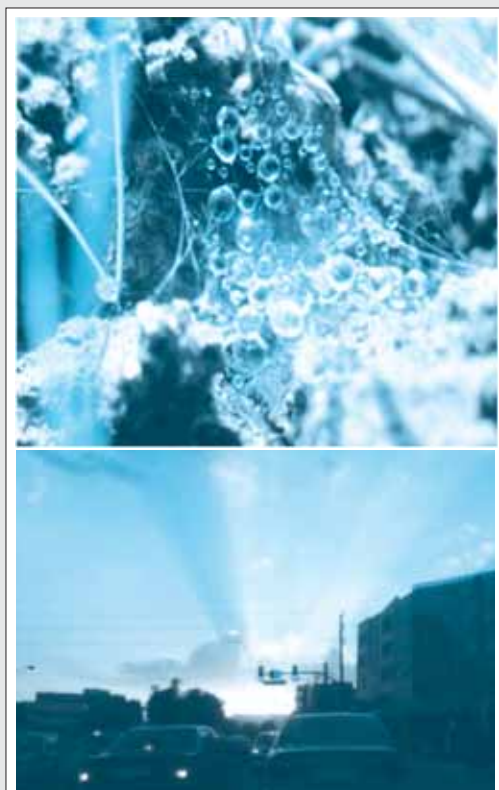
۱. این واژه‌ها به کدام یک از آثار گرما مربوط است؟
۲. با کمک واژه‌ها چند عامل مؤثر در این پدیده را بنویسید.

۳. با استفاده از واژه‌ها چند مثال از کاربرد این پدیده را بنویسید که در زندگی روزمره می‌بینید.

سپس نظرات دانش‌آموزان با کتاب و نظریه معلم مقایسه و به بهترین جواب‌ها امتیاز داده می‌شود. در فرایند یادگیری از این طریق، که به روش استقرایی



شکل ۵: تصاویری از برپایی نمایشگاه فیزیک و زندگی



شکل ۴: تصاویر گرفته شده توسط دانش آموزان

ما ناشی از فقدان برنامه‌ریزی پویا در سطح کلان است که اگر سازمان مدرسه را تحت فشار قرار دهیم اشتباه بزرگی مرتکب شده‌ایم.

کشور ما از لحاظ سطح مطالب درسی در حد بالایی قرار دارد ولی در کاربردی کردن مفاهیم توفیق زیادی پیدا نکرده است. می‌توان گفت مشکل ناشی از آن است که روش علمی برای تدریس مهارت خاص آموزش داده نمی‌شود. به دانش‌آموزان روش تفکر و چگونگی انجام تکالیف را یاد نمی‌گیرند.

یک راه برای آموزش مؤثر، رشد روحیه تفکر در دانش‌آموزان است و برای رسیدن به این هدف قطعاً روش‌های زیادی وجود دارد که انتخاب روش مناسب و علمی برای هر مبحث خاص بسیار اهمیت دارد.

بررسی‌های ما در دو مدرسه از مناطق آموزشی شهر تهران نشان می‌دهد که دانش‌آموزان با روش‌های ذکر شده (آموزش مبتنی بر تفکر) به درس فیزیک علاقه بیشتری نشان می‌دهند. نگرش آن‌ها نسبت به محیط اطرافشان تغییر می‌کند و عمیق‌تر می‌شود. علاوه بر آن میزان پاسخ‌گویی آن‌ها به پرسش‌های مفهومی در امتحانات به‌خصوص امتحان نهایی پیشرفت چم‌شگیری پیدا می‌کند و معدل نمرات کلاس به طور ملموسی افزایش می‌یابد. با نظرسنجی از دانش‌آموزان، آن‌ها اذعان داشتند که در فعالیت‌های روزمره خود اغلب به محیط اطراف و قوانین فیزیکی حاکم بر پدیده‌های نگاهی عمیق‌تر پیدا کرده‌اند. این واقعیت در ابتکاراتی که در نمایشگاه دست‌سازه‌های فیزیک و فیزیک و زندگی که در پایان سال در مدرسه برگزار گردید کاملاً قابل مشاهده بود.

پیرمرد نشسته بودند نشانه گرفت و سنگ را محکم روی صورت مرد زد [۷]!

پرسش‌ها

۱. قانون پایستگی انرژی را برای سنگ از لحظه‌ای که خرس آن را سر دست بلند کرده تا زمان برخورد با صورت پیرمرد به کار ببرید.

۲. با بلند کردن سنگ، خرس باعث افزایش چه نوع انرژی در سنگ شد؟ چرا؟

۳. دو پیشنهاد برای افزایش سرعت سنگ در لحظه برخورد بنویسید

*** در اواخر سال تحصیلی برای بررسی میزان درک و برداشت علمی دانش‌آموزان از قوانین فیزیکی حاکم بر محیط اطراف خود و نقش فیزیک در زندگی روزمره نمایشگاه فیزیک و زندگی برگزار شد تا فراگیران با نگاه دقیق‌تر و تفکر خلاقانه آموزه‌های خود از فیزیک را در معرض دید بازدیدکنندگان قرار دهند. شکل ۵ تصاویری از برگزاری نمایشگاه در دبیرستان نرجس منطقه ۲ تهران است.**

۵. نتیجه‌گیری

بخشی از عدم موفقیت برای رسیدن به بهر موری بالا در کشور

منابع

1. <http://www.tebyan.net>
۲. شریعتمداری، علی، روانشناسی تربیتی، نشر امیرکبیر، ویرایش اول، چاپ بیست و یکم، ۱۳۹۰
۳. اندرسون، جان روبرت، نگرشی جامع بر یادگیری و حافظه، (مختاری، طیبی)، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی ایران، ۱۳۸۰.
4. <http://vista.ir/article/229555>
۵. فنی، لادن و موتابی، فرشته، آموزش مهارت‌های زندگی، نشر میانکوشک، شماره ۱۰، ۱۳۹۱.
۶. مایرز حیت، آموزش تفکر انتقادی، خدایار ابیلی، انتشارات سمت ۱۳۸۰.
۷. آذریزدی، مهدی، قصه‌های خوب برای بچه‌های خوب، نشر امیرکبیر، کتاب‌های شکوفه، ۱۳۸۹.

ضرورت حذف جیوه در برخی از آزمایش‌های کتاب درسی فیزیک (۲) و آزمایشگاه

پریو صفری

دبیر فیزیک منطقه ۱۲ آموزش و پرورش شهر تهران

اشاره

پرواز سقوط می‌کردند. علائم بیماری مرموز در ماهی‌ها هم مشاهده شد که جزء مهمی از برنامه غذایی قشر کم‌درآمد را تشکیل می‌دهند.

در سال ۱۹۵۶ علائم این بیماری مرموز در انسان‌ها نیز مشاهده گردید. این امر سبب گشت تا در سال ۱۹۵۷ ماهی‌گیری به‌طور رسمی در میناماتا ممنوع اعلام شود. پس از مدتی مشخص شد که یک شرکت پتروشیمی، با ریختن مواد زائد فلزهای سنگین از جمله جیوه به دریا، عامل این بیماری مرموز بوده است. اقدام این شرکت موجب آلوده شدن آب‌زیان به جیوه و گسترش آن به سایر موجودات زنجیره غذایی نظیر پرندگان دریایی و ساکنان منطقه شده بود. در فاجعه میناماتا بیش از ۱۴۰۰ نفر مردند و ۲۰۰۰ نفر هم مسموم شدند.

بعد از فاجعه، پژوهش‌های گسترده‌ای در زمینه سمی بودن جیوه و اثرات مہلک آن بر دستگاه اعصاب انجام گرفت. کارن وترهان^۲ استاد شیمی دانشگاه نیو همپشایر^۳ از جمله پژوهشگرانی بود که در زمینه اثر جیوه و ترکیبات آن بر روی دستگاه‌های زنده و به‌ویژه نقش آن‌ها در ایجاد سرطان تحقیق می‌کرد. وترهان می‌دانست که جیوه بسیار سمی است و برای همین اقدامات احتیاطی لازم را به‌کار می‌برد. وی در حالی که عینک ایمنی می‌زد و از دستکش‌های لاستیکی استفاده می‌کرد، آزمایش را در زیر یک دودکش انجام می‌داد و تنها با مقادیر اندک جیوه کار می‌کرد.

در ژانویه ۱۹۹۷ وترهان از ظهور علائم معینی در بدن خودش، نظیر لرزش انگشتان دست و پا و لکنت زبان، نگران شد. سپس مشکلاتی در تعادل فیزیکی وی بروز کرد و زمینه دیدش کمتر گردید. در ۲۸ ژانویه ۱۹۹۷ آزمایش‌های بالینی نشان داد که میزان جیوه خون وی، ۴۰۰ میکروگرم بر لیتر

در روزهای دهم و یازدهم اکتبر ۲۰۱۳، کنفرانسی به نام میناماتا^۱ با حضور نمایندگان از ۱۳۹ کشور جهان از جمله جمهوری اسلامی ایران با هدف منع استفاده از جیوه در ژاپن برگزار شد و متن کنوانسیون ممنوعیت استفاده از جیوه به اتفاق آرا به تصویب رسید. براساس این کنوانسیون، استفاده از جیوه و ترکیبات و محصولات آن در باتری‌ها، سوییچ‌ها، رله‌ها، لامپ‌های مهتابی، صابون‌ها و مواد آرایشی، برخی اقلام دندان پزشکی و پزشکی شامل دماسنج و فشارسنج باید متوقف شود. همچنین کشورهای عضو موظف‌اند تا استفاده از جیوه و ترکیبات آن را در صنایع مختلف کاهش دهند و تا سال ۲۰۲۰ میلادی به‌طور کامل حذف کنند.

این امر بهانه‌ای شد تا در مقاله حاضر به معرفی جیوه و عوارض آن بر سلامتی انسان‌ها پرداخته و برخی از آزمایش‌های طرح شده در کتاب درسی فیزیک (۲) و آزمایشگاه، که در آن‌ها به‌طور مستقیم از جیوه استفاده شده است بپردازیم. پیشنهاد می‌شود با توجه به خطرات ناشی از جیوه، این آزمایش‌ها از کتاب درسی حذف و یا با آزمایش‌های ایمن‌تری جایگزین گردند.

کلیدواژه‌ها: جیوه، آزمایش‌های کتاب درسی فیزیک ۲، آزمایشگاه

مقدمه

در اوایل سال ۱۹۵۰، مأموران ساحل میناماتا در جزیره کیوشوی ژاپن متوجه رفتارهای عجیب و غریبی در حیوانات آن منطقه شدند. گربه‌ها حرکات عصبی از خود نشان می‌دادند و به‌طور ناگهانی جیغ می‌کشیدند و پرندگان حین

است که ۸۰ برابر آستانهٔ مسمومیت با جیوه محسوب می‌شود. دو هفته بعد او به حالت کما رفت و در ۸ ژوئن ۱۹۹۷ در ۴۸ سالگی درگذشت.

در ده سال گذشته فعالیت‌های زیادی از طرف گروه‌ها و تشکلهای فرهنگی، اجتماعی و صنعتی صورت گرفته تا محدودیت‌های استفاده از جیوه در صنعت و فعالیت‌های علمی افزایش یابد. این فعالیت‌های بشر دوستانه سرانجام در کنفرانس میناماتا که در روزهای دهم و یازدهم اکتبر ۲۰۱۳ با حضور نمایندگانی از ۱۳۹ کشور جهان از جمله جمهوری اسلامی ایران در ژاپن برگزار شد به ثمر نشست و متن کنوانسیون ممنوعیت استفاده از جیوه به اتفاق آرا به تصویب رسید.

جیوه، فلزی دل‌ربا اما قاتل

جیوه که آن را در فارسی سیماب هم می‌نامند، عنصری شیمیایی است که در جدول تناوبی دارای نماد Hg و عدد اتمی ۸۰ است. فلز جیوه یک مایع درخشان، نقره‌ای رنگ، متمایل به سفید و بی‌بو است و در صورت گرم شدن به شکل بخار بی‌بو و بی‌رنگ در می‌آید. این عنصر تنها فلز مایع در دمای اتاق است و در دماسنج‌ها، فشارسنج‌ها و سایر وسایل علمی کاربرد دارد.

تا چند دهه گذشته فلز جیوه را به عنوان یک ماده کاملاً بی‌خطر می‌شناختند، اما در چند سال گذشته گزارش‌های تکان‌دهنده‌ای مبنی بر سمی بودن آن و جذب راحت از طریق بافت‌های پوستی، تنفسی و گوارشی ارائه شده است. ورود بیش از حد مجاز جیوه به بدن باعث مسمومیت شدید، از کار افتادن دستگاه‌های آنزیمی، صدمه دیدن کلیه‌ها، دستگاه عصبی، شش‌ها و در نهایت مرگ می‌گردد. همچنین تماس‌های طولانی مدت با مقدار کمی جیوه باعث خستگی مفرط، کاهش وزن، لرزش اندام‌ها، تغییر رفتارهای شخصی و بیماری آلزایمر می‌شود.

بخار جیوه از مایع آن اثر سمی بیشتری دارد. به علت پایین بودن فشار بخار جیوه (۰/۰۰۱۸۵ میلی‌متر در ۲۵ °C)، این فلز به راحتی در دمای اتاق تبخیر و در هوا پخش می‌شود و به غلظت اشباع شدهٔ ۲۰ میلی گرم در متر مکعب یا ۲/۴ ppm می‌رسد. اگر این اتفاق در یک محیط سر بسته نظیر آزمایشگاه، کارخانه یا منزل مسکونی رخ دهد، می‌تواند فاجعه آفرین باشد.

جیوه تنها فلزی است که می‌تواند بسیاری از فلزات از جمله طلا را در خود حل کند. این فلز در کارخانه‌ها و مراکز صنعتی (استخراج و تصفیه طلا)، لوازم خانگی، پزشکی و الکترونیک (لامپ، دماسنج، ترموستات، ملغمه‌های دندان پزشکی) مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ بنابراین می‌تواند

در مکان‌های مختلفی که بیشتر شامل مدارس و دانشگاه‌ها (۲۰٪)، منازل مسکونی (۱۷٪)، مراکز درمانی (۱۷٪)، مراکز تفریحی (۱۳٪) و مراکز تولیدی (۱۰٪) است منتشر شود و انسان را تحت تأثیر قرار دهد.

هوایی که در دمای اتاق با بخار جیوه اشباع شده باشد، بسیار سمی و خورنده است (خطر در دماهای بالاتر افزایش می‌یابد)؛ بنابراین با این عنصر باید در نهایت دقت رفتار شود. لازم است ظروف جیوه به‌صورت مطمئن پوشانده شوند تا از سر رفتن یا تبخیر آن جلوگیری شود. گرم کردن جیوه یا ترکیبات آن همیشه باید در آزمایشگاه مجهز به هواکش‌های مناسب و قوی انجام شود.

هر جایی که جیوه به کار می‌رود، احتمال ریختن جیوه نیز وجود دارد. این عنصر پس از ریختن به ذرات ریزتری تجزیه و در تمام سطح آزمایشگاه یا منزل مسکونی پخش می‌شود. ذرات درشت نیز به سرعت به هزاران ذره کوچک‌تر تبدیل می‌شوند و همه جا را آلوده می‌کنند.

به همین علت، امروزه در دماسنج‌هایی که فقط به‌منظور اندازه‌گیری دمای آب و هوا ساخته می‌شود، از الکل رنگین استفاده می‌شود. البته هنوز هم در بسیاری از دماسنج‌های پزشکی به علت دقت بالای جیوه از این عنصر استفاده می‌گردد، اما هنگام استفاده از این دماسنج‌ها باید توجه زیادی کرد، زیرا شکسته شدن آن‌ها به پخش جیوه در محیط می‌انجامد.

استفاده از جیوه در آزمایش‌های فیزیک

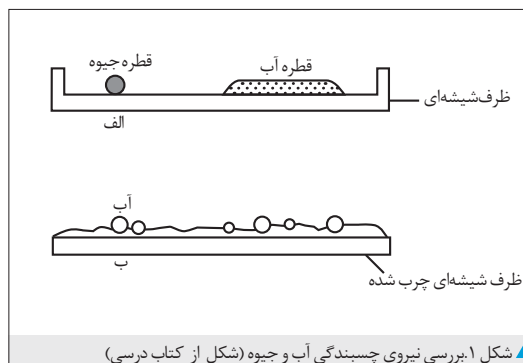
آزمایش‌های مختلفی در کتاب‌های درسی فیزیک دوره متوسطه وجود دارند که در آن‌ها به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم از جیوه استفاده شده است. برای مثال در آزمایش‌های مربوط به «ماده و گرما» در کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه (فصل دوم)، در انجام بیشتر آزمایش‌ها باید از دماسنج جیوه‌ای برای اندازه‌گیری دما استفاده کرد. همچنین در فعالیت‌ها و آزمایش‌های مربوط به بخش «ویژگی‌های ماده» در فیزیک (۲) و آزمایشگاه (فصل پنجم) برای بررسی نیروهای هم‌چسبی، کشش سطحی و خاصیت موینگی مواد، به‌طور مستقیم از جیوه استفاده شده است که در ادامه جزئیات آن‌ها بیان می‌شود.

۱. فعالیت ۵-۱۲: بررسی نیروی دگرچسبی: در این فعالیت نیروی چسبندگی جیوه از آب بیشتر است و به صورت قطره روی شیشه باقی می‌ماند. در فعالیت دوم سطح شیشه را چرب می‌کنند. این اقدام سبب کمتر شدن نیروی دگرچسبی از نیروی چسبندگی آب می‌شود و در نتیجه قطره‌های آب همانند جیوه در سطح شیشه به‌صورت کروی در می‌آیند. در این آزمایش به‌طور مستقیم از جیوه فلزی در یک ظرف در باز استفاده شده است. این امر باعث تبخیر سریع جیوه، پخش

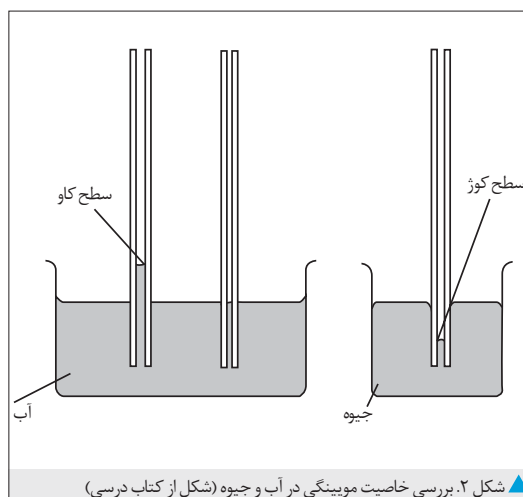
بخار جیوه از مایع آن اثر سمی بیشتری دارد. به علت پایین بودن فشار بخار جیوه (۰/۰۰۱۸۵)

میلی‌متر در ۲۵ °C، این فلز به راحتی در دمای اتاق تبخیر و در هوا پخش می‌شود و به غلظت اشباع شدهٔ ۲۰ میلی گرم در متر مکعب یا ۲/۴ ppm می‌رسد

در محیط و ورود به دستگاه تنفسی افراد حاضر در محیط می‌شود (شکل ۱).



۲. آزمایش ۳-۵: بررسی خاصیت مویینگی: در این آزمایش با بهره‌گیری از چند لوله مویین با قطرهای متفاوت وارد کردن آن‌ها در ظرف‌های آب و جیوه، علاوه بر بررسی خاصیت مویینگی و میزان بالا رفتن آب و جیوه در لوله‌های مویین، تأثیر نیروی چسبندگی بر سطح آن‌ها و پیدایش سطوح کاو و کوژ مورد بررسی قرار می‌گیرد (شکل ۲).



همان‌طور که در شکل مشاهده ۲ می‌شود، در انجام این آزمایش هم از یک ظرف در باز، حاوی مقدار زیادی جیوه استفاده شده است. این آزمایش هم در زمره آزمایش‌های بسیار خطرناک قرار دارد و در مدت زمان کوتاهی می‌تواند فضای اتاق را از بخار جیوه اشباع کند.

۳. آزمایش ۵-۵: ساخت فشارسنج: در این آزمایش با بهره‌گیری از یک لوله آزمایش بلند و یک ظرف حاوی جیوه، دستگاه فشارسنج ساخته می‌شود (شکل ۳). به نظر می‌رسد در حین اجرای این آزمایش، علاوه بر بخار شدن جیوه از ظرف بدون سرپوش، خطر تماس دست با جیوه نیز وجود دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

جیوه فلزی بسیار فعال است و می‌تواند با بسیاری از عناصر دیگر از جمله عناصر زیستی به سرعت واکنش کند و تغییراتی را در DNA افراد و همچنین دستگاه مغز و اعصاب به وجود آورد. این فلز به علت پایین بودن فشار بخار، خیلی سریع در هوای آزاد و در ظرف‌های بدون سرپوش تبخیر می‌شود و بخار آن فضا را اشباع می‌کند. فعالیت، نفوذپذیری و میزان سمی بودن بخار جیوه بیشتر از حالت مایع آن است. بنابراین باید مراقب بود تا حد امکان از کاربرد جیوه در آزمایشگاه خودداری شود.

چون انجمن‌های علمی بین‌المللی استفاده از جیوه در آزمایشگاه‌ها و مصارف دیگر را ممنوع اعلام کرده‌اند و همچنین دبیران فیزیک برای حفظ سلامتی خود و دانش‌آموزان آزمایش‌های مربوط به جیوه را انجام نمی‌دهند، بنابراین لازم است تا چنین آزمایش‌هایی از کتاب‌های درسی حذف شوند و با آزمایش‌های ایمن‌تری جایگزین گردند. البته به علت مهم بودن آزمایش‌های مذکور، می‌توان آن‌ها را با رویکرد توصیفی و به صورت آزمایش انجام گرفته در کتاب درسی توضیح داد (همانند رویکرد توصیف آزمایش‌ها در کتاب فیزیک پیش‌دانشگاهی). استفاده از فیلم‌های آموزشی و شبیه‌سازی آزمایش‌های انجام گرفته راه حل دیگری است که می‌توان از آن استفاده کرد.

برای افزایش بیشتر ایمنی آزمایشگاه‌ها پیشنهاد می‌شود که استفاده از دماسنج‌های جیوه‌ای متوقف گردد و به جای آن‌ها از دماسنج‌های الکلی استفاده شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Minamata Convention on Mercury
2. Karen Wetterhahn (1948-1997)
3. New Hampshire

منابع

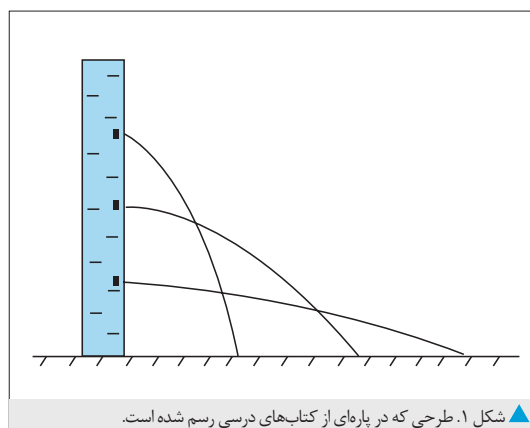
- DeFerranti, R., Kohler, P., Malan, A.S. (2013). Minamata Diplomatic Conference Highlights. International Institute for Sustainable Development. Retrieved 11 October 2013.
- Naomi Lubick and David Malakoff (2013). Mercury Pollution With Pact's Completion, The Real Work Begins. Science 341: 1443.



مقدمه

اینکه بیشترین بُرد فواره مربوط به پایین‌ترین سوراخ است و نیز اینکه انرژی درونی همواره با افزایش دما، افزایش می‌یابد، دو خطای متداول در کتاب‌های درسی فیزیک است و ما در این مقاله به آن می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: فشار آب، برد فواره، انرژی درونی، افزایش دما



جالب توجه است که در هیچ‌کدام از این کتاب‌ها، عکس‌ای واقعی از این آزمایش چاپ نشده است و طرح درس‌ها همه مبتنی بر نقاشی یا ترسیم ساده‌ای است که ظاهراً ریشه آن به سده‌ها قبل بازمی‌گردد. اما یک جست‌وجوی ساده در گوگل نشان می‌دهد که در واقع چنین اتفاقی نمی‌افتد؛ البته این

۱. در طرح درس پاره‌ای از کتاب‌های فیزیک مقدماتی، در ابتدای مبحث فشار آب، برای درکی شهودی از این موضوع که با افزایش عمق، فشار آب هم زیاد می‌شود آزمایش ساده‌ای را در نظر می‌گیرند که در آن از یک بطری (معمولاً) با سه سوراخ استفاده شده است که فواره‌های آب از آن‌ها بیرون می‌زنند. با رسم شکلی مشابه شکل ۱، ادعا می‌شود که بیشترین برد فواره‌ها مربوط به پایین‌ترین سوراخ است که این حاکی از آن است که سرعت خروج آب و در نتیجه فشار آب در این حفره از همه بیشتر است.

که کمیت دیگری نیز در برد فواره تأثیر دارد و آن زمان پرواز است. از مکانیک کلاسیک می‌دانیم که:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2)$$

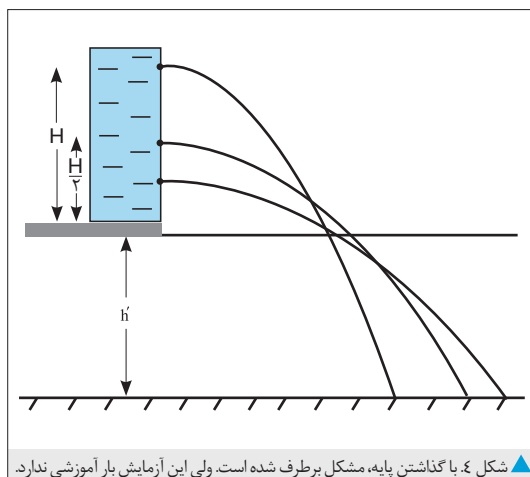
پس برای محاسبه برد فواره باید از رابطه $x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{ox} t$ استفاده کنیم. چون شتابی در راستای X نداریم، با فرض خروج افقی آب، خواهیم داشت:

$$R = vt = \sqrt{2g(H-h)} \left(\frac{2h}{g} \right) = 2\sqrt{h(H-h)}$$

از این رابطه، به سادگی نتیجه می‌گیریم که بیشترین برد پرتابه مربوط به سوراخ میانی $h = H/2$ است، که این در شکل ۲ نیز دیده می‌شود [۱].

البته این مسئله، وقتی که بطری را روی پایه‌ای (مثلاً به ارتفاع h') قرار دهیم برطرف خواهد شد (شکل ۴) و در آن صورت به رابطه زیر برای برد فواره خواهیم رسید [۲]:

$$R = 2\sqrt{(h+h')(H-h)}$$



شکل ۴: با گذاشتن پایه، مشکل برطرف شده است. ولی این آزمایش بار آموزشی ندارد.

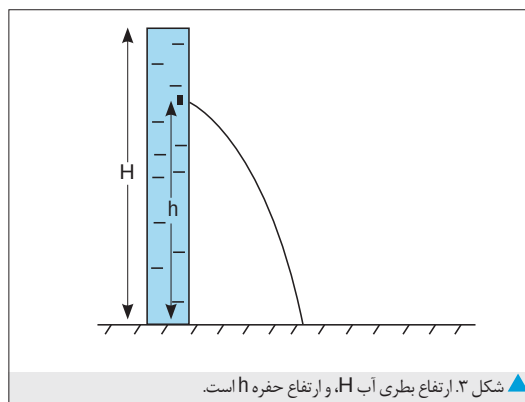
ولی شخصاً معتقدم چنین آزمایشی نباید صورت بگیرد، چرا که جنبه آموزشی ندارد و دوباره این امر بر دانش‌آموزان مشتبه می‌شود که بیشترین برد مربوط به پایین‌ترین سوراخ

آزمایش را می‌توان با یک بطری نوشابه خانواده نیز به سادگی انجام دارد و حقیقت مطلب را به چشم نیز دید. (شکل ۲)



شکل ۲: شکل واقعی از آزمایش.

همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، بیشترین برد فواره مربوط به سوراخ پایین نیست. پس، رمز کار در کجاست؟ به این منظور، ظرفی با یک سوراخ را در نظر بگیرید (شکل ۳). می‌خواهیم رابطه‌ای کلی برای برد فواره به دست آوریم.



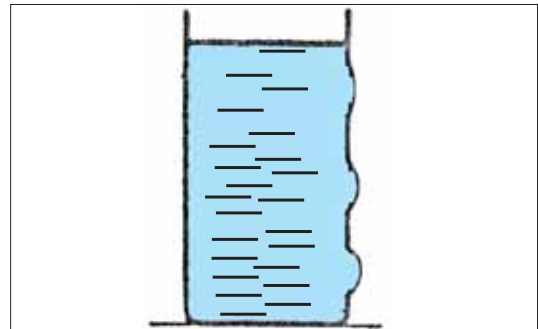
شکل ۳: ارتفاع بطری آب H، و ارتفاع حفره h است.

با استفاده از اصل برنولی (که در واقع چیزی جز پایداری انرژی نیست) به سادگی سرعت خروج فواره از حفره برابر مقدار زیر به دست می‌آید:

$$v = \sqrt{2g(H-h)} \quad (1)$$

در واقع، اگر تنها عامل مؤثر در برد پرتابه همین سرعت خروج فواره بود، استدلال کسانی که مدعی تعلق بیشترین برد به پایین‌ترین سوراخ هستند درست می‌بود، اما نکته این است

است. کتاب‌های درسی روسی برای اجتناب از این مشکل و برای آنکه زمان پرواز را از محاسبات کنار بگذارند پیشنهاد داده‌اند که روی حفره‌ها پرده‌های نازک کشسانی قرار داده شود [۳]. پیداست، پرده‌هایی که سوراخ‌های پایین‌تر را گرفته‌اند بیشتر باد خواهند کرد و بدین ترتیب مشکل برطرف خواهد شد (شکل ۵).



▲ شکل ۵. پرده کشسان در ارتفاع‌های کمتر، بیشتر باد می‌کند (شکل با اندکی اغراق رسم شده است). این آزمایش، بار آموزشی دارد.

۲. در کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه [۴] دو عبارت، که ظاهراً همدیگر را نقض می‌کنند، همواره مورد پرسش دانش‌آموزان و دبیران فیزیک بوده است. در صفحه ۹ این کتاب آمده است که وقتی مخلوط آب و یخ را گرم می‌کنیم، با اینکه انرژی درونی مخلوط افزایش می‌یابد، ولی دما سنج تغییر دمایی را نشان نمی‌دهد؛ در حالی که در صفحه ۳۳ آمده است که با گرم شدن، انرژی درونی افزایش می‌یابد. این دو عبارت، هر دو در جای خود صحیح‌اند، ولی ظاهراً با هم جمع نمی‌شوند. به اعتقاد نگارنده، تا هنگامی که منحنی‌های انرژی پتانسیل تدریس نشود، پاسخ‌گویی به پرسش‌هایی از این دست ناممکن است. تدریس منحنی‌های انرژی پتانسیل، نه تنها در این مورد بلکه در توضیح بسیاری از پدیده‌های مربوط به شاره، ترمودینامیک، الکتریسیته و مغناطیس و حتی هسته‌ای راه‌گشاست. متأسفانه مثال‌هایی از ترمودینامیک باعث این برداشت نادرست شده است که تغییر انرژی درونی لزوماً با تغییر دما همراه است.

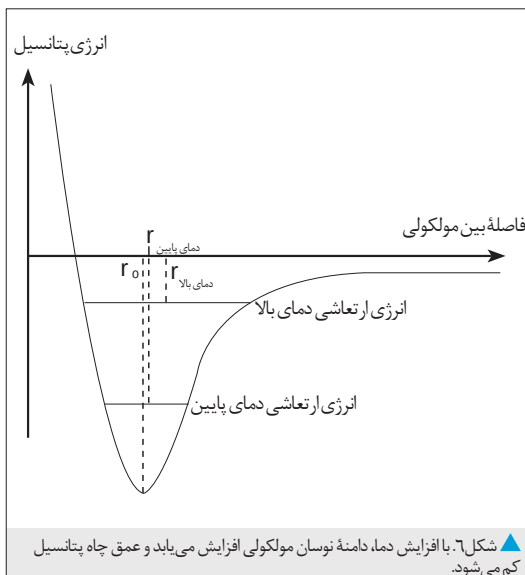
دوباره به مثال خود برگردیم و ببینیم با افزایش دما چه بر سر یخ می‌آید. به این پرسش بدون توجه به منحنی‌های انرژی پتانسیل بین‌مولکولی نمی‌توان پاسخ گفت. من در اینجا نمی‌خواهم به تشریح خود این منحنی‌ها بپردازم [۵].

صرفاً اشاره می‌کنم که این منحنی‌ها (در اینجا) نیروهای بین مولکولی را توضیح می‌دهند. فاصله r_0 مربوط به حالت تعادل $F = 0$ است و با انحراف از r_0 ، نیروهای بین مولکولی می‌کوشند تعادل را بازگردانند. با افزایش r ، بین مولکول‌ها نیروی جاذبه ظاهر می‌شود، در حالی که با کاهش r نیروی دافعه بروز پیدا می‌کند.

اما تأثیر دما بر این منحنی چیست؟ با افزایش دمای یخ، عمق چاه پتانسیل (نمود قدرت پیوند بین مولکولی) کم می‌شود که این ناشی از افزایش بسامد نوسان مولکول‌های یخ است. با افزایش تدریجی دامنه این نوسان‌ها، سرانجام به وضعیتی می‌رسیم که جدا شدن یک مولکول H_2O از سطح یخ ساده می‌شود (شکل ۶).

پس، گرما، نه صرفاً افزایش دمای یخ، بلکه صرفاً کم شدن عمق چاه پتانسیل مولکولی می‌شود. اکنون پس از جدا شدن مولکول‌های H_2O از سطح یخ، تازه می‌توان وارد این بحث جدید شد و پرسید که: انرژی درونی آب صفر درجه بیشتر است یا یخ صفر درجه؟

توجه کنید که در اینجا باز دما یکسان است و با وجود این از دو انرژی درونی صحبت می‌کنیم که یکی بیشتر از دیگری است. در این مورد به کرات استدلال شده است که چون در یخ صفر درجه فقط ارتعاش‌های مولکولی و در آب صفر درجه علاوه بر ارتعاش، انتقال و چرخش نیز داریم، انرژی درونی آب صفر درجه از یخ صفر درجه بیشتر است [۶].



▲ شکل ۶. با افزایش دما، دامنه نوسان مولکولی افزایش می‌یابد و عمق چاه پتانسیل کم می‌شود.

منابع

۱. در این مقاله با نگاهی دیگر به همین مسئله پرداخته شده است: بیشترین X مربوط به کدام سوراخ است؟ مجله رشد آموزش فیزیک، شماره ۷۵، صفحه ۱۶.
2. <http://education.epsdivisions.org/muse/G.Planisic,C.Uke and L.Viennot, February 2011>
۳. مثلاً نگاه کنید به: دوره درسی فیزیک، گ. س. لندسبرگ، انتشارات فاطمی ۱۳۸۰، صفحه ۲۷۲.
۴. فیزیک (۱) و آزمایشگاه، ۱۳۹۲، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی، صفحه‌های ۹ و ۳۳.
۵. برای یک مرور عالی بر این منحنی‌ها، مقاله زیر را ببینید: مولکول‌ها، اتم‌ها، و ساختار داخلی اتم‌ها، مجله رشد آموزش فیزیک، شماره ۷۲، صفحه ۹.
۶. گرمای نهان ذوب و گرمای ویژه آب، لیانکری و فتنگی. رشد آموزش فیزیک، شماره ۱۰۲، صفحه ۲۶.

آسمان پرستاره و وجدان انسانی

پای صحبت با دکتر شانت باغرام

سید حجت الحق حسینی

اشاره

واترلو و مؤسسه فیزیک نظری پریمیتور در کانادا گذراند. او اکنون پژوهشگر کیهان‌شناسی در پژوهشکده نجوم پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (آی.پی.ام) است. وی در حوزه‌های انرژی تاریک، ماده تاریک و شناخت ساختار کیهان پژوهش می‌کند. همچنین درس‌های مکانیک تحلیلی، فیزیک، کیهان‌شناسی، مقدمه‌ای بر نسبیت عام و مقولات ویژه در کیهان‌شناسی را تدریس می‌کند.

او ۶ مقاله علمی، پژوهشی مشترک در مجلات معتبر بین‌المللی منتشر کرده است و ۹ مقاله مشترک دیگر نیز در مرحله پژوهش نهایی و انتشار دارد.

● رساله دکترای شما با جمله‌ای شروع می‌شود که بیانگر دو چیز است. اول آنکه از زبان حکیم فردوسی در ستایش خرد نوشته‌اید: «خرد رهگشای و خرد رهنمای» دوم اینکه نوشته‌اید: «دانستن حکمت و اندرز و شناختن اندیشه‌مند» برگرفته از نخستین جملات کتابی چاپ شده به زبان ارمنی در قرن پنجم. این‌ها نشان می‌دهند که شما ذهنیت فلسفی خوبی در نگاه فیزیکی خودتان به جهان هستی دارید. نگرش شما از دیدگاه فلسفه علم به فیزیک چگونه است؟

● من فکر می‌کنم که از دیدگاه فلسفه علم، اگر کسی در فیزیک پژوهش می‌کند باید دو چیز را مبنای کارش قرار دهد. یکی خردورزی و اندیشیدن در مورد طبیعت و حتی

«شانت باغرام» در ۱۱ آذر ۱۳۶۱ در تهران متولد شد. در سال ۱۳۸۰ در رشته ریاضی - فیزیک از دبیرستان شهید مهندس مجید حداد عادل دیپلم گرفت. سپس به دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف راه یافت و تا ۱۳۸۴ دوره کارشناسی را در آنجا گذراند. در ۱۳۸۶ با نگارش پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان گرانش تعمیم یافته به مثابه منبعی برای ماده تاریک به راهنمایی دکتر سهراب راهوار و دکتر محمدمهدی شیخ‌جباری از همین دانشکده دانش آموخته شد. با پذیرش در دوره دکتری فیزیک و تخصص کیهان‌شناسی، ماه‌هایی را به پژوهش و رصد در مؤسسه فیزیک نظری پریمیتور، واقع در شهر واترلو کانادا، به سرپرستی دکتر نیایش افشردی از بخش فیزیک و نجوم دانشگاه واترلو گذراند و چندی نیز در برنامه کیهان‌شناسی رصدی در گروه تلسکوپ‌های آیزاک نیوتون واقع در شهر لاپالمای اسپانیا به سرپرستی استاد دکتر چاریس بن حضور یافت. سرانجام در ۱۳۸۹ با نگارش پایان‌نامه دکتری با عنوان آزمون‌های رصدی انرژی تاریک و نظریه گرانش تعمیم یافته به راهنمایی استاد دکتر سهراب راهوار از دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف دانش آموخته شد. بدین ترتیب، او تحصیلات دانشگاهی خود را به‌طور پیوسته در دانشگاه صنعتی شریف سپری کرد.

دکتر باغرام دوره پسا دکتری کیهان‌شناسی (شهریور ۱۳۸۹ تا شهریور ۱۳۹۰) را نیز در بخش فیزیک و نجوم دانشگاه

در مورد انسان و به تعبیری فلسفهٔ آپولونی؛ که گمان می‌کنم فیزیک‌دانان این حوزه را انتخاب کرده‌اند. دوم رویکرد، به تعبیر من، اندیشیدن فیزیکی که برای فیزیک‌دانان و به‌ویژه کیهان‌شناسان خیلی مهم است یعنی اینکه بدانند کار علمی آن‌ها در چه چارچوبی است. به عبارت دیگر رویکرد اندیشیدن فیزیکی یعنی انتخاب یک سری پیش‌فرض‌های فلسفهٔ علمی و باید خیلی مواظب باشند که حرف‌هایشان در همان حوزه باشد و نمی‌توانند نتیجه‌گیری‌هایی فراتر از آن چارچوب فیزیک داشته باشند. یک اندیشه‌ور فلسفه و دانشگر فیزیک، دست‌کم باید ببیند موضوع فیزیک در پژوهش او کجا بوده و چه وضعیتی داشته است؛ فراتر از آن حرف نزند و اگر هم حرفی زد بگوید که این نتیجه‌گیری که کرده از علم و تجربه به‌دست نیاورده است.

● ارتباط فیزیک و فلسفه از کجا شکل گرفته و به کجا ختم می‌شود؟

● این رابطه، ارتباط بسیار تنگاتنگی است تا آنجا که حتی نیوتون، رساله خود را «اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی» نامیده و اسمی از فیزیک نبرده است؛ حتی قبل‌تر از او ارسطو وقتی می‌خواهد در مورد طبیعت حرف بزند واژه «فوسیکا» را برمی‌گزیند که به یونانی همان طبیعت می‌شود و هر چیزی که نیوتون فراتر از آن رفته است متافیزیک خواهد بود. یک اتفاق از زمان رنسانس به بعد، یعنی دوران کوپرنیک، کیپلر و یک اتفاق دیگر هم در ابتدای قرن بیستم افتاده است. این دو اتفاق نه اینکه جدا از هم باشند، اما هر یک فیزیک را طور خاصی تعریف می‌کنند. در تعریف اول، فیزیک یک علم تجربی است. یعنی وقتی شما حرف می‌زنید باید بروید در طبیعت و آن را تجربه و آزمایش کنید.

● وقتی شما از علم تجربی صحبت می‌کنید موضوع اندازه‌گیری و سنجش‌پذیری یک موضوع یا یک پدیده یا یک مفهوم مطرح است. اما مبانی فلسفهٔ اندازه‌گیری نزد فیزیک‌دانان کوانتومی و فیزیک‌دانان کلاسیک با هم متفاوت است.

● الان می‌گویم که چه اتفاقی افتاده است. یک چرخشی به‌وجود آمده است. شاید در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم فیزیک‌دانان کم‌کم فهمیدند کاری را که آن‌ها انجام می‌دهند نوعی مدل‌سازی است. یعنی یک سری مفاهیم دارند که از آن‌ها مدل‌هایی را استخراج می‌کنند. این مدل‌ها توان مشاهده‌پذیری دارند یعنی پیش‌بینی می‌کنند، بعد آن‌ها را با طبیعت تطبیق می‌دهند و می‌گویند مدل‌هایی که تعریف کرده‌اند چقدر درست است. یعنی خودشان هیچ ادعایی ندارند، بلکه این واقعیت است که حرف می‌زند و این خیلی مهم است. این اندیشه در مورد کارهای ما، بعداً در کارهای پوانکاره و اینشتین وجود دارد. اما

مکانیک کوانتومی، مثلاً این الگوی مکتب کینه‌هاگی را در نظر بگیرید، آن‌ها می‌گویند ما مدلی داریم که در آن مشاهده‌پذیری را تعریف کرده‌ایم و وقتی می‌روید در آزمایشگاه، با دقت خیلی خوبی جواب می‌گیرید؛ اما اینکه در واقعیت چه اتفاقی ممکن است بیفتد، شاید زیاد برای ما مهم نباشد. یعنی یک جور ارتباط خیلی تنگاتنگی دارد با بحث‌های حلقهٔ وین و پوزیتیویست‌های منطقی که دارند انجام می‌دهند. فکر می‌کنم که این اتفاق دومی است که بعد از رنسانس افتاده است. یعنی اولاً مفهوم علم تجربی، یعنی زبان ریاضی و آزمایش؛ و دوم اینکه داریم از مفاهیم استفاده می‌کنیم و این مفاهیم ممکن است واقعی نباشند. ولی دارند کار می‌کنند

● می‌خواهم از دو مخاطره یاد کنم. یک مخاطره بحث پدیدارشناسی ماده است. شما موضوع پدیدارشناسی را مطرح کردید و این پدیدارشناسی هگلی می‌تواند نمودی در فیزیک داشته باشد که تصویری را ایجاد کند و مخاطرهٔ دوم پرداختن به مدل‌هاست. پروفیسور مایکل عطیه استاد ریاضیات و ریاست گروه ریاضی انجمن علمی سلطنتی انگلستان می‌گوید: «این هشدار را به فیزیک‌دان‌ها می‌دهم که آن‌ها به مشاهداتشان بیشتر توجه داشته باشند تا اینکه بخواهند ریاضیات را وارد مفاهیم فیزیکی کنند». قبول دارید که فیزیک امروز به‌شدت متأثر از ریاضیات است و این ریاضیات سلطهٔ جدی تری بر مفاهیم فیزیکی دارد؟

● واقعا سؤال سختی است. فکر نمی‌کنم وابستگی به این شدت باشد. چون در فیزیک به‌عنوان علم تجربی، مشاهده و آزمایش نقش مهمی دارد. البته ایده‌هایی که در نظریه‌هایی مثل نظریهٔ ریسمان وجود دارند که در حوزهٔ گرانش کوانتومی انجام می‌شوند، با اینکه این فیزیک‌دانان آدم‌های خیلی باهوشی هستند اما در اقلیت فیزیک‌دانان دنیا قرار دارند، چه از نظر پولی که برایشان هزینه می‌شود و چه از نظر تعداد آدم‌هایی که کارهای دانشگاهی می‌کنند. دلیلش این است که ما بیشتر به آزمایش و مشاهده و نتیجه‌اهمیت می‌دهیم و فکر می‌کنم که نقش اول را باز همان مشاهده و رصد دارد. نمونهٔ درخشان آن، کیهان‌شناسی است. یعنی کیهان‌شناسی به‌عنوان یک علم جدید از زمانی که با رصد، آزمایش و با داده‌ها سروکار داشته تحولی عظیم پیدا کرده است. در این علم ارتباط بین نمودهایی که با رصد کردن از طبیعت می‌گیریم و مدل‌هایی نظری که ارائه می‌دهیم، واقعا مهم است و بر این اساس می‌توانیم توصیف بهتری داشته باشیم. فکر می‌کنم آزمایش خط مقدم علم تجربی و علم فیزیک است.

● مبانی فلسفی این علم چیست؟

● تجربه، مدل، توصیف طبیعت و نتیجه‌گیری. یعنی ما داریم

در فیزیک
به‌عنوان علم
تجربی، مشاهده
و آزمایش نقش
مهمی دارد.
البته ایده‌هایی
که در نظریه‌هایی
مثل نظریهٔ
ریسمان وجود
دارند که در
حوزهٔ گرانش
کوانتومی انجام
می‌شوند

کتاب‌های عامه
مفیدند چون
افرادی مثل
کاکو، برایان گرین
و هاوکینگ با
این گونه کتاب‌هایی
که می‌نویسند
و حرف‌هایی که
می‌زنند، می‌توانند
جوان‌ها را دعوت
کنند که به دنبال
علم بروند

کاری شبیه کار پوپر یعنی ابطال‌پذیری انجام می‌دهیم. مدل می‌سازیم و سعی می‌کنیم آن را نقد کنیم. بگوییم توصیف خوبی نیست مدل‌تان را بهتر نکنید. وقتی این دید را داشته باشید ناراحت نیستید؛ چرا؟ چون شما مکانیک کوانتومی را دارید. این امکان مشاهدات را توجیه می‌کند و با عددها سازگاری دارد. ولی شاید به عنوان فردی که آدم فلسفی هستید و تعلقات فلسفی دارید از حوزه فیزیک بیرون می‌آیید و این‌ها شما را نگران می‌کنند. بگویید اینجا عینیت چه شد؟ چه اتفاقی افتاد؟ آیا دنیا قاطعیت‌پذیری دارد یا خیر؟ ولی در حوزه فیزیک این مخاطره وجود ندارد. نگرانی‌ها از نوع دیگری است، به طور مثال یکی از پیچیدگی‌های پارادوکس EPR «اینشتین - پودولسکی - روزن» در مورد اینکه اگر اسپین یک الکترون را اندازه‌گیری می‌کنید، به صورت غیرموضعی الکترون دیگر می‌فهمد و اسپینش را عوض می‌کند. حال می‌شود دو جور به این نگاه کرد. یکی دیدگاه فلسفی است که باید بگوییم این خارج از حوزه فیزیکی است. در حوزه فیزیک آدم‌ها می‌نشینند آزمایش می‌کنند تا مدل‌هایشان را بهتر کنند.

● پس منطق اکتشاف علمی شما همان مدل کارل ریموند پوپر و ابطال‌پذیری است؟

● قسمت اعظمش بله. فکر کنم فیزیک‌دانان دیگر هم دارند این کار را انجام می‌دهند.

● اما در ساختار انقلاب‌های علمی که توماس کوهن مطرح می‌کند، موضوع این گونه نیست!

● بله. آنجا حرف از الگوهایی می‌شود که دارند عوض می‌شوند. واقعیت این است که ما یک سری داده‌های تجربی داریم و یک سری مدل‌های نظری. مدل‌های نظری را ما می‌سازیم تا ببینیم که آیا داده‌های تجربی می‌توانند توضیح‌دهنده خوبی باشند یا خیر؟ اینجا است که ناهنجاری‌هایی پیدا می‌شوند و حرف از این است که کدام مدل بهتر می‌تواند این ناهنجاری را توصیف کند. این اتفاقی است که در زندگی روزمره ما می‌افتد.

● فیزیک نظری به چه موضوع‌هایی می‌پردازد؟

● فیزیک به عنوان یک علم تجربی، اصول موضوعی دارد. شما یک سری مفاهیم درست می‌کنید، به اضافه یک سری مدل‌ها و شروع می‌کنید به نموده‌های طبیعت را توصیف کردن و می‌بینید که کدام یک از این‌ها بیشتر با طبیعت هم‌خوانی دارند و در کجا باید مدل‌هایتان را عوض کنید. به عنوان مثال قانون دوم نیوتون و شکل‌گرایی لاگرانژ در مکانیک نیوتونی. این دو دیدگاه، توصیف یکسانی از طبیعت دارند ولی دو مفهوم متفاوت‌اند. در یکی مفهوم جرم و نیرو وارد می‌شود و در دیگری مفهوم انرژی. در شکل‌گرایی لاگرانژ، شما هیچ مفهومی از نیرو ندارید. این نشان می‌دهد که شما یک مفهومی را روی مدلی

سوار کرده‌اید و هر دو طبیعت را به خوبی نشان می‌دهند. مبانی فیزیک نظری این است که ما مفاهیم و مدل‌ها را داریم و با این مدل‌ها سعی می‌کنیم مشاهده‌پذیری و آزمایش را تجربه کنیم. این‌ها مبانی فیزیک است که اتفاق نظر همگانی را جلب کرده است. فیزیک‌دان نظری نیز با این مدل‌ها کار می‌کند و نتایجش را به فیزیک‌دان تجربی عرضه می‌کند تا اینکه ببیند مفاهیم و مدل‌ها چقدر خوب کار می‌کنند. به نظر من این حوزه فیزیک است و هر ادعایی که بیش از این باشد در حوزه فیزیک جای نمی‌گیرد و به این معنا نیست که وجود ندارد، غلط است یا اشتباه.

● میچو کاکو، اختر فیزیک‌دان ژاپنی تبار مقیم آمریکا، نگاه‌های قوی و جدی‌تری از فیزیک آینده را تبیین می‌کند. شما در مجموعه آثارش مانند، ابرفضا، جهان‌های موازی، فیزیک آینده و فیزیک غیرممکن‌ها این ادراک و احساس را دارید.

● ببینید این حرف درست است که در نظریه‌های فیزیکی این مقولات دیده می‌شود، یعنی اگر فردی اندکی نسبت عام بدانند، می‌تواند در مورد سفیدچاله‌ها حرف بزند. اگر یک کم نظریه ریسمان بدانند در مورد خلأهای بیشمار یا اگر اندکی نظریه تورم بدانند در مورد تورم ابدی صحبت کند. ولی آیا این‌ها را می‌شود واقعاً تجربه و آزمایش کرد؟ جای بحث دارد. اجازه بدهید از مقاله‌ای که ریچارد الیس معروف در مجله نیچر در نقد کتابی که برایان گرین نوشته بود، نقل‌قولی کنم. الیس می‌گوید: «این تصویری که آدم‌ها از علم فیزیک نشان می‌دهند، با آن چیزی که الان داریم انجام می‌دهیم، خیلی فرق دارد. یعنی الان اختر فیزیک‌دان‌ها و کیهان‌شناس‌ها به دنبال رصد کردن، آزمایش کردن و نتیجه‌گیری از مدل‌هایشان هستند و این افراد (برایان گرین) جزو نادر افرادی هستند که در این زمینه دارند کار می‌کنند.»

البته از یک نظر، این کتاب‌های عامه مفیدند چون افرادی مثل کاکو، برایان گرین و هاوکینگ با این گونه کتاب‌هایی که می‌نویسند و حرف‌هایی که می‌زنند، می‌توانند جوان‌ها را دعوت کنند که به دنبال علم بروند و نیز می‌توانند سیاستمدارها را تشویق کنند تا برای کارهای علمی بودجه بدهند. اما باید خیلی مواظب بود که علم واقعی با حرف‌هایی که در این کتاب‌ها هست اشتباه نشود.

● می‌خواهم از اینشتین در مورد اینکه بسیاری از کارها در حوزه مدل‌سازی فیزیکی متأثر از ریاضیات شده است، یاد کنم. او می‌گوید: «مدگرایی ریاضیاتی در فیزیک، تنوع بیشتری از لباس‌های زنانه در یک فروشگاه لباس شب دارد.» این جمله را شما در کتاب «تحلیلی بر دیدگاه‌های فلسفی فیزیک‌دانان نظری» اثر دکتر مهدی گلشنی،

استاد ممتاز فیزیک کشور می‌بینید و باز همان موضوعی که در ابتدای صحبت‌م گفتم که مایکل عطیه هم هشدار می‌دهد که شاید فیزیک‌دانان بیشتر به ریاضی‌ورزی اهتمام می‌کنند تا به اینکه حقیقت پدیده را شناسایی و بحث و بررسی کنند.

● از صحبتی که داشتید با یک قسمتش موافقم و با قسمت دیگرش مخالف. موافقم چون آدم باید مواظب باشد چون ریاضی، فیزیک نیست. ریاضی ابزاری است برای توصیف طبیعت. شما می‌توانید و بلکه باید مدل‌هایتان را بر این اساس بسازید و نباید غرق ریاضیات شد. آنچه که احتمالاً اختر فیزیک‌دانان و پردازشگران نظریهٔ ریسمان دچارش شدند. یعنی هیچ نتیجهٔ تجربی را به‌دست نیاوردند. این‌ها از دهه ۷۰ و ۸۰ میلادی دارند کار می‌کنند و البته آدم‌هایی بسیار باهوش و بسیار قوی‌اند.

● کجا حقیقت بر واقعیت منطبق می‌شود و کجا حقیقت و واقعیت از هم دور می‌شوند؟

● فکر می‌کنم که هیچ کدام از این کلمه‌ها در فیزیک وجود ندارد. در حوزهٔ فلسفه می‌شود این‌ها را تعریف کرد. مثل کاری که کانت انجام می‌دهد. او می‌گوید که جملات را می‌شود ترکیبی نگاه کرد، می‌شود تحلیلی نگاه کرد. بگذارید جوابش را کانتی به شما بدهم. در حوزه کانتی کاری که فلسفه انجام می‌دهد در مورد گزاره‌های ترکیبی حرف می‌زند. یعنی شما یک گزاره دارید و می‌توانید بروید در طبیعت و این گزاره را بررسی کنید و ببینید درست است یا نه؟ مدلتان کار می‌کند یا نه؟ گزاره‌های تحلیلی به معنی خودسازگاری هستند، یعنی جمله شما چقدر خودسازگار است و در فیزیک اتفاقی که می‌افتد این است که مدل‌هایتان باید سازگار باشند و تا چه حدی می‌توانند نمود طبیعت را درست توصیف کنند. اینکه آیا واقعیتی وجود دارد یا نه، فکر می‌کنم که این خارج از حوزه فیزیک است.

● ببینید ریاضیات یک علم اعتباری است. یعنی من و شما، انسان، به ازای مفاهیمی که برایش می‌سازیم، وجود دارد، اما فیزیک وجود دارد؟

● نمی‌دانم. این چیزی را که می‌گویید وجود دارد، نمی‌دانم. اما چیزی که اینشتین می‌گوید این است که عجیب‌ترین اتفاقی که افتاده این است که چرا و چگونه ذهن انسان طبیعت را می‌فهمد. یعنی چرا مثلاً مدل‌های ما دارند جواب می‌دهند؟ این سؤال جای تفکر دارد. آدم می‌تواند در موردش فکر کند ولی اینکه آیا حقیقتی در بیرون وجود دارد یا نه، فیزیک نمی‌تواند پاسخ دهد. یعنی در حوزه کار علم تجربی نیست. بگذارید مثالی بزنم. مثلاً تابش ریزموج زمینهٔ کیهانی را ببینید. پرتوهایی به رادیو تلسکوپ می‌رسد و شما یک مدل دارید، بعد

می‌بینید که آیا مدلتان با این تابش‌های کیهانی می‌خواند و می‌تواند توصیف کند یا نه؟ اینکه واقعیت چیست، مهم نیست.

● می‌گویید ریاضیات زبان علم است و کتاب طبیعت را به زبان ریاضی نوشته‌اند و ما باید آن را ترجمه کنیم.

● بله. به نظر می‌رسد که همین‌طور باشد و ریاضیات نقش مهمی دارد، اما تمام علم تجربی نیست.

● امانوئل کانت می‌گوید: «همیشه دو چیز ذهن مرا شگفت‌زده کرده است: یکی آسمان پرستاره و دیگری وجدان انسانی». من و شما هر دو فیزیک پیشه عرصهٔ کیهان‌شناسی هستیم. اما من از فیزیک پیشگان قرن بیستم که البته کارنامهٔ خوبی هم از خود بروز نداده‌اند و فجایع بزرگی در زندگی بشر ایجاد کرده‌اند، بسیار دلخورم.

● بله درست است. من فکر می‌کنم که قرن بیستم، قرن است که هم دردناک است و هم شگفت‌انگیز. شگفت‌انگیز است چون فیزیک‌دان‌ها دیدگاه انسان را نسبت به کیهان بالا بردند و پیشرفت‌های خاصی را نیز ایجاد کردند. از طرف دیگر فجیع‌ترین حوادث بشری هم در این قرن اتفاق افتاده است. از ایدئولوژی‌های خطرناک تا جنگ جهانی اول، دوم، و فاشیسم همه و همه در همین قرن اتفاق افتاده است.

● اتفاقات بسیار بسیار دهشت‌انگیزی که متأسفانه فیزیک‌دانان در آن‌ها به نوعی نقش داشته‌اند.

● من فکر می‌کنم که می‌شود آن را ریشه‌یابی کرد. در واقع

آنچه که احتمالاً
اختر فیزیک‌دانان
وپردازشگران
نظریهٔ ریسمان
دچارش شدند
آن است که هیچ
نتیجهٔ تجربی
به‌دست نیاوردند.
این‌ها از دهه ۷۰
و ۸۰ میلادی
دارند کار می‌کنند
و البته آدم‌هایی
بسیار باهوش و
بسیار قوی‌اند



اکنون علم دارد
به بنگاه‌های
زودبازده تبدیل
می‌شود. یعنی
طرح‌هایی که در
کوتاه‌مدت به ثمر
برسد. پروژه‌هایی
که نتیجه دارند و
نتایجی فناورانه
دارند

ریشه آن برمی‌گردد به قرن شاید هفدهم. به فرانسیس بیکن و نیوتون. این‌ها آدم‌هایی هستند که علم تجربی را دارند باب می‌کنند و این دو فیلسوف دو نگاه متفاوت دارند. نیوتون کنجکاو است که ببیند کیهان چگونه رفتار می‌کند. علم را برای علم می‌خواهد. اما فرانسیس بیکن در کتاب «ارغنون نو» می‌گوید که علم را می‌خواهیم تا طبیعت را به تسخیر دریاوریم. یعنی می‌فهمند طبیعت را و می‌خواهند که آن را تحت سلطه بگیرند و از آن استفاده کنند. علم به نوعی به ابزار تبدیل می‌شود و فکر می‌کنم که در قرن بیستم این تفکر نمود خیلی واضحی دارد، یعنی فیزیک‌دانانی که بمب هسته‌ای را ساختند یک دیدگاه فرانسیس بیکنی به قضیه داشتند. یعنی طبیعت را خیلی خوب شناخته بودند. بهترین فیزیک‌دانان زمان خودشان بودند و از آن ابزار درست کردند.

● اما این فیزیک‌دانان قبل از هر چیز انسان و دارای احساسات و تعلقات انسانی بودند. آیا لازمه انجام این کارهای هول‌انگیز، زیر پا گذاشتن اخلاق انسانی و حقوق اجتماعی بود؟

● این حرف درست است. اما باید مواظب بود که تنها به قاضی نرویم. همه این وقایع تلخ را باید در بافت و محتوای قرن بیستم مرور کنیم. همین اتفاق در آلمان هم افتاد. یعنی فیزیک‌دانانی که در آلمان بودند، این کار را برای تولید بمب هسته‌ای انجام ندادند؛ چون می‌دانستند که اگر این بمب دست هیتلر بیفتد چه فجایعی را به‌بار خواهد آورد. یا حتی مکاتباتی هست که فیزیک‌دانان آلمانی را در دوراهی نشان می‌دهد که آیا باید آن کار را انجام دهند یا نه؟ اما اتفاقاتی که در آمریکا رخ می‌دهد، حاصل یک نگاه کاملاً ابزار انگارانه به علم است، یعنی یک دیدگاه عملگرایی. اینکه از علم استفاده کنند و بیشترین نفع را برای بیشترین انسان‌ها به‌دست بیاورند. شاید اگر امروز هم از یک آمریکایی یا حتی یک تاریخ‌دان خیلی قوی هم نظر بخواهید بگوید که اتفاق هیروشیما یک اتفاق خوبی بود. یعنی درست است که کلی انسان کشته شدند و از بین رفتند، اما باعث شد که جلو تلفات بیشتر گرفته شود. اگر این اتفاق نمی‌افتاد باعث می‌شد که جنگ جهانی دوم ادامه داشته باشد. یعنی این دیدگاه کمی کردن سود، که بیشترین سود به بیشترین آدم‌ها برسد. آن‌ها از این دیدگاه هم می‌توانند خودشان را توجیه کنند.

● در داستان‌ها و شعرهایتان مهم‌ترین دغدغه شما چه بوده است؟

● شاید مهم‌ترین دغدغه‌هایم همانی باشد که در فیزیک نمی‌تواند اتفاق بیفتد. یعنی در فیزیک شما مجبورید که مدل داشته باشید و آزمایش کنید، اما در زندگی و روابط انسانی این

اتفاق نمی‌افتد و قابل الگوسازی علمی نیستید. به‌نظرم مهم‌ترین دغدغه‌هایم، دغدغه‌های عشق و مرگ است. این‌ها مفاهیمی هستند که فیزیک‌دانان در حوزه کاری خود نمی‌توانند حرفی بزنند. اما آدم‌ها به شدت از این دو مفهوم متأثر هستند.

● بیشتر تحت تأثیر کدام فیلسوف بوده‌اید؟

● یکی از فیلسوف‌هایی که خیلی دوست دارم کانت است، شاید به دلیل نوع نگاهش: خرد محض. و این اشکالی که می‌بینید. و آیا این خرد محض می‌تواند به سؤال خدا و سؤال آزادی و اختیار جواب بدهد یا نه؟ یعنی واقعاً کانت نقد خرد محض را انجام می‌دهد. هم به شدت خرد را تحسین می‌کند و هم یک جورهایی حدود خرد را نشان می‌دهد و می‌گوید که به این سؤال نمی‌شود جواب داد.

● در فلسفه علم، اخیراً کلمه‌ای را خود غریب‌ها ساخته‌اند به نام خرد ابزاری. این مسئله جدید فیزیک را تهدید می‌کند و آن رویکرد فناورانه و مهندسی به مفاهیم فیزیکی است. این مخاطره را چگونه می‌بینید؟

● بله این مسئله وجود دارد. همان‌طور که گفتیم این دیدگاه فرانسیس بیکنی است. نگاه ابزارگرایانه، وجود دارد. منظور از پراگماتیستی و ابزارگرایی، اصالت عمل و اصالت نفع است که نفع مهم است. خیلی باید مواظب بود. هم از جنبه‌های مفید و هم جنبه‌های مضر. جنبه‌های مفید، از آن لحاظ که الان داریم در دنیایی زندگی می‌کنیم که سرشار از فناوری است، نفع‌های زیادی دارد. دنیای ارتباطات، دنیای پزشکی مدرن همه این‌ها خوب است. از طرف دیگر همان‌طور که شما اشاره کردید اخلاقیات را مورد تهدید قرار داده است؛ حتی اندیشه و دانش را.

● چون وقتی فناوری به لحاظ زود به ثمر رسیدن و اثرگذاری، به سرعت اثر خود را نشان بدهد، جایگاه دانش و اندیشه را تضعیف می‌کند.

● بسیار عالی. بسیار حرف درستی است. بگذارید نقل‌قولی کنم از برندگان جایزه نوبل امسال. فرانسوی‌هایی بوده‌اند که یک مقاله در نیچر نوشتند و حرف دلشان این بود که چرا ما نوبل گرفته‌ایم؟ حرفشان این بود که در دهه ۸۰-۷۰ ما این آزادی عمل را داشتیم که علم را برای علم به کار بگیریم و دنبال کنجکاوای خود بودیم، مکان و زمان در اختیار ما بود و نتیجه‌اش جایزه نوبلی بود که می‌بینید. ولی اکنون علم دارد به بنگاه‌های زودبازده تبدیل می‌شود. یعنی طرح‌هایی که در کوتاه‌مدت به ثمر برسد. پروژه‌هایی که نتیجه دارند و نتایجی فناورانه دارند. و این تهدیدی است برای کسانی که در خط مقدم شناخت عالم‌اند.



ارتفاع برج یا درخت هفت روش اندازه‌گیری

افسار اسادات شیرین‌زادی

اشاره

در کتاب فیزیک سال دوم متوسطه (چاپ سال ۱۳۹۲، صفحه ۲۲، سؤال ۲) از دانش‌آموزان خواسته شده است تا با روش‌های مختلف ارتفاع یک برج یا یک درخت را اندازه‌گیری کنند، دانش‌آموزان سعی دارند تا دقیق‌ترین و راحت‌ترین راه‌ها را شناسایی کنند.

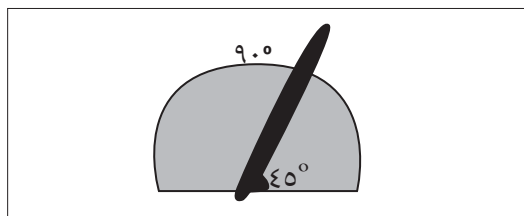
کلیدواژه‌ها: برج، درخت، میله، دوربین عکاسی، آینه، کرومومتر

بدین منظور آن‌ها به ۷ گروه تقسیم شدند و هر گروه روشی را برای کار خود برگزید. (برای اطمینان از روش‌های اندازه‌گیری طول درخت، میله‌ای بلند که اندازه آن برابر ۱۸۰ سانتی‌متر است در نظر گرفته شد)
شرح این روش به صورت زیر است:

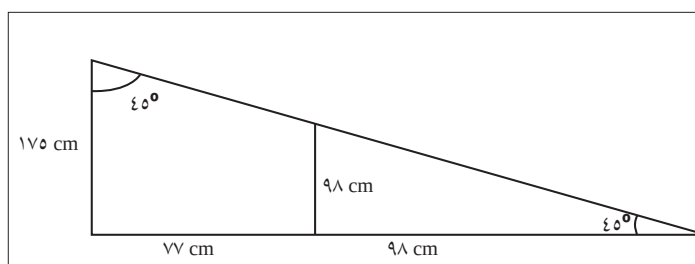
روش شماره ۱:

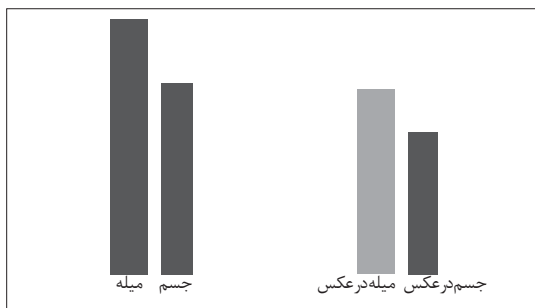
وسایل: نقاله، لوله خودکار، متر
شرح:

لوله خودکار را طوری روی نقاله قرار می‌دهیم که هم از مرکز نقاله بگذرد و هم با سطح زاویه ۴۵ درجه بسازد. سپس از درون لوله خودکار به نوک میله نگاه می‌کنیم، به طوری که نقاله با سطح افق موازی باشد.



سپس با ارتفاع میله و با ارتفاع خود مثلثی تشکیل می‌دهیم که زاویه‌های آن برابر ۴۵ درجه باشد و یک مثلث متساوی الساقین قائم‌الزاویه بسازد. بنابراین با احتساب ارتفاع فرد تا چشم و فاصله فرد تا میله می‌توان ارتفاع را به دست آورد. که در محاسبات ما ارتفاع شخص ۹۸ سانتی‌متر و فاصله شخص تا میله ۷۷ سانتی‌متر بود که در نتیجه ارتفاع میله برابر ۱۷۵ سانتی‌متر به دست آمد.





روش شماره ۴:

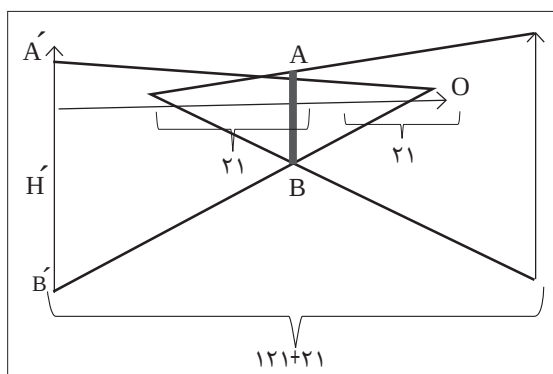
وسایل: آینه، متر
شرح:

ابتدا آینه را به قدری عقب و جلو می‌بریم تا طرف آینه، بالای میله و طرف دیگر آن پایین میله باشد (توجه داشته باشید که در هنگام جابه‌جایی آینه ناظر باید ساکن بماند). سپس ناظر فاصله خود تا آینه و نیز فاصله آینه تا میله را باید به دست آورد که در آزمایش ما اعداد به ترتیب برابر با ۲۱ و ۱۴۰ بود. از طرفی طول آینه که برابر طول تصویر ما و برابر ۲۶ سانتی‌متر بود. بنابراین داریم:

$$\Rightarrow \frac{OH}{AB} = \frac{O'H'}{A'B'}$$

$$\Rightarrow \frac{21}{26} = \frac{142}{\text{طول میله}}$$

$$\Rightarrow \text{طول میله} = 175/80 \text{ cm}$$



نتیجه: این راه جدید و نو است و به دقت بسیار زیاد نیاز دارد زیرا با جابه‌جایی سانتی‌متری آینه اشتباه زیادی به وجود می‌آید. این راه سخت و دشوار بود و زمان زیادی می‌گرفت.

روش شماره ۵:

وسایل: متر، جسم
شرح:

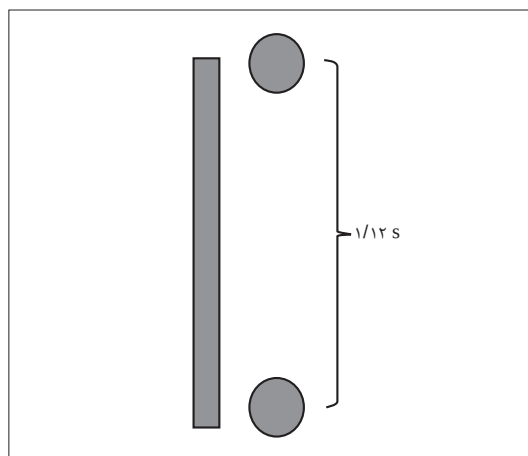
در یک روز آفتابی هنگامی که سایه میله بر روی زمین افتاده است طول سایه را اندازه می‌گیریم. سپس با ابتدای سایه و نوک میله مثلث تشکیل می‌دهیم و جسم را طوری در کنار میله قرار می‌دهیم که علاوه بر اینکه داخل این مثلث قرار می‌گیرد

نتیجه: این کار سریع است و جواب به دست آمده نیز دقت نسبتاً زیادی دارد.

روش شماره ۲:

وسایل: کروномتر، سنگ
شرح:

جرم سنگ مورد نظر را حساب می‌کنیم، سپس سنگ را از ارتفاع ابتدای میله یعنی ۱۸۰ سانتی‌متر از سطح زمین رها می‌کنیم و مدت زمان آن را تا لحظه برخورد به زمین اندازه می‌گیریم. این زمان برابر ۰/۶۲ ثانیه به دست آمد و با داشتن $g = 9/8 \text{ m/s}^2$ می‌توان ارتفاع و مسافت طی شده توسط سنگ را به دست آورد.



فرمول: $h = 1/2gt^2 = 1/2 \times 9/8 \times (0/62)^2 = 1/88 \text{ m}$
نتیجه: این آزمایش بسیار سریع و آسان بود اما به علت وجود اصطکاک و نیز عدم دقت زیاد در اندازه‌گیری زمان نتیجه، از دقت کمی برخوردار است.

روش شماره ۳:

وسایل: دوربین عکس برداری، خط کش
شرح:

ابتدا جسمی به طول مشخص و معلوم را که در این آزمایش برابر ۱۰۱ سانتی‌متر است در کنار میله قرار می‌دهیم و از آن‌ها عکس می‌گیریم. سپس نسبت طول جسم به طول میله را با خط کش در عکس اندازه می‌گیریم. چون در عکس هر دو به یک نسبت کوچک شده‌اند و مقیاس این دو با هم برابر است. بنابراین با برقرار دادن این دو نسبت می‌توان طول میله را به دست آورد. که در این آزمایش طول میله در عکس ۲/۱ و طول جسم برابر ۱/۲ است. بنابراین داریم:

$$\frac{\text{طول میله در عکس}}{\text{طول جسم در عکس}} = \frac{\text{طول میله}}{\text{طول جسم}} \Rightarrow \frac{2/1}{1/2} = \frac{x}{101} \Rightarrow x = 176/75 \text{ cm}$$

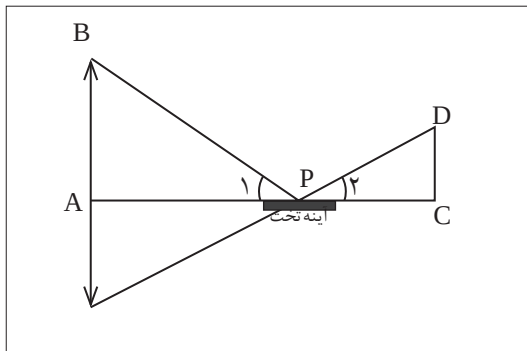
اگر ابتدا و انتهای جسم دقت شود می‌توان جواب‌های صحیحی به دست آورد.

روش شماره ۷:

وسایل: آینه تخت، متر

شرح:

آینه را روی زمین می‌گذاریم و آن قدر از آن دور می‌شویم تا به نقطه‌ای چون C برسیم که در آنجا نوک درخت را در آینه ببینیم. طبق قوانین بازتابش نور $i=i'$ و دو مثلث ABP و PDC متشابه‌اند، نسبت آن‌ها را می‌نویسیم تا ارتفاع درخت به‌دست آید.



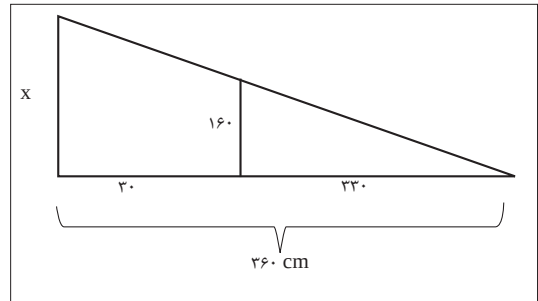
$$\frac{AB}{153} = \frac{187}{156} \Rightarrow AB = 183 \text{ cm}$$

نوک سایه فرد بر نوک سایه میله منطبق شود. حال با استفاده از این داده‌ها و قضیه تالس می‌توان طول میله را به‌دست آورد.

$$\frac{\text{فاصله جسم تا نوک سایه}}{\text{فاصله میله تا نوک سایه}} = \frac{\text{طول جسم}}{\text{طول میله}} \Rightarrow \text{فرمول}$$

$$\Rightarrow \frac{160}{x} = \frac{330}{360}$$

$$\Rightarrow = 174/54 \text{ cm}$$



نتیجه: این کار نیز به سادگی انجام شد ولی تشکیل مثلث و انطباق انتهای دو سایه مانع از دقت زیاد و به‌دست آمدن عدد صحیح می‌شود.

روش شماره ۶:

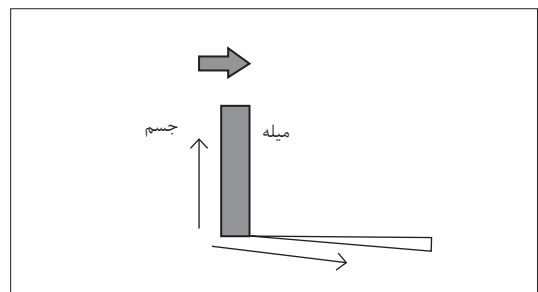
وسایل: متر، جسم

شرح:

برای اندازه‌گیری طول میله موردنظر جسمی را در کنار میله قرار می‌دهیم سپس طول جسم را اندازه می‌گیریم. در مرحله بعد طول سایه جسم و میله را اندازه می‌گیریم، در این صورت می‌توان طول میله را از تناسب زیر محاسبه کرد:

$$\frac{\text{طول میله}}{\text{طول سایه میله}} = \frac{\text{طول جسم}}{\text{طول سایه جسم}} \Rightarrow \text{فرمول}$$

$$\Rightarrow \frac{163}{158} = \frac{x}{169} \Rightarrow x = 174/34 \text{ cm}$$



نتیجه: این روش بسیار ساده است و می‌تواند بسیار دقیق باشد به شرط آنکه مکان دقیق شروع و پایان سایه به درستی مشخص شود و اندازه‌گیری‌ها دقیق انجام گیرد.

نتیجه‌نهایی:

روش‌ها به‌ترتیب سهولت عبارت‌اند از:

۱. روش شماره ۷

۲. روش شماره ۳

۳. روش شماره ۱

۴. روش شماره ۲

۵. روش شماره ۵

۶. روش شماره ۶

۷. روش شماره ۴

روش‌ها به‌ترتیب دقت عبارت‌اند از:

۱. روش شماره ۷

۲. روش شماره ۳

۳. روش شماره ۴

۴. روش شماره ۱

۵. روش شماره ۵

۶. روش شماره ۶

۷. روش شماره ۲

* از نظر دقت و سهولت روش شماره ۷ با کمترین امکانات امکان‌پذیر است.



بازی پرندگان خشمگین!

آموزش فیزیک با کاوشگری در سینماتیک و دینامیک

مترجمان: عطااله جهانگیری

دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

ناصر بصیری

دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

آریتا سیدفدایی

دکترای آموزش فیزیک



چکیده

در این مقاله، با به کارگیری بازی معروف پرندگان خشمگین روویو و نرم افزار تحلیلگر ویدیویی Tracker شیوه‌هایی برای آموزش سینماتیک در سطح راهنمایی و دبیرستان ارائه و مزیت‌های این بازی سرگرم‌کننده را مطرح کنیم. این کار، به وسیله ثبت حرکت پرندگان در بازی صورت می‌گیرد. دانش آموزان به وسیله دستکاری داده‌ها، مشخص کردن حرکت پرندگان قرمز و انطباق نتایج با مدل‌های فیزیکی به کاوشگری می‌پردازند. همچنین شیوه آموزش دینامیک در بازی نیز به صورت بررسی نیروی گرانش در مسیر پرتابه صورت می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: آموزش فیزیک، سینماتیک، دینامیک

مقدمه

در شرایط کنونی هدف مهم آموزش فیزیک، ایجاد انگیزه در دانش آموزان است. استفاده از بازی‌های رایانه‌ای باعث افزایش توجه دانش آموزان در کلاس درس می‌شود زیرا این بازی‌ها برای همه دانش آموزان قابل درک هستند. پرندگان خشمگین یک بازی بسیار مشهور از شرکت روویو است که در رده بازی‌های فیزیکی طبقه‌بندی می‌شود زیرا حرکت اجسام در آن از الگوهای سینماتیک پرتابه پیروی می‌کند. مطالعه حرکت پرندگان به وسیله یک تحلیلگر ویدیویی صورت می‌گیرد. برای انجام این کار، لازم است به وسیله یک نرم افزار، کلیپ‌های ویدئوی بازی صفحه نمایش را ضبط کنیم. تجزیه و تحلیل سینماتیک این بازی یکی از عالی‌ترین و بهترین شیوه‌های تدریس در تمام سطوح آموزشی است که با

دیدگاه حل مسئله صورت می‌گیرد.

در این مقاله، به کمک تحلیل ویدئویی و مدل سازی نرم افزار ترکر (Tracker) سینماتیک حرکت را بررسی کنیم و روش بهتری برای تدریس سینماتیک در مدارس پیشنهاد می‌دهیم.

بازی

بازی پرندگان خشمگین در سال ۲۰۰۹ برای گوشی‌های آبل تولید و پس از آن برای استفاده در رایانه‌ها و کنسول‌های بازی کاربردی شد. هم‌اکنون چندین ویرایش موضوعی از آن وجود دارد. این بازی یک بازی با شیوه متحرک سازی اجسام است که براساس قانون‌های فیزیک در حرکت پرتابی بنا شده است. هدف بازی این است که خوک‌های تخم‌مرغ دزد مستقر در یک ساختمان را نابود کنند. بدین منظور به وسیله یک تیرکمان، پرندگان خشمگین را به سوی خوک‌ها هدف گیری و پرتاب می‌کنند.

ضبط کننده صفحه نمایش: نرم افزار Fraps

Fraps نرم افزاری با دسترسی رایگان است که به وسیله شرکت Beepa توسعه یافته است. این نرم افزار تعداد فریم‌هایی را که در هر ثانیه در صفحه نمایش نشان داده می‌شود مشخص می‌کند. همچنین این نرم افزار به ما اجازه می‌دهد بتوانیم از آنچه که در صفحه نمایش داده می‌شود عکس برداری کنیم یا به ضبط فیلم بپردازیم. در اینجا، ما از نسخه‌ای استفاده می‌کنیم که امکان ضبط کلیپ‌های ویدئویی تا ۳۰ ثانیه را به ما می‌دهد (که برای هدف ما کافی است).



تحلیلگر ویدئویی: نرم افزار Tracker

امروزه به لطف تکامل تحلیلگرهای ویدئویی - در حوزه های مختلف فیزیک مانند بیومکانیک و بیوفیزیک - نرم افزارهای رایگان زیادی برای اهداف آموزشی وجود دارد که به کارگیری آن ها آسان و شهودی است و ابزارهایی عالی برای آموزش فیزیک در مدارس به شمار می آیند.

ما یکی از بهترین و قوی ترین تحلیلگرهای ویدئویی رایگان به نام Tracker را به کار برده ایم. این نرم افزار باز - منبع توسط شرکت Brown ساخته شده است و برای پروژه (Open Source Physics)OSP توسعه داده شده است. Tracker به دلیل آنکه ابزارهایی برای اندازه گیری مقیاس ها دارد؛ وسیله ای برای مدل سازی داده هاست که توسط همان شرکت سازنده اختراع شده است.

دستورالعمل اجرایی Tracker در اینترنت موجود است اما در صورت ناآشنایی دانش آموزان با این نرم افزار، به معلمان توصیه می کنیم که یک راهنمای ساده، عملی و مناسب برای فعالیت های پیشنهادی تهیه کنند.

برای اندازه گیری با Tracker، یا هر تحلیلگر ویدئویی دیگر، باید ابعاد واقعی حداقل یکی از اجسام در ویدئو را داشته باشیم، تا نرم افزار، اجازه تبدیل ابعاد اولیه تصویر (برحسب پیکسل) را به ابعاد واقعی بدهد. نوار ابزار درجه بندی Tracker به طور پیش فرض ۱۰۰ پیکسل را برای یک طول از پیش تعیین شده تنظیم می کند. (شکل ۱). هنگامی که مقداری جدید برای درجه بندی معرفی شود، نرم افزار این مقدار را بر تعداد پیکسل ها در طول تقسیم می کند و تطابق بین یک پیکسل و واحد استاندارد ورودی را ثبت می کند؛ به طور مثال، تبدیل پیکسل های ویدئویی طول به متر یا سانتی متر.

اگر ابعاد واقعی هیچ جسمی در ویدئو معلوم نباشد می توان یک اندازه قراردادی به یکی از اجسام موجود در ویدئو نسبت داد یا می توان با این فرض ساده که بازی در مکانی روی زمین رخ می دهد ابعاد واقعی اجسام را تعیین کرد.

آماده سازی مواد آموزشی

تشریح ویدئو

ویدئوی ضبط شده با Fraps براساس ثبت ۳۰ فریم در ثانیه تنظیم شده است. می خواهیم پرندۀ قرمز به شکلی پرتاب شود که بدون برخورد با هیچ مانعی به زمین برخورد کند. همچنین بزرگنمایی به روشی تنظیم شود که حرکت انتقالی و بزرگنمایی تصویر رخ ندهد و مکان دستگاه مختصات بدون تغییر حفظ شود. در این صورت تجسم مسیر سهمی شکل پرندۀ قرمز واضح تر است.



شکل ۱. نوار تنظیم درجه بندی برای یک طول استاندارد از ۱۰۰ پیکسل با مقدار پیش فرض ۱۰۰ ظاهر می شود.

توجه داشته باشید برای آنکه Fraps به طور مؤثر ۳۰ فریم در ثانیه را ثبت کند، لازم است پردازندۀ رایانه و کارت گرافیک، به اندازه کافی سریع باشد؛ در غیر این صورت فریم های تکراری در ویدئو ظاهر خواهند شد.

رویکرد آموزشی

آموزش سینماتیک در سطح مدارس راهنمایی

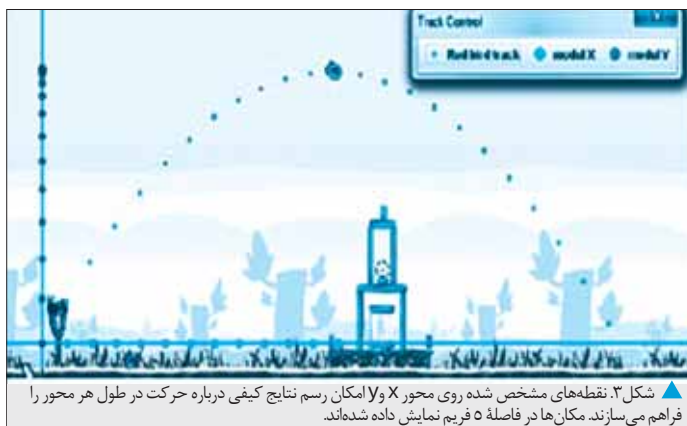
معرفی سینماتیک در سطح مدارس راهنمایی یا دورۀ اول دبیرستان می تواند به وسیلۀ شیوه کاوشگری در Angry Birds صورت گیرد. برای شروع، دانش آموزان یک موقعیت مناسب برای محورهای مختصات انتخاب و طول و یکای استاندارد تعریف می کنند (مثلاً معلم ممکن است پیشنهاد دهد که ارتفاع تیرکمان ۵cm باشد) و موقعیت پرندۀ را با گذشت زمان به منظور تجسم مسیر ردیابی می کنند. دانش آموزان را ترغیب می کنیم که مبدأ مختصات را تغییر دهند و با این روش مشاهده کنند که در مقادیر نشان داده شده در جدول داده های مکان و سرعت، چه رخ می دهد. همچنین از آنان می خواهیم مقدار و ابعاد نوار تنظیم درجه بندی را تغییر دهند و تعریف واحد طول استاندارد را نتیجه گیری کنند.

تصاویر استروبوسکوپی را می توان هنگام تفسیر مسیر پرندۀ معرفی کرد که فاصله بین مکان های متوالی در ارتباط مستقیم با زمان است (برای بازه های زمانی ثابت) در این مرحله زمینۀ مواجهه با مفاهیم سرعت و شتاب فراهم می شود.

و شتاب از جدول داده‌ها، روی کاغذ یا با رایانه (مانند اکسل). به‌وسیله دانش‌آموزان مفید است. تفسیر چگونگی محاسبه سرعت و شتاب براساس مکان‌های پرنده بسیار مهم است. این کار به دانش‌آموزان کمک می‌کند این مفاهیم را از منظر مفهومی و ریاضی بهتر درک کنند. دانش‌آموزان باید برای محاسبه سرعت و شتاب متوسط از الگوها استفاده کنند و بازه‌ای را تعیین کنند که در آن در نظر گرفتن این مقادیر متوسط به‌عنوان سرعت و شتاب لحظه‌ای اجسام قابل قبول باشد. همچنین معلمان می‌توانند مفهوم ترکیب حرکت‌های یکنواخت در خط راست و حرکت شتابدار و نمایش نموداری مربوط به آن‌ها را با روش کاوشگری در مورد دو نوع حرکت اساسی که در کلاس درس بحث می‌شود، معرفی کنند.

آموزش سینماتیک و دینامیک در سطح دبیرستان و دانشگاه

در سطح دبیرستان و دانشگاه بهتر است، از روش‌هایی که در سطح دوره راهنمایی (دوره اول دبیرستان) به آن‌ها اشاره شد استفاده شود زیرا با فرض نداشتن دانش لازم در این زمینه شروع آموزش از ابتدا مفید است. هر چند تجزیه و تحلیل سینماتیک در سطوح بالا می‌تواند خیلی پیچیده باشد، زیرا به بررسی مفهوم حرکت دوبعدی اشاره دارد و به حرکت پرتابه منجر می‌شود، اما این بررسی می‌تواند در ابتدا از طریق فعالیت‌های کاوشگری یا طرح مسئله معرفی شود. به‌طور مثال نوع حرکت پرنده هنگامی که از تیر و کمان پرتاب می‌شود چیست؟



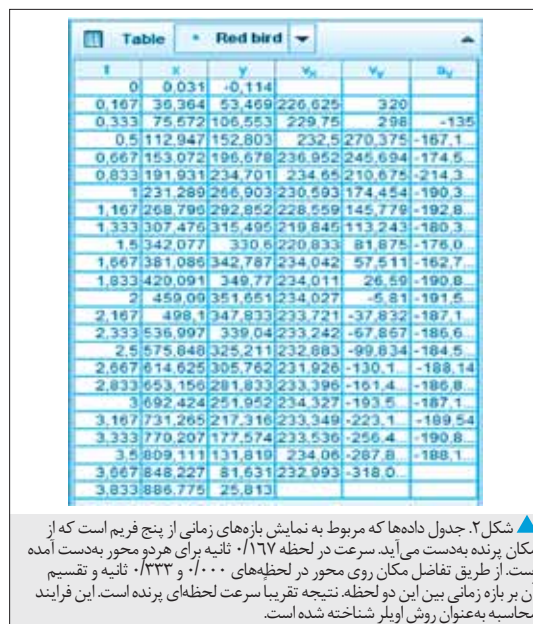
هنگامی که دانش‌آموزان مطالعه سینماتیک را شروع می‌کنند تجزیه و تحلیل ویدئویی (ایجاد یک مرجع و تعیین استاندارد واحد طول و ردیابی مسیر) با ارائه یک فعالیت ویژه مفید است، زیرا می‌توان به‌طور تجربی، اهمیت مفاهیم اساسی مانند مکان، مسیر، حرکت، سکون و ... را مورد بحث قرار داد و یادگیری را مؤثرتر کرد. این فعالیت را می‌توان به شکل زیر انجام داد:

۱. در خانه به‌عنوان یک کار تجربی، ویدئو و راهنمای نرم‌افزار می‌تواند در اینترنت معرفی شود.

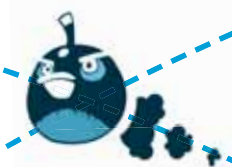
۲. همکاری دانش‌آموزان در کلاس، اگر رایانه در دسترس همه آن‌ها باشد (بیشتر از ۲ یا ۳ دانش‌آموز با یک رایانه توصیه نمی‌شود)

در سطح پیشرفته‌تر، بعد از ردیابی مسیر، معلم می‌تواند به‌وسیله تجزیه و تحلیل و تفسیر نمودارهای Tracker نمودار مکان - زمان، سرعت - زمان و شتاب - زمان را معرفی کند. همچنین، این نمودارها را می‌توان هنگامی که مسیر حرکت پرنده در پنجره اصلی Tracker کشیده می‌شود به‌طور همزمان مشاهده کرد. (تا ۳ مورد در یک زمان می‌تواند مشاهده شود) با این روش بدفهمی دانش‌آموزان در تفسیرشان از حرکت (مثلاً تضاد میان نمودار مکان و مسیر حرکت جسم) اصلاح می‌شود.

استفاده از روش‌های سنتی مانند رسم نمودارهای سرعت



در این مرحله معلمان با یادآوری قانون‌های حرکت برای دو



خشمگین را روی زمین در نظر بگیریم (به هر حال، این یک بازی ساخته شده توسط انسان است). در این صورت می توان مسئله چالش برانگیز تعیین اندازه ها در بازی را با دانستن این مطلب که پرتاب روی سطح زمین انجام می شود به عهده دانش آموزان گذاشت.

دو روش برای محاسبه ابعاد حرکت اجسام در بازی پرندگان خشمگین را در زیر پیشنهاد می کنیم. شتاب گرانش استاندارد روی زمین را $9/8 \text{ m/s}^2$ در نظر می گیریم.

روش ۱. متناسب کردن داده های نمودار مکان با استفاده از نوار درجه بندی در حالت اولیه (شکل ۱). دانش آموزان می توانند به وسیله تبدیل کمیت ها به یک معادله درجه دوم از نمودار $y(t)$ استفاده کنند. (شکل ۴)

در اینجا آن ها باید معنی فیزیکی همه کمیت هایی را که احتیاج به متناسب کردن دارند بدانند. مقدار شتاب یعنی، ضریب درجه دوم معادله، بر حسب پیکسل بر مجذور ثانیه داده می شود. دانش آموزان باید درک کنند که اگر بازی روی زمین اتفاق بیفتد، شتاب گرانشی $9/8 \text{ m/s}^2$ خواهد بود. بنابراین ارتباط مستقیمی بین مقدار شتاب و گرانش روی زمین وجود دارد که به آن ها اجازه می دهد یکای استاندارد (پیکسل) را به یکاهای SI (متریک) تبدیل کنند.

$$\frac{185/584 \text{ (pixel) یکای استاندارد}}{1 \text{ s}^2} = \frac{9/8 \text{ m}}{1 \text{ s}^2}$$

$$\Rightarrow \text{pixel (پیکسل) یکای استاندارد} = \frac{9/8}{185/584} = 0/0528 \text{ m}$$

بنابراین هر پیکسل در ویدئو معادل با $5/3 \text{ cm}$ است. خطای

نوع حرکت یکنواخت در خط راست و حرکت شتابدار برای مکان و سرعت در امتداد محور X و Y می توانند عبارت های ریاضی و معادله های فیزیکی سینماتیک را با تفسیر کمیت های فیزیکی موجود انجام دهند. تفسیر سهمی بودن مسیر حرکت نیاز به تجزیه و تحلیل نمودارهای مکان و سرعت نسبت به زمان در طول محور X و Y دارد.

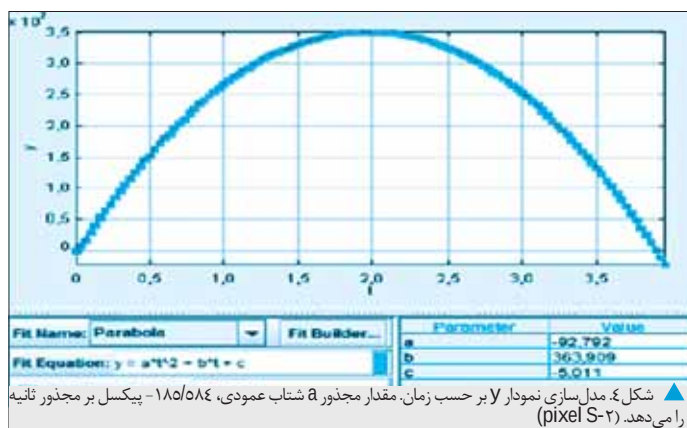
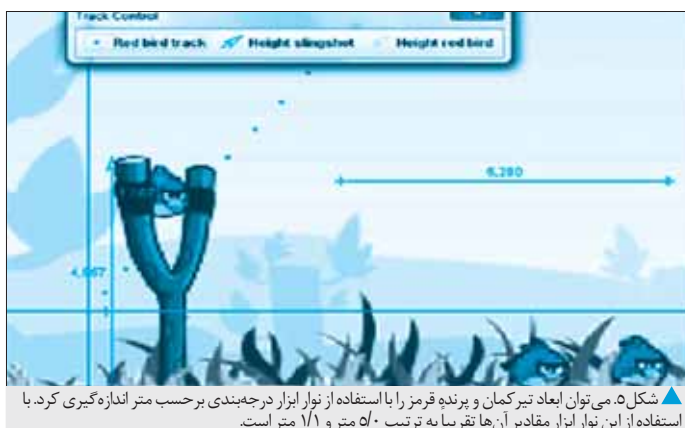
برای اینکه دانش آموزان را در تجزیه دو مؤلفه حرکت کمک کنیم، پیشنهاد می کنیم که حرکت دو ذره را به طور مستقل بپذیرند، به طوری که هر ذره از قانون های حرکت برای پرنده در محور مربوطه پیروی می کند. با استفاده از Tracker و براساس مثالی از Model Builder در این نرم افزار می توان مدل هایی مجازی از حرکت ذرات ایجاد کرد که با ترسیم سایه مکان پرنده روی محورهای X و Y که از قانون های مربوط به حرکت پرنده پیروی می کنند امکان پذیر است. (شکل ۳) برای تحلیل دینامیکی حرکت پرنده از سهمی بودن مسیر حرکت استفاده می شود که دلیلی است برای حضور یک نیروی خارجی که روی پرنده اثر می گذارد (طبق قانون اول نیوتون). حرکت سهمی دو نتیجه دینامیکی دارد:

۱. یک شتاب عمودی رو به پایین بر جسم وارد می شود که بر وجود نیروی گرانش دلالت دارد؛

۲. مقاومت هوا نادیده گرفته شده است.

مشکلی که برای شاگردان، به ویژه در سطح دانشگاه به وجود می آید، اندازه گیری ابعاد در بازی پرندگان خشمگین است. همان طور که قبلاً گفتیم مقیاسی وجود ندارد که به ما اجازه دهد اندازه واقعی اجسام و پرندگان را بدانیم. فقط کمیت زمان را می توان اندازه گرفت.

برای رفع این مشکل، می توانیم دنیای مجازی پرندگان





کنند تا معادله‌های حرکت را به‌طور کامل به‌دست آورند. معلم‌ها باید دانش‌آموزانشان را در مطالعه پدیده‌های فیزیکی تشویق کنند تا تقارن‌ها و ثوابت را بیابند و متوجه شوند که انتخاب مبدأ مختصات به‌طوری که مکان اولیه $y=0$ (در $t=0$) باشد کار راحتی است. (شکل ۶) $y=0$ در $t=0$

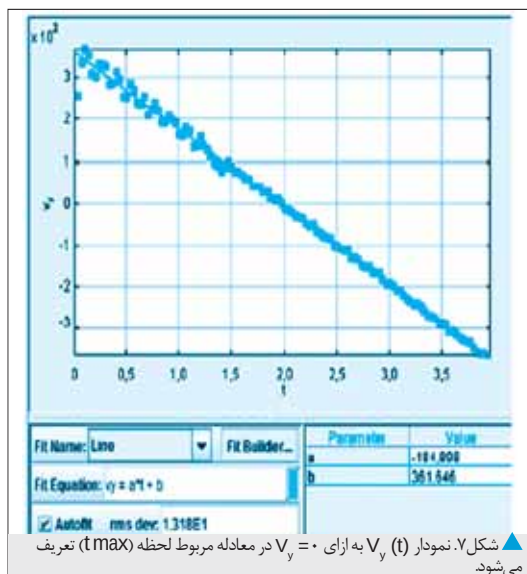
دانش‌آموزان می‌دانند که بالا گرفتن عمودی پرنده در یک لحظه معین (t_{max}) متوقف می‌شود، و در این لحظه پرنده به بیشینه ارتفاع می‌رسد و شروع به پایین آمدن می‌کند، در آن لحظه سرعت عمود $V_y=0$ است. توجه داشته باشید که زمان در این بررسی یک ثابت است، زیرا به درجه‌بندی تصویر ویدئو بستگی ندارد.

در نقطه تقارن، (t_{max}) نیمی از زمان پرواز است (با در نظر گرفتن محور x موازی با زمین).

دانش‌آموزان می‌توانند (t_{max}) را با یافتن لحظه‌هایی که موقعیت عمودی به بیشینه می‌رسد، چه از طریق منحنی نمودار $y(t)$ یا (راحت‌تر) از جدول داده‌ها، یا حتی با استفاده از امکانات ابزار داده‌ها پیدا کنند. (که بیشینه مقدار y را به‌وسیله انتخاب قسمت statistics در نوار منو مشخص می‌کنند).

با این حال معلمان باید دانش‌آموزان را به این نکته توجه دهند که با این روش شاید خطای قابل توجهی به وجود آید، زیرا نمی‌توان اطمینان داشت که فریمی که مربوط به لحظه رسیدن پرنده به بیشینه ارتفاع است توسط برنامه ثبت شده باشد.

بدیهی است، این خطا برای اندازه‌های به‌دست آمده



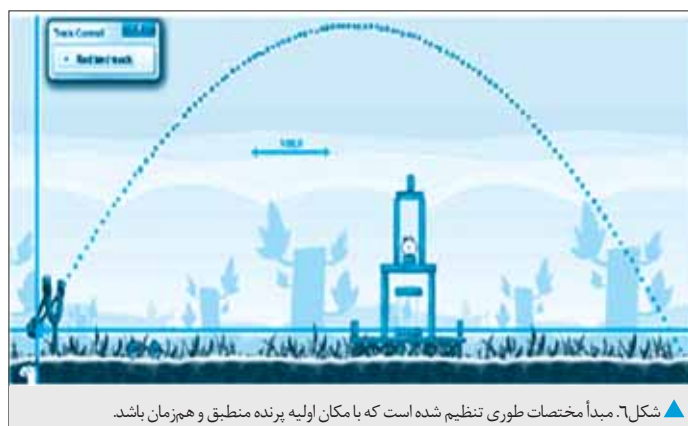
تخمینی برای اندازه‌گیری مکان‌ها در حدود ۲ پیکسل است، بنابراین خطا در حدود $10/6\text{cm}$ خواهد بود. هنگامی که عامل تبدیل از پیکسل به متر تعیین شد، فقط باید عدد نشان داده شده روی نوار درجه‌بندی را با ضرب کردن تعداد پیکسل‌ها (۱۰۰) در عامل تبدیل (در این مورد m $0/0528 \times 100 = 5/28$) جایگزین کنیم.

دانش‌آموزان اکنون می‌توانند از نوار ابزار درجه‌بندی در برنامه Tracker استفاده کنند تا ابعاد حرکت هر جسم در بازی را بر حسب متر اندازه‌گیری کنند. (شکل ۵)

این روش یک روش ساده و سریع در حل مسئله است، اما دانش‌آموزان نیاز دارند که نوع کار با ابزار درجه‌بندی برنامه‌ها Tracker را بفهمند، این فرایند به محاسبات ریاضی مربوط به حرکت در طول محور y مرتبط است، اما به سینماتیک عمیقی نیاز ندارد.

روش ۲: تجزیه و تحلیل نمودارهای سرعت و تعیین کمیت‌های فیزیکی با این روش:

دانش‌آموزان می‌توانند به‌طور تحلیلی با معادله‌های حرکت با روشی با جزئیات بیشتر، آشنا شوند.

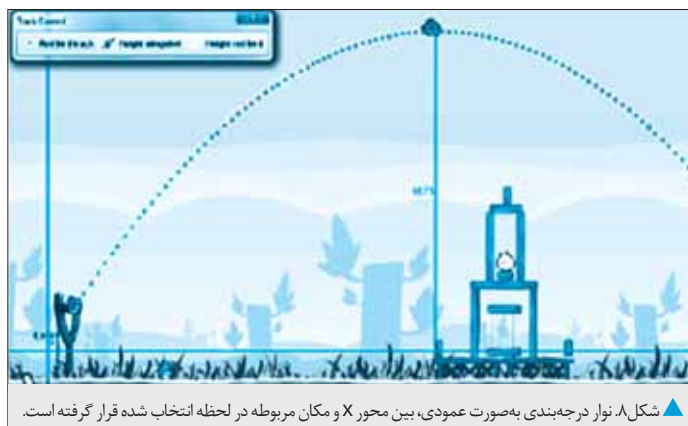


دانش‌آموزان باید به‌خاطر داشته باشند که شتاب گرانش در این بازی شبیه روی زمین است. (درست مانند روش ۱) در سوی عمودی، پرنده یک حرکت مستقیم با تغییر یکنواخت ناشی از شتاب گرانش دارد. بنابراین حرکت عمودی پرنده با عبارات زیر بیان می‌شود:

$$y = y_0 + v_{y0}t - \left(\frac{1}{2}\right)gt^2 \quad (1)$$

$$v_y = v_{y0} - gt \quad (2)$$

بنابراین آن‌ها فقط احتیاج دارند که y_0 و v_{y0} را پیدا



شکل ۸. نوار درجه‌بندی به صورت عمودی، بین محور X و مکان مربوطه در لحظه انتخاب شده قرار گرفته است.

می‌توانند از نوار ابزار برای اندازه‌گیری ابعاد اجسام در بازی استفاده کنند. معلمان همچنین می‌توانند برای تکمیل بررسی حرکت پرنده، از دانش‌آموزان بخواهند، معادله حرکت افقی را با تعیین سرعت افقی اولیه با روشی مشابه پیدا کنند. پاسخ آن آسان است زیرا کمیت‌های مورد نیاز (حداکثر دامنه و زمان اوج) از نمودار $V_x(t)$ به‌دست آمده است.

نتیجه‌گیری

بازی پرندگان خشمگین مثال خوبی برای استفاده از بازی‌های ویدیویی در کلاس‌های فیزیک به‌منظور آموزش و یادگیری فیزیک است. در این مقاله با استفاده از بازی پرندگان خشمگین، کاوشی در مورد سینماتیک و دینامیک حرکت پرتابه ارائه کرده‌ایم. برای تدریس سایر مفاهیم و قوانین فیزیکی (از قبیل تکانه خطی یا قانون‌های پایستگی) می‌توان از دیگر بازی‌های موجود بهره برد. با در نظر گرفتن تفاوت‌های گران‌ش در اطراف سیارات گوناگون، بازی پرندگان خشمگین به سطوح بالاتری ارتقا یافته است و ویژگی‌های جدید این بازی نیز براساس فیلم‌های موفق جنگ ستارگان معرفی شده‌اند. بازی پرندگان خشمگین با ویژگی‌های خود فرصت‌های بیشتری را برای بررسی فیزیک در زمینه‌های جدید و آموزش آن در محیط‌های غنی‌تر فراهم می‌کند و بدون شک دانش‌آموزان را ترغیب می‌کند تا از ابزار چند رسانه‌ای برای یادگیری فیزیک استفاده کنند.

پی‌نوشت‌ها

1. Rovio
2. Apple
۳. تکرار یار دیاب نام نرم‌افزاری است که به تجزیه و تحلیل حرکت می‌پردازد.
۴. حرکت پرتابه با استفاده از حرکت پرندگان خشمگین که در این بازی به رنگ قرمز در می‌آیند ارائه شده است.
۵. روفیو (Rovio) یک شرکت ساخت بازی‌های سرگرم‌کننده است.

مرجع

1. M. Rodrigues and P. Simeão Carvalho, 2013, Physics Education Volume 48 Number 4, P: 431

بزرگ‌تر در ثبت کوچک‌تر (S^{-1} فریم) خواهد بود. برای مثال اگر بازی با آهنگ ۳ فریم بر ثانیه ضبط شود خطای زمانی در حدود $0.33 S$ خواهد بود، ولی اگر ضبط بازی با آهنگ ۲۵ فریم بر ثانیه انجام شود برآورد خطای زمان به 0.04 ثانیه کاهش می‌یابد. در این مقاله ما با آهنگ ۳۰ فریم بر ثانیه ضبط کرده‌ایم. (خطای زمان حدود $0.33 S$) با اندازه‌گیری $t_{max} = 1.967 \pm 0.33 S$ از جدول داده‌ها، دانش‌آموزان می‌توانند با استفاده از معادله (۲)، V_y ها را با حل کردن معادله $0 = V_{oy} - gt_{max}$ ، تعیین کنند. با در نظر گرفتن $V_y, g = 9.8 \text{ m/s}^2$ می‌شود: $V_y = 19.28 \pm 3.2$

این روش بسیار ساده و مقدار خطا در حدود 17% است. یک روش دیگر و شاید پیچیده‌تر، به‌دست آوردن V_y به‌وسیله استفاده از نمودار $V_y(t)$ است. (شکل ۷) با استفاده از پارامترهای تطبیق داده شده در شکل ۷، ما اندازه متوسط t_{max} را محاسبه کردیم:

$$t = \frac{361/646}{184/898} = 1.956 S$$

اندازه تخمینی خطا در حدود $1/3\%$ است. (محاسبه شده با اکسل)

با استفاده از رابطه (۲) و $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ و $t_{max} = 1.956 S$ به‌دست می‌آوریم:

$$V_y = (19.17 \pm 0.25) \frac{m}{s}$$

این نتایج بسیار شبیه به نتایج ارائه شده در خطای آزمایش تجربی است. بنابراین، عباراتی که مکان و سرعت پرنده در طول حرکت عمودی را از نظر کمی تعیین می‌کنند عبارت‌اند از:

$$y = 19.17t - 4.9t^2 \text{ (m)} \quad (3)$$

$$v_y = 19.17 - 9.8t \text{ (ms}^{-1}\text{)} \quad (4)$$

ابعاد

برای درجه‌بندی ابعاد اجسام در این بازی، دانش‌آموزان باید بیشترین طول‌های ممکن را برای آن انتخاب کنند، زیرا هرچه نوار درجه‌بندی بزرگ‌تر باشد، خطای ایجاد شده کمتر می‌شود. دانش‌آموزان با ثبت فریم در لحظه $t = 1.967 S$ و استفاده از معادله (۳)، می‌توانند مکان متناظر پرنده با این لحظه را محاسبه کنند، $Y = 18.75 \text{ m}$ ، این مقدار وارد نوار درجه‌بندی (شکل ۸) می‌شود. سرانجام دانش‌آموزان

در آن سال، یعنی سال تحصیلی ۸۳-۸۲، با همکاری مدیر محترم دبیرستان پیام خانم مؤمنی «فصلنامه فیزیک‌دانان جوان» را که کل کارهای آن اعم از کارهای گرافیکی، مصاحبه، تدوین، تهیه خبر، تایپ و... توسط خود دانش‌آموزان انجام شد در مدرسه به چاپ رساندیم. یکی از نکاتی که همیشه در تدریس و به‌ویژه ثبت نمره‌های مستمر دانش‌آموزان، در تمام سال‌های خدمت مدنظرم بود، توجه به روش‌های تجربی ایجاد انگیزه و علاقه در دانش‌آموزان نسبت به یادگیری درس فیزیک و همچنین نسبت به فعالیت‌های فوق برنامه بود که آن‌ها در زمینه درس فیزیک انجام می‌دادند؛ به‌عنوان مثال ساخت دست‌سازه‌ها، روزنامه‌دیواری علمی کاملاً مرتبط با فیزیک، شرکت در فعالیت‌های گروهی، طراحی و انجام کاریکاتور در زمینه مطالب و موضوع‌های درسی فیزیک، کشیدن نقاشی که یک پدیده فیزیکی را نمایش دهد و... و همیشه ۱ تا ۱/۵ نمره

از نمره‌های مستمر را به این فعالیت‌ها اختصاص می‌دادم چون معتقد بودم و هنوز هم هستم که دانش‌آموزان با ساخت یک وسیله یا یک فعالیت علمی، مفاهیم درسی فیزیک را عملاً فرا می‌گیرند و هرگز فراموششان نمی‌شود و لذا در یادگیری آن‌ها تأثیر مثبت دارد. زیرا به‌طور کلی برای ایجاد زمینه‌های لازم برای ارائه فعال در درس توجه به این مهم، لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد و فعالیت‌های گروهی، روشی است که علاقه دانش‌آموزان را نسبت به درس افزایش می‌دهد. شاید برای شما همکاران جالب باشد که حتی زمانی که از دانش‌آموزان به‌صورت گروهی درس می‌پرسیدم (گروهی درس پرسیدن اضطراب آن‌ها را کاهش می‌داد) برای دانش‌آموزانی که پرسش‌های مفهومی و مناسبی از متن کتاب درسی، طراحی می‌کردند و از گروه مقابل می‌پرسیدند، نمره و امتیاز بالاتری در نظر می‌گرفتم، بگذریم...

آن سال نیز در مورد فعالیت‌های فوق برنامه و خارج از کلاس که بچه‌ها می‌توانستند انجام دهند و به‌ویژه در مورد طرح اولیه تهیه «فصلنامه»، در همان شروع سال تحصیلی با دانش‌آموزانم صحبت کردم و اهداف و روش انجام این فعالیت را با آن‌ها در میان گذاشتم. آنان نیز موضوع‌هایی به فکرشان رسید که مطرح کردند و مثلاً پیشنهاد کردند که خبرهای علمی روز، نمونه پرسش‌های درس فیزیک و... را در فصل‌نامه بگنجانیم. مهرماه همان سال (۸۳-۸۲) در تمام کلاس‌هایی که داشتیم از پایه‌های مختلف موضوع تهیه «فصلنامه فیزیک‌دانان جوان» توسط دانش‌آموزان را مطرح کردم و با توجه به اینکه همه آن‌ها علایق خاص خود را داشتند، هر کدام با توجه به تمایل خود از بین موارد پیشنهادی که سرفصل‌های نشریه را تشکیل می‌داد، فعالیت مورد نظر خود را انتخاب کردند، و چون براساس علاقه خود کار می‌کردند، فعالانه مشارکت داشتند. من در جلسات درس هم، زمان بسیار کوتاهی را به بیان نظرها و فعالیت‌هایشان اختصاص دادم و آن‌ها نیز میزان و چگونگی فعالیت‌های خود را در زمینه‌ای که به‌عهده گرفته بودند برای هم‌کلاسی‌هایشان که آن‌ها هم در تهیه فصل‌نامه نقش داشتند توضیح دادند و در مقابل به پرسش‌ها نیز پاسخ می‌دادند. انگیزه بچه‌ها تا حدی بود که حتی حاضر نبودند هزینه‌های احتمالی را مدرسه تأمین کند و خودشان هزینه می‌کردند. خوب یادم هست که آن سال دانش‌آموزان سه شماره «فصلنامه فیزیک‌دانان جوان» را در زمان تعیین شده و به‌موقع به مرحله چاپ رساندند و نشریه‌ای که حاصل زحمت تک‌تک آن‌ها بود بسیار مورد توجه مدیریت مدرسه و معلمان قرار گرفت و حتی همکاران مدرسه برای فرزندان خود نیز این فصل‌نامه را تهیه کردند. طبق قولی که ابتدای سال تحصیلی به

حقیقت معلمی در تعلیم و تربیت نیست، بلکه در آموزش نگاه است

فاطمه ابراهیمی بادی
دبیر فیزیک، تهران





به خود و
دانش‌آموزان
خود بگوییم
افکار ما عمل ما را
می‌سازند، عمل ما
عادت ما می‌شود،
عادت‌هایمان
شخصیت ما
را می‌سازند و
شخصیت ما
سرنوشت ما است

عملی نیز می‌پردازند و از این طریق پیشرفت درسی و یادگیری برای آن‌ها حاصل می‌شود و با این روش توانسته‌ایم انگیزه آن‌ها به‌ویژه دانش‌آموزان ضعیف را افزایش دهیم. به کارگیری این تجربه آموزشی در کلاس شاید بتواند برای همکاران محترم نتایج مطلوبی داشته باشد و دانش‌آموزان نیز بتوانند نتیجه خوب و رضایت‌بخشی در پایان سال کسب کنند و متوجه شوند که برای به هدف رسیدن، نهایت تلاش خود را به طرق مختلف باید انجام دهند و حس مشارکت‌پذیری در امور آموزشی و در نهایت در زندگی در آن‌ها بیدار می‌شود. باز هم بگذریم...

همکاران عزیز

الان که به آن سال‌ها فکر می‌کنم، خاطرات خوشی را در ذهنم مرور می‌کنم. خدا کند و امیدوارم که دانش‌آموزانم هم با یاد آن سال‌ها، خاطرات خوشی را به یاد بیاورند.

معلمی که تکیه‌کلامش در کلاس این بود:

«فیزیک از شیرینی قندیل بستره!»

۹۰/۳/۲۳

بچه‌ها داده بودم، در پایان سال گفتم که نمره‌ای برای این فعالیت آن‌ها در نظر می‌گیرم و آن را در نمره‌های مستمر تأثیر می‌دهم، هر چند بچه‌ها آنقدر از نشریه‌شان که آماده شده بود، شاد بودند که اصلاً به اختصاص نمره برای این فعالیت توجهی نداشتند (البته واقعاً باید اعتراف کنم که من از آن‌ها خوشحال‌تر بودم).

سه شماره «فصل‌نامه فیزیک‌دانان جوان» در پاییز و زمستان و بهار در طول سال تحصیلی ۸۳-۸۲ آماده شد و با حمایت‌های بی‌دریغ مدیریت مدرسه در اختیار همه دانش‌آموزان مدرسه قرار گرفت.

برای سال بعد، تقریباً از شروع سال آماده می‌شدیم برای تهیه شماره‌های بعدی فصل‌نامه، اما به دلیل عدم اعتقاد مدیریت جدید مدرسه (مدیر قبلی بازنشسته شده بود) به انجام این‌گونه فعالیت‌ها دیگر نتوانستیم به حرکت خود ادامه بدهیم! بگذریم... حال شاید این پرسش مطرح شود که من با چه انگیزه و هدفی این خاطره را برای شما همکاران تعریف می‌کنم! من در دوران تدریس در کلاس‌های درس فیزیک متوجه شده بودم که دانش‌آموزان هر کدام روحیه خاص خود را دارند به‌طوری که با توجه به علاقه‌مندی آن‌ها می‌توان از هر یک فعالیت‌هایی را انتظار داشت که بتواند در زمینه یادگیری درس به آن‌ها کمک کند. به همین منظور از ابتدای سال این روش را برای آن‌ها بیان می‌کردم و فعالیت‌ها را مشخص می‌کردم و میزان تأثیر فعالیت‌های کلاسی در سرنوشت درس زمانی را که می‌باید برای ارائه کارشان تنظیم می‌کردند مشخص می‌کردم و آن‌ها نیز با توجه به انتخاب خود، اعضای گروه و نوع کارشان را تعیین می‌کردند.

سپس بسیار فعالانه در کارها مشارکت داشتند و من هم در جلسه‌های درس، مدت زمانی را به آن‌ها اختصاص می‌دادم تا کارشان را به‌صورت گروهی برای اعضای کلاس ارائه دهند که این باعث می‌شد خودشان مباحث درسی را خوب فراگیرند. برای همکلاسی‌هایشان نیز مفید بود و باعث ایجاد انگیزه در آن‌ها برای شرکت در کارهای گروهی می‌شد. و در پایان هر سال تحصیلی نیز تعدادی از کارهای دانش‌آموزان را که ابتکاری‌تر و خلاقانه‌تر بود با تکمیل فرم‌های مربوطه به نمایشگاه و پژوهش‌سرای منطقه معرفی می‌کردیم که در بعضی موارد حائز رتبه منطقه‌ای و استانی نیز می‌شدند. در کارها و مناسبت‌های هفته دانش‌آموز و هفته معلم نیز در نمایشگاه مدرسه قرار داده می‌شد و کل دانش‌آموزان مدرسه از آن‌ها بازدید می‌کردند.

نکته‌ای که اینجا برای من و شما همکاران می‌تواند راهگشا باشد این است که بدین ترتیب دانش‌آموزان علاوه بر دروسی که در کلاس‌های روزانه فرا می‌گیرند به کارهای فوق برنامه

درباره دوران و غلتش

ریچارد ولفسون
ترجمه آرش ظهوریان پردل

مقدمه

* لوح فشرده‌ای که در دستگاه پخش قرار دارد،



در بررسی حرکت دورانی یا چرخشی، می‌توانیم دو رویکرد را در پیش بگیریم: ۱. برای هر ذره تشکیل‌دهنده دستگاه چرخان از قوانین نیوتون استفاده کنیم، و ۲. هوشمندانه‌تر عمل کرده و دستگاه‌های چرخنده را با روش‌های دیگری بررسی کنیم. ابتدا به چند مثال از حرکت دورانی توجه کنید:

* تیغ اره دایره‌ای



* چرخ‌های یک ماشین بخار قدیمی.



* سیاره‌ها، زمین، که حول محور می‌چرخد،



همه این دستگاه‌ها دارای حرکت دورانی هستند و حال می‌خواهیم روش ساده‌ای برای توضیح این حرکت بیابیم:

کلیدواژه‌ها: دوران، غلتش، لختی دورانی، گشتاور

روشی که در پیش خواهیم گرفت از تعمیم کمیت‌هایی است که قبلاً در حرکت در خط راست آموخته بودیم. در نتیجه این تعمیم، به کمیت‌های معادل و مشابهی برای حرکت چرخشی می‌رسیم. از جمله این کمیت‌ها، می‌توان به مکان، سرعت و شتاب اشاره کرد که قبلاً در حرکت در خط راست استفاده کرده بودیم و اینک، معادل آن‌ها در حرکت دورانی را به کار خواهیم گرفت.

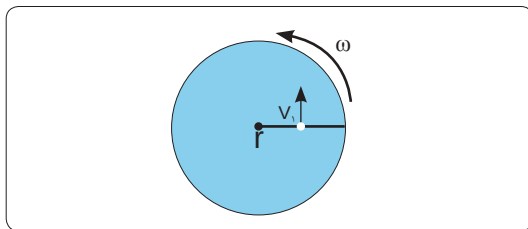
در اینجا، تصویری از یک جسم چرخان را می‌بینیم که تحت زاویه‌ای می‌چرخد. نام این زاویه را $\Delta\theta$ می‌گذاریم. بنابراین، جسم ما که به یک دیسک یا چرخ شبیه است، حرکت خود را از خط‌چین افقی شروع می‌کند و این خط‌چین، به اندازه زاویه $\Delta\theta$ می‌چرخد:

* توربین بادی،

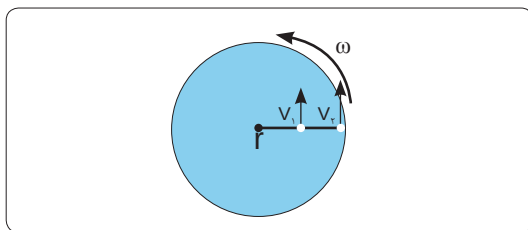


عقربه‌های ثانیه‌شمار، دقیقه‌شمار و ساعت‌شمار ساعت،





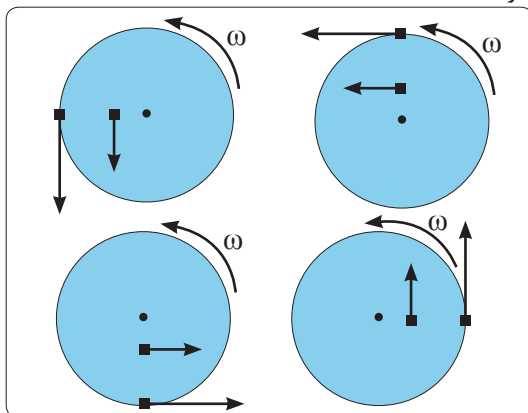
چنانچه فاصله ما از مرکز دو برابر شود سرعت زاویه‌ای هم دو برابر خواهد شد:



نقطه دوم سریع‌تر از نقطه اول می‌گردد، چراکه مسیری که باید طی کند دوبرابر نقطه اول است. اگر تمام دیسک با سرعت زاویه‌ای مشخصی بچرخد در این صورت نقطه خارجی، یک دور کامل را همزمان با نقطه داخلی طی می‌کند، با این تفاوت که سرعت (خطی) آن، دو برابر است. از اینجا می‌توانیم نتیجه بگیریم که سرعت یک نقطه (که در فاصله r از مرکز جسم چرخنده‌ای قرار دارد که با سرعت زاویه‌ای ω می‌گردد) عبارت خواهد بود از:

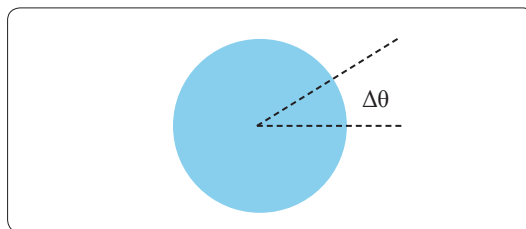
$$V = \omega r$$

وقتی دیسک می‌گردد، همه قسمت‌های آن چنین وضعیتی خواهند داشت:



این دو بردار سرعت، می‌چرخند و همواره بر شعاع عمود خواهند بود.

تا کنون، کمیت‌های معادل مکان، جابه‌جایی، سرعت و شتاب را تعریف کرده‌ایم. کار بعدی که باید انجام دهیم، تعریف کمیت معادلی برای جرم است.



θ یا مکان زاویه‌ای معادل مکان است. بنابراین، معادل جابه‌جایی (Δx) که تغییر در مکان است، به صورت $\Delta \theta$ (جابه‌جایی زاویه‌ای) تعریف خواهد شد.

می‌توانیم این جابه‌جایی زاویه‌ای را بر حسب دور، درجه و یا رادیان اندازه بگیریم.

اکنون به سرعت می‌پردازیم. سرعت چیست؟ عبارت است از تغییر مکان بر حسب زمان. بنابراین، سرعت زاویه‌ای عبارت خواهد بود از:

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

که همان آهنگ تغییر زاویه (مکان زاویه‌ای) است.

می‌توانیم سرعت را بر حسب دور بر دقیقه (rpm) اندازه بگیریم که خیلی متداول است، و یا می‌توانیم آن را بر حسب درجه بر دقیقه اندازه بگیریم و در نهایت، می‌توانیم آن را بر حسب رادیان بر ثانیه اندازه بگیریم. (به شما خواهیم گفت چرا شاید بخواهیم کمیت‌ها را بر حسب رادیان اندازه بگیریم).

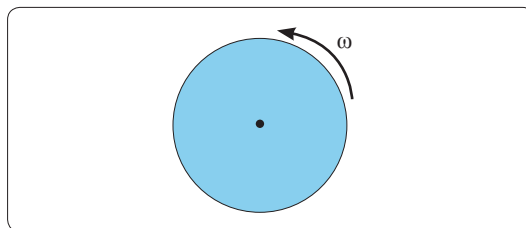
اما شتاب چیست؟ شتاب عبارت است از آهنگ تغییر سرعت. بنابراین، شتاب زاویه‌ای عبارت خواهد بود از آهنگ تغییر سرعت زاویه‌ای:

$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

که می‌تواند بر حسب rpm بر ثانیه، یا درجه بر ثانیه، یا رادیان بر مجذور ثانیه اندازه گرفته شود.

حال، به رابطه میان سرعت چرخشی و سرعت خطی می‌پردازیم:

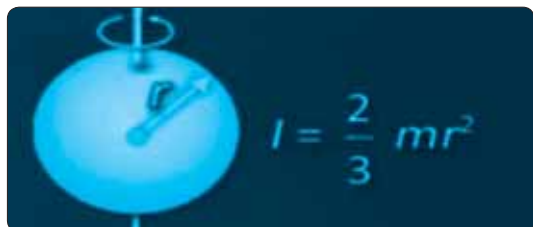
در تصویر زیر، جسمی را می‌بینیم که با سرعت زاویه‌ای ω دوران می‌کند:



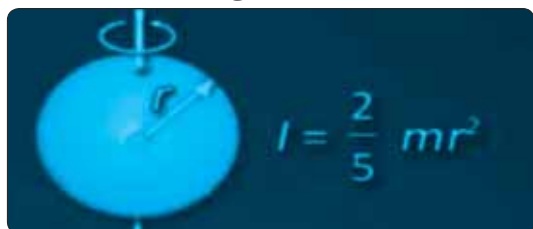
چنانچه از مرکز این دیسک فاصله داشته باشیم، نقطه مزبور با سرعت V_t دوران خواهد کرد. این سرعت، در راستای عمود بر شعاع قرار دارد:

در استوانه توپُر به مرکز دوران نزدیک تر است. بنابراین، همانند میله قرمز، تغییر حرکت دورانی آن چندان دشوار نیست و در نتیجه، لختی دورانی آن کمتر است.

۳. پوسته کروی توخالی که حول یکی از قطرهایش می گردد:



۴. کره توپُر که حول قطرش می گردد:



حال، به معادلی برای نیرو نیاز داریم. بیایید آزمایشی انجام دهیم: پیچ بلند و پهنی داریم، به همراه یک آچار، که از آن برای سفت کردن پیچ، استفاده خواهیم کرد. اگر به طور نه چندان هوشمندانه آچار را از نزدیکی پیچ (مرکز دوران) بکشیم، نمی توانیم آن را بچرخانیم:

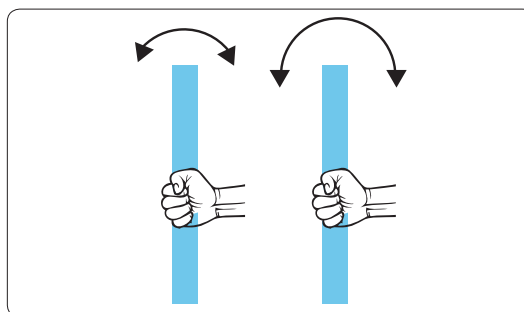


حال، دستان خود را به انتهای دسته آچار نزدیک می کنیم و نیرو وارد می کنیم؛ نتیجه به مراتب مؤثرتر خواهد بود.



البته می دانید که اگر بخواهید در بزرگی را باز کنید، قاعدتاً تلاش می کنید نیروی وارد، تا حد امکان از لولا دور باشد. به عبارت دیگر، هیچگاه نیرویتان را در فاصله نزدیک به لولای در، اعمال نمی کنید چون در این صورت ناچارید نیروی بیشتری وارد کنید.

دو میله ظاهراً مشابه و هم جرم به رنگ های آبی و قرمز داریم. چنانچه هر کدام را از وسط، با مچ دستمان به طرفین بچرخانیم، ملاحظه خواهیم کرد که با وجود شباهت ظاهری میله ها و اینکه هر دو جرم یکسانی دارند، چرخاندن و حرکت دادن یکی از آن ها (میله آبی) دشوارتر است:



چه اختلافی میان این دو میله وجود دارد؟ تفاوت میان این دو میله، در چگونگی توزیع جرم در آن هاست: در میله قرمز، جرم عمدتاً در وسط میله متمرکز شده است. بنابراین، جرم چندان در دو انتهای میله قرمز وجود ندارد. اما در میله آبی، بیشتر جرم در دو انتهای آن متمرکز شده و به همین دلیل، شتاب دادن به میله آبی برای من دشوارتر است. بنابراین، نوعی از لختی در میله آبی بیشتر است؛ نه آن لختی مرتبط به حرکت بر خط راست (چندان به واسطه هم جرم بودن میله ها، برای شتاب دادن به آن ها در خط راست به نیروی یکسانی نیاز است).

این نوع لختی که باعث می شود چرخاندن یکی از میله ها دشوارتر باشد، مقاومت در برابر حرکت دورانی است: لختی دورانی، عبارت است از مقاومت در برابر تغییر در حرکت دورانی (چرخشی).

بیایید نگاهی به لختی دورانی چند جسم بیندازیم:

۱. یک حلقه یا استوانه توخالی که حول محورش می چرخد:



۲. یک دیسک و یا یک استوانه توپُر که حول محورش می گردد:



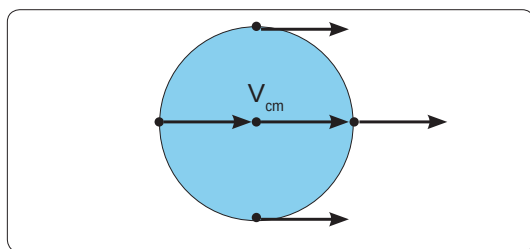
دلیل تفاوت لختی دورانی در دو مورد بالا، این است که جرم

قبلاً با آن‌ها آشنا بودیم به‌دست آوریم؛ کمیت‌هایی که پیش از این، در مورد حرکت‌های خطی (در خط راست) و حتی حرکت‌های در مسیر خمیده (در چند بُعد) استفاده می‌کردیم، ولی نه حرکت دورانی.

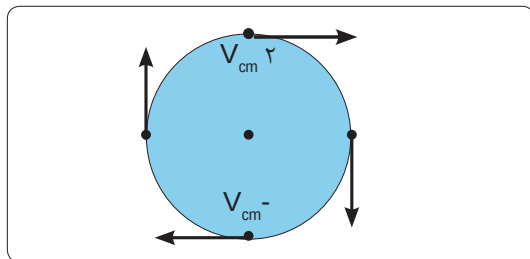
قضیه زمانی جالب می‌شود که ترکیبی از هر دو نوع حرکت (دورانی و خطی) را داشته باشیم. در این صورت، با حالت خاصی از حرکت مواجهیم که آن را حرکت غلتشی می‌نامیم.

غلتش، ترکیبی از حرکت انتقالی (حرکت از یک مکان به مکان دیگر) و حرکت دورانی حول یک محور است.

جسمی شبیه به یک چرخ یا دیسک را در نظر بگیرید که حول محوری می‌گردد. این جسم، دارای مرکز جرمی است که درست در مرکز آن قرار دارد. حال فرض کنیم که این جسم، به سمت راست حرکت می‌کند (حرکت انتقالی). در این صورت، می‌توان گفت که تمام جسم، با سرعت مرکز جرم، به سمت راست حرکت می‌کند (که در این مورد خاص، جرم درست در مرکز جسم قرار گرفته است):

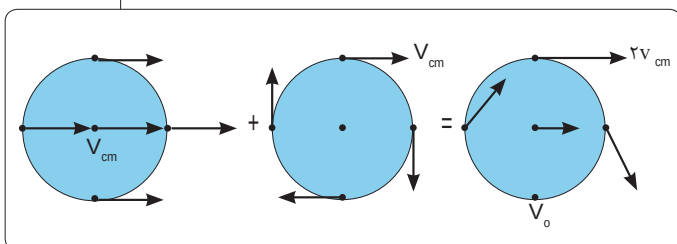


حال، حرکت دورانی دیسک را در نظر می‌گیریم. هر نقطه روی چرخ، در راستای مماس بر چرخ حرکت می‌کند:



نقطه بالایی با سرعت مرکز جرم به سمت راست حرکت می‌کند و نقطه پایینی، با همان سرعت، در جهت عکس حرکت می‌کند.

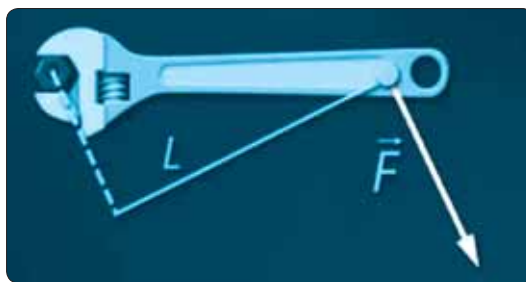
* حرکت غلتشی، ترکیب این دو حرکت است:



ما درباره میزان اثربخش بودن نیرویی که موجب حرکت دورانی می‌شود صحبت می‌کنیم که به دو عامل بستگی دارد: اول: اینکه چقدر نیرو وارد کنیم، دوم: اینکه این نیروی اعمال شده، چقدر تا مرکز دوران فاصله داشته باشد.

این نیروی پیچشی که با اعمال نیرو در یک فاصله معین از مرکز دوران به‌دست می‌آید، گشتاور نامیده می‌شود.

گشتاور، براساس نیرو، و فاصله عمودی مرکز دوران تا نقطه اعمال نیرو، اندازه‌گیری می‌شود. لذا اگر خطی عمود بر راستای نیرو رسم کنیم و محل تلاقی این خط، با خط گذرنده از مرکز دوران (و موازی با راستای نیرو) را L بنامیم - که «بازوی اهرم» نام دارد - این فاصله برای محاسبه گشتاور به کار می‌رود.



گشتاور عبارت است از حاصل ضرب بازوی اهرم (L) و نیروی (پیچشی) اعمال شده. بنابراین برای یک نیروی مشخص، هر چه بازوی اهرم بزرگ‌تر باشد، اثربخشی تلاش من برای تغییر حرکت دورانی، بیشتر خواهد بود:

$$\tau = LF$$

گشتاور: معادل دورانی نیرو

برخی دیگر از معادله‌های دورانی را بررسی می‌کنیم: قانون دوم نیوتون می‌گوید $F=ma$. در حال حاضر، معادله‌هایی برای نیرو، جرم و شتاب داریم. بنابراین، معادل قانون دوم نیوتون، به این صورت خواهد بود:

$$F = ma \text{ و } \tau = I\alpha$$

شتاب معمولی

لختی معمولی (خطی)

برای انرژی جنبشی هم داریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K_{\text{rot}} = \frac{1}{2}I\omega^2$$

و تکانه:

$$P=mV \rightarrow L=I\omega$$



تکانه زاویه‌ای

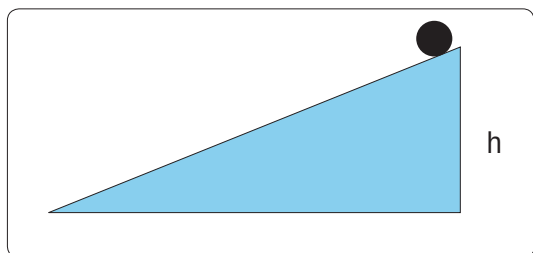
(البته رابطه اخیر، تنها برای اجسام کاملاً متقارن در چرخش نظیر چرخ‌ها، کره‌ها و... صدق می‌کند). بنابراین، می‌توانیم تعداد زیادی معادل برای کمیت‌هایی که

می کنید کدام یک سریع تر به پایین سطح می رسد؟



دیسک پیروز می شود! اما چرا؟

دیسک صلب، لختی دورانی کمتری دارد، چون بخش زیادی از جرم آن، حول مرکز متمرکز شده است. همین عامل موجب می شود تا تغییر حرکت دورانی جسم، ساده تر باشد. این در حالی است که در مورد حلقه، تمام جرم در لبه خارجی متمرکز شده است (همانند میله قرمز مثال اول) و در نتیجه، تغییر، حرکت دورانی آن دشوارتر است و شتاب کمتری می گیرد. روش دیگری که می توانیم با کمک آن، این مسئله را تحلیل کنیم، استفاده از انرژی است: دو جسم (حلقه و دیسک)، هر دو از ارتفاع شروع به حرکت بر روی سطح شیب دار می کنند و پایین می غلتند.



در نقطه شروع، انرژی پتانسیل آن ها، عبارت است از $U = mgh$. در حالی که در ابتدای مسیر (بالای سطح شیب دار)، ساکن و در نتیجه دارای انرژی جنبشی صفر خواهد بود:

$$K = 0$$

از طرفی، در انتهای مسیر (پایین سطح شیب دار)، انرژی پتانسیل آن ها صفر خواهد بود $U = 0$ در حالی که انرژی جنبشی خواهند داشت.

اما مسئله مهم در اینجا، که البته باعث پیچیده تر شدن موضوع می شود، این است که این اجسام، ترکیبی از انرژی جنبشی انتقالی و انرژی جنبشی دورانی دارند:

$$K = K_{\text{انتقالی}} + K_{\text{دورانی}} = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{1}{2} I\omega^2$$

پایستگی انرژی می گوید: انرژی اولیه (mgh) با انرژی نهایی برابر است:

$$mgh = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{1}{2} I\omega^2$$

از اینجا به بعد جلوتر نمی توانیم برویم، مگر اینکه رابطه میان

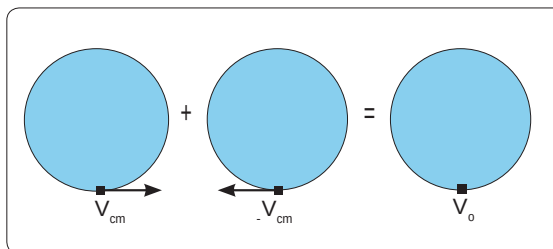
هنگامی که این دو حرکت را با هم تلفیق می کنیم، به نتایج

مهمی می رسیم:

مرکز جرم، با سرعت V_{cm} حرکت می کند. نقطه بالایی چرخ، با سرعت دو برابر مرکز جرم حرکت می کند. نقطه سمت راست با سرعتی متشکل از حرکت رو به پایینش (دورانی) و حرکت افقی اش (انتقالی) حرکت می کند. نقطه سمت چپ، به صورت قطری و رو به بالا حرکت می کند. (بدیهی ست که با چرخیدن چرخ، این بردارها تغییر می کنند.) اما جالب ترین حرکت، مربوط به نقطه پایینی چرخ است:

پایین ترین قسمت چرخ غلتنده (که با سطح در تماس است)، به صورت لحظه ای، ساکن است.

دلیل چنین واقعیتی این است که دوران پیرامون مرکز جرم، می خواهد این نقطه را با سرعت $-V_{cm}$ به سمت چپ ببرد. در حالی که مرکز جرم، آن را با سرعت V_{cm} به راست می برد. در نتیجه، نقطه مزبور دفعتاً ساکن خواهد بود:



این موضوع (ساکن بودن لحظه ای نقطه پایین چرخ) موجب می شود بتوانیم یک حرکت غلتشی واقعی را از «سُریدن» تفکیک کنیم. چنین ایده ای را می توان در مورد ترمزها ABS به کار برد و تحلیل کرد. کار ترمزهای ضدقفل، همین است: این ترمزها همواره چرخ ها را در حال غلتش نگه می دارند و به همین دلیل، سطح تماس چرخ و سطح جاده، در یک لحظه، نسبت به یکدیگر ساکن خواهند بود. بنابراین اصطلاح بین چرخ و جاده، از نوع ایستایی است.

این واقعیت، پیامدهای جالبی را دربر خواهد داشت. یکی از این پیامدها، این است که رابطه $V_{cm} = \omega r$ که قبلاً در مورد حرکت دورانی به آن رسیدیم، برای حرکت غلتشی نیز صدق می کند: چنانچه رابطه میان حرکت دورانی با سرعت زاویه ای ω و سرعت مرکز جرم به صورت $V_{cm} = \omega r$ بنویسیم (شعاع چرخ است) در این صورت سرعت نقطه بالایی چرخ را که بیشترین سرعت را هم دارد، می توان از آن استنتاج کرد. البته چنین رابطه ای فقط و فقط زمانی صحیح خواهد بود که حرکت غلتشی، خالص و بدون لغزش و سُریدن باشد.

حال، با استفاده از مفهوم لختی دورانی، آزمایشی را انجام می دهیم:

سطح شیب داری به همراه دو جسم در اختیار داریم. یکی از این اجسام، دیسکی صلب است و دیگری، حلقه ای هم جرم و هم شعاع دیسک. این دو جسم را از بالای سطح شیب دار رها می کنیم. فکر

ω و v را بدانیم. این رابطه در حرکت غلتشی، به صورت $\omega = \frac{v}{r}$ است. پس:

لختی دورانی برای دیسک صلب عبارت است از:

$$I_{\text{دیسک}} = \frac{1}{2}mr^2$$

(ضریب $\frac{1}{2}$ از آنجا می آید که بخشی از جرم آن، حول مرکز متمرکز شده است).

لختی دورانی حلقه هم عبارت خواهد بود از:

$$I_{\text{حلقه}} = mr^2$$

حال، برای آنکه محاسبات را ساده تر کنیم، لختی را به صورت حاصل ضرب «چیزی» در mr^2 در نظر می گیریم:

$$I = amr^2 \begin{cases} \text{دیسک: } a = \frac{1}{2} \\ \text{حلقه: } a = 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mu^2(1+a)$$

تنها تفاوت دو جسم

این رابطه را برای سرعت حل می کنیم: جرم ها را از دو طرف حذف می کنیم (در تمام مسائل مربوط به گرانش، چنین اتفاقی می افتد) و در نتیجه، مهم نیست که دو جسم حتماً جرم های یکسانی داشته باشند. همچنین، مهم نیست که حتماً شعاع های یکسانی هم داشته باشند، چرا که شعاع ها نیز از دو طرف رابطه حذف می شوند.

سرانجام:

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+a}}$$

و با عددگذاری، می رسیم به:

$$v_{\text{دیسک}} = 0.82\sqrt{2gh}$$

$$v_{\text{حلقه}} = 0.71\sqrt{2gh}$$

(اگر انرژی دورانی وجود نمی داشت، سرعت برابر $\sqrt{2gh}$ می شد).

در انتها، بهتر است یک معادله دیگر را هم بررسی کنیم؛ معادلی برای پایستگی تکانه. بیایید ابتدا نگاهی به پایستگی تکانه زاویه ای بیندازیم:

تکانه زاویه ای، معادل و همتای دورانی تکانه خطی است. قانون دوم نیوتون را داریم که معادل دورانی آن، $\tau = I\alpha$ است. چنانچه

قانون دوم نیوتون را بر حسب تکانه بنویسیم، خواهیم داشت:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \text{که همان آهنگ تغییر تکانه یک دستگاه است.}$$

$$\text{معادل دورانی این رابطه، به صورت } \tau = \frac{\Delta L}{\Delta t} \text{ خواهد بود که}$$

آهنگ تغییر تکانه زاویه ای است.

در مبحث حرکت خطی، به این نتیجه بسیار مهم رسیدیم که اگر دستگاهی، در معرض هیچ گونه نیروی خارجی قرار نداشته باشد، تکانه اش پایسته خواهد ماند:

$$F_{\text{خارجی}} = 0 \quad \text{تکانه پایسته خواهند بود اگر}$$

حال، می خواهیم به نتیجه مشابهی برای تکانه زاویه ای برسیم:

اگر گشتاورهای خارجی، بر دستگاهی اثر نکنند، تکانه زاویه ای آن نمی تواند تغییر کند و پایسته خواهد ماند.

$$F_{\text{خارجی}} = 0 \quad \text{تکانه زاویه ای پایسته است. اگر}$$

یک پاتیناژ باز را در نظر بگیرید که تحت هیچ گشتاور خارجی قرار ندارد و بر روی سطح یخی بدون اصطکاک می چرخد. اگر او دستانش را به داخل جمع می کند. با این کار، تمرکز جرم را حول محور چرخش، افزایش خواهد داد که موجب می گردد لختی دورانی اش کاهش یابد. اما از آنجایی که باید تکانه زاویه ای پایسته بماند، آنچه تغییر می کند و افزایش می یابد، سرعت زاویه ای اوست.

همان گونه که ملاحظه کردید، یک امتیاز حرکت دورانی نسبت به حرکت در خط راست، امکان تغییر توزیع جرم است: در حرکت در خط راست، تغییر توزیع جرم جسم، چندان ساده نیست. اما در حرکت دورانی، این امکان وجود دارد و تغییر توزیع جرم، منجر به تغییر لختی دورانی می شود و از آنجایی که تکانه دورانی پایسته است، سرعت دورانی افزایش می یابد.

مثال پاتیناژ باز، مثالی متداول و کلاسیک درباره پایستگی تکانه زاویه ای است. بیایید به چند مثال پیچیده تر بپردازیم: من روی یک صندلی چرخان بدون اصطکاک نشسته ام و هیچ گشتاور خارجی هم بر آن اثر نمی کند. همچنین، یک چرخ دو چرخه در دست دارم که جرم بسیار زیادی در لبه آن متمرکز شده است (در نتیجه، لختی دورانی آن زیاد است). حال، این چرخ را می چرخانم و روی صندلی می نشینم. دستگاه متشکل از من و چرخ، دارای تکانه زاویه ای است:



اگر این چرخ را بر گردانم و محور آن را برعکس کنم، جهت تکانه زاویه ای آن عوض خواهد شد که در نتیجه آن، من هم شروع به چرخش خواهیم کرد!



این پدیده را به نام «حرکت تقدیمی» می‌شناسیم. حرکت تقدیمی را می‌توان با یک ژيروسکوپ به خوبی توضیح داد: ژيروسکوپ می‌داریم که به طور دقیقی متعادل شده است. این ژيروسکوپ، شامل یک دیسک سنگین است که لختی دورانی زیادی دارد و به محوری متصل شده است:



دیسک را می‌گردانیم. ملاحظه می‌شود که تغییری در وضعیت ژيروسکوپ حاصل نمی‌شود. حال، وزنه کوچکی را به انتهای محور ژيروسکوپ آویزان می‌کنیم، به گونه‌ای که تعادل آن به هم بخورد. در این حالت، گشتاور گرانشی به آن اعمال می‌گردد و تکانه زاویه‌ای را تغییر خواهد داد که نتیجه آن، چرخش محور ژيروسکوپ است:



می‌توانیم این رویداد را به کمک بردارها، این گونه توضیح دهیم که تکانه زاویه‌ای، برداری است که در راستای محور دوران و این بردار، در اثر گشتاور اعمال شده، تغییر می‌کند. درست همان گونه که قانون دوم نیوتون، مربوط به تغییر حرکت دستگاه در راستای نیروست، معادل این قانون برای دستگاه‌های چرخان، مربوط به تغییر تکانه زاویه‌ای دستگاه در راستای گشتاوری است که به آن وارد می‌شود.



اگر بخواهیم از چرخش بازایستیم، تنها کافی است چرخ را مجدداً سر و ته کنیم. از آنجایی که هیچ گشتاور خارجی بر این دستگاه اثر نمی‌کند، تکانه زاویه‌ای آن ثابت خواهد ماند. اتفاقی که افتاد، این بود: چرخ در ابتدا، در جهتی می‌چرخید و لذا تکانه زاویه‌ای آن در یک جهت بود. من این تکانه زاویه‌ای را برعکس کردم و در نتیجه، برای اینکه تکانه زاویه‌ای پایسته بماند، در جهت مخالف شروع به چرخیدن کردم. در نتیجه تکانه زاویه‌ای کل دستگاه ثابت می‌ماند، ولی اجزای مختلف دستگاه نکانه‌های زاویه‌ای‌شان را تغییر می‌دهند

آزمایش دیگری نیز می‌توان با چرخ انجام داد که البته کمی دشوارتر است: چرخ دوچرخه مثال قبل را می‌چرخانیم، سپس آن را به وسیله قطعه‌ای طناب که به محور دورانش متصل شده است، آویزان می‌کنیم. جالب است که به جای آنکه چرخ بیفتد و در حالت آویزان قرار بگیرد، شروع به گردش حول طناب (که به حالت عمودی قرار گرفته و به محور چرخ متصل شده) می‌کند:



آخر چرا و چگونه چرخ چنین حرکتی را انجام می‌دهد؟! چون تکانه زاویه‌ای دارد! تکانه زاویه‌ای چرخ، به سوی بیرون محور است. از طرفی، به واسطه گرانش، به آن گشتاور وارد می‌شود. اگر چرخ در حال چرخش نمی‌بود، این گشتاور باعث می‌شد تا چرخ به صورت آویزان قرار بگیرد (محورش همراستای طناب باشد). اما چون این چرخ در حال چرخش است، گشتاور وارد بر آن، به صورتی عمل می‌کند که باعث چرخش چرخ حول محور طناب، می‌شود.



منبع

Richard Wolfson, Physics and our Universe (Rotational Motion), The Great Courses, 2011.



آخرین آشکارساز تک فوتونی

همیش جانسون
ترجمه محبوبه لطفی خواجه‌ای
دبیر فیزیک منطقه خمینی شهر

تقویت‌کننده با نوفه کم آشکارسازی شود.

گروه برای مطالعه واکنش‌های نوری میله‌های جدا از هم از نور لیزر سبز با طول موج ۵۳۲ نانومتر استفاده کرد. آن‌ها چند نوع مختلف از تپ‌های لیزر را به میله‌ها شلیک و واکنش‌ها را اندازه‌گیری کردند. قبل از اینکه یک تپ به میله برسد، نور به دو مسیر شکافته می‌شد، یک مسیر به طرف میله و مسیر دوم به طرف یک فوتودیود بهمنی (APD) می‌رفت که آشکارساز نوری فوق‌العاده حساسی بود که تک‌تک فوتون‌ها را می‌دید. این تشکیلات به نام تداخل سنج هانبری - براون - توویس^۲ به گروه امکان می‌داد تا همدوسی نورهایی را که به میله می‌رسند تعیین کند.

شمارش فوتون‌ها

در یک اندازه‌گیری، گروه جریان فوتونی حاصل از میله را هنگامی که میانگین تعداد فوتون‌ها در تپ از ۳۰ تا ۱۶۰۰۰ تغییر می‌کرد، اندازه گرفت. همان‌طور که انتظار می‌رفت جریان فوتونی بر حسب تعداد افزایش یافت تا در چیزی حدود ۱۰۰۰ فوتون اشباع شد. همچنین گروه به چگونگی واکنش میله‌ها به دو نوع مختلف تپ‌های نوری یکی تپ‌های نور لیزری همدوس و دیگر تپ‌های «شبه‌گرمایی»، واکنش نشان داد. نوع دوم آن دسته از تپ‌های لیزری بود که روی یک دیسک چرخان متمرکز شده بود که با ساییدن ماسه‌سنگ روی آن ناهموار شده بود. نتیجه این کار نور نقطه‌نقطه‌ای بود که سپس به دیافراگمی فرستاده می‌شد و به‌صورت یک تپ با همدوسی کم بیرون می‌آمد.

تپ‌های همدوس و شبه‌گرمایی دارای آمار متفاوتی برای توزیع تعداد فوتون بودند و گروه پژوهش قادر به استفاده از میله‌ها برای آشکارسازی و شناسایی این تفاوت بود. این بدین معنا بود که می‌شد از این میله‌ها به‌عنوان آشکارسازهای فوق‌العاده حساس برای مشخص کردن آمار فوتون‌ها استفاده کرد. با کنار هم قرار دادن تمام اندازه‌گیری‌ها، گروه توانست به این نتیجه دست یابد که هر فوتون در هر تپ تنها با یک مولکول ماده (OS) واکنش می‌کند درحالی که منابع نوری استفاده شده توسط گروه پژوهش کلاسیک بودند، این واقعیت که میله‌ها می‌توانند بین تپ‌های همدوسی و شبه‌گرمایی فرق بگذارند نشان می‌دهد که می‌توان از آن‌ها در اپتیک کوانتومی یا در روابط کوانتومی استفاده کرد. علاوه بر این گروه قصد دارد واکنش میله‌ها به نور دو فوتونی همبسته را هم مورد مطالعه قرار دهد.

یک سلول گیرنده فوتون میله‌ای برگرفته از چشم قورباغه به‌صورت، آشکارساز فوق‌العاده حساسی درآمده است که می‌تواند تک‌تک فوتون‌ها را بشمارد و همدوسی تپ‌های بسیار ضعیف نور را مشخص کند. پژوهشگران سنگاپوری که این کار را انجام داده‌اند می‌گویند این کار می‌تواند به تولید آشکارسازهای نوری دور‌گه‌ای بینجامد که با سلول‌های زنده ترکیب می‌شوند. چشمان انسان و سایر موجودات زنده آشکارسازهای نوری فوق‌العاده حساس و تغییرپذیری هستند که می‌توانند عملکردی بسیار فراتر از ابزارهای ساخت بشر داشته باشند. در واقع، سلول گیرنده فوتون میله‌ای در شبکه چشم انسان تنها به یک فوتون واکنش نشان می‌دهد. چیزی که فقط حساس‌ترین آشکارسازهای دست بشر قادر به انجام آن هستند. با مطالعه چشم علاوه بر آنکه یاد می‌گیریم آشکارسازهای نوری بهتری بسازیم، درک بهتر از عملکرد آن می‌تواند منجر به توسعه ابزارهای «بیوکوانتومی» شود که مؤلفه‌های زیست‌شناختی ساخت بشر را برای مطالعه جنبه‌های اپتیک کوانتومی مثل نور «فشده» به هم مربوط می‌کند.

در این مطالعه اخیر، لئونید کریویتسکی^۱ و همکارانش در آژانس علوم، فناوری و تحقیقات سنگاپور توجه خود را بر نوعی قورباغه پنجه‌ای آفریقایی متمرکز کرده‌اند که زیست‌شناسان درباره‌اش مطالعه بسیار کرده‌اند.

روبه‌رو شدن با جریان

هر میله یک بخش خارجی (OS) دارد که شامل نوعی ماده رنگی نوری است. هنگامی که این ماده در معرض نور قرار گیرد یک تغییر شیمیایی صورت می‌گیرد و وقتی در تاریکی باشد جریان ثابتی از یون‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم از سلول خارج یا وارد آن می‌شود. اما وقتی یک فوتون به این ماده برخورد کند، زنجیره‌ای از واکنش‌های شیمیایی را به وجود می‌آورد که برخی از کانال‌های انتقال یون را خاموش می‌کند این باعث قطبش الکتریکی سلول می‌شود و در نتیجه یک سیگنال الکتریکی به وجود آورد که دستگاه عصبی آن را می‌گیرد و به مغز رله می‌کند. هر میله در حدود ۵۰ میکرومتر طول و تقریباً ۵ میکرومتر قطر دارد. آزمایش با مکش یک میله از میکروپیپت شروع می‌شود و با غوطه‌ور شدن در محلول مخصوصی شبیه به مایع درون چشم زنده نگه داشته می‌شود. میکروپیپت به‌عنوان یک الکترود هم عمل می‌کند که اجازه می‌دهد جریان یون با استفاده از

پی‌نوشت‌ها

1. Leonid Krivitsky
2. Hanbury - Brown - Twiss
3. Hamish Johnston

منبع

Physical Review Letters

در باره نویسنده

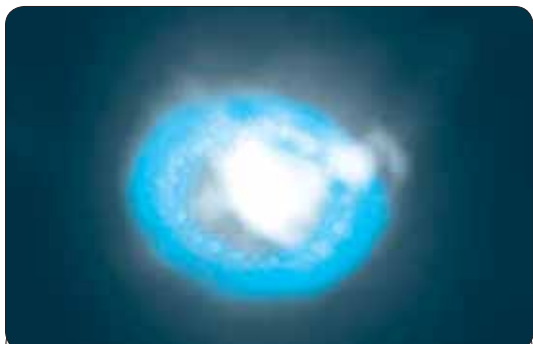
همیش جانسون ویراستار
Physicsworld.com است.

مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی
 منبیره رهبر

شاید سرعت نور کمتر از چیزی باشد که گمان می‌رفت

و SN1978A، برای فوتون‌های به تعداد زیاد صورت گیرد به راحتی می‌تواند تأخیر ۴/۷ ساعت را توجیه کند. اگر معلوم شود که ایده‌های فرانسون درست است، هر اندازه‌گیری انجام گرفته و استفاده شده به‌عنوان مبنای نظریه کیهان‌شناختی غلط خواهد بود. به‌عنوان مثال، زمان رسیدن نور خورشید به ما طولانی‌تر خواهد بود، همین‌طور نور حاصل از اجسام دورتر مانند کهکشان مسیئه ۸۱ در فاصله ۱۲ میلیون سال نوری - حدود دو هفته دیرتر - از آنچه محاسبه شده است به ما خواهد رسید. تأثیر این موضوع مبهوت‌کننده است - فاصله اجسام سماوی را باید دوباره محاسبه کرد و نظریه‌های موجود درباره توصیف آنچه مشاهده شده است را باید کنار گذاشت. در برخی موارد، اختر فیزیک‌دانان باید همه چیز را از اول شروع کنند.



▲ تصویر بقایای آبرنواختر ۱۹۷۸A را نشان می‌دهد که در نوری با طول موج بسیار متفاوت مشاهده می‌شود. داده‌های ALHA (به رنگ سرخ) گردوغبار تازه تشکیل شده در مرکز این بقایا را نشان می‌دهد. داده‌های تلسکوپ هابل (به رنگ سبز) و چاندرا (به رنگ آبی) موج شوکی در حال انبساط را نشان می‌دهد.

(phys, org) جیمز فرانسون فیزیک‌دان دانشگاه مریلند با فرستادن یک مقاله به مجله نیوجورنال اوفیزیکز توجه جامعه فیزیکی را به خود جلب کرده است. او در این مقاله مدعی یافتن دلیلی بر کمتر بودن سرعت نور از چیزی است که در نظریه نسبیت عام بیان می‌شود. نظریه نسبیت عام می‌گوید که نور در خلأ با اندازه سرعت ثابت ۲۹۹۷۹۲/۴۵۸ متر بر ثانیه حرکت می‌کند. این همان C در معادله معروف اینشتین است و در واقع همه چیز در کیهان بر مبنای آن اندازه‌گیری می‌شود - به‌طور خلاصه، مقداری بسیار مهم است. اما، اگر درست نباشد چه؟ استدلال‌های فرانسون در مورد C، بر مبنای رصدهای انجام شده از آبرنواختر SN1978A است که در فوریه ۱۹۸۷ منفجر شد. اندازه‌گیری‌های انجام شده روی زمان رسیدن فوتون‌ها و نوترینوهای حاصل از این انفجار به زمین مشکلی را به‌وجود آورد - فوتون‌ها ۴/۷ ساعت دیرتر از آنچه انتظار می‌رفت به زمین رسیدند. در آن زمان دانشمندان این احتمال را مطرح کردند که این فوتون‌ها ناشی از چشمه‌ای دیگر باشد. اما اگر چنین نبود چه می‌شد؟ فرانسون فکر می‌کند که شاید نور هنگام حرکت، به علت ویژگی فوتون معروف به قطبش خلأ - که در آن فوتون برای مدتی کوتاه به یک الکترون و پوزیترون شکافته و سپس دوباره به یک فوتون تبدیل می‌شود. یک دیفرانسیل گرانشی بین زوج ذرات به‌وجود آید که در هنگام باز ترکیب آن‌ها دارای تأثیر انرژی ناچیزی بشود - که برای کند کردن اندک آن در هنگام حرکت کافی باشد. اگر این شکافته‌شدن و بازترکیب در طول سفر ۱۶۸۰۰۰ سال نوری، فاصله بین ما

پی‌نوشت‌ها

1. James Franson
2. Messier 81

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Apparent correction to the speed of light in a gravitational potential, J.D Franson 2014
 .New J. physics
 DOI: 10. 1088/1367-2630/16/6/065008

یکی از این تلاش‌ها یافتن مواد گرافن مانند سه بعدی بوده است که در آوردن آن به صورت قطعات عملی بسیار راحت تر است. دو همکاری‌های بین‌المللی دیگر در دانشگاه پرینستون و در سدن، آلمان نیز کادمیم ارسناید را به عنوان یک امکان در نظر گرفته‌اند. یکی از آن‌ها نتایج خود را در شماره ۷ مه ایرانیک^۵ منتشر کرده است و دیگری نیز یک مقاله هنوز چاپ نشده در arXiv دارد.

گروه چن نمونه‌های کادمیم ارسناید خود را در آکسفورد ساختند و آن را دایموند لایت سورس^۶ در بریتانیا و ادونس لایت سورس^۷ آزمایشگاه برکلی بررسی کردند.

چن می‌گوید «فکر می‌کنیم این گروه از مواد نامزد خوبی برای استفاده روزمره هستند و با همکاری نظریه پردازان در پی یافتن مواد حتی بهتر بوده‌ایم. به علاوه، می‌توانیم از آن‌ها به عنوان سکویی برای به وجود آوردن و کشف حالت‌های حتی عجیب‌تر ماده استفاده کنیم؛ وقتی دری را باز می‌کنید، درمی‌یابید که درهای بسیار دیگری در پشت آن هستند.»

دانشمندان در آکسفورد، استنفورد، و آزمایشگاه برکلی کشف کرده‌اند که ماده سه بعدی کادمیم ارسناید، رفتار الکترونیکی گرافن را شبیه‌سازی می‌کند. این تصویر الکترون‌های بی‌جرم، سریع داخل ماده را نشان می‌دهد. این کشف می‌تواند به تولید قطعات الکترونیکی جدید و سریع‌تری بینجامد.

(phys.org) - دانشمندان ماده‌ای را کشف کرده‌اند که دارای همان ویژگی‌های الکترونیکی خارق‌العاده گرافن دوبعدی اما به شکل سه بعدی است که راحت تر می‌توان آن را به صورت قطعات الکترونیکی، مانند ترانزیستورهای بسیار سریع، حسگرها، و الکترودهای شفاف، درآورد.

سه گروه مستقل دارند درباره کادمیم ارسناید کار می‌کنند که یکی از آن‌ها گروه پژوهشگران دانشگاه آکسفورد، SLAG، و آزمایشگاه‌های استنفورد و لورنس برکلی‌اند که نتایج کار خود را در شماره ۲۵ مه نیچر متریلز^۱ چاپ کرده‌اند یولین چن^۲ از دانشگاه آکسفورد و هدایت‌کننده این پژوهش می‌گوید «اکنون افراد زیادی متوجه توان بالقوه این ماده خاص در علوم و فناوری شده‌اند. این توجه فزاینده باعث پیشرفت سریع در این زمینه خواهد شد که شامل استفاده از آن در ابزارهای عملی و جست‌وجو برای مواد مشابه است.»

کار گروه، مبتنی بر مطالعات قبلی بر روی یک ترکیب سدیم بسیموت است که رفتار گرافن را شبیه‌سازی می‌کند ولی در مجاورت هوا تبدیل به پودر می‌شود. همکاران این مقاله، ژونگ‌فنگ^۳ و شی‌دای^۴ فیزیک‌دانان نظری فرهنگستان علوم چین، که هر دوی این ترکیب‌ها را پیش‌بینی کرده بودند پیشنهاد کردند که کادمیم ارسناید مورد استفاده در آشکارسازها و حسگرها نیز همین ویژگی‌ها را به شکل بسیار پایدارتری در اختیار می‌گذارند.

ژونگ‌کی لیو نویسنده اصلی مقاله می‌گوید: «معلوم شد که پیش‌بینی آن‌ها صحیح است. پایداری محیطی کادمیم ارسناید این امکان را در اختیار می‌گذارد که از آن به صورت بسیار نظام‌مند استفاده کنیم و کار مطالعه ما را بسیار راحت می‌سازد.»

گرافن ورقه‌ای از کربن به ضخامت یک اتم است که از یک تکه کربن کنده می‌شود که ماده شناخته‌شده مغز مدادهاست. یکی از مشخصه‌های بارز آن رفتار غیرعادی الکترون‌ها در آن است. این ذرات سبک‌وزن وقتی به یک لایه نازک اتم‌های در فواصل منظم مقید شده باشند طوری رفتار می‌کنند که انگار اصلاً جرمی ندارند. این موضوع امکان حرکت بسیار سریع‌تر از معمول را در ماده فراهم می‌سازد. دانشمندانی که ابتدا در سال ۲۰۰۴ گرافن را منزوی ساختند برای این کار جایزه نوبل فیزیک را دریافت کردند؛ و پژوهشگران به سرعت در پی یافتن ویژگی‌ها و کاربردهای عملی آن بوده‌اند.



▲ دانشمندان در آکسفورد، استنفورد، و آزمایشگاه برکلی کشف کرده‌اند که ماده سه بعدی کادمیم ارسناید، رفتار الکترونیکی گرافن را شبیه‌سازی می‌کند. این تصویر الکترون‌های بی‌جرم، سریع داخل ماده را نشان می‌دهد. این کشف می‌تواند به تولید قطعات الکترونیکی جدید و سریع‌تری بینجامد.

پی‌نوشت‌ها

1. Nature Materials
2. Yulin Chen
3. Zhong Fang
4. Xi Dai
5. nature communications
6. Diamond Light Source
7. Advance Light Source

برای اطلاعات بیشتر

رجوع کنید به:

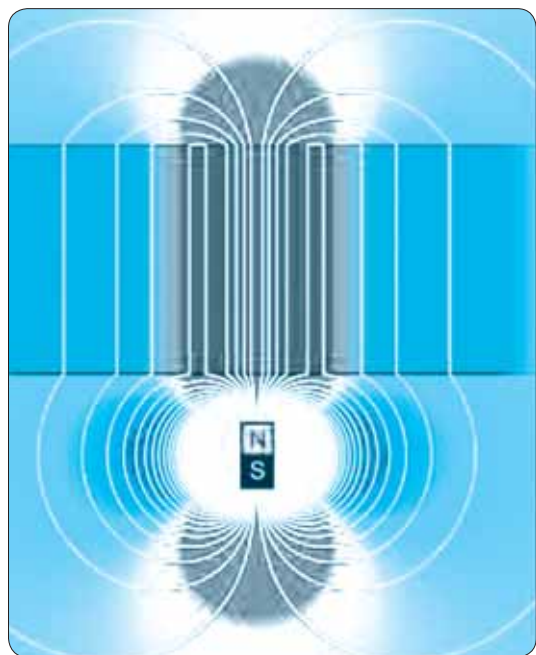
z. k. Liu et al, Nature Materials (2014), DOI:10.1038/nmat3990

انتقال میدان‌های مغناطیسی در فاصله‌های زیاد

و چند آزمایش انجام دادند. آن‌ها می‌گویند «اگرچه ترتیب تجربی ما کامل نبود، اما توانستیم نشان دهیم که شیلنگ میدان مغناطیسی ایستا را به خوبی منتقل کرد»^۱

این روش جدید را می‌توان، به عنوان مثال، در فناوری کوانتومی آینده که دستگاه‌های کوانتومی در فاصله زیاد را به صورت مغناطیسی به هم مرتبط می‌سازد به کاربرد، همچنین مورد استفاده‌ای در اسپینترونیک و فناوری نانو دارد. کار این پژوهشگران در جمله معروف فیزیکال ریویو لتررز^۲ چاپ شده است.

یک فناوری جدید میدان‌های مغناطیسی را تا فاصله‌های زیاد منتقل می‌کند که با انتقال و ارسال نور در تارهای نوری قابل مقایسه است.



▲ نمایش طرح‌وار یک شیلنگ مغناطیسی. میدان مغناطیسی تولید شده در ورودی شیلنگ به خروجی‌ها منتقل می‌شود.

گروهی از فیزیک‌دان‌های کاتالان، آلمان، و اتریش فناوری جدیدی را برای انتقال میدان‌های مغناطیسی به فاصله‌های به دلخواه زیاد ابداع کرده‌اند که با انتقال نور در تارهای نوری قابل مقایسه است. اوریول رومرو-ایزرت^۱ و همکارانش این ابزار جدید را به صورت نظری مطرح و به طور تجربی آزمایش کرده‌اند. حوزه کاربردهای ممکن آن گسترده و شامل اسپینرونیک و رایانه‌های کوانتومی در بین سایر موارد است. در جهان با فناوری پیشرفته کنونی، انتقال امواج الکترومغناطیسی برای بسیاری از فناوری‌ها ضروری است. این موضوع را می‌توان با انتقال اطلاعات از طریق تارهای نوری در سراسر جهان مشاهده کرد. با این همه، وسیله‌ای که بتواند این کار را با میدان‌های مغناطیسی ایستا انجام دهد وجود ندارد زیرا میدان‌های منتقل شده با زیاد شدن فاصله از منبع به سرعت فرو می‌افتند. فیزیک‌دان نظری اینسبورک اوریول رومرو، ایزرت و همکارانش اکنون راه‌حل بسیار ساده برای این مسئله یافته‌اند.

شیلنگ مغناطیسی

او می‌گوید «مطالعات نظری ما نشان داده است که به ماده‌ای با ویژگی‌های بسیار ناهمگن برای انتقال و ارسال میدان‌های مغناطیسی ایستا نیاز داریم». این به معنی آن است که ماده باید دارای گذردهی بسیار خوب در یک جهت و گذردهی صفر در جهت عمود بر آن باشد. چون هیچ ماده‌ای با این نوع ناهمگن شدید وجود ندارد، این فیزیک‌دان راهبرد متفاوتی را طراحی کرده است. آن‌ها از یک استوانه فرومغناطیسی استفاده کردند و پوسته‌ای آبرسانا به دور آن پیچیدند. رومرو-ایزرت می‌گوید «آبرساناها عایق‌های مغناطیسی کامل هستند. محاسبات پژوهشگران نشان داده است که ساختار یک در میان از لایه‌های استوانه‌ای هم‌مرکز از ماده آبرسانا و ماده فرومغناطیسی نرم می‌تواند بیش از ۹۰ درصد میدان مغناطیسی را تا هر فاصله‌ای منتقل کند. طرفه اینکه، پژوهشگران محاسبه کرده‌اند که تا ۷۵ درصد از میدان مغناطیسی را می‌توان فقط با استفاده از یک طرح دو لایه- هسته فرومغناطیسی و یک لایه آبرسانای خارجی منتقل کرد.

آزمایش شاهد مثال

گروه پس از مطرح کردن طرح وسیله‌ای را به صورت تجربی به نمایش گذاشت. آن‌ها یک ماده آبرسانای دما- بالا را دور یک ماده فرومغناطیسی متشکل از کبالت و آهن پیچیدند

پی‌نوشت‌ها

1. Oriol Romero- Isart
2. Physical Review Letters

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

« Long Distance Transfer and Routing of Static Magnetic Fields.» C. Navau, J. Prat camps, O. Romero- Isart, J.I. cirac and A. Sanchez phys. Rev. Letters. 112. 253901- DOI: 10.1103/Phys Rev Lett. 112.253901 (arXiv: 1304- 6300v2)

شاید دانشمندان پژواک‌های زمین کهن را شناسایی کرده باشند

به دست آمده است. می‌دانیم موادی که (از طریق زبانه گویسته) از عمق آن به سطح آورده می‌شوند دارای نسبتی کوچک‌تر از چیزی هستند که در نزدیکی سطح، مثلاً در بازالت‌های پشته‌های وسط اقیانوس وجود دارد، چون زنون-۱۲۹ بر اثر واپاشی پرتوزای ید-۱۲۹، تولید می‌شود، این ایزوتوپ‌های زنون مهر زمانی سن تشکیل بسته کهن گویسته در ۱۰۰ میلیون سال اول تاریخ زمین هستند.»

این پژوهشگر اظهار داشت: «شیمی زمین نشان می‌دهد که تفاوت‌هایی بین نسبت ایزوتوپی گازهای کامل در بخش‌های مختلف زمین وجود دارد. که نیاز به توجیه دارند. این ایده که یک برخورد بنیان‌کن بین زمین و جسم دیگر به اندازه یک سیاره، بزرگ‌ترین رویداد در تاریخ زمین‌شناختی زمین، آن را کاملاً ذوب و همگن نساخته است بسیاری از برداشت‌های ما درباره تشکیل سیاره و انرژی برخوردی عظیم را به چالش می‌کشد. اگر معلوم شود که این نظریه درست است، شاید بتوانیم برخی از پژواک‌های زمین کهن مربوط به زمان پیش از برخورد را مشاهده کنیم.»

این نتیجه هیجان‌انگیز به این شواهد رصدی اضافه می‌شود که جنبه‌های مهم ترکیب زمین در طی تولد سهمگین این سیاره تثبیت شده است، دیدگاه تازه‌ای را که در مورد فرایندهای فیزیکی این رویداد می‌تواند رخ دهد در اختیار می‌گذارد.

گروهی از دانشمندان بر این باورند که نسبت ایزوتوپی قبلاً توجیه نشده عمیق زمین، شاید نشانه‌ای از مواد موجود در زمان قبل از برخورد زمین با جسمی به اندازه یک سیاره باشد که به تشکیل ماه انجامیده است. شاید این مطلب پژواک‌هایی از زمین کهن باشد که پیش از زمان برخورد پیشنهادی ۴/۵ میلیارد سال قبل وجود داشته است. این کار در کنفرانس گلداسمیت در ساکرومنتوی کالیفرنیا ارائه شده است.

طبق نظریه پذیرفته‌شده کنونی، ماه ۴/۵ میلیارد سال پیش هنگام برخورد زمین با توده‌ای به اندازه مریخ، که «تثیا» نامیده شده شکل گرفته است. با توجه به این نظریه، گرمای ناشی از این برخورد، پیش از اینکه بخشی از تکه‌پاره‌های ناشی از برخورد پس از خنک شدن و دور شدن از آن ماه را تشکیل دهند، تمام سیاره را ذوب کرده است. اما، اکنون گروهی از دانشمندان دانشگاه هاروارد فکر می‌کنند که فقط بخشی از زمین ذوب شده است و بخش کهن هنوز در داخل گویسته زمین وجود دارد.

به گفته پژوهشگر ارشد این طرح: «انرژی آزاد شده بر اثر برخورد زمین و تثیا بسیار عظیم و بدون شک برای ذوب همه سیاره کافی بوده است. اما بر این باوریم که این انرژی به صورت یکنواخت در زمین کهن توزیع نشده است. یعنی بخش اعظم نیمکره در معرض برخورد، به احتمال زیاد کاملاً تبخیر شده است، اما نیمکره مقابل آن تا اندازه‌ای محافظت شده و به طور کامل ذوب نشده است.»

این گروه نسبت ایزوتوپی گازهای نادر واقع در عمق گویسته زمین را تحلیل و آن را با نسبت‌های ایزوتوپی نزدیک‌تر به سطح زمین مقایسه کرده‌اند. آن‌ها دریافته‌اند که نسبت ^3He به ^{22}Ne در گویسته کم‌عمق به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از نسبت معادل آن در عمق گویسته است. به گفته این پژوهشگر «این موضوع ایجاب می‌کند که این برخورد عظیم مواد گویسته را کاملاً مخلوط نکرده و اقیانوس کاملی از مواد مذاب گویسته به وجود نیاورده باشد.»

شواهد اضافی از تحلیل نسبت زنون-۱۲۹ به زنون-۱۳۰



تصویر ابرهایی بر فراز استرالیا را نشان می‌دهد.

پی‌نوشت

1. Theia

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Dr. Sujoy Mukhopaehay «chemical heterogenities survive giant impacts and mantle convection» Presented at Goldschmidt conference, Sacramen an, California, g June 2014



ماهی قرمز بر فراز رنگین کمان!

اشاره

ارائه ایده‌هایی که شاگرد را در مواجهه با رویدادهایی که زندگی روزمره را با مفاهیم بنیادی علوم ارتباط می‌دهد، می‌تواند روند درک چنین مفاهیمی را سرعت بخشد. دانش‌آموزان ایرانی در درس فیزیک ۱ با مفهوم شکست نور و بازتاب کلی آشنا می‌شوند. این مقاله با محاسبه‌های ساده، شاگرد را در تحلیل چگونگی ناپدید شدن ماهی قرمز درون تنگ یاری می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: شکست نور، بازتاب کلی، قانون اسنل، رنگین کمان

ماهی قرمز در درون تنگ شیشه‌ای همیشه قابل مشاهده نیست، چرا که اگر به اندازه کافی به شیشه تنگ نزدیک شود، در زاویه‌های خاص از دید ناظر، ناپدید خواهد شد. در مقاله‌ای که اخیراً در مجله فیزیکس تیچر منتشر شده است، ژو و شی^۱ این موضوع را براساس بازتاب کلی تشریح کرده‌اند. (ترجمه فارسی این مقاله در شماره تابستان ۱۳۹۰ رشد فیزیک چاپ شده است.) ما در آنچه در ادامه می‌آید، نشان می‌دهیم که در این پدیده اپتیک بیشتری دخیل است: یک رنگین کمان یکی از مرزهای منطقه کور را تعریف می‌کند که ماهی در آن ناپدید می‌شود.

بازتاب کلی

یک تنگ ماهی کروی به شعاع R را در نظر بگیرید که ماهی قرمز در فاصله a از مرکز آن قرار دارد. شکل ۱ پرتو نوری را نشان می‌دهد که از ماهی (دایره توپر) آغاز و پس از شکسته شدن از تنگ خارج شده است. در ابتدا این پرتو با خطی که ماهی را به مرکز تنگ متصل می‌کند زاویه γ می‌سازد و با زاویه i بر دیواره تنگ فرود می‌آید.

بر طبق قانون سینوس‌ها رابطه زاویه تابش با زاویه γ به صورت زیر است:

$$\sin i = x \sin \gamma \quad (1)$$

که $x = \frac{a}{R}$ نسبت فاصله از مرکز تنگ بر حسب شعاع تنگ است. پس از شکست نور در سطح، پرتو نور با امتداد فرود عمودی زاویه r می‌سازد (به شکل ۱ نگاه کنید). با استفاده از قانون اسنل و معادله (۱) درمی‌یابیم که

$$\sin r = nx \sin \gamma \quad (2)$$

در این رابطه n ضریب شکست آب نسبت به هوا است (ضخامت دیواره تنگ شیشه‌ای نادیده گرفته است). نقش بازتاب کلی در ناپدید شدن ماهی قرمز را می‌توان با توجه به این موضوع فهمید که چون $\sin r \leq 1$ ، معادله (۲) ایجاب می‌کند که پرتوهای نور پس از شکست فقط در زاویه‌هایی خارج می‌شوند که در رابطه زیر صدق می‌کنند.

$$\sin \gamma \leq \frac{1}{(nx)} \quad (3)$$

اگر ماهی قرمز از مرکز تنگ چندان دور نباشد - دقیق‌تر اینکه اگر $a < R/n$ باشد - $nx < 1$ خواهد بود و معادله ۳ هیچ محدودیتی بر زاویه γ نخواهد داشت. در این حالت هر پرتو نوری گسیل‌شده از ماهی، تنگ را ترک خواهد کرد. از سوی دیگر بر طبق معادله (۳) گستره زاویه‌ای γ را به صورت زیر تعریف می‌کند:

$$\frac{\pi}{2} - \sigma < \gamma < \frac{\pi}{2} + \sigma \quad (4)$$

پهنای این گستره که در آن بازتاب کلی مانع خروج نور از تنگ می‌شود 2σ است که $\sigma = \cos^{-1}\left(\frac{1}{nx}\right)$ است نتیجه معادله (۳) و رابطه مثلثاتی $\sin \gamma = \cos(\gamma - \pi/2)$ است. تعریف «زاویه مشاهده» θ بین پرتو خروجی و خطی که از ماهی قرمز و مرکز تنگ می‌گذرد سودمند است. از شکل ۱ مشاهده می‌کنیم که:

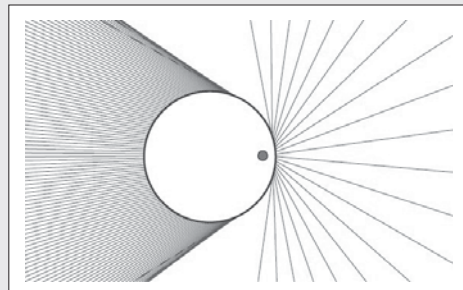
$$\theta = \gamma + r - i \quad (5)$$

اگر θ با γ به صورت یکنواخت افزایش یابد، گستره زاویه بازتاب کلی که از رابطه (۴) به دست می‌آید به بازه زیر تبدیل می‌شود

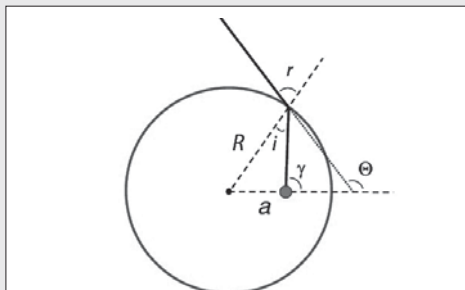
$$\pi - i_c - \sigma < \gamma < \pi - i_c + \sigma \quad (6)$$

$i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)$ زاویه حد برای بازتابش است و ما از زاویه شکست متنظر آن که 90° درجه است استفاده کرده‌ایم. طبق مرجع ۱، ماهی در این زاویه‌های مشاهده باید نامرئی باشد. با این همه، چنان که در ادامه بحث می‌کنیم، «منطقه کور» از

کارلوس آگویار و آنتونیو سانتو، دانشگاه فدرال ریودو ژانیرو، برزیل
اریک لویز، مؤسسه فدرال ریودو ژانیرو، برزیل
والتر سانتوز، کالج پدرو آل، ریودو ژانیرو، برزیل
ترجمه: سیدمهدی میرفتحی، دانشجوی دکتری فیزیک دانشگاه مازندران



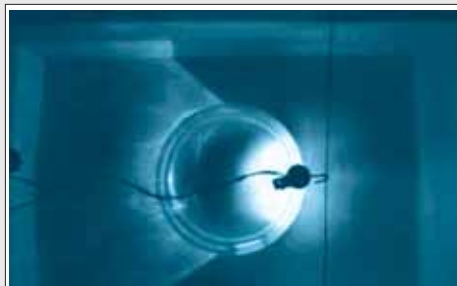
▲ شکل ۲. پرتوهای نور ناشی از ماهی (نقطه پرنک در سمت راست شکل) هنگام خروج از تنگ. شکل کاربرد قانون شکست نور معادله (۲) در یک محیط هندسی دینامیکی را نشان می‌دهد. [۲/۳]



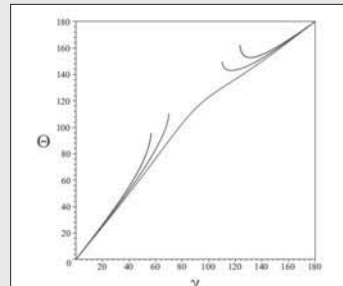
▲ شکل ۱. پرتو نور ناشی از ماهی (نقطه پرنک) در تنگ.



▲ شکل ۵. نمایی نزدیک‌تر از رنگین کمان که جدا شدن رنگ‌ها بر اثر پراش نور را نشان می‌دهد.



▲ شکل ۴. نور ناشی از لامپ در ظرف حاوی آب. لامپ (یا ماهی) را نمی‌توان از ناحیه تاریک دید. مرز درخشان بین ناحیه تاریک و روشن یک رنگین کمان است.



▲ شکل ۳. تغییرات زاویه مشاهده بر حسب γ برای مقادیر مختلف پارامتر فاصله $X = 0.7$ (با منحنی پایین‌تر) $X = 0.9$ (با منحنی میانی) و $X = 0.8$ (با منحنی بالایی)

در نزدیکی مرز بالایی است - ابتدا به مقادیر کوچک‌تر از $\pi - i_0 + \sigma$ (حد بالا در معادله ۶) کاهش می‌یابد، از کمینه‌ای می‌گذرد و سپس به آرامی افزایش می‌یابد.

کمینه مقدار $\theta(\gamma)$ علاوه بر کوتاه کردن منطقه کور پیامد مهم دیگری نیز دارد. نقاط حدی $\theta(\gamma)$ (اعم از بیشینه یا کمینه) نشانه رنگین‌کمانی در زاویه مشاهده متناظر است. این بدان معنی است که منطقه کور در یک رنگین‌کمان، پایان می‌یابد. خوشه‌ای شدن پرتوهای نور خروجی در زاویه رنگین‌کمان، این نقطه‌های پایانی را کاملاً واضح و روشن می‌سازد. در مرز دیگر، گذاری تدریجی از روشنایی به تاریکی رخ می‌دهد که مربوط به محدوده شروع بازتاب کلی است. شکل ۴ وجود چنین رنگین‌کمانی را تأیید می‌کند. این شکل مخزن دایره‌ای پر از آبی را نشان می‌دهد که یک لامپ رشته‌ای کوچک در آن قرار گرفته است. (آن را با شبیه‌سازی شکل ۲ مقایسه کنید) مناطق روشن بیرون مخزن همان نقطه‌هایی هستند که می‌توان لامپ (یا ماهی قرمز) را دید و منطقه‌های تاریک متناظر با منطقه کور هستند. رنگین‌کمان را می‌توان به سادگی در مرز بین مناطق تاریک و روشن تشخیص داد. حد کمابیش با پخش در طرف دیگر منطقه کور مربوط به بازتاب کلی است. نمایی نزدیک‌تر از رنگین‌کمان در شکل ۵ نشان داده شده است که جدا شدن رنگ موردنظر ناشی از پراش نور است.

به‌طور خلاصه، نشان داده‌ایم که ماهی قرمز نه فقط به‌خاطر بازتاب کلی، بلکه به‌خاطر رنگین‌کمان هم در تنگ نامرئی می‌شود. بسته به اینکه از کجا نگاه کنیم، فقط وقتی ماهی را می‌بینیم که از رنگین‌کمان بگذریم.

گستره‌ای که در معادله (۶) تعریف شد، کوچک‌تر است، و این به‌ظهور یک رنگین‌کمان مربوط می‌شود.

رنگین‌کمان در تنگ ماهی

پرتوهای نور ناشی از ماهی قرمز که تنگ را ترک می‌کنند در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. ماهی با یک خال در سمت راست تنگ نشان داده شده است. برای وضوح بیشتر، پرتوهای درون تنگ را رسم نکرده‌ایم. منطقه کوری که از آن ماهی قابل مشاهده نیست گاف بزرگ بین پرتوهاست. در سمت راست شکل منطقه کور را پرتوهای محدود می‌کنند که مماس بر تنگ خارج می‌شوند. این متناظر با شروع بازتاب کلی است، که با حد پایین معادله (۶) داده شده است. مرز دیگر منطقه کور پیچیده‌تر است. بررسی دقیق شکل ۲ نشان می‌دهد که پرتوهای مشخص‌کننده این مرز بر سطح تنگ مماس نیستند، که نشان می‌دهد بازتاب کلی سازوکار مسئول ناپدید شدن ماهی در این سمت نیست. آنچه را که در این منطقه رخ می‌دهد، در شکل ۳ که نمودار زاویه مشاهده θ بر حسب γ است، بهتر می‌توان دید (این تابع را می‌توان از ترکیب معادله‌های (۱)، (۲) و (۵) به راحتی به دست آورد. سه منحنی مربوط به مقادیر مختلف پارامتر فاصله X نشان داده شده‌اند. برای $X = 0.7$ ماهی همیشه قابل مشاهده است. چون در این مورد (با در نظر گرفتن $n = 1.33$ برای ضریب شکست آب نسبت به هوا) در $1 < nX$ است. برای مقادیر بزرگ‌تر X (یعنی 0.8 و 0.9) اندازه $1 > nX$ و گاهی در منحنی‌ها مربوط به منطقه نامرئی ظاهر می‌شود. گستره γ مربوط به گاف از معادله (۴) به دست می‌آید. اما گاف زاویه مشاهده از آنچه از معادله (۶) به دست می‌آید، کوچک‌تر است که ناشی از رفتار غیر یکنواخت

پی‌نوشت

1. Zhu and Shi

منابع

1. Phys. Teach. 47, 424-426 (Oct. 2009)
2. Tabulae نرم‌افزار قابل دافلود از سایت www.tabulae.net
3. Revista Brasileira de Ensino de Fisica 31, 3302 (2009)
4. Phys. Teach. 12, 283-286 (May 1974)
5. Am. J. Phys. 44, 421-433 (May 1976)

مرجع

Phys. Teach. 51, 522-523 (Dec. 2013)

پرواز بالون در ارتفاع زیاد

مأموریت ردبال استراتوس

روی جنسن
گروه شیمی دانشگاه آلبرتا، کانادا
ترجمه سید مهدی میرفتحی
دانشجوی دکتری فیزیک
دانشگاه مازندران

جرم مولکولی (M) و دما (T). با تقریبی خوب گاز موجود در جو را می‌توان گاز کامل فرض کرد و چگالی گاز کامل هم از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\rho = \frac{PM}{RT} \quad (2)$$

در رابطه بالا R ثابت گازها و برابر $R = 0.08314 \text{ (L bar) / (mol K)}$ است.

از معادله ۲ می‌توان دلیل شناوری هلیوم در هوا را دریافت. جرم مولکولی هلیوم برابر با 4.003 g/mol است که از جرم مولکولی متوسط 28.96 g/mol جو کمتر است. در مأموریت ردبال استراتوس^۲ (RBS) از هلیوم کافی استفاده شد تا چگالی متوسط همه تجهیزات از چگالی متوسط هوای جو کمتر گردد. پارامترهای مربوط به تجهیزات این مأموریت و شرایط جوی در جدول (۱) نشان داده شده‌اند. در چنین شرایطی چگالی هلیوم و هوا که از معادله ۲ به دست می‌آید به صورت زیر خواهند بود:

$$\rho_{\text{هوای زمین}} = 1.08 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$\rho_{\text{هوای}}^{\text{RBS}} = 0.0511 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$\rho_{\text{He}} = 0.149 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$\rho_{\text{He}}^{\text{RBS}} = 7.06 \times 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

کلیدواژه‌ها: شناوری، وزن ظاهری، فشار، چگالی

در ۱۴ اکتبر سال ۲۰۱۲، فلیکس برم گارتنر^۱، از محفظه آویزان در زیر بالونی پر از هلیوم که تا ارتفاع ۳۹ کیلومتری صحرای نیومکزیکو اوج گرفته بود، بیرون پرید. این مقاله به کاوش درباره این صعود در قالب «شناوری» می‌پردازد.

همه اجسام جرم ثابتی دارند، اما اگر در شارهای دیگر قرار بگیرند دارای وزن ظاهری کمتری خواهند بود. شناوری نیروی بالاسویی است که شاره احاطه کننده یک جسم بر آن وارد می‌کند: شناوری چوب روی آب، شناوری بالون هلیومی در هوا و... نمونه‌هایی از آن است. وزن ظاهری یک جسم به اختلاف بین چگالی شاره و چگالی جسم بستگی دارد. در معادله (۱)، V حجم جسم و ρ شتاب گرانش است:

$$W = (\rho_{\text{جسم}} - \rho_{\text{شاره}}) V g \quad (1)$$

جسم ρ و شاره ρ به ترتیب چگالی جسم و شاره هستند. اگر $W > 0$ باشد، جسم در شاره فرو خواهد رفت؛ اگر $W < 0$ باشد، جسم در شاره شناور شده و در آن بالا خواهد رفت؛

اگر $W = 0$ باشد، جسم از لحاظ شناوری خنثی بوده و در همان ارتفاع یا عمق شناور باقی خواهد ماند.

چگالی گازها

چگالی یک گاز به چندین عامل بستگی دارد: فشار (P).

قابل ذکر است که یکاهای g/l و kg/m^3 معادلند و می‌توانند جای یکدیگر به کار روند.

چگالی تجهیزات RBS

تجهیزات RBS ترکیبی از بالن، گاز هلیوم، محفظه، فلیکس بوم گارتتر بود. جرم و حجم تجهیزات RBS در جدول (۱) قید شده است. برای مشخص کردن چگالی این دستگاه مرکب، به تعریف بنیادی چگالی رجوع می‌کنیم:

$$(۴) \quad \text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

با محاسبه جرم و حجم کل، چگالی متوسط را می‌توان محاسبه کرد. من جرم هوای درون محفظه را در مقایسه با خطای اندازه‌گیری سایر مقادیر، ناچیز فرض کردم:

$$(۵) \quad \text{چگالی تجهیزات RBS} = \frac{\text{مجموع جرم‌ها}}{\text{مجموع چگالی‌ها}}$$

جرم بوم گارتتر + جرم مخزن + جرم هلیوم + جرم بالن

چگالی مخزن + چگالی بالن

که در سطح زمین برابر خواهد بود با:

$$(۶) \quad \rho_{RBS} = \frac{۱۶۸۲kg + ۷۶۰kg + ۱۳۱۵kg + ۱۱۸kg}{۵۱۰۰m^3 + ۱۷m^3} = \frac{۳۸۷۵kg}{۵۱۱۷m^3} = ۰/۷۵۷ \frac{kg}{m^3}$$

در رابطه بالا جرم هلیوم از معادله ۴ به دست می‌آید که برابر است با حاصل ضرب چگالی در حجم ($۵۱۰۰ \cdot ۰/۱۴۹$) معادله (۶) نشان می‌دهد که چگالی تجهیزات RBS برابر است با $۰/۷۵۷ kg/m^3$ و از چگالی هوا در سطح زمین ($۱/۰۸ kg/m^3$ کمتر است)، از همین روست که تجهیزات در هوا شناور می‌مانند.

چگالی تجهیزات RBS در ارتفاع ۳۹ کیلومتری

از تصاویر ویدئویی این مأموریت (۱) پیداست که در طی صعود به میزان $۶۰ kg$ پاره‌سنگ از محفظه جدا می‌شود. مواد بالن از پلی اتیلن ۲۰ میکرومتر که ضخامتی در حدود روکش‌های پلاستیکی خانگی دارد ساخته شده است. پلی اتیلن و هلیوم مانند گازهای اصلی جو (نیتروژن، اکسیژن و آرگون) قطبی نیستند لذا همه این گازها به پلی اتیلن رخنه می‌کنند. به دلیل اختلاف فشار نسبی، هلیوم به سمت بیرون و

هوا به سمت داخل آن پخش می‌شود. علاوه بر این هلیوم از راه منافذ و رخنه‌های موجود از بالن خواهد گریخت.

برای پویش آنچه در طی صعود رخ می‌دهد، من حجم بالن را بدون در نظر گرفتن پخش یا نشت، با کمک معادله گاز دو حالتی ناشی از معادله گاز کامل محاسبه کردم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \rightarrow V_2 = \frac{P_1 n_2 T_2}{P_2 n_1 T_1} V_1$$

$$(۷) \quad V_2 = \frac{۰/۸۹bar \times n_2 \times ۲۶۶k}{۰/۰۰۳۹bar \times n_1 \times ۲۸۷k} \times ۵۱۰۰m^3 = ۱/۰۸۶ \times ۱۰^۶ m^3$$

که در رابطه بالا، عدد ۱ نماد زمین و عدد ۲ معرف ارتفاع ۳۹ کیلومتری است. این حجم ۲۹ درصد از بیشینه حجم بالن که در جدول ۱ قید شده است بزرگ‌تر است. واضح است که بخشی از هلیوم از بالن گریخته است. برای محاسبه اینکه آیا هوا به‌سوی درون بالن پخش می‌شود، معادله (۵) را برای محاسبه چگالی تجهیزات با فرض اینکه بالن در ارتفاع ۳۹ کیلومتری فقط حاوی هلیوم باشد، به کار می‌گیریم. بدین سان چگالی تجهیزات برابر $۰/۰۰۴۳۶ kg/m^3$ به دست می‌آید که از چگالی هوای اطراف آنکه در معادله (۳) برابر با $۰/۰۰۵۱۱ kg/m^3$ بود، کمتر است. در هر حال بالن در ارتفاع ۳۹ کیلومتری بالای زمین از لحاظ شناوری خنثی است و لذا هلیوم می‌بایست به سمت بیرون و هوا به سمت داخل بالن پخش شود. میزان هوایی را که به سمت داخل بالن راه می‌یابد می‌توان با برابر قرار دادن چگالی تجهیزات و هوای جو اطراف آن‌ها و تغییر دادن نسبت هلیوم موجود در تجهیزات برای برقراری این تساوی محاسبه کرد. این محاسبات حجم هلیوم را $۱۰۰m^3 \times ۷۹۴$ نشان می‌دهد که از نظر حجمی معادل با $۸۳/۱$ درصد هلیوم و $۱۶/۹$ هوای جو است.

پی‌نوشت‌ها

1. Fleix Baumgartner
2. Red Bull Stratos

منابع

1. www.redbullstratos.com
2. www.redbullstratos.com
3. www.wunderground.com/history/airport/krow/2012/10/14/dailyhistory

۴. حسگرهای نصب‌شده در بالن به‌صورت لحظه به لحظه فشار و دما را ثبت می‌کردند. شایان ذکر است فشار و دما در ارتفاع $۳۹ km$ متوسط فشار و دماهایی است که توسط این حسگرها در آن ارتفاع در لحظات مختلف ثبت شده است.

مرجع

Physics Education,
November 2013

جدول ۱: مشخصات تجهیزات این مأموریت و شرایط آب‌وهوایی در روز آزمایش (۴، ۳، ۲)

جرم بالن	۱۶۸۲ kg
جرم مخزن	۱۳۱۵ kg
حجم مخزن	$۱۷ m^3$
جرم فلیکس بوم گارتتر و صندلی	۱۱۸ kg
بیشترین حجم بالن	$۸۳۵۰۰ m^3$
حجم هلیوم استفاده شده	$۵۱۰۰ m^3$
فشار هوا در سطح زمین	$۰/۸۹ bar$
دمای هوا در سطح زمین	۲۸۷ k
فشار هوا در ارتفاع ۳۹ km	$۰/۸۹ bar$
دمای هوا در ارتفاع ۳۹ km	۲۶۶ k



نرم افزار physprof

در آموزش فیزیک

دوره متوسطه

رویا غلامرضایی

دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی، دبیر فیزیک شهرستان انار

آزیتاسیدفدایی

دکترای آموزش فیزیک

چکیده

با وجود تحول عظیمی که در آموزش فیزیک در دنیا ایجاد شده است متأسفانه هنوز دیدگاه‌های استفاده از روش‌های سنتی تدریس پررنگ است. روش‌های نوین، به‌ویژه استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی، راه‌های مختلف ایجاد علاقه و انگیزه در دانش‌آموزان است که میزان مشارکت آن‌ها را در تدریس افزایش می‌دهد و باعث رشد درک شهودی آنان از مفاهیم فیزیک می‌شود. در این مقاله ضمن معرفی یکی از نرم‌افزارهای آموزش فیزیک به نام physprof با بیان دو مثال، به روش استفاده از آن در تدریس مبحث ترمودینامیک فصل اول کتاب فیزیک (۳) رشته ریاضی فیزیک می‌پردازیم.

معرفی نرم افزار

physprof نرم‌افزاری برای یادگیری مباحث گوناگون فیزیک با موضوع‌های مکانیک، الکترونیک و الکتریسیته، نورشناسی و ترمودینامیک است. این نرم‌افزار شامل ۷۰ محیط تعاملی است که به کاربر اجازه می‌دهد با شبیه‌سازی و نمایش انیمیشن‌ها و ایجاد تغییر در پارامترها، به بررسی مباحث مورد نظر بپردازد. مثلاً در مبحث سطح شیب‌دار در مکانیک، دانش‌آموز می‌تواند زاویه سطح شیب‌دار، اندازه نیروی وارد بر جسم و جنس سطح شیب‌دار را تغییر دهد و اثر هر یک را روی حرکت جسم بررسی کند. همچنین مقدار نیروی اصطکاک و عمود بر سطح و ... را با توجه به داده‌های انتخابی محاسبه کند.^۱

نشانی دانلود:

<http://physprof.en.softonic.com/download#downloading>

کلیدواژه‌ها:

نرم‌افزار physprof، آموزش فیزیک، دوره متوسطه

مقدمه

فناوری اطلاعات نظام‌های آموزشی را در مقابل موج عظیمی از تحولات قرار داده و روش‌های آموزش را به چالش کشیده است. مواجهه با این تغییرات و پیشرفت علوم نباید منجر به خودباختگی و کاهش اعتمادبه‌نفس در افراد شود. برای پیشگیری از این خطر توجه به تعریف دهکده جهانی و یکی شدن یافته‌های بشر از علوم راهکاری است که از طریق استفاده از فناوری‌های نو امکان‌پذیر است. برای ایفای نقش در این کاروان علم باید با استفاده از فناوری روز به هم‌اندیشی



فایل اجرایی برنامه
فایل نصب برنامه
شکل ۱.



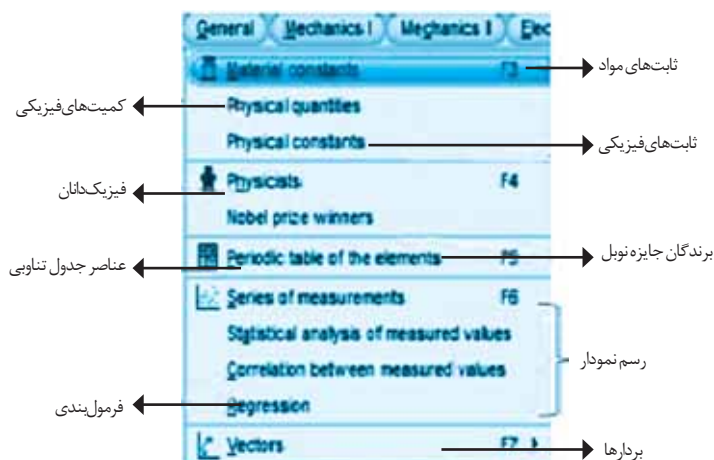
شکل ۳.



شکل ۲.



شکل ۴.



شکل ۵.

۱. روش نصب: برای نصب این نرم‌افزار ابتدا آن را از حالت zip شده خارج می‌کنیم. سپس با کلیک بر روی آن صفحه مقابل (شکل ۱) ظاهر می‌شود. گزینه setup را انتخاب کرده و مراحل بعدی را با انتخاب گزینه next تا پایان نصب نرم‌افزار ادامه می‌دهیم. سپس به همین صفحه برمی‌گردیم و با انتخاب فایل اجرایی برنامه، مراحل نصب را کامل می‌کنیم.

سپس از منوی start گزینه physprof را انتخاب و برنامه را اجرا می‌کنیم. با اجرای برنامه صفحه زیر ظاهر می‌شود. (شکل ۴)

❖ در نوار ابزار بالای این صفحه مباحث اصلی که در این نرم‌افزار قابل استفاده است مشاهده می‌شود.

۲. معرفی آیکون‌های نرم‌افزار

۱-۲ منوی اول که اطلاعات عمومی نرم‌افزار است، شامل موارد مشخص شده در شکل است.

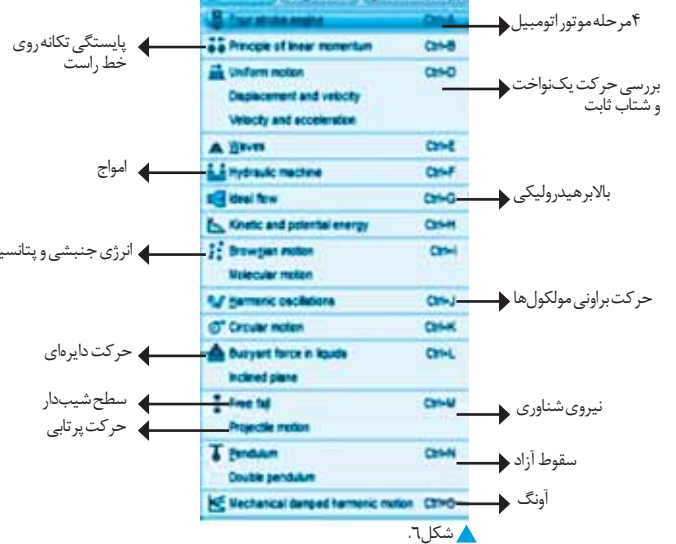


۲-۲ منوی دوم، قسمت اول مباحث مکانیک است که موضوعهای آن را در شکل مشاهده می کنید.

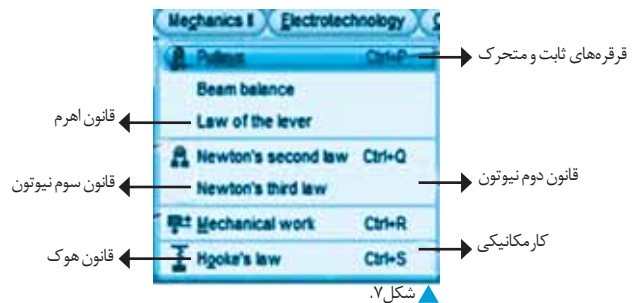
۳-۲ منوی بعدی شامل قسمت دوم مباحث مکانیک است

۴-۲ منوی بعدی با عنوان الکترو فناوری شامل مباحثی است که اکثر آنها در دوره متوسطه کاربردی ندارند. در این قسمت فقط مباحثی که در دوره متوسطه کاربردی است معرفی می شود.

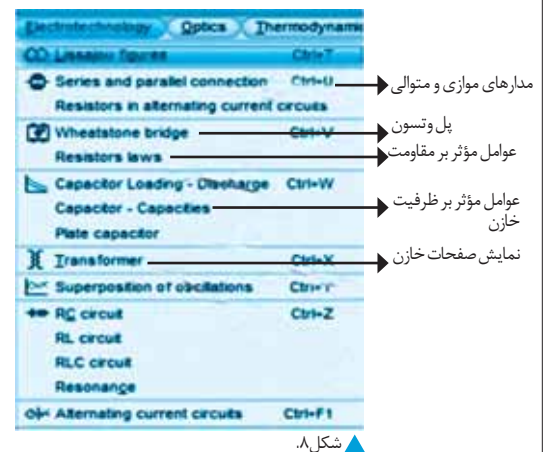
۵-۲ منوی بعدی شامل مباحث اپتیک است.



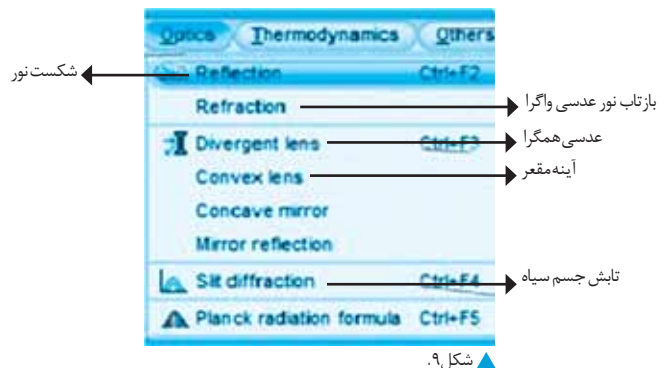
شکل ۶.



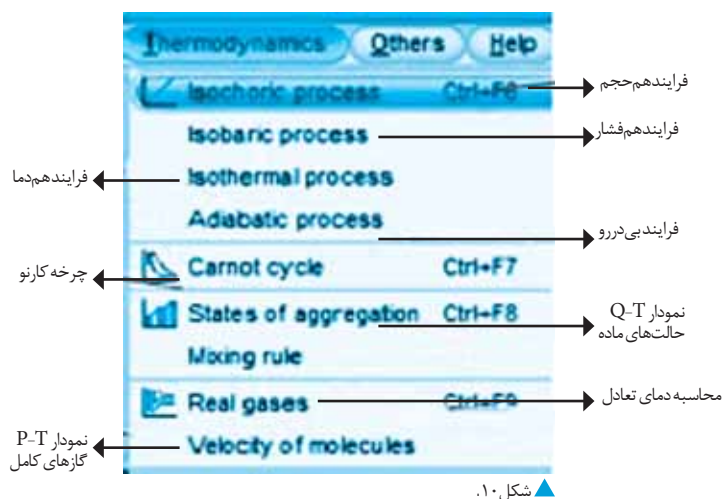
شکل ۷.



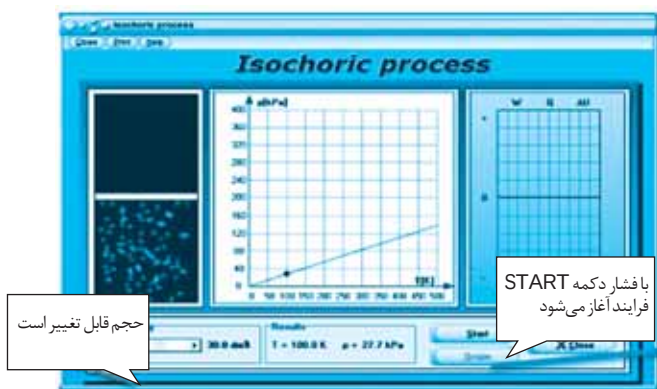
شکل ۸.



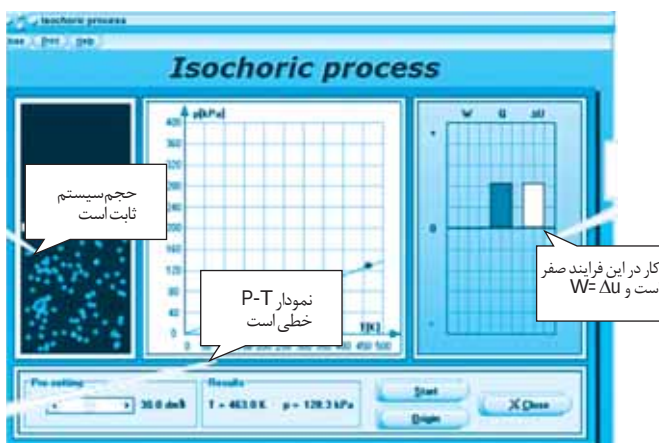
شکل ۹.



▲ شکل ۱۰.



▲ شکل ۱۱.



▲ شکل ۱۲.

۶۲ آخرین منوی که مباحث آن را معرفی می‌کنیم ترمودینامیک است.

❖ همان‌طور که دیدید مباحث مطرح شده در این نرم‌افزار بسیار زیاد است و باز کردن و توضیح همه آن‌ها به دلیل محدود بودن مقاله امکان‌پذیر نیست. مبحثی که در اینجا برای توضیح انتخاب شده است فرایندهای ترمودینامیکی است که در این نرم‌افزار بسیار زیبا و ساده شبیه‌سازی شده‌اند. کاربرد این قسمت نرم‌افزار در توضیح مباحث ترمودینامیک در فصل اول کتاب فیزیک (۳) رشته ریاضی فیزیک است.

۱-۳ فرایند هم‌حجم: در این صفحه یک نمودار و دو نمودار دیده می‌شود. نمودار سمت راست تغییرات کار، گرما و انرژی درونی را در طی فرایند نشان می‌دهد به‌طوری که برای این کمیت‌ها مقدارهای مثبت و منفی در نظر گرفته می‌شود. در نمودار سمت چپ تغییرات فشار، حجم و انقباض و دستگاه قابل مشاهده است. و نمودار نیز تغییرات فشار، حجم و دما را در طی فرایند نشان می‌دهد. در این صفحه حجم ثابت قابل تغییر است و دما و فشار با توجه به حجم انتخاب شده براساس قانون گازها تغییر می‌کند.

۲-۳ فرایند هم‌فشار: این صفحه نیز تمام ویژگی‌های صفحه قبل را داراست، با این تفاوت که فشار دستگاه ثابت می‌ماند و در تراکم هم‌فشار تغییرات کار، گرما و انرژی درونی در جهت منفی است.

۳-۳ فرایند هم‌دما: در شکل ۱۵ و ۱۶ این نوع فرایند بررسی می‌شود.

۴-۳ فرایند بی‌دررو: در شکل ۱۷ و ۱۸ این نوع فرایند بررسی می‌شود.

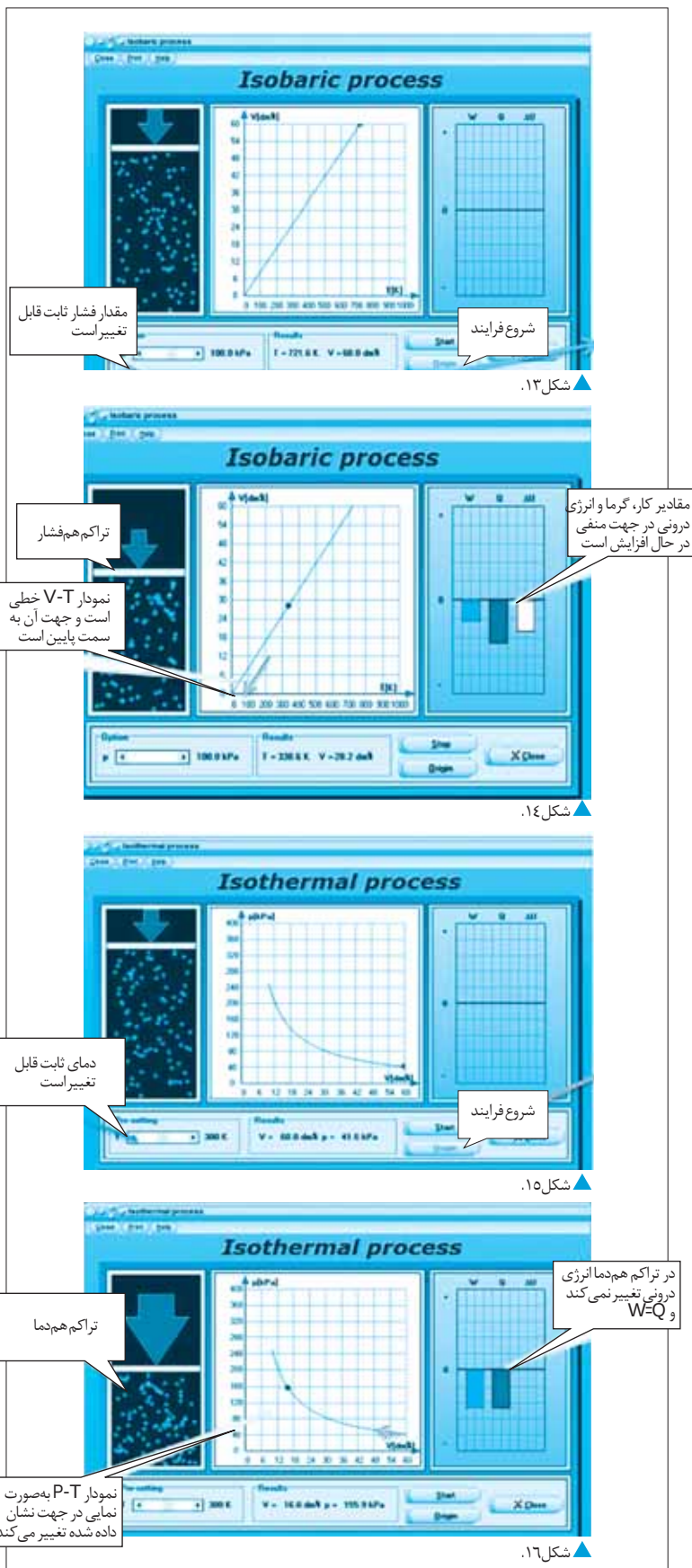
۵. حل نمونه سؤال با استفاده از نرم‌افزار physprof
سؤال ۱: با استفاده از نرم‌افزار physprof تحقیق کنید:
الف. شیب نمودار P-T در فرایند هم‌حجم برای یک گاز کامل با تغییر حجم ثابت چگونه تغییر می‌کند؟
ب. با توجه به این نمودارها و نتایج حاصل از آن رابطه قانون گازها را به دست آورید.

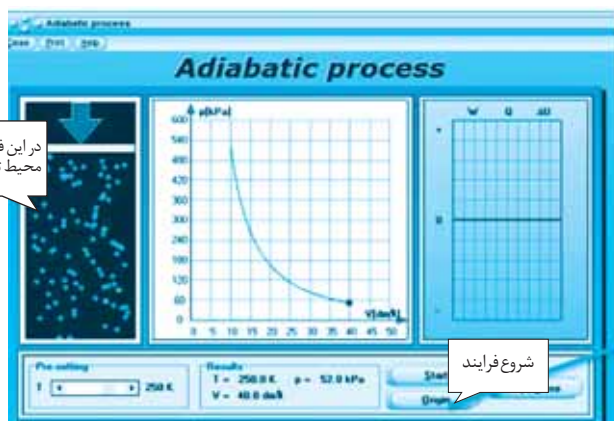
پاسخ:

الف. با توجه به نمودارها برای دو حجم متفاوت، مشاهده می‌شود که با افزایش حجم شیب نمودار کم می‌شود. این نشان می‌دهد که شیب نمودار با حجم گاز رابطه عکس دارد؛ یعنی $m=c/V$

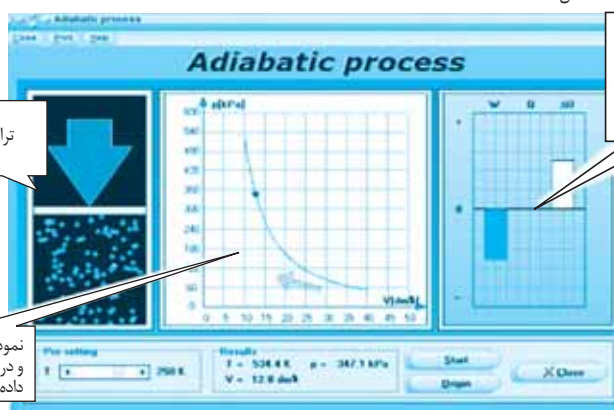
ب. نکته بعدی با توجه به نمودار به دست می‌آید خطی بودن نمودار است که نشان می‌دهد فشار و دما رابطه مستقیم دارند: $p=mT$. مورد بعدی که در نمودارها مشاهده می‌شود این است که همواره این نمودارها در امتداد مبدأ مختصات هستند، یعنی عرض از مبدأ آن صفر است. با قرار دادن همه این نتایج در کنار یکدیگر به رابطه $P=CT/V$ می‌رسیم که مقدار $C=nR$ است.

سؤال ۲: تغییرات کار، انرژی درونی و گرما را در تراکم‌های هم‌فشار، هم‌دما و بی‌دررو مقایسه کنید.

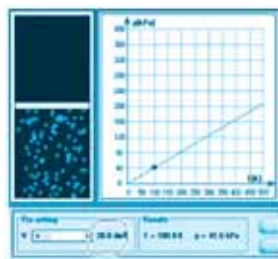




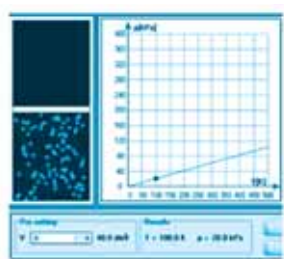
▲ شکل ۱۷.



▲ شکل ۱۸.

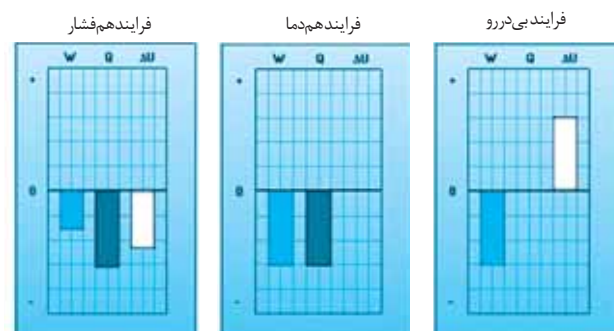


$V=2.0 \text{ dm}^3$



$V=4.0 \text{ dm}^3$

▲ شکل ۱۹.



▲ شکل ۲۰.

پاسخ:

همان طور که در شکل ها مشاهده می شود در هر سه فرایند محیط بر روی دستگاه کار انجام داده است و علامت کار منفی است. در تراکم هم دما و هم فشار دستگاه به محیط گرما می دهد، یعنی علامت گرما در این دو فرایند منفی است. اما همان طور که مشاهده می شود گرمای مبادله شده در فرایند بی دررو صفر است. تغییرات انرژی درونی در تراکم هم فشار منفی است یعنی در این فرایند انرژی درونی دستگاه در حال کاهش است اما در تراکم بی دررو تغییرات انرژی درونی مثبت و نشان دهنده افزایش انرژی درونی در این دستگاه است. تغییرات انرژی درونی در تراکم هم دما صفر است چون دمای دستگاه همواره ثابت می ماند.

نتیجه گیری:

استفاده از این نرم افزار بسیار ساده است و با انیمیشن های جالب و رسم نمودار رابطه بین کمیت های فیزیکی را به خوبی نشان می دهد. البته این نرم افزار با وجود تمام مزیت ها معایبی نیز دارد از جمله اینکه در این نرم افزار امکان خلاقیت در ایجاد محیط جدید توسط کاربر وجود ندارد. عیب دیگر این نرم افزار این است که نسخه Demo آن دانلود می شود که در این نسخه با باز کردن هر آیکون فرصت محدودی برای استفاده از صفحه باز شده وجود دارد و بعد از مدتی این صفحه به طور خود کار بسته می شود.

پی نوشت ها

۱. سیدفدایی، آریتا؛ طراحی آموزشی برای دانش آموزان قرن بیست و یکم، مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۴، تابستان ۹۲، صفحه ۳۲
2. <http://physprof.en.softonic.com/download#downloading>



روش‌های هسته‌ای در کشاورزی

احمد شهبازی

دبیر فیزیک شهرستان نطنز و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد نطنز

چکیده

سال‌هاست که دانشمندان با استفاده از ایزوتوپ‌های پرتوزا، در به‌دست آوردن اطلاعات از گذشته، اندازه‌گیری‌های صنعتی، کنترل کیفی محصولات، تشخیص و درمان بیماری‌ها و تولید گونه‌های مقاوم محصولات کشاورزی نسبت به آفات و کمی آب و ... تلاش می‌کنند. ویژگی اصلی این مواد که باعث استفاده از آن‌ها در صنعت می‌شود، پرتوافکنی این مواد است که نتایج بسیار مطلوبی را برای انسان به ارمغان آورده است. از جمله بدون استفاده از سموم شیمیایی می‌توان با بسیاری از حشرات و آفات مبارزه کرد، همچنین با استفاده از مواد پرتوزا می‌توان باعث شد گیاهان از حداکثر آب موجود در خاک استفاده کنند. به این ترتیب علاوه بر کاهش آب مصرفی و هزینه‌های تولیدی به بهره‌وری کشاورزی افزوده می‌شود.

کلیدواژه‌ها: انرژی هسته‌ای، محصولات کشاورزی، پرتودهی، پرتوزا، هسته‌های ناپایدار

مقدمه

از جمله مهم‌ترین تغییرات در جهان امروز، تغییرات مربوط به عصر جدید هسته‌ای است. علوم و فنون هسته‌ای جزء فناوری‌های پیشرفته و برتر عصر کنونی است. با توجه به محدود بودن منابع فسیلی و انرژی‌های طبیعی، ایران از چند سال پیش به تحقیق و پژوهش و استفاده از انرژی هسته‌ای در بخش‌های صلح‌آمیز پرداخته است. تولید برق

هسته‌ای مهم‌ترین هدف اعلام شده از سوی ایران است. با رشد توسعه اجتماعی و اقتصادی و ارتقای سطح زندگی و بهبود شاخص‌های اقتصادی و همچنین افزایش تقاضای برق در بخش‌های خانگی و صنعتی، استفاده از انرژی هسته‌ای مقرون به صرفه است. یکی از ارکان توسعه اقتصادی در بخش کشاورزی، دانایی محوری و تلاش برای خودکفایی است. دانش هسته‌ای فرایند تحقق این اهداف را سرعت می‌بخشد. با افزایش جمعیت، نیاز به غذا افزایش می‌یابد که خود به تقاضای بیشتر محصولات کشاورزی می‌انجامد. در نتیجه منابع آبی به تدریج کاهش و فرسایش خاک افزایش می‌یابد و در صورت ادامه این روند، شاهد نابودی منابع آبی و خاکی کشور خواهیم بود. از طرفی ما نمی‌توانیم تولید را به دلیل از دست دادن محیط و تخریب منابع متوقف کنیم؛ بلکه باید بین این دو، رابطه‌ای برقرار سازیم که در آن روش‌های تولید و نیز روش‌های حفاظت منابع آب و خاک در تعادل باشند. یکی از راه‌های استفاده بهینه از منابع آب و خاک و تأمین غذای جامعه امروز و نسل آینده، استفاده از فناوری هسته‌ای است.

۱. روش‌های هسته‌ای در علوم کشاورزی

روش‌های هسته‌ای در علوم کشاورزی به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

۱. روش پرتوتایی: در این روش از ایزوتوپ‌های پرتوزا با دستگاه پرتو X رآکتورها و شتاب‌دهنده‌ها، پرتوهای یون‌ساز

تولید می‌شود و از آن‌ها در تحقیقات استفاده می‌شود. ایجاد جهش در گیاهان، کنترل حشرات از طریق عقیم کردن آن‌ها، مبارزه با آفات انباری و ... جزء این روش‌های نوین هستند.

۲. روش‌های ردیابی: در این روش با استفاده از ایزوتوپ‌های پرتوزای مختلف می‌توان تمام مسائل مربوط به حرکت و تجمع کود، آب و عناصر مختلف و نیز جذب آن‌ها در گیاه را به‌دقت بررسی کرد. در مورد سموم نیز این کار امکان‌پذیر است.

۳. روش تجزیه به روش فعال‌سازی: این روش بسیار حساس است و به‌طور عمده برای تعیین مقادیر بسیار جزئی از عناصر موجود در بافت‌های گیاهی و حیوانی به کار می‌رود. بدین ترتیب که یک نمونه را در رآکتور، در معرض تابش نوترون‌های گرمایی قرار می‌دهند و عناصر موجود در نمونه نوترون را جذب می‌کنند و پرتوزا می‌شوند. در این حالت می‌توان عناصر موجود در نمونه را تشخیص داد و اندازه‌گیری کرد. [۱]

۱-۱ کاربرد روش‌های هسته‌ای در بخش صنایع غذایی و کشاورزی:

علاوه‌بر کاربردهای فوق، یکی دیگر از مهم‌ترین کاربردهای روش هسته‌ای که موضوع این مقاله است بخش صنایع غذایی و کشاورزی است. افزایش روزافزون جمعیت بشری یکی از معضلات دنیای متمدن امروزی است که خود مشکلات جدیدی از جمله کمبود مواد غذایی را در اکثر نقاط جهان و به‌خصوص کشورهای در حال توسعه به همراه داشته است.

به‌طور کلی در بخش کشاورزی با دو مأموریت بسیار مهم روبه‌رو هستیم: امنیت غذایی و امنیت بوم‌شناختی. بنابراین در تولید غذا برای جمعیت روزافزون باید از کشاورزی‌ای استفاده کرد که عملکردش به میزان سم و کود و نهاد وابسته نباشد بلکه وابسته به دانش فنی باشد. به عبارتی باید بدانیم که به‌کارگیری دانش فنی چقدر تولید در هکتار را افزایش داده است؟ اگر به این نکته برسیم امنیت غذایی خدشه‌ای بر امنیت بوم‌شناختی وارد نمی‌سازد، زیرا امنیت بوم‌شناختی بستری برای امنیت غذایی به‌وجود می‌آورد و به این ترتیب به پایداری در کشاورزی می‌رسیم. گفته‌وزیر جهاد کشاورزی نیز تأکیدی بر این ادعاست که خودکفایی در تولید گندم به‌دلیل افزایش کود و سم نبود بلکه به‌دلیل انتقال دانش فنی آن هم به میزان ۲۵ درصد دانش موجود صورت گرفت.

نکته قابل توجه این است که استفاده از انرژی هسته‌ای با توجه به مزایای فوق‌العاده خود در کلیه زمینه‌ها به‌خصوص

بخش کشاورزی، اثر نامطلوب ندارد و می‌توان از آن به‌عنوان انرژی پاک استفاده کرد. بررسی‌های انجام شده نیز نشان می‌دهد که گونه‌های مختلف گیاهی تولید شده به این روش تاکنون دارای هیچ‌گونه اثر منفی نبوده‌اند.

فناوری هسته‌ای علاوه‌بر اینکه برای پژوهش‌های کشاورزی یک ابزار محسوب می‌شود برای سالم‌سازی، افزایش تولید و کنترل آفات و بیماری‌های محصولات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در حال حاضر کشورهای مختلف از این فناوری بهره می‌برند. در این کشورها از طریق پرتودهی به مواد غذایی و سالم‌سازی اصلاح ژنتیکی گیاهان به عقیم‌سازی آفات گیاهی و مواد مشابه می‌پردازند. [۲]

به‌منظور تأمین غذا برای جمعیت در حال رشد کنونی به‌ویژه با توجه به محدودیت منابع آب و خاک تولید گونه‌هایی با ویژگی‌های ژنتیکی خاص ضرورت می‌یابد. استفاده از انرژی هسته‌ای به روش پرتوتابی می‌تواند تغییرات ژنتیکی را برای اصلاح محصول در توده‌های گیاهی انجام دهد.

با استفاده از انرژی هسته‌ای می‌توان تنوع گیاهان و ذخیره ژنتیکی را افزایش داد. چرا که در ایجاد اصلاح ژنتیکی، تنوع گیاهان ابزار اولیه است و براساس این تنوع است که می‌توان بهترین عملکرد و در کل ویژگی‌های مطلوب را انتخاب نمود و آن را گسترش داد. [۵]

بر این اساس به کمک فناوری هسته‌ای رقم‌های جدیدی از بذر محصولات تولید می‌شود که در برابر شوری زمین، کم‌آبی، خشکسالی و اقلیم‌های سردسیری و گرمسیری مقاوم است.

مواد پرتوزا و انرژی هسته‌ای در مطالعات مهندسی ژنتیک و فناوری زیستی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مهندسی ژنتیک در تهیه «نشان‌دارها» برای ردیابی ژن‌ها، جداسازی ژن‌ها و بررسی تنوع ژنتیکی ارقام، از مواد پرتوزا استفاده می‌شود که در تحقیقات بخش کشاورزی بسیار مهم و حیاتی است، به‌طوری که می‌توان با اتم‌های پرتوزا، فسفر، پروتئین، گوگرد و اسیدهای آمینه را ردیابی و استخراج کرد و از طریق آن صفات مثبت و صفات منفی گیاه مثل بیماری‌ها را از بین برد.

از دیگر اقداماتی که می‌توان توسط روش‌های هسته‌ای انجام داد، جلوگیری از جوانه زدن محصولات کشاورزی است. چرا که جوانه زدن محصولات کشاورزی هر سال خسارت زیادی به کشاورزان وارد می‌کند. پوسیدگی و از بین رفتن محصولات از جمله پیاز، سیر و سیب‌زمینی در انبارها را هر سال شاهدیم اما با پرتوتابی، فعالیت جوانه‌ها متوقف می‌شود و مدت نگهداری در انبار بالا می‌رود که هم جلو خسارت‌ها را می‌گیرد و هم امکان صادرات را بیشتر می‌کند.

مواد پرتوزا و انرژی هسته‌ای در مطالعات مهندسی ژنتیک و فناوری زیستی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مهندسی ژنتیک در تهیه «نشان‌دارها» برای ردیابی ژن‌ها، جداسازی ژن‌ها و بررسی تنوع ژنتیکی ارقام، از مواد پرتوزا استفاده می‌شود

۲. فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه کشاورزی هسته‌ای

- همکاری‌های منطقه‌ای در زمینه استفاده از پدیده تثبیت زیست‌شناختی نیتروژن مولکولی هوا و ارتقای مدیریت مصرف کود در راستای افزایش محصول غلات و حبوبات.
- افزایش بهره‌وری کاربرد آب تا ۲ برابر و افزایش کارایی مصرف نیتروژن به میزان ۴/۵ برابر در روش آبیاری گیاه گوجه‌فرنگی
- تعیین کارایی مصرف کود فسفره توسط گیاه به میزان ۲۳ درصد.
- تحقیقات در زمینه افزایش محصول از طریق روش کود آبیاری و کارایی مصرف کود و آب جهت اجرای طرح کود آبیاری در سطح تولیدی.
- بررسی میزان مقاومت به شوری بیش از چهل گونه گیاهی داخلی و خارجی
- انتخاب و کاشت ۲۲ گونه گیاهی با مقاومت بسیار زیاد به شوری شامل سنجد، پنبه، انار، گز، تاغ، قره‌داغ، آتریپلیکس، کوچیا، آکاسیا، چاودار. [۱]

۲-۱ فناوری هسته‌ای ابزاری مهم در پژوهش‌های کشاورزی

دانایی محوری یکی از ارکان اساسی توسعه اقتصادی در بخش کشاورزی و تلاش برای خودکفایی است و دانش هسته‌ای هم فرایند تحقق این اهداف را سرعت می‌بخشد. دانش هسته‌ای در فعالیت‌ها و طرح‌های توسعه کشاورزی کاربردهای متنوعی دارد که به آن‌ها اشاره می‌شود...

۲-۲ تولید ابزارهای مقاوم به شوری و سرما

با پرتودهی بذرها می‌توان آن‌ها را در برابر آب و خاک شور و مناطق سرد مقاوم کرد و از این طریق در مناطق کویری هم می‌توان گیاهان مقاوم را کاشت و بارور کرد. این اقدام زیر نظر آژانس بین‌المللی انرژی اتمی به‌منظور افزایش سطح زیر کشت در زمین‌های شور و مناطق خشک در مناطقی از استان‌های خوزستان، گلستان و یزد در حال انجام است. در این روش با استفاده از پرتودهی گاما صفات مقاومت به شوری یا سرما در گیاه ایجاد می‌شود. این تحقیقات هم‌اکنون روی گندم، دانه روغنی کلزا و برنج در حال انجام است. طرح تحقیقاتی مقاوم‌سازی درخت اکالیپتوس به شوری و خشکی با استفاده از انرژی هسته‌ای به شکل پرتودهی گاما در دست اجراست. در صورت مقاوم‌سازی این درخت به شوری و خشکی، با استفاده از آن از حرکت شن‌های روان و فرسایش خاک جلوگیری می‌شود و شاهد سرسبزی منطقه و تأمین علوفه دام به‌علت تثبیت خاک خواهیم بود [۲].

۲-۳ تولید میوه‌های بدون هسته

با استفاده از روش پرتوتابی گاما به بذر مرکبات یا میوه‌های

برتری انرژی هسته‌ای در ایجاد تغییرات ژنتیکی نسبت به بقیه روش‌ها در بررسی محصولات «ترازیخته» مشخص می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم در محصولات ترازیخته «ترانس ژنیک» ژن یک موجود به موجودی دیگر انتقال می‌یابد که ذاتاً متعلق به خود او نیست لذا با توجه به اینکه آن ژن در ساختار طبیعی آن نیست شاید برای متابولیسم بدن افراد سازگار نباشد و عوارض منفی در پی داشته باشد. برای مثال در برنج ترازیخته وقتی کرم ساقه‌خوار برنج از ساقه برنج تغذیه می‌کرد از بین می‌رفت، هرچند معتقد بودند که این مواد در اندام رویشی گیاه باقی می‌ماند و به اندام زایشی یا دانه‌ها منتقل نمی‌شود. اما در جهش به روش استفاده از روش‌های هسته‌ای از بیرون چیزی به گیاه اضافه نمی‌شود و با پرتوتابی فقط ساختار ژنتیکی باعث یک‌سری تغییرات می‌شود.

این تغییرات ژنتیکی می‌تواند پاسخگوی افزایش روزافزون جمعیت و مشکلات ناشی از آن باشد، چرا که تغییرات به‌گونه‌ای می‌تواند در عملکرد محصولات کشاورزی نیز تأثیرگذار باشد، لذا با توجه به محدودیت منابع آبی و محدودیت خاک حاصل‌خیز به کمک فناوری هسته‌ای تولید بذر با عملکرد بالا امکان‌پذیر می‌گردد که در واقع از این طریق بذره‌ای بومی اصلاح می‌شوند.

از دیگر کاربردهای فناوری هسته‌ای، استفاده از آن در آفت‌زدایی و بالا بردن زمان نگهداری محصول است. همان‌طور که می‌دانیم کشاورزان برای از بین بردن آفات زراعی اولین اقدامی که انجام می‌دهند استفاده از سموم شیمیایی و آفت‌کش‌های صنعتی است که اثرات نامطلوبی بر محیط‌زیست و محصولات تولید شده دارد، لیکن به کمک فناوری هسته‌ای و پرتوتابی در حد مناسب می‌توان آفات را از بین برد و محصول ارگانیک و عاری از هرگونه آلودگی تولید کرد. [۱]

مثال بارز این کنترل، آفت کرم گلوگاه انار است که هر ساله خسارت‌های زیادی را به باغداران وارد می‌کند. کرم گلوگاه انار از طریق تاج‌وارد انار می‌شود و تخم‌گذاری می‌کند. این آفت در داخل انار به‌وسیله سم‌پاشی از بین نمی‌رود. در بخش کنترل آفات مرکز تحقیقات کشاورزی وابسته به سازمان انرژی اتمی، از طریق روش عقیم‌سازی حشرات که در آژانس انرژی اتمی «Sit» شناخته می‌شود، حشره پرورش و تکثیر می‌شود و تخم‌گذاری می‌کند و بعد با پرتوتابی تخم یا شفیره بدون آنکه در رفتار فیزیولوژیک آن‌ها تغییری حاصل شود، عقیم و سپس در طبیعت رها می‌شوند و با حشرات دیگر جفت‌گیری می‌کنند اما نسلی نخواهند داشت، بدین ترتیب بعد از چند سال این آفت کنترل خواهد شد. این نوع مبارزه با آفات از نظر کشاورزی پایدار و حفظ محیط‌زیست مورد توجه است.

دانایی محوری یکی از ارکان اساسی توسعه اقتصادی در بخش کشاورزی و تلاش برای خودکفایی است و دانش هسته‌ای هم فرایند تحقق این اهداف را سرعت می‌بخشد.

از انرژی هسته‌ای برای جلوگیری از افتادگی ساقه ذرت و گندم در اردبیل نیز استفاده شده است. با استفاده از فناوری هسته‌ای ساقه‌های ذرت و گندم در منطقه اردبیل کوتاه‌تر و ضخیم‌تر شده و به این ترتیب ضایعات محصول کاهش و برعکس تولید محصول در هر هکتار افزایش یافت. با استفاده از انرژی هسته‌ای می‌توان با اصلاح و بهبود ارقام بومی، این گونه‌ها را که به‌عنوان میراث طبیعی کشور است حفظ و از اختلاط آن‌ها با ارقام غیربومی و نابودی گونه‌های بومی جلوگیری کرد.

۵. ضرورت دستیابی به دانش و فناوری هسته‌ای
دستیابی به دانش و فناوری هسته‌ای در ایران با توجه به افزایش جمعیت و نیازهای غذایی کشور و کاهش سرنانه منابع آبی و فرسایش خاک امروزه یک ضرورت است. با به‌کارگیری فناوری‌های نوین و در رأس آن‌ها فناوری هسته‌ای می‌توان با استفاده بهینه از منابع موجود، مسیر تأمین امنیت غذایی را برای جامعه امروز و نسل آینده هموار کرد و کشور را در زمینه تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه محصولات راهبردی به خودکفایی رساند. امروزه دستیابی به دانش هسته‌ای یک انتخاب لوکس و تشریفاتی یا محتاج دستور و اوامر بیگانگان نیست بلکه یک ضرورت است و باید مسیر تحولات و پیشرفت دانشمندان جوان وطن را پاس بداریم و از آن‌ها حکایت کنیم.

نتیجه‌گیری

انرژی هسته‌ای از مهم‌ترین مباحث علوم و فناوری هسته‌ای است و هم‌اکنون نقش عمده‌ای در تأمین انرژی کشورهای مختلف به‌ویژه کشورهای پیشرفته دارد. اهمیت انرژی و منابع مختلف تهیه آن در حال حاضر جزء رویکردهای اصلی دولت‌ها قرار دارد. به‌عبارت دیگر از مسائل مهم هر کشور در جهت توسعه اقتصادی و اجتماعی، بررسی، اصلاح و استفاده بهینه از منابع موجود انرژی در آن کشور است. امروزه بحران‌های سیاسی و اقتصادی و مسائلی نظیر محدودیت ذخایر فسیلی، نگرانی‌های زیست‌محیطی، ازدیاد جمعیت، رشد اقتصادی همگی مباحث جهان‌شمولی هستند که با گستردگی تمام فکر اندیشمندان را در یافتن راه‌کارهای مناسب در حل معضلات انرژی در جهان به خود مشغول داشته است. به‌طور کلی می‌توان چنین گفت که به‌کارگیری انرژی هسته‌ای در بخش کشاورزی موجب افزایش چشمگیر عملکرد در واحد سطح و ایجاد رشد اقتصادی در این بخش می‌شود و به‌عنوان یک دانش پیشرو می‌تواند نقش مهمی در توسعه کشاورزی و منابع طبیعی، افزایش تولید و ایجاد امنیت غذایی داشته باشد.

هسته‌دار می‌توان با اصلاح ژنتیک میوه‌های با هسته کوچک یا بی‌هسته تولید کرد که علاوه بر خوش‌خوراک بودن می‌تواند در بازارهای بین‌المللی جذب شود و در ارتقای کیفیت محصول مرکبات و میوه‌های هسته‌دار مؤثر باشد.

۲-۴ افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی

با استفاده از پرتودهی گاما و افزایش عمر ماندگاری محصولات باغی به‌ویژه مرکبات می‌توان ضایعات میوه را کاهش داد و زمان بیشتری برای بازاریابی و صادرات این محصولات به بازارهای بین‌المللی برای تولیدکنندگان و صادرکنندگان فراهم کرد. حفظ طعم و تازگی میوه‌ها به‌ویژه مرکبات را باید از دیگر مزایای کاربرد انرژی هسته‌ای در کشاورزی دانست. به تأخیر انداختن جوانه زدن سیب‌زمینی و پیاز در انبارها و حفظ کیفیت این محصولات از طرح‌های تحقیقاتی است که کارشناسان بخش کشاورزی و سازمان انرژی اتمی در دست مطالعه و اجرا دارند [۲].

۳. کاربرد انرژی هسته‌ای در مبارزه با آفات محصولات کشاورزی

امروزه در جهان به بهداشت محصولات غذایی اهمیت زیادی می‌دهند. برای افزایش سلامت محصولات کشاورزی و کاهش مصرف سم و کود شیمیایی می‌توان از فناوری پرتودهی هسته‌ای برای آفت‌زدایی از محصولات بدون استفاده از انواع سموم و کودهای شیمیایی بهره برد. استفاده از مواد شیمیایی و سموم در مبارزه با انواع آفات و قارچ‌ها علاوه بر کاهش سلامت محصول سبب آلودگی محیط‌زیست منابع آب و خاک می‌شود. در کشور ۲۰ میلیون تن انواع سم برای مبارزه با آفات مصرف می‌شود که با جایگزینی فناوری هسته‌ای این میزان کاهش چشمگیری خواهد داشت. کارشناسان و متخصصان کشورمان با استفاده از انرژی هسته‌ای و پرتوتابی گاما، آفات را عقیم می‌کنند و با رهاسازی آفات و حشره‌های عقیم این فعالیت اقتصادی را سالم به نسل‌های بعدی انتقال می‌دهند و به این ترتیب جمعیت آفات کاهش می‌یابد.

۴. تولید گونه‌های پرمحصول و حفظ ذخایر ژنتیکی کشور

تولید گونه‌هایی از محصولات غذایی با بهره‌وری بیشتر به‌منظور افزایش عملکرد محصول در واحد سطح و استفاده بهینه از منابع آب و خاک یکی از مهم‌ترین کاربردهای انرژی هسته‌ای است. به‌جای اینکه سطح زیر کشت را افزایش دهیم می‌توانیم با استفاده از پرتودهی گاما ارقام بومی کم‌محصول را به ارقام پرمحصول تبدیل کنیم. با استفاده از این روش میزان برداشت محصول از گندم از یک‌ونیم تن در هر هکتار به ۷ تن در هر هکتار افزایش یافته است.

منابع

1. <http://www.aftab.ir/articles/iran>
2. <http://www.agr.ir>
3. <http://www.magiran.com>
۴. تشریح کاربرد دانش هسته‌ای در کشاورزی، روزنامه شرق، ۴، ۷، صفحه ۴.
۵. سامی، آرزو. (۱۳۷۹). مطالعه بهره‌وری کارکنان ادارات کشاورزی و جهاد سازندگی شهرستان شهرضا از استان اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

اثر فونون‌ها در ساختارهای نانو

عباس شاه‌بندری قوچانی

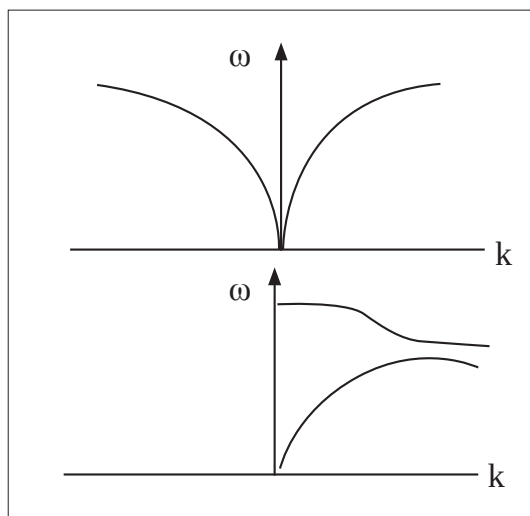
دکترای فیزیک نانو

$$m \frac{d^2 u_s}{dt^2} = c(u_{s+1} - 2u_s + u_{s-1}) \quad (1)$$

که در آن فرض شده است هر اتم فقط با اتم‌های مجاور خود برهم‌کنش دارد. پاسخ این معادله دیفرانسیل به شکل زیر انتخاب می‌شود.

$$u_{s \pm 1} = u \exp(\pm ika) \exp(\pm i\omega t) \quad (2)$$

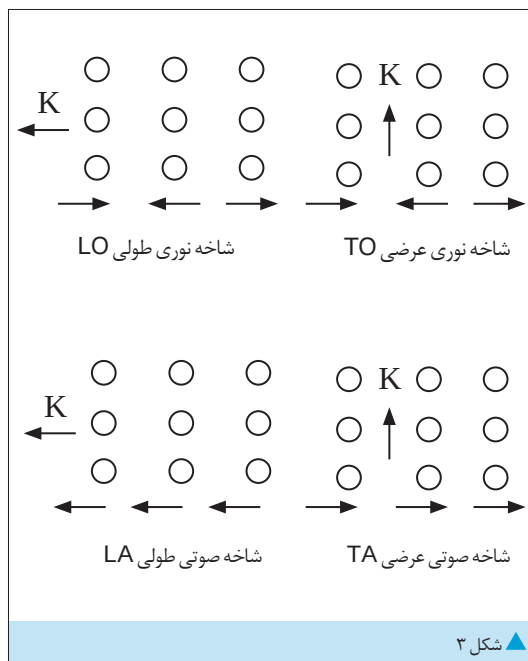
که در آن k بردار موج کشسان در بلور و a فاصله تعادلی بین دو اتم مجاور است. با قرار دادن معادله (۲) در معادله (۱) نمودار بسامد ارتعاش‌های اتم‌های یک بلور بر حسب بردار موج به‌دست می‌آید.



قبل از آنکه اثر فونون‌ها در ساختارهای نانو را بررسی کنیم مختصری در مورد فونون‌ها و نقش آن‌ها در ساختارهای جامد بیان می‌کنیم. در مواد بلوری اتم‌ها حول نقطه تعادل خود در حال ارتعاش‌اند. این ارتعاش‌های، الکترون‌های شبکه را پراکنده می‌کند لذا ارتعاش‌های شبکه‌ای تأثیر مهمی روی خواص بلور مانند رسانندگی الکتریکی و گرمایی دارد، به‌ویژه در دماهای بالا این ارتعاش‌ها زیاد می‌شود و به‌صورت یکی از مهم‌ترین فرایندهای مؤثر بر خواص بلور ظاهر می‌گردد. برای بررسی ارتعاش‌های شبکه‌ای در ساده‌ترین حالت می‌توان فرض کرد که نیروی بین دو اتم مجاور یک تابع خطی از تغییر فاصله نسبی بین دو اتم مجاور است. لذا انرژی کشسان ارتعاشی یک تابع درجه دوم از تغییر فاصله نسبی بین دو اتم مجاور خواهد بود. مانند آن است که اتم‌های شبکه را فنرهایی به هم متصل کرده باشند. اولین هدف ما آن است که بدانیم در یک بلور در یک دمای خاص، صفحات اتمی با چه بسامدی نوسان می‌کنند. بلور مکعبی ساده‌ای را در نظر بگیرید که یک اتم در هر سلول بسیط خود دارد. در راستای عمود بر یک وجه آن نیروی وارد بر یک اتم در یک صفحه اتمی را به‌صورت زیر می‌توان نوشت.

$$\begin{array}{ccc} \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc \\ us-l & \bigcirc & \bigcirc us+l \\ \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc \\ & us & \end{array}$$

▲ شکل ۱



▲ شکل ۳

$$E_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega \quad (3)$$

کوانتوم انرژی موج کشسان ناشی از نوسان صفحه‌های اتمی یک بلور را فونون می‌نامند و n را نیز عدد اشغال یا عدد برانگیختگی فونونی نامیده‌اند. در اصل، انرژی موج کشسان بلور را به صورت انرژی فونون‌ها نمایش داده‌ایم.

برای یک نوسانگر تنها، بسامد ω مقدار ثابتی است. اما برای N نوسانگر، که به هم متصل شده‌اند و بر روی هم اثر دارند مانند اتم‌های یک شبکه ω ثابت نیست و برای هر مقدار عدد موج k انرژی موج کشسان می‌تواند مقادیر زیر را اختیار کند.

$$E_k = (n_k + \frac{1}{2})\hbar\omega \quad (4)$$

در فیزیک حالت جامد تعداد n_k را تعداد فونون‌ها در مد ω_k می‌نامند. اگر N سلول واحد در شبکه موجود باشد.

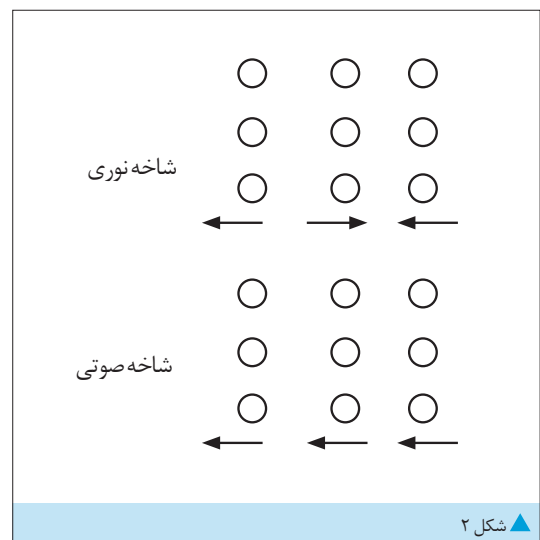
$$|K| = \frac{2\pi n}{Na}, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \frac{N}{2} \quad (5)$$

پس به طور خلاصه می‌توان گفت: انرژی حالت پایه فونونی $\frac{1}{2}\hbar\omega$ است و در حالت برانگیخته n ، تعداد n فونون داریم و اگر شبکه دارای N سلول اولیه و هر سلول دارای تعداد p اتم باشد در یک بعد برابر Nnp فونون و در سه بعد برابر $3Nnp$ فونون خواهیم داشت.

برای آنکه بدانیم چه تعداد فونون در مد ω_k وجود دارد به رابطه‌های آماری فونون‌ها نیاز داریم.

برای یک بلور مکعبی ساده که دو اتم با جرم‌های m_1 و m_2 در هر سلول بسیط خود دارد (مانند بلور NaCl یا GaAs) نمودار بسامد ارتعاش‌های اتم‌های یک بلور بر حسب بردار موج به شکل زیر خواهد بود.

شاخه بالایی را شاخه فونون نوری و پایینی را شاخه فونون صوتی می‌نامند. در شاخه نوری اتم‌های مجاور در فاز مخالف نوسان می‌کنند، اما در شاخه صوتی دو اتم مجاور به طور همفاز در نوسان‌اند (شکل ۲). چنانچه دیده می‌شود برای طول موج‌های به اندازه کافی بزرگ، یا به عبارت دیگر برای بردار موج بسیار کوچک ($k=0$) سهم شاخه نوری در پاشندگی بلور بسیار زیاد و سهم شاخه صوتی تقریباً صفر است. در طول موج‌های کوچک هر دو شاخه اثر قابل توجهی در پاشندگی بلور دارند.



▲ شکل ۲

البته چنین بیانی برای نوسان یک بعدی خواهد بود. در سه بعد که امری واقعی است شاخه‌های نوری و صوتی هر کدام شامل شاخه‌های جدیدی به نام شاخه طولی و شاخه عرضی خواهند شد. در شاخه طولی اتم‌های صفحه در امتداد انتشار موج کشسان نوسان می‌کنند (اگر نوسان دو اتم مجاور در فاز مخالف باشد آن را شاخه نوری طولی LO و اگر نوسان دو اتم مجاور همفاز باشد آن را شاخه صوتی طولی LA) اما در شاخه عرضی صفحات اتمی عمود بر جهت انتشار موج کشسان بلور نوسان می‌کنند (اگر نوسان دو اتم مجاور در فاز مخالف باشد آن را شاخه نوری عرضی TO و اگر نوسان دو اتم مجاور هم فاز باشد آن را شاخه صوتی عرضی TA).

اگرچه در فیزیک کلاسیک انرژی یک نوسانگر پیوستاری تشکیل می‌دهد، اما انرژی کشسان نوسان‌های یک بلور کوانتیده است و مانند یک نوسانگر کوانتومی انرژی آن از رابطه زیر به دست می‌آید.

کنفرانس پانزدهم در کردستان

گزارشی از پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و پنجمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه

سنندج - ۹ الی ۱۲ شهریور ۱۳۹۳

آزیتاسیدفدایی



چکیده

آشنایی با انواع ساعت‌های آفتابی و ساخت یک نمونه به صورت ماکت با استفاده از وسایل ساده؛
چگونگی تقویت آهنرباهای ضعیف شده در آزمایشگاه‌های مدارس؛
بررسی یک مدل برای نشان دادن جریان متناوب؛
آشنایی با نانوفناوری در آموزش؛
استفاده از الگوریتم TRIZ در تدریس علوم؛
تدریس فیزیک ۲ به کمک نرم افزارها؛
آشنایی با روش ساخت سلول‌های خورشیدی؛
آشنایی با روش ساخت چند افلاک نمای ساده؛
آشنایی معلمان با شیوه اقدام پژوهی در مدرسه؛
آشنایی معلمان با سؤالات استاندارد فیزیک در دروس فیزیک سال اول و دوم؛
استفاده از روش مکاشفه در هنگام تدریس فیزیک؛
طراحی سؤالات مختلف برای یک مفهوم بر اساس سطوح شناختی بلوم.

شروع کنفرانس

کنفرانس در ساعت ۸:۳۰ روز ۹ شهریور با قرائت قرآن مجید و سرود ملی آغاز شد. ابتدا آقای اسفندیار معتمدی، رئیس و دبیر شورای اجرایی اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران، ضمن عرض خیرمقدم به شرکت کنندگان در کنفرانس، سخنانی در مورد کنفرانس و سابقه آن ایراد کرد. ایشان از فعالیت‌های معلمان قدیمی همچون آقای اصغر نوروزیان که نقش مهمی در بنای فعالیت‌های انجمن‌های علمی معلمان فیزیک ایران و تدریس مبتنی بر آزمایش‌های فیزیک داشت، قدردانی کرد و از تأسیس موزه آموزش و پرورش در ساختمان مدرسه دارالفنون، در تهران، خبر داد. آقای معتمدی حضور وزیر آموزش و پرورش در جمع انجمن‌های علمی معلمان فیزیک و در کنفرانس پانزدهم، را که پس از ۱۱ سال اتفاق افتاده مغتنم شمرد. ضمناً ایشان از همکاری و فعالیت‌های ارزشمند استانداری، اداره کل آموزش و پرورش، دانشگاه فرهنگیان، انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک کردستان، کمیته علمی و اجرایی کنفرانس و میهمانان و عموم شرکت کنندگان تقدیر کرد.

در ادامه آقای دکتر محی‌الدین امجدیان رئیس دانشگاه فرهنگیان سنندج ضمن خوش آمدگویی به حاضران، از برگزار کنندگان و دست‌اندرکارانی که نهایت تلاش خود را در هرچه پربارتر برگزار نمودن کنفرانس به کار برده‌اند و تقدیر و تشکر کرد. سپس آقای

پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک و پنجمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه با مدیریت علمی و برنامه‌ریزی اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی فیزیک معلمان و معاونت پشتیبانی اداره کل آموزش و پرورش استان کردستان و اجرای دانشگاه فرهنگیان - پردیس شهید مدرس سنندج - به ریاست عالی‌مهندس عبدالمحمد زاهدی استاندار کردستان و با حضور دکتر علی اصغر فانی وزیر آموزش و پرورش، دکتر مهدی گلشنی استاد فیزیک دانشگاه صنعتی شریف و استاد مدعو، سرگروه‌های فیزیک استان‌ها و رؤسای انجمن‌ها و دبیران فیزیک در سنندج برگزار شد.

برنامه‌های این کنفرانس عبارت بود از: برگزاری کارگاه‌های آموزشی، سخنرانی وزیر، سخنرانی استاد مدعو، ارائه ۵۱ عنوان مقاله به صورت سخنرانی و ۱۰۰ عنوان مقاله به شکل پوستر از مجموع ۴۲۵ مقاله که به سایت کنفرانس رسیده بود، تشکیل مجمع سالانه اتحادیه، گزارش جشنواره فیزیک سال ۱۳۹۲، تشکیل غرفه‌های آزمایشگاهی، نمایشگاه موزه علوم و فنون، برقراری ارتباط مستقیم با سرن، برنامه‌های نمایشی مؤسسه‌های فن آموز و آریان پژوه همچنین رصد شبانه و اجرای برنامه موسیقی سنتی کردی و بازدید از موزه و بازار سنندج از برنامه‌های جنبی کنفرانس بود.

یکی دیگر از برنامه‌های کنفرانس نیز تجلیل از پیش کسوتان آموزش فیزیک استان کردستان بود که در آن‌جا آقای دکتر فانی پس از دادن لوح سپاس و سکه به معلمان، بر دست نخستین فرد بوسه زد و شوری در کنفرانس آفرید.

میزبانان از روز نهم شهریور در دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید مدرس کردستان، پذیرای معلمان و شرکت کنندگان از سراسر میهن اسلامی بودند.

کارگاه‌های کنفرانس

برنامه‌های علمی کنفرانس با اجرای ۱۳ کارگاه آغاز شد. روند آموزش در کارگاه‌ها بر اساس اهدافشان شکل می‌گرفت و اهداف عبارت بود از:

بررسی ضرورت و اهمیت استفاده از تاریخ علم در افزایش بازدهی تدریس؛
معرفی و ارائه آزمایش‌ها و فعالیت‌های کلاسی که در CERN انجام شده است؛



اسفندیار معتمدی



▲ تقدیر و تجلیل از معلمان

گفت: تعداد ۴۲۵ عنوان مقاله به سایت دبیرخانه کمیته علمی کنفرانس پانزدهم رسیده بود که ۲۵۰ مقاله بیش از مقالات رسیده به کنفرانس چهاردهم بود. از این تعداد، پس از داوری در مرحله اولیه، ۵۱ عنوان مقاله به صورت سخنرانی و ۱۰۰ مقاله به شکل پوستر پذیرفته شد.

سخنان وزیر

سخنرانی دکتر فانی در مجتمع فرهنگی حضرت امام خمینی (ره) اداره کل آموزش و پرورش کردستان روز سه شنبه ۱۱ شهریور برگزار شد. در این سخنرانی دکتر فانی به نقش انجمن های علمی از جمله انجمن های علمی معلمان فیزیک در راستای سیاست ها و ساحت های آموزش و پرورش اشاره کرد و تمرکز دایی، بهسازی منابع، ارتقای سطح علمی فرهنگیان و کمک به توسعه مشارکت های مردمی را از مهم ترین نقش های انجمن های علمی مطرح کرد. دکتر فانی تربیت اخلاقی و اعتقادی، تربیت علمی و فناوری، تربیت زیباشناختی و هنری، تربیت سیاسی و اجتماعی، تربیت اقتصادی و حرفه ای و تربیت جسمانی و بدنی را شش ساحت مهم در فلسفه تعلیم و تربیت و سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش اعلام کرد و افزود: در مجموعه آموزش و پرورش تلاش خواهیم کرد تا از تربیت انسان تک بعدی پرهیز شود و به همه ابعاد و ساحت ها در تربیت و آموزش نیروی انسانی توجه شود. وزیر آموزش و پرورش اولویت گذاری در برنامه ها را از سیاست های دولت یازدهم برشمرد و ساماندهی و بهسازی نیروی انسانی، توسعه مشارکت های مردمی، ارتقای مدیریت آموزشی، بودجه ریزی عملیاتی و تمرکز دایی را از مهم ترین اولویت های

آموزش و پرورش بیان کرد. وی همچنین از آموزش و پرورش به عنوان بزرگ ترین فصل مشترک حاکمیت و ملت یاد کرد و تصریح کرد: با توجه به فراگیر بودن آموزش و پرورش، کوچک ترین تصمیم گیری در این وزارت، همه احاد جامعه را تحت تأثیر قرار می دهد.

پس از این سخنرانی، دکتر فانی از ده نفر بازنشستگان و فیزیک پیشگان استان کردستان که به وسیله کمیته بزرگداشت انجمن و اداره کل آموزش و پرورش کردستان برگزیده شده بودند، تقدیر کرد. وزیر هنگام معرفی این افراد، بر دست نخستین نفر آن ها بوسه زد که شور و هیجانی در مجلس به وجود آمد و با کف زدن طولانی از کار ایشان استقبال شد.

در پایان این جلسه آقای دکتر فانی موافقت خود را با پیشنهاد استاندار مبنی بر تقدیر از شرکت کنندگان و کوشندگان کنفرانس اعلام نمود.

سخنرانی های تخصصی

در بخش سخنرانی های تخصصی هر روز تعدادی از مقالات پذیرفته شده همزمان در سه سالن ارائه می شدند. عنوان های مهم در مقالات پذیرفته شده مربوط به تاریخ و فلسفه علم، پژوهش در آموزش فیزیک، فناوری های نوین، طراحی آزمون ها، بررسی کتاب های درسی، تحلیل نقش آزمایشگاه در آموزش فیزیک و فیزیک جدید بود.

عبدالحسن بصیره به نمایندگی از طرف دکتر یوسف ثبوتی، پیام ایشان را قرائت و خاطرات شیرینی از زندگی و کار و تدریس جناب دکتر ثبوتی بیان کرد.

سخنرانی دکتر گلشنی

دکتر مهدی گلشنی استاد فیزیک دانشگاه شریف و عضو فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران سخنرانی خود را با عنوان «چرا فیزیک برای کشور ما مهم است و برای شکوفایی آن چه باید کرد؟» شروع کرد. ایشان در این سخنرانی انگیزه های مختلفی را که در زمینه یادگیری علم وجود دارد نام برد و حاضران را به بررسی وضعیت موجود در کشور در انطباق با این انگیزه ها ترغیب کرد. دکتر گلشنی در طبقه بندی خود از انگیزه های مطالعه علم به سه انگیزه اشاره کرد. نخست طلب علم برای درک زیبایی های علم و ترغیب لذت بردن از رسیدن به دانایی. وی اشاره کرد که این هدف در یونان باستان بیشتر مورد توجه قرار داشت. انگیزه دوم به پیروی از ادیان ابراهیمی و دیدگاه های دینی برمی گردد. افراد برای درک حقیقت و درک جهانی که خدا خلق کرده است به جست و جوی علم می پردازند و جویای علم بودن را یک عبادت الهی و راهی به سوی او می دانند. انگیزه سوم نیز جست و جوی علمی برای رسیدن به قدرت و ثروت بود.

به اعتقاد دکتر گلشنی در کشور ما هیچ یک از این دیدگاه ها کاملاً حاکم نیست بلکه یک دیدگاه التقاطی وجود دارد. پیشنهاد وی به معلمان فیزیک، وارد کردن فرهنگ نقد و نقادی در کلاس بود و دیگر اینکه می توانند با برگزاری جلسات سخنرانی های فصلی و یا ماهیانه این فضا را در مدرسه ها ایجاد کنند تا افق فیزیک رخ نماید و جاذبه لازم برای یادگیری فیزیک ایجاد شود و به تبع آن دانش آموزان خوب به فیزیک روی آورند (لازم به ذکر است که چنین پیشنهادی قبلاً عملی شده و با قراردادی که میان اتحادیه و انجمن ها و دانشگاه فرهنگیان در سراسر کشور بسته شده است حدود یک سال است که این سخنرانی های ماهانه در بعضی از پردیس های دانشگاه فرهنگیان جریان دارد. برای نمونه انجمن اصفهان با همکاری پردیس شهید باهنر دو سال است که این برنامه را اجرا می کند). به اعتقاد دکتر گلشنی ما در کشور دو نکته را فراموش کرده ایم؛ یکی رفع نیازهای کشور و دیگری نوآوری و نظریات جدید علمی. بنابراین لازم است تغییری اساسی از نظر فرهنگی در ما ایجاد شود تا کسب علم و دانش جایگاه خودش را پیدا کند.

افتتاح رسمی

روز سه شنبه ۱۱ شهریور با حضور آقای دکتر فانی، استاندار، نماینده سنج در مجلس شورای اسلامی، مدیرکل آموزش و پرورش و دیگر نمایندگان بلند پایه شهر و شرکت کنندگان، مجلس باشکوهی در مجتمع فرهنگی امام خمینی تشکیل شد. در این مجلس آقای عرفانی نسب مدیرکل آموزش و پرورش، آقای استاندار و آقای دکتر رسولی دبیر علمی کنفرانس و سرانجام آقای وزیر سخنرانی کردند.

گزارش دبیر کمیته علمی

آقای دکتر رسولی ضمن خوش آمدگویی به جناب وزیر و استاندار و دبیران فیزیک، فعالیت کمیته علمی را شرح داد و اعلام کرد که یکی از نکات چشمگیر در این دوره افزایش تعداد مقالات ارسال شده به دبیرخانه کمیته علمی کنفرانس، نسبت به دوره های قبل بود. وی



▲ ارتباط مستقیم با سرن از طریق اینترنت



▲ روح‌الله خلیلی بروجنی، سخنران «آموزش فیزیک و عقل سلیم»

در بخش تاریخ و فلسفه علم، تدریس خلاق و کارآمد فیزیک با استفاده از تاریخ فیزیک، به‌کارگیری فلسفه آموزش فیزیک در کتاب فیزیک پایه اول دبیرستان، بررسی دیدگاه‌های معلمان فیزیک در مورد ماهیت علم از منظر تاریخ و فلسفه علم و در بخش پژوهش در آموزش فیزیک از کیفیت‌بخشی آموزش مفاهیم مغناطیس به کمک فعالیت‌های آزمایشگاهی ساده، تدریس فیزیک به کمک الگوی کاوشگری علمی، سیری در کژفهمی‌های ترمودینامیک با رویکردی پژوهش‌محور از مباحث کاملاً مفهومی، تهیه یک طرح درس مبتنی بر مدل استقراء برای آموزش مفهوم فشار و بررسی میزان اثربخشی آن در افزایش دانش و مهارت فکری دانش‌آموزان، بررسی تأثیر آموزش با شیوه چندرسانه‌ای‌ها بر

یادگیری درس فیزیک و... می‌توان نام برد. از دیگر مقالات ارائه شده، باید از جایگاه انجمن‌ها در توسعه برنامه‌های آزمایشگاهی، گذار از نظام سنتی و محلی سنج و سنجش به دستگاه متریک در ایران، شناسایی روش‌های دستیابی به توسعه پایدار از طریق قوانین فیزیکی، نقش انگیزش در آموزش و یادگیری علم، بررسی مؤلفه‌های ماهیت علم در کتاب‌های فیزیک دوره متوسطه با تأکید بر جایگاه دانشمندان، بررسی فناوری و کاربرد در کتاب فیزیک ۲ و آزمایشگاه، نقد و بررسی فیزیک سال اول دبیرستان (چاپ ۱۳۹۲)، شبیه‌سازی فرایند واپاشی هسته‌ها در آموزش فیزیک مقطع متوسطه، نام برد.

عنوان یکی از سخنرانی‌های عمومی «آموزش فیزیک و عقل سلیم» بود که آقای روح‌الله خلیلی بروجنی از گروه علوم پایه سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی و مؤلف کتاب‌های درسی فیزیک، ایراد کرد. خلیلی، در این سخنرانی، به تعریف آموزش فیزیک و هدف آن، عقل سلیم، تأثیر متقابل آموزش فیزیک و فهم متعارف از جهان فیزیکی پرداخت و به نمونه‌هایی از کژفهمی‌هایی که در اثر فهم متعارف از جهان فیزیکی در اذهان دانش‌آموزان پدید می‌آید اشاره کرد.

سخنرانی عمومی دیگر را دکتر خالد سعیدی، از پارک علم و فناوری استان کردستان، با عنوان «فیزیک و فناوری» ایراد کرد. وی به نقش پیشرفت‌های علم و فناوری و تأثیر آن بر آموزش، و نیز نقش پارک‌های فناوری در این زمینه اشاره کرد. سخنرانی عمومی دیگر را آقای سلیمان معروفی با عنوان «سرن و برنامه‌های آموزشی آن» ایراد کرد. وی در این سخنرانی به برنامه‌های آموزشی سرن برای معلمان اشاره داشت. ارتباط مستقیم از طریق ویدئو کنفرانس با دو تن از مسئولان برنامه‌های آموزشی مرکز پژوهش‌های هسته‌ای اروپا «سرن» بخش بسیار قابل توجهی از کنفرانس بود که با حضور دو دبیر فیزیک منتخب که در سال جاری از سرن بازدید کرده بودند برگزار

شد. در این ویدئو کنفرانس ابتدا پرفسور جان آلیس به بیان اساس دانش و تحقیقات سرن پرداخت. وی گفت که تعدادی از دانشمندان ایرانی با این مرکز همکاری دارند و اظهار امیدواری کرد که این خود انگیزه‌ای برای توسعه فعالیت‌های دبیران فیزیک و دانش‌آموزان ایرانی با این مرکز باشد. در ادامه رالف لاندوا مسئول برنامه‌های آموزشی سرن در زمینه اهداف و برنامه‌های آموزشی سرن و تشویق دبیران به شرکت در برنامه‌های آموزشی در فضای مجازی سخن راند. پاسخگویی به پرسش‌های دبیران از دیگر بخش‌های این جلسه‌ها بود.

نماینده سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نشست عمومی نقد و بررسی کتاب‌های درسی جدید فیزیک برنامه دیگری بود که با توضیحات آقای روح‌الله خلیلی بروجنی شروع شد. ایشان با توجه به اجرای نظام جدید آموزشی در مدارس گفت: سال گذشته درس علوم برای پایه هفتم اجرا شد، امسال علوم پایه هشتم اجرا می‌شود و سال آینده پایه اول دبیرستان نخواهیم داشت. بدین معنی که علوم پایه نهم و در سال‌های بعد پایه دهم و یازدهم و دوازدهم به کمک دبیران فیزیک اجرا خواهد شد. امسال پایه سوم راهنمایی آخرین سال نظام قبلی خواهد بود. آقای خلیلی در مورد کم شدن ساعات تدریس علوم در نظام جدید گفت: پیش از این، دانش‌آموزان قبل از اینکه به سال دوم دبیرستان بروند ۲۰ ساعت درس‌های علوم پایه را می‌خواندند. این بیست ساعت شامل ۱۲ ساعت (چهار ساعت در هر پایه راهنمایی) و ۸ ساعت در پایه اول دبیرستان (فیزیک و شیمی و علوم زیستی) می‌شد. در حالی که در نظام جدید دانش‌آموزان قبل از ورود به سال دهم (که همان دوم دبیرستان می‌شود) ۱۱ ساعت علوم پایه می‌خوانند (سال ششم ۲ ساعت، سال هفتم و هشتم و نهم هر کدام ۳ ساعت). یعنی در نظام آموزشی جدید ساعت‌های آموزش علوم، قبل از سال دهم از بیست ساعت به یازده ساعت تقلیل یافته است! ایشان اضافه کرد: بنابراین، با توجه به ساعات مصوب آموزش علوم پایه، ما محدودیت‌هایی در طراحی برنامه درسی فیزیک خواهیم داشت.

در ادامه جلسه، دبیران حاضر مشکلات موجود بر سر راه آموزش فیزیک، کمبود ساعات تدریس علوم پایه در برنامه درسی جدید و حجم بالای مطالب و اشکالاتی را که از این جهت وجود دارد بیان کردند. این نشست با پرسش و پاسخ پایان یافت.

دیگر بخش‌های این کنفرانس عبارت بود از:

- تشکیل مجمع عمومی سالانه انجمن‌های علمی آموزشی دبیران فیزیک استان‌های مختلف با حضور رئیس اتحادیه؛
- ارائه گزارش از جشنواره فیزیک سال ۱۳۹۲ و تحلیل از برگزارکنندگان آن (برای اطلاع از گزارش جشنواره فیزیک حاضر ۱۳۹۳) به وب‌سایت اتحادیه مراجعه کنید؛
- فعال نمودن بخش نمایش و آزمایش‌های فیزیک توسط انجمن‌های استان‌ها و تقدیر از غرفه‌های برتر آزمایشگاهی استان‌ها و انتخاب غرفه برتر؛
- برگزاری نمایشگاه موزه علوم و فناوری از وسائل و دستاوردهای دانشمندان مسلمان و نمایشگاه ارائه سنجه‌های ایران قدیم؛
- نشست علمی فیزیک جدید توسط خانم صدیقه رضایپور و آقای سلیمان معروفی (دبیران شرکت‌کننده در برنامه‌های آموزشی معلمان سرن در سال ۱۳۹۳)؛



تجلیل از برگزیدگان جشنواره فیزیک ۹۲

- نمایش پوستره‌های پذیرفته شده در کنفرانس (حدود ۱۰۰ پوستر)؛

- ارائه همزمان مقالات پذیرفته شده در سه سالن و تقدیم گواهی به نویسندگان مقالات در همه جلسه (نوآوری کمیته اجرایی و علمی کنفرانس در این زمینه قابل ذکر است)؛

برنامه‌های جذاب نمایش‌های فیزیکی با همکاری مؤسسه‌های فن‌آموز و آریان‌پژوه؛

- رصد شبانه، معرفی صور فلکی و عکاسی نجومی.

- برگزاری برنامه‌های تفریحی با اجرای موسیقی سنتی کردی در فضای باز تفرجگاه «آبدر» سنندج و بازدید از موزه و بازار سنندج

- اهدای سی‌دی خلاصه مقالات کنفرانس به تمامی شرکت‌کنندگان.

- حضور و دعوت از سرگروه‌های فیزیک استانی از طریق دبیرخانه راهبری کشوری فیزیک به منظور تقویت رابطه گروه‌های آموزشی و انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک استان‌ها. در نشست سرگروه‌های استانی درس فیزیک گزارش کوتاهی از عملکرد دبیرخانه در سال تحصیلی گذشته داده شد و در ادامه نماینده دفتر متوسطه نظری وزارت آموزش و پرورش به بیان دیدگاه‌ها و نقطه نظرات دفتر متوسطه و تشریح بخشنامه وزارتی درباره تدوین برنامه عملیاتی پرداخت و از سرگروه‌ها خواست به تدوین برنامه عملیاتی برای سال جدید بپردازند و برنامه پیشنهادی خود را به دبیرخانه ارسال نمایند. در ادامه هر یک از سرگروه‌های استان‌ها به بیان خواسته‌ها و مشکلات موجود پرداختند از جمله:

۱. ساعات‌های تدریس فیزیک کم است و برای آزمایشگاه ساعت تدریس اختصاصی در نظر گرفته شود.

۲. به گروه‌های آموزشی قدرت اجرایی بیشتری داده شود تا مصوبات گروه قابل اجرا شود و ساعت و تعداد نفر گروه‌های آموزشی فیزیک افزایش یابد.

۳. برگزاری ضمن خدمت به صورت تخصصی با کدهای جدید لازم است. برخی دوره‌های جدید ضمن خدمت به صورت مجازی برگزار شود.

۴. بازبینی اوراق امتحانات داخلی و نمرات مستمر معلمان بیشتر شود. در نگارش سؤالات به اصول طراحی سؤال بیشتر توجه شود.

۵. آزمون‌های پیشرفت تحصیلی که متناسب با سطح کتاب و دانش‌آموزان نمی‌باشد حذف شود.

۶. در صورت امکان سرفصل‌های کتاب‌های فیزیک در نظام تحول آموزشی در اختیار دبیرخانه و سرگروه‌ها جهت تجزیه و تحلیل محتوایی آن‌ها قرار گیرد. از کاریکاتورهای آموزشی در کتاب‌های فیزیک استفاده شود.

جلسه اختتامیه

در پایان کنفرانس آقایان عرفانی‌نسب، مدیرکل آموزش و پرورش کردستان، دکتر امجدیان رئیس پردیس شهید مدرس و دکتر محمدی‌پور دبیر کمیته اجرایی کنفرانس صحبت کردند. همچنین از طرف شرکت‌کنندگان قطعنامه‌ای صادر شد که آن را آقای عباس دهکردی، رئیس انجمن معلمان فیزیک اصفهان، قرائت کرد. در بخشی از این قطعنامه ضمن تشکر از حضور مقام عالی وزارت در کنفرانس، به نقش کلیدی علوم پایه و آموزش آن در رشد و اعتلای جامعه و همچنین مشکلات جبران‌ناپذیر ناشی از کم شدن ساعات تدریس

علوم پایه در برنامه درسی جدید به اختصار اشاره شده بود. افزایش و اختصاص زمان مناسب برای آموزش مفاهیم علمی در برنامه‌های آموزشی و همچنین اقدام عاجل در تربیت و آموزش کیفی و کمی آموزگاران، دبیران و استادان از دیگر خواسته‌های این قطعنامه بود.

در پایان کنفرانس آقای اسفندیار معتمدی، رئیس اتحادیه، از کمیته اجرایی و علمی کنفرانس و از انجمن معلمان فیزیک استان کردستان و تمامی همکاران و دست‌اندرکاران برگزاری کنفرانس تشکر و تقدیر کردند. ضمناً استان‌های لرستان و خراسان رضوی برای برگزاری شانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و ششمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه اعلام آمادگی کردند.

آقای معتمدی در سخنان خود گفت: «آماده کردن شرایطی چنین پویا برای تعامل میان معلمان فیزیک حاصل زحمات و اندیشه‌ورزی‌های دلسوزان آموزش فیزیک کشور عزیزمان است، به‌ویژه اینکه علاوه بر طراحی علمی و اجرایی نیاز به آینده‌نگری و ترسیم دورنمای اهداف آموزشی دارد. برگزارکنندگان کنفرانس اعم از مسئولان شورای اجرایی اتحادیه و کمیته اجرایی و علمی کنفرانس تمامی تلاش خود را بر آن داشتند تا فضایی علمی، آموزشی، اخلاقی و صمیمی برای دبیران فیزیک فراهم شود تا در پرتو برگزاری این کنفرانس‌ها و مبادلات علمی ایجاد شده معلمان انگیزه بیشتری برای همسو شدن با دانش روز آموزش فیزیک بیابند. فضای علمی کنفرانس سال بعد، موهون حضور و شرکت شما دبیران و محققان آموزش فیزیک کشور است که با راهنمایی‌های خود شرایط ارتقای سطح علمی کنفرانس و آموزش فیزیک را فراهم آورید.»

در پیام تقدیر و تشکر شورای اجرایی اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران از شرکت‌کنندگان در کنفرانس آمده است: «سپاس خدای بزرگ را که بار دیگر سبب ساختن تا جمعی از معلمان فیزیک که از شایستگان کشور هستند در پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک و پنجمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه گردهم آیند و در برنامه‌های علمی، آموزشی، پژوهشی، تربیتی و گردشگری کنفرانس با شور و هیجان شرکت کنند و خود را برای خدمت بیشتر آماده سازند. دیدار و محبت‌ها و راهنمایی‌ها و کمک‌های شما دوستان، به برگزیدگان‌تان در انجمن‌ها و اتحادیه نیرو و انرژی بخشید تا خود را برای خدمت بیشتر آماده کنند. مسلم است پیشنهادها و نظرات سازنده شما می‌تواند برنامه‌های آینده اتحادیه و انجمن‌ها را پربارتر و مؤثرتر کند.»

برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد کنفرانس پانزدهم و اطلاعیه‌های کنفرانس بعدی به وبگاه اتحادیه (www.uipteachers.com) مراجعه کنید.

- The importance of systemd Thinking/ 2
 - Writing as a process/ J. Riazi/ 3
 - Training of thinking in Physics teaching/ T. Sharifi, A. Musavi zadeh/ 6
 - The need for omission of mercury from physics textbooks/ P. safari/ 10
 - Two Common errors in Physics education/ krishna ojani/ 13
 - Starry sky and human Conscience/ H. Hoseini/ 16
 - Seven methods of measuring height/ A. Shiri Yazdi/ 21
 - Teaching physics with Angry Birds/ M. Rodrigues et al/ 24
 - Teaching attitude is the essence of education/ F. Ebrahimi Badi/ 30
 - Rotational motion/ R. wolfson/ 32
 - The latest single photon detector / Hamish Johnson/ 39
 - Physics frontier/ M. Rahbar/ 40
 - The Goldfish over the Rainbow carlos/ E. Aguiar et al/ 44
 - High- altitude ballooning / Roy Jensen/ 46
 - Nuclear methods in agriculture/ A. Shahbazi/ 54
 - A Report of the 15th physics Education Conference/ - A. Seid Fadai/ 60



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

Managing Editor: Mohammad Naseri

Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar

Executive Director: Ahmad Ahmadi

Graphic Designer: Navid Andarodi

Editorial Board: Ahmad Ahmadi, Rouhollah Khalili,

Azita Seid Fadai, Hojat Alhagh Hoseini, Esfandiyar

Motamedi, Manijeh Rahbar

www.roshdmag.ir

Physics@roshdmag.ir

ISSN: 1606-917X

SMS: 3000899502

P.O. Box: 15875/6585

Department of Physics, Tehran-Iran

Physics Education Journal

Vol.30- No.109- 2014

اقتصاد و فرهنگ با عزم ملی و مدیریت جهادی

برگ اشتراک مجله‌های رشد



نحوه اشتراک:
 شما می‌توانید پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۲۲۲۰۰۰ بانک تجارت، شبیه سواره از ماشین کد ۳۹۵۰ در وجه شرکت افست از دو روش زیر، مشترک مجله شوید:
 ۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.ir و تکمیل برگه اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.
 ۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک با پست سفارشی (کپی) فیش را نزد خود نگه دارید).

نام مجلات در خواستی:

نام و نام خانوادگی:

تاریخ تولد:

تلفن:

نشانی کامل پستی:

استان:

شماره فیش بانکی:

پلاک:

اگر قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شماره اشتراک خود را بنویسید:

امضا:

نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۱۱/۱۵۹۵
 وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
 اشتراک مجله: ۱۴-۷۳۳۹۷۱۲/۷۳۳۵۱۱۰/۷۳۳۵۱۱۰

مزینان اشتراک یکساله مجلات عمومی (هفت شماره): ۳۰۰/۰۰۰ ریال
 مزینان اشتراک یکساله مجله تخصصی (چهار شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال

با مجله‌های رشد آشنا شوید



مجله‌های دانش آموزی

(به صورت ماهانه و ده شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

رشد کودک

برای دانش آموزان ابتدایی و پایه اول دوره آموزش ابتدایی

رشد نوجوان

برای دانش آموزان پاهای دوم و سوم دوره آموزش ابتدایی

رشد دانش آموز

برای دانش آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دوره آموزش ابتدایی

مجله‌های دانش آموزی

(به صورت ماهانه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

رشد نوجوان

برای دانش آموزان دوره آموزش متوسطه اول

رشد دانش آموز

برای دانش آموزان دوره آموزش متوسطه دوم

مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماهانه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

رشد آموزش ابتدایی • رشد تکنولوژی آموزشی

رشد مدرسه فرد • رشد مدیریت مدرسه • رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش آموزی تخصصی

(به صورت فصل‌نامه و چهار شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

رشد پرهان آموزش متوسطه اول (مجله ریاضی برای دانش آموزان دوره متوسطه اول)
 رشد پرهان آموزش متوسطه دوم (مجله ریاضی برای دانش آموزان دوره متوسطه دوم)
 رشد آموزش قرآن • رشد آموزش معارف اسلامی • رشد آموزش زبان و ادب فارسی • رشد آموزش هنر • رشد آموزش مشاور مدرسه • رشد آموزش تربیت بدنی • رشد آموزش علوم اجتماعی • رشد آموزش تاریخ • رشد آموزش جغرافیا • رشد آموزش زبان • رشد آموزش ریاضی • رشد آموزش فیزیک • رشد آموزش شیمی • رشد آموزش زیست‌شناسی • رشد آموزش زمین‌شناسی • رشد آموزش هنر و جوفه‌های و کار دانش • رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جوین، مراکز تربیت معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شود.

نشانی: تهران، خیابان ایران‌شهر، شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی.

تلفن و فاکس: ۸۲۲۰۱۴۷۸ - ۲۱.